RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI GERAK PADA *ROBOMAGELLAN* (JELAJAH-V18)

Imam Robani[1], Didit Andri Jatmiko[2]

[1,2] Teknik Informatika – Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipatiukur 112-116, Bandung 40132, Indonesia
E-mail : imamr@mail.unikom.ac.id[1], didit@email.unikom.ac.id[2]

ABSTRAK

Robomagellan (Jelajah V-18) merupakan sebuah prototipe dari *autonomous car* dimana robot dapat bernavigasi secara otomatis baik navigasi jarak jauh maupun navigasi jarak dekat. Proses navigasi jarak jauh melibatkan penggunaan GPS (*Global Positioning System*) sebagai acuan untuk bernavigasi kemudian untuk navigasi jarak dekat menggunakan sensor jarak, dimana sensor jarak yang digunakan adalah sensor ultrasonik. Selain dapat bernavigasi robot mempunyai sebuah sistem yang dapat mencari dan mengenali sebuah objek berupa *traffic cone* berwarna jingga. Pengenalaan pola objek yang dilakukan menggunakan pengolahan citra dimaksudkan agar robot dapat memproses setiap masukkan gambar dan membedakannya antara objek yang dicari dengan objek lain. Tujuan utama dari *robomagellan* adalah mampu bernavigasi secara aman dan handal serta dapat mencapai titik tujuan akhir yang di tandai dengan sebuah *traffic cone* dimana robot harus dapat menyentuhnya.

Kata kunci : robot, prototipe, navigasi, gps, sensor jarak.

1. PENDAHULUAN

Kendaraan *autonomous* adalah kendaraan yang dapat beroperasi dengan aman dan efektif tanpa perlu dikendalikan oleh manusia [1]. Kendaraan ini terdiri dari atas kumpulan sistem-sistem yang saling terkoordinasi satu sama lain untuk memungkinkan kendaraan tersebut melintasi lingkungannya. Kendaraan otonom mampu merasakan lingkungan sekitar dan bernavigasi sendiri, dimana manusia sendiri yang memilih tujuan tetapi tidak diperlukan untuk melakukan operasi mekanik kendaraan. Sistem kontrol yang dapat mengidentifikasi jalur navigasi yang tepat, serta hambatan-hambatan yang ada melalui masukkan dari sensoriknya.

Kendaraan *autonomous* sendiri memliki sejarah yang cukup panjang. Prototipe pertama yang dapat berfungsi dengan baik diciptakan pada tahun 1980. Dengan menggunkan kamera sebagai sensornya prototipe ini berhasil menempuh 100 Km jalan kosong tanpa dikemudikan oleh manusia. Dengan keberhasilan ini, muncul banyak proyek pada tahun 80-an dan 90-an menggunakan sistem serupa yang digunakan untuk menyetir melalu jalan raya [2].

Dalam pengembangan *autonomous car,* munculah suatu permasalahan yaitu mengenai keselamatan pada saat berkendara. Para peneliti sadar bahwa mereka ingin memecahkan masalah keselamatan berkendara tersebut. Maka dari itu mendorong para peneliti robot untuk mengadakan suatu *challenge* dimana membuat suatu prototipe untuk membahas dalam bidang tersebut yang dinamai dengan Robomagellan pada kategori robogames.

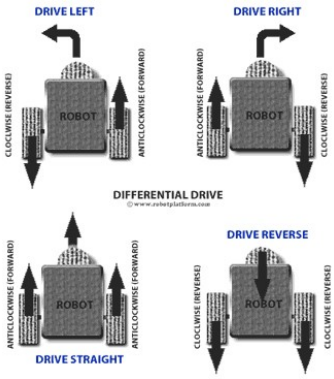
RoboMagellan merupakan salah satu cabang kompetisi yang ada pada kategori *Autonomous Autos* di *RoboGames*. *RoboMagellan* adalah kompetisi robotika yang tujuan utamanya menekankan pada navigasi otonom dimana robot dapat bernavigasi secara otomatis menuju titik-titik kordinat yang berada diluar ruangan. Titik kordinat yang dituju ditandai dengan sebuah *cone* berwana *orange* (jingga) yang diletakan di luar ruangan terbuka bisa disekitar bangunan dan lain sebagainya, robot harus bisa melewati rintangan seperti ganguan-ganguan kondisi alam dan menemukan *cone* yang menjadi tujuan utamanya dengan menggunakan titik *GPS (Global Positioning System)* sebagai rute perjalanannya [3].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Kemudi *Mobile Robot*

