

Rancang Bangun Robot *Omni Wheel* Penyedot Debu Menggunakan Sensor *Accelerometer* Berbasis Mikrokontroler ATmega16

Ivan Suwanda¹⁾, Elang Dardian M.²⁾, Fachruddin Lubis³⁾

¹⁾Mahasiswa. e-mail: ivansuwanda20@gmail.com

²⁾Dosen. e-mail: elangdm@yahoo.com.id

³⁾Dosen. e-mail: lubisfach@yahoo.co.id

ControlSystemsLaboratory, EngineeringFaculty, TanjungpuraUniversity

Abstract– In the current technological developments, especially in the field of robotics and communications technology develops very rapidly, a lot of robots and communication tools that are created with advanced technology. At the present time communication tools has created a lot of communication tools such as a smartphone that has advanced features and supported with a variety of sensors that are already embedded inside as well as the advancement of robotic technology that is able to help people ease the burden of human work. Implementation of these two elements is to make a robot vacuum cleaner uses omni wheel which can move in any direction without performing complex movements and controlled using the accelerometer sensor android smartphone via Bluetooth RC controller application contained in Playstore so that the robot moves following the movement of the next smartphone Media Conductor between a smartphone and a robot using bluetooth HC - 05. From the data obtained after performing several experiments bluetooth can capture signals up to a maximum distance of 25 meters, then the success of the movement of the robot at 82.31 %. With the tilt sensitivity of the accelerometer at 5 ° robot is quite reliable maneuver to remove dust or dirt with a small back and forth movement method.

Keywords– *omniwheel, accelerometer, bluetooth controller*

1. Pendahuluan

Dalam perkembangan teknologi saat ini khususnya pada bidang teknologi robotika dan komunikasi berkembang dengan sangat pesat. Banyak sekali robot dan alat komunikasi yang diciptakan dengan teknologi yang canggih. Secara umum robot bergerak menggunakan roda, kaki, dan *propeller* sebagai penggerak utama. Namun dengan dilakukannya banyak penelitian, beberapa pergerakan robot sudah dimodifikasi termasuk robot beroda. Contoh kecil dari robot beroda yang dapat bergerak secara efisien adalah robot yang menggunakan *omni wheel*. Hal ini dikarenakan *omni wheel* memiliki roda-roda kecil yang terpasang pada roda utama sehingga dengan penyusunan letak *directional* roda dengan aturan tertentu, maka robot mampu bergerak ke segala arah tanpa melakukan gerakan yang kompleks

sehingga mempersingkat waktu perjalanan ke suatu tempat yang sudah ditentukan.

Kemudian dibidang komunikasi khususnya yang terdapat pada *smartphone* di dalamnya sudah terdapat perangkat yang canggih seperti sensor, layar, jaringan komunikasi, dan banyak lagi lainnya.

Dalam tugas akhir ini akan dirancang sebuah robot semi otomatis yang menggunakan kedua unsur penting seperti *omni wheel, accelerometer* pada *smartphone*, dan *vacuum cleaner* dengan ukuran dan daya hisap yang kecil untuk mengangkat kotoran-kotoran dan debu yang berukuran sesuai dengan daya hisap *vacuum cleaner* tersebut.

Permasalahan yang harus diselesaikan adalah pergerakan robot yang harus bisa bergerak ke segala arah dan arsitektur perangkat keras robot yang meliputi perangkat elektronik, mekanik dan perangkat lunak. Perangkat lunak di sini berfungsi sebagai pengendali sistem berbasis mikrokontroler ATMEGA16 dan *driver* motor sebagai *pulse width modulation* atau pengatur pergerakan kecepatan motor.

2. PenelitianTerkait

Robot yang dirancang merupakan robot beroda yang menggunakan *omni wheel* yang mampu bergerak ke segala arah. Terdapat beberapa perancangan robot yang menggunakan *omni wheel* yang dikembangkan sebelumnya. Perancangan berfokus pada penerapan-penerapan yang berbeda melalui berbagai macam metode yang digunakan.

Pada penelitian yang telah dilakukan (Wahyu setyo pambudi, 2011) yang merancang mobile robot *obstacle avoidance* yang dapat bernavigasi secara mandiri. Agar dapat mengenali lingkungannya digunakan beberapa sensor *position sensitive device* (PSD) yang saling mendukung serta sensor *vision* sebagai pendeteksi obyek, unit pemroses yang digunakan merupakan kombinasi antara *microcontroller* dengan (*personal computer*) PC. Metode pendukung keputusan yang digunakan untuk mengatasi kondisi lingkungan dinamis pada mobile robot adalah *fuzzy logic controller* (FLC). Mekanisme *steering* robot menggunakan 3 *wheels omni-directional*, dengan harapan bahwa *mobile robot* ini mampu menghindari halangan secara *smooth* (halus) dan fleksibel terbebas dari benturan