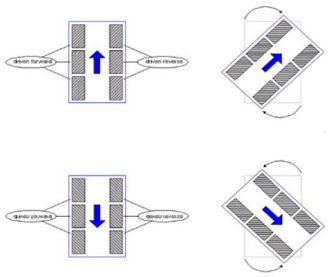
Ada beberapa tipe sistem kemudi mobile robot. Berikut merupakan beberapa sistem kemudi *mobile* robot [4]:

1. *Differential Steering* (Sistem Kemudi Diferensial)
   Differential Steering merupakan metode kemudi dimana dua buah roda dapat bergerak berlawanan arah sehingga radius belokan lebih kecil. Hal ini meningkatkan kemampuan bermanuver robot lebih baik. Kelemahan dari tipe kemudi ini adalah menghasilkan gesekan pada roda kanan dan kiri saat melakukan gerakan berbelok. Sehingga akan bermasalah ketika robot bergerak di atas permukaan yang kasar atau tidak rata.



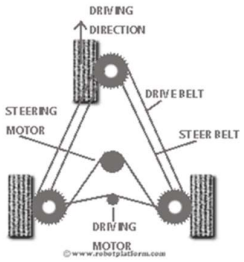
Gambar 1. Sistem *Differential Steering*

2. Skid Steering (Sistem Kemudi Selip)
   Pada dasarnya sistem kemudi ini sama seperti differential steering. Sistem kemudi ini menggunakan rantai roda atau susunan roda dengan posisi tetap. Kelemahannya adalah gesekan pada roda saat berbelok lebih besar daripada sistem differential steering.

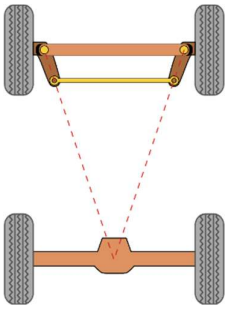


Gambar 2. Sistem Skid Steering

3. Car-Like Steering (Sistem Kemudi Tipe Mobil)
   Sistem kemudi ini merupakan konfigurasi dimana dua roda digunakan untuk mengubah arah robot. Biasanya roda depan yang digunakan meskipun tidak menutup kemungkinan untuk menggunakan roda belakang sebagai kemudinya. Sistem kemudi ini dibagi menjadi dua yaitu Kemudi Paralel dan Kemudi Ackermann.



Gambar 3. Sistem Kemudi Paralel



Gambar 4. Sistem Kemudi *Ackermann*

4. *Multi Independent Steering* (Sistem Kemudi Multi Independen)
   Sistem kemudi multi independent merupakan sistem kemudi dimana tiap roda dapat bergerak secara bebas. Dengan sistem kemudi ini robot dapat bergerak bebas ke segala arah dan merupakan tipe gerak holomonic. Sebuah robot yang memiliki kemampuan gerak holomonic dapat melakukan semua jenis gerak belok tanpa harus mengubah posisi badan robot.

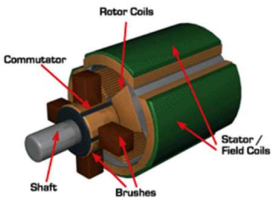


Gambar 5. Sistem *Multi Independent Steering*

2.2 Aktuator

1. Motor DC
   Motor DC merupakan alat yang mengubah pulsa listrik menjadi gerak, mempuyai prinsip dasar yang sama dengan motor stepper namun gerakannya bersifat kontinyu atau bekelanjutan. Motor DC dibagi menjadi 2 jenis yaitu Terdapat dua bagian mendasar pada Motor DC, yaitu [5]:

a. Bagian yang tetap/stasioner yang disebut stator. Stator menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen.
b. Bagian yang berputar disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir. Berikut contoh motor dc dapat dilihat pada gambar 6 .



Gambar 6. Motor DC

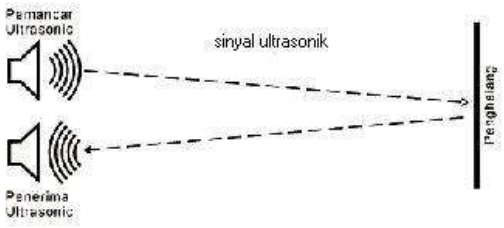
1. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feeback* yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran pada sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo [6].

2.3 Sensor Jarak

Dalam lingkup robotika sensor memberikan kesamaan fungsi seperti indera pada manusia. Sensor jarak digunakan untuk mendeteksi benda tanpa bersentuhan secara fisik, contoh dari sensor jarak adalah sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip dari pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi kebradaan suatu objek tertentu yang berada di depannya, frekuensi kerja nya berada pada daerah di atas gelombang suara yairu dari 20KHz – 40KHz.

Pada dasarnya sensor ultrasonik terdiri dari dua bagian yaitu bagian pemancar dan penerima. Bagian pemancar mengirimkan gelombang ultrasonik dan bagian penerima menunggu pantulan (*echo*) dari gelombang ultrasonik yang telah dikirim sebelumnya. Prinsip kerja sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 7



Gambar 7. Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Untuk mengukur jarak antara objek yang dideteksi menggunakan sensor ultrasonik dapat menggunakan rumus berikut:

$$S = (tIN \times V)/2$$

Dimana:

S = Jarak antara sensor ultrasonik dengan objek yang dideteksi

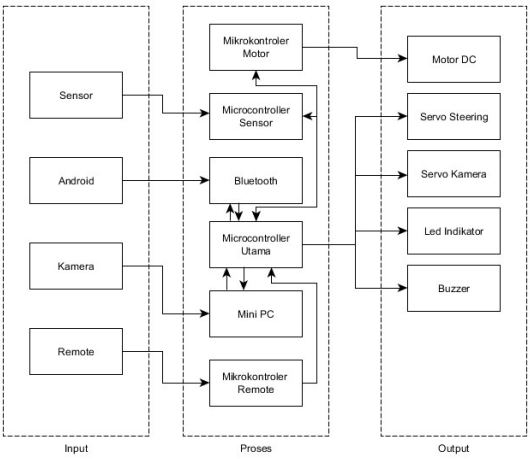
V = Cepat rambat gelombang ultrasonik di udara (344 m/s)

tIN = Selisih waktu pemancaran dan penerimaan pantulan gelombang

3. METODE DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Sistem

Blok diagram sistem menjelaskan terdapat 3 bagian utama yaitu in*put, proscess, ouput* dimana setiap bagian memiliki fungsi masing-masing yang saling terintegrasi satu sama lainnya. Pada bagian *input* terdapat beberapa komponen pendukung yaitu Sensor, smartphone Android, dan remote dimana komponen tersebut sebagai media masukkan. Kemudian pada bagian *process* terdapat *microcontroller* utama dan *Mini PC* dimana dua komponen ini yang berperan dalam pemrosesan sistem, dan yang terakhir adalah bagian *output* terdapat dari beberapa komponen yaitu Motor DC, Servo Steering, Buzzer dan Led indikator dimana semua komponen tersebut akan bekerja sesuai dengan perintah dari *microcontroller.*