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh (Irfan Affandi, dkk 2014) yang melakukan penelitian tentang control posisi robot *omni-directional* menggunakan metode *gyrodometry* yang bertujuan dapat mengetahui jarak yang ditempuh, kecepatan serta arah kemana robot tersebut bergerak dengan menggunakan sensor *gyroscope* dari kedua penelitan tentang robot beroda yang menggunakan *omni wheel* keduanya sama-sama memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, kelebihan dari kedua penelitian yang dilakukan oleh wahyu setyo pambudi dkk. dan Irfan Affandi dkk. adalah robot menggunakan sensor posisi yang memungkinkan robot bergerak secara otomatis namun tidak melakukan tugas yang dapat membantu meringankan pekerjaan manusia.

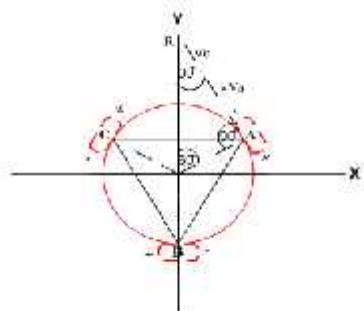
2.1. Tinjauan Pustaka

a. Robot Omni wheel^[5]

Robot *omni wheel* merupakan sebuah rancang *mobile robot* yang menggunakan roda omni (*omni wheel*) sehingga bisa bergerak ke segala arah, di sudut manapun, tanpa memutar badan robot (*body robot*) terlebih dahulu. Beberapa *Omni wheels* robot menggunakan *platform* segitiga dan juga persegi empat. Dimana dalam *platform* segitiga tersebut, robot omni menggunakan tiga buah roda omni yang terpisah sejauh 120° dan pada *platform* persegi empat, robot omni menggunakan empat buah *omni wheel*. Gambar 2.5 merupakan sebuah contoh robot dengan menggunakan *omni wheel* yang memungkinkan pergerakan robot dapat bergerak ke segala arah yang diharapkan dapat menjadikan robot menjadi lebih efisien dalam melakukan pergerakan-pergerakan yang tidak dapat dilakukan oleh robot yang menggunakan sistem roda selain menggunakan *omni wheel*.

b. Kinematika *omni wheel*^[3]

Kinematika memberikan sarana dalam merubah posisi antar koordinat global dan konfigurasi internal. Dalam menentukan posisi global robot, hubungan ditetapkan diantara kerangka referensi global kerangka lokal instan berpusat pada robot tersebut Gambar 2.1 merupakan referensi global yang akan menjelaskan pergerakan robot. (Irfan Affandi dkk, 2012)



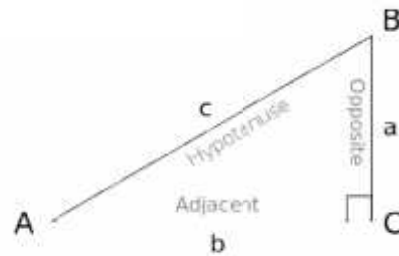
Gambar 2.1. Referensi vektor posisi

Keterangan:

X, Y = Sistem Koordinat Kartesian.

Va = arah roda ke arah rotasi robot.
R = arah rotasi robot dari titik acuan.
V α = Sudut antara R dan Va
V β = Sudut antara R dan Vb
V γ = Sudut antara R dan Vc

Untuk mencari nilai Va kita menggunakan rumus trigonometri dasar pada gambar 2.2 memperlihatkan gambaran segitiga sama kaki beserta keterangan.



Gambar 2.2. Segitiga siku-siku

$$\sin A = \frac{a}{c}, \cos A = \frac{b}{c}$$

Dari rumus sederhana di atas maka:

$$\cos V\alpha = \frac{Va}{R} \text{ maka :}$$

$$Va = \cos V\alpha \cdot R \quad (1)$$

$$Vb = \cos V\beta \cdot R \quad (2)$$

$$Vc = \cos V\gamma \cdot R \quad (3)$$

c. Accelerometer^[12]

Accelerometer adalah sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan suatu objek. *Accelerometer* mengukur percepatan *dynamic* dan *static*. Pengukuran *dynamic* adalah pengukuran percepatan pada objek bergerak, sedangkan pengukuran *static* adalah pengukuran terhadap gravitasi bumi. Untuk mengukur sudut kemiringan (*tilt*). Gambar 2.3 merupakan bentuk fisik dari *accelerometer* yang terdapat pada *smartphone*.