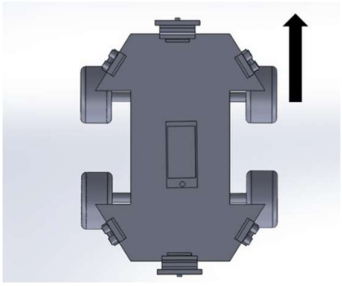


Gambar 8. Blok Diagram Sistem

3.2 Perancangan Sistem Kemudi Navigasi

1. Sistem Kemudi Gerak Navigasi

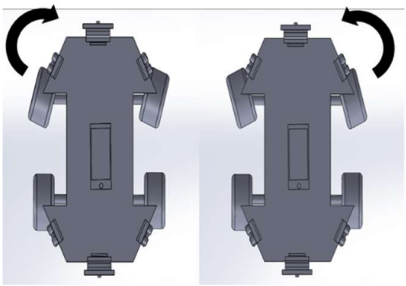
Sistem kemudi gerak navigasi merupakan suatu sistem untuk mengatur arah pergerakan dari robot. Sistem kemudi gerak navigasi robot menggunakan sistem kemudi tipe mobil (*car-like steering*) dimana dua roda bagian depan digunakan untuk mengubah arah robot. Sitem ini menggunakan media masukkan dari android yaitu berupa koordinat titik GPS. Berikut konsep alur kemudi robot ditunjukan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 9 Sistem kemudi robot

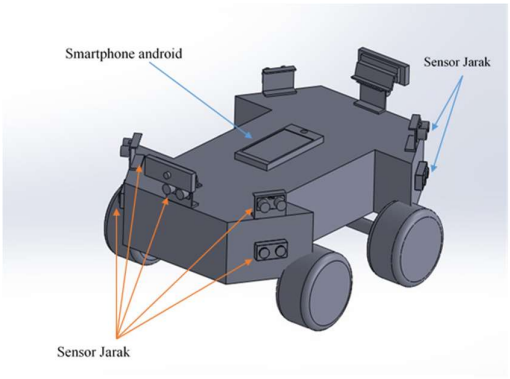
Dalam perancangannya sistem kemudi ini didukung dengan beberapa komponen penunjang seperti sensor jarak, led indikator serta buzzer sebagai penanda jalannya program. Kemudian dua alat pemrosesan utama dan komponen penunjang lainnya yang ditempatkan didalam bodi robot dengan tujuan agar terlindungi dari segala

kemungkinan gangguan yang dapat menggangu kinerja dari alat tersebut.



Gambar 10. Alur kemudi robot

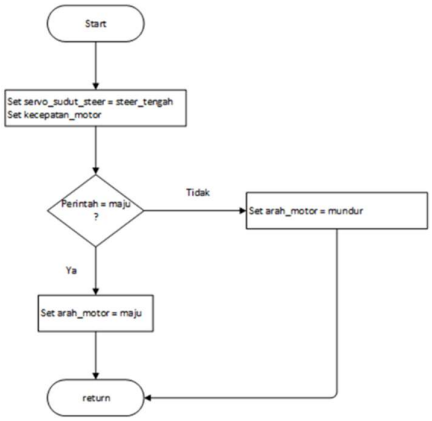
Perancangan sistem gerak navigasi *robomagellan* dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Perancangan Sistem Kemudi *Robomagellan* Jelajah-V18

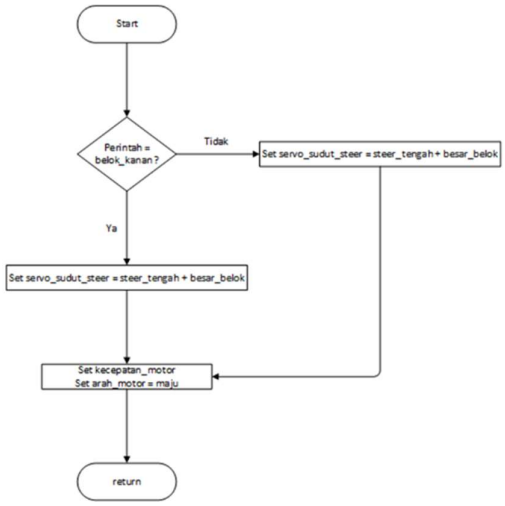
3.3 Perancangan Algoritma Gerak Dasar

Gerak maju lurus digunakan ketika robot akan bergerak maju maupun mundur.



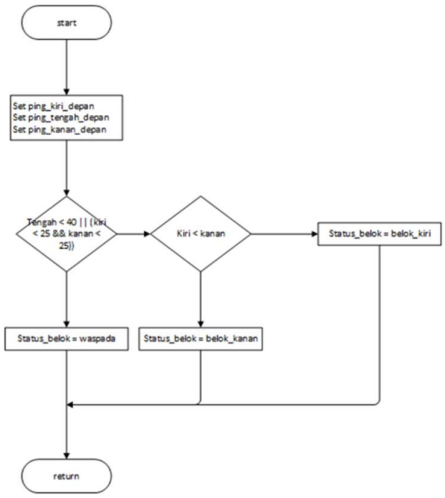
Gambar 12. Diagram Alur Gerak Lurus

Gerak maju belok digunakan ketika robot akan bernavigasi belok ke kanan atau ke kiri pada saat kondisi gerak lurus dan motor pada kondisi maju. Gerakan ini terbagi menjadi 2 arah, yaitu : maju belok kanan dan maju belok kiri. Gerak maju belok juga diperlukan saat ada rintangan di sebelah kiri atau kanan dan apabila robot harus bergerak ke arah kanan atau kiri sambil terus melaju.



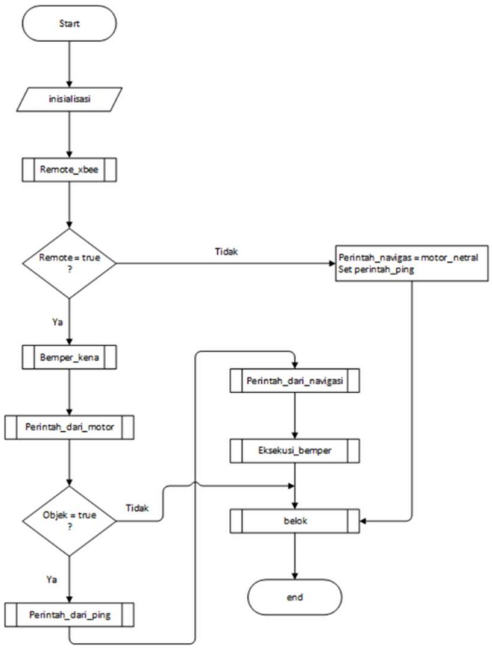
Gambar 13. Diagram Alur Maju Belok

Algoritma hindar objek merupakan algoritma untuk menghindari objek yang ada di depan maupun belakang robot, dimaksudkan agar robot tidak mengalami tabrakan dengan objek atau penghalang yang ada di hadapannya.



Gambar 14. Diagram Alur Hindar Objek

Algoritma utama merupakan algoritma keseluruhan robot untuk menyelesaikan tugas yang harus dilakukan oleh *robomagellan* dalam misinya. Secara umum, alur algoritma utama ditunjukan pada Gambar 13



Gambar 15. Diagram Alur Algoritma Utama

4. HASIL PENGUJIAN

4.1 Pengujian Sensor Jarak

Pengujian yang dilakukan tehadap sensor ultrasonik SRF05 dimaksudkan untuk mendapatkan nilai perbandingan antara nilai jarak sesungguhya dengan nilai jarak yang diterima oleh mikrokontroler. Pengujian dilakukan dengan cara menempatkan objek atau dinding di depan sensor ultrasonik. Hasil pengujian terhadap sensor ultrasonik dapa dilhat pada Tabel 1. Hasil Pengujian Sensot Ultrasonik.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, nilai error sensor jarak ultrasonik yang diuji sangat kecil menunjukan bahwa adanya selisih antara nilai yang sebenarnya dengan nilai pembacaan sensor. Sehingga cukup akurat untuk digunakan sebagai acuan robot untuk bernavigasi.