Gambar 2.3. Sensor *accelerometer* *smartphone*

d. Bluetooth HC-05^[9]

HC-05 Adalah sebuah modul *bluetooth* SPP (*Serial Port Protocol*) yang mudah digunakan untuk komunikasi serial *wireless* (nirkabel) yang mengkonversi port serial ke *bluetooth* pada gambar 2.4. HC-05 menggunakan modulasi *bluetooth* V2.0 + EDR (*Enhanced Data Rate*) 3 Mbps dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4

GHz. Modul ini dapat digunakan sebagai *slave* maupun *master*. HC-05 memiliki dua mode konfigurasi, yaitu AT mode dan *Communication* mode. AT mode berfungsi untuk melakukan pengaturan konfigurasi dari HC-05. Sedangkan *Communication* mode berfungsi untuk melakukan komunikasi *bluetooth* dengan piranti lain. Dalam penggunaannya, HC-05 dapat beroperasi tanpa menggunakan driver khusus. Untuk berkomunikasi antar *bluetooth*, minimal harus memenuhi dua kondisi berikut :

1. Komunikasi harus antara *master* dan *slave*.
2. *Password* harus benar (saat melakukan *pairing*).

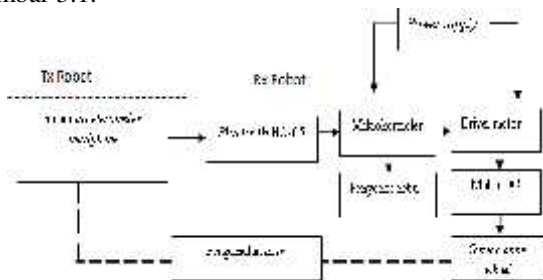


Gambar 2.4. Bluetooth HC-05

3. Perancangan

3.1. Perancangan sistem

Sistem robot penyedot debu dengan menggunakan *omni wheel* menggunakan sistem kendali *loop* terbuka (*open loop*). Untuk diagram blok sistem robot penyedot debu dengan menggunakan *omni wheel* dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram blok robot penyedot dengan menggunakan *omni wheel*

Robot ini dirancang untuk menyedot debu yang berukuran kecil dan menggunakan tiga buah roda *omni wheel* yang memungkinkan robot ini dapat bergerak ke segala arah tanpa melakukan gerakan yang kompleks seperti robot roda pada umumnya. Kemudian untuk menggerakkan robot ini dapat dilakukan dengan menggunakan sensor *accelerometer smartphone* melalui aplikasi *remote control* yang sudah tersedia pada *playstore*. Sebagai penghantar sinyal dari *accelerometer* ke mikrokontroler robot ini menggunakan *bluetooth* type HC-05. Kemudian sinyal yang diterima dari sensor *accelerometer* yang digerakan ke sudut tertentu melalui *bluetooth* tersebut menjadi sinyal input, kemudian hasil atau sinyal output yang sudah

diolah di dalam mikrokontroler ATMEGA16 di hubungkan pada rangkaian *driver motor* yang di dalamnya juga terdapat rangkaian H-bridge dan PWM agar dapat menggerakkan motor dengan kecepatan maksimal sesuai dengan yang kita inginkan.

3.2 Perancangan Sistem Mekanik Robot

Perancangan mekanik robot adalah hal pertama kali dilakukan sebelum melakukan perancangan lainnya seperti perancangan rangkaian elektronika dan *software*. Tahapan tahapan pertama yang dilakukan adalah merancang bentuk badan robot, badan robot yang dibuat berbentuk lingkaran karena bentuk lingkaran dianggap lebih kokoh untuk menopang beban di atas robot dibanding dengan bentuk segitiga dengan ukuran diameter badan robot adalah 35 cm. Bahan yang digunakan dalam pembuatan badan robot adalah mika. Mika adalah mineral silikat yang banyak digunakan dalam pembuatan gelas atau kaca, ketahanan mika terhadap suhu panas cukup tangguh hingga bisa mencapai 180° celcius, karena dengan ketahanan panas tersebut bahan mika dianggap bahan yang cocok untuk digunakan dalam pembuatan badan robot.

Kemudian tahapan yang ketiga adalah merancang tata letak motor dan roda. Dalam perancangan ini tata letak sangat berpengaruh dengan sistem pergerakan robot karena bergeser sedikit saja dari titik yang sudah ditentukan sebelumnya dapat merubah arah pergerakan robot yang sudah ditetapkan. Sudut dari masing-masing roda ke roda lainnya adalah sebesar 120° dari titik tengah. Gambar 3.2 merupakan badan robot yang sudah terpasang dengan rangkaian elektronika, motor DC, dan roda.