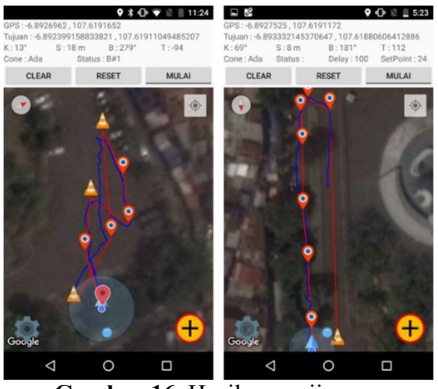
Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Jarak yang ditentukan (cm)	Waktu yang ditempuh (µs)	Hasil perhitungan (cm)	*Error* (cm)
10	572	10.21	0.21
20	1153	20.3	0.3
30	1733	30	0
40	2315	40.6	0.6
50	2894	50.21	0.21
60	3476	60.72	0.72
70	4056	70.51	0.51
80	4637	80.54	0.54
90	5217	90.1	0.1
100	5799	100.02	0.02
110	6378	110.1	0.1
120	6960	120	0
130	7540	130.2	0.2
140	8123	140.24	0.24
150	8701	150.3	0.3
160	9234	160.16	0.16
170	9863	170.2	0.2
180	10444	180.1	0.1
190	11024	190	0
200	11606	200	0
Rata-rata error			0.225

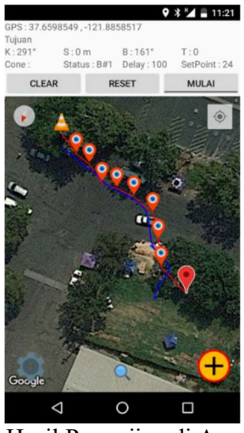
4.2 Pengujian Sistem Kendali Gerak Navigasi

Pengujian sistem kendali merupakan tahapan pengujian terhadap aplikasi kendali gerak navigasi yang telah di bangun. Gambar 16 dan Gambar 17 merupakan hasil pengujian lapangan sistem kendali gerak navigasi.

Dapat dilihat bahwa posisi yang ditunjukan oleh kordinat GPS yang ditandai oleh marker berwarna merah dan kuning. Marker berwarna merah menunjukan *waypoint* yang harus dilalui dan marker warna kuning seperti *cone* adalah titik tujuan akhir.



Gambar 16. Hasil pengujian



Gambar 17. Hasil Pengujian di Area Perlombaan

Garis berwarna merah yang menghubungkan antara *marker* merupakan jalur yang semestinya di lalui oleh robot kemudian garis berwarna biru yang berdekatan dengan garis merah adalah rute sebenarnya yang dilalui oleh robot. Dari hasil pengujian tersebut terlihat bahwa robot mampu mencapai tujuan akhir sesuai dengan rute yang ditentukan.

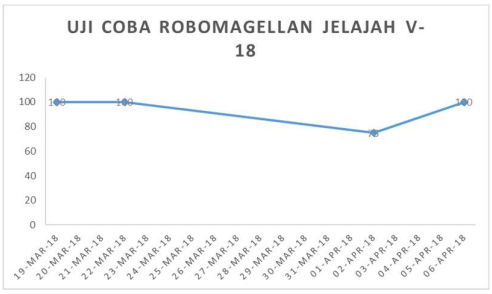
4.3 Pengujian Algoritma Keseluruhan

Uji coba yang dilakukan dilapangan terbuka, pengujian sistem keseluruhan dilakukan pada bulan Maret sampai April 2018 dapat dilihat pada Tabel 2.

Jika dilihat dari Gambar 18 tingkat keberhasilan rata-rata sistem keseluruhan sudah diatas 87%. Kegagalan terjadi karena perubahan kondisi cuaca yang menyebabkan kondisi kendali gerak navigasi tidak bekerja dengan maksimal, karena sistem kendali gerak navigasi menggunakan GPS yang mana sangat bergantung dengan keadaan cuaca pada saat pengujian.

Tabel 2. Hasil Pengujian Robot Keseluruhan

No	Tanggal	Keadaan Cuaca	Jumlah Cone	Keberhasilan Menemukan Cone	Error	Keterangan
1	19 Maret 2018	Berawan	2	2	-	Berhasil
2	19 Maret 2018	Berawan	2	2	-	Pengiriman Data Lambat
3	19 Maret 2018	Berawan	2	2	-	Pengiriman Data Lambat
4	19 Maret 2018	Berawan	2	2	-	Pengiriman Data Lambat
5	22 Maret 2018	Berawan	3	2	Berhenti	Cone Terakhir Tidak Terdeteksi
6	22 Maret 2018	Berawan	3	3	-	Berhasil
7	22 Maret 2018	Berawan	3	3	-	Berhasil
8	22 Maret 2018	Berawan	3	3	-	Berhasil
9	22 Maret 2018	Berawan	3	3	-	Pengiriman Data Lambat
10	22 Maret 2018	Berawan	3	3	-	Berhasil
11	22 Maret 2018	Berawan	3	3	-	Pengiriman Data Lambat
12	22 Maret 2018	Berawan	3	3	-	Berhasil
13	22 Maret 2018	Berawan	3	3	-	Pengiriman Data Lambat
14	22 Maret 2018	Berawan	3	0	-	Berhasil
15	2 April 2018	Cerah	3	0	Tidak Terdeteksi	Terjadi Perubahan Kalibrasi Warna
16	2 April 2018	Cerah	3	3	-	Berhasil
17	2 April 2018	Cerah	3	3	-	Berhasil
18	2 April 2018	Cerah	3	3	-	Berhasil
19	2 April 2018	Cerah	3	2	Tidak Terdeteksi	Robot Berhenti Jauh Dari Cone
20	2 April 2018	Cerah	3	3	-	Berhasil
21	2 April 2018	Cerah	3	3	-	Berhasil
22	2 April 2018	Cerah	3	0	-	Berhasil
23	6 April 2018	Cerah	3	3	-	Berhasil
24	6 April 2018	Cerah	3	3	-	Berhasil



Gambar 18. Grafik Keberhasilan

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian yang telah dibahas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Robot robomagellan Jelajah V-18 dapat bergerak bernavigasi sesuai dengan koordinat GPS yang telah ditentukan dalam pengujian (perlombaan).
2. Robot robomagellan Jelajah V-18 dapat menemukan titik tujuan terakhir sesuai dengan koordinat yang dimasukkan.
3. Robot robomagellan Jelajah V-18 dapat bernavigasi sekaligus melewati rintangan dalam perjalanan menuju titik tujuan terakhir.
4. Sistem kendali gerak navigasi menggunakan GPS yang sangat tergantung dengan keadaan cuaca, sebagai contoh ketika cuaca berawan maka akurasi pembacaan akan menurun.

5.2 Saran

Demi memperbaiki dan perkembangan penelitian selanjutnya penulis usulkan beberapa saran yaitu, Menambah sistem GPS yang digunakan, agar tidak terpaku pada satu pembacaan GPS; Memperhalus algoritma hindar objek; Mengganti sensor jarak ultrasonik yang sekarang dengan sensor jarak yang lain contohnya Lidar.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Chandra, N. Agani dan Y. Prihastomo, "Self Driving Car: Artificial Intelligence Approach," *TICOM,* vol. 1, no. 1, pp. 43-47, 2012.

[2] A. Wirjaputra, "Mengungkap Teknologi "Google Autonomous Car"," Binus University, Jakarta, 2011.

[3] D. E. Calkins, "RoboGames," RoboGames, 2004. [Online]. Available: http://www.robogames.net. [Diakses 10 07 2018].

[4] K. Goris, "Autonomous Mobile Robot Mechanical Design," Vrije Universiteit Brussel, Brussels, 2004.

[5] A. A. Purnama, "Perancangan dan implementasi Algoritma Purwarupa Robot Pembantu Penyandang Tunadaksa (DU99RWS4-V12)," Universitas Komputer Indonesia, Bandung, 2013.

[6] A. Purnama, "Elektronika Dasar," 2013. [Online]. Available: http://elektronika-dasar.web.id/motor-servo/. [Diakses 11 07 2018].