Gambar 3.2. Mekanik robot

Selanjutnya pada tahap ke empat adalah merancang mekanik penyedot debu . Langkah pertama yang dilakukan adalah memodifikasi kabel input tegangan kemudian menggantinya dengan sebuah *socket* hal ini, dilakukan agar memudahkan ketika terjadi *trouble* pada robot diharapkan penyedot debu dapat dilepas dari badan robot. Selanjutnya adalah memodifikasi ujung penyedot debu. Ujung penyedot debu sebelum dilakukan

modifikasi hanya memiliki lebar 2,5 cm hal ini dianggap area kerja dari ujung penyedot debu terlalu kecil dan dapat berakibat tidak efisien waktu, dan konsumsi daya yang berlebihan karena harus lebih lama membersihkan debu sehingga pada rancangan penyedot debu ujung robot diperlebar hingga menjadi 15 cm yang diharapkan dengan ukuran selebar 15 cm penyedot debu dapat menghemat waktu dan daya yang digunakan. Gambar 3.3 merupakan ujung penyedot debu yang sudah di modifikasi.



Gambar 7. Ujung penyedot debu yang sudah dimodifikasi

Setelah merancang penyedot debu tahap selanjutnya adalah instalasi penyedot debu ke badan robot yang sudah dirancang sebelumnya. Untuk instalasi penyedot debu dibutuhkan penopang yang berfungsi untuk menopang penyedot debu agar dapat terpasang ke badan robot. Penopang dari penyedot debu memiliki bentuk lingkaran dengan diameter 12 cm, tebal 3 mm, dan dipasang miring pada sudut 30°. Penyedot debu diinstalasi dengan kemiringan 30° berfungsi untuk mencegah robot dari lintasan yang tidak rata dan dapat menjangkau ke area yang sempit. Gambar 8 merupakan bentuk robot yang sudah terpasang secara keseluruhan.



Gambar 3.3. Mekanik robot yang sudah terpasang secara keseluruhan

3.3. Perancangan *Software* Arah Gerak Motor dan PWM

Pemrograman untuk arah gerak robot berdasarkan dengan landasan teori yang sudah dibahas sebelumnya, dengan kata lain sebelum membuat kode program hal yang harus dilakukan adalah melakukan perhitungan terhadap tiga buah motor DC yang disusun membentuk segitiga sama kaki dan apabila di tarik dari titik tengah dan

dihubungkan masing masing motor akan terbagi tiga bagian masing-masing 120°. Dengan menggunakan sudut dari arah roda dan arah sudut dari robot yang kita inginkan maka kita dapat memperoleh kecepatan dari putaran roda masing-masing, kemudian hasil yang kita dapatkan dari perbandingan sudut tersebut dikalikan dengan besaran PWM yang sudah ditentukan. Dengan menggunakan persamaan 1, 2, dan 3 maka didapatkan nilai :

Sudut 0° dari titik acuan robot

- Arah roda A
Diketahui $V\alpha = 150^\circ$
Arah rotasi roda : CW = (-)
Maka:
 $V_a = \text{arah rotasi roda} (\cos V\alpha \cdot \text{PWM})$
 $= (-\cos 150) \cdot 50$
 $= -0,866 \cdot 50$
 $= -43,3$
- Arah roda B :
Diketahui $V\beta = 90^\circ$
Arah rotasi roda : tidak ada pergerakan
Maka:
 $V_b = \text{arah rotasi roda} (\cos V\beta \cdot \text{PWM})$
 $= (\cos 90^\circ) \cdot 50$
 $= 0 \cdot 50$
 $= 0$
- Arah roda C
Diketahui $V\gamma = 30^\circ$
Arah rotasi roda : CCW = (+)
Maka:
 $V_c = \text{arah rotasi roda} (\cos V\gamma \cdot \text{PWM})$
 $= (\cos 30) \cdot 50$
 $= 0,866 \cdot 50$
 $= 43,3$

Cara yang sama dilakukan untuk mencari nilai sudut 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315° pergerakan arah robot .

3.4. Perancangan *Software*

Sebelum membuat program dalam sebuah robot hal pertama yang harus dilakukan adalah membuat diagram alir perancangan robot. diagram alir adalah urutan langkah-langkah logis penyelesaian yang disusun secara sistematis dan logis. Dalam beberapa konteks, diagram alir adalah spesifikasi urutan langkah-langkah untuk melakukan sesuatu pekerjaan. Diagram alir juga menjadi acuan penulis untuk mengukur tingkat keberhasilan yang akan dicapai secara bertahap tentunya sesudah melakukan seluruh proses penelitian.

Gambar 3.4 menunjukkan diagram alir perancangan robot penyedot debu dengan *omni wheel* yang digerakan oleh sensor *accelerometer* kemudian pada gambar tersebut juga menjelaskan bagaimana sistem kerja dari penyedot debu yang melakukan tugas berdasarkan pengamatan *user*.

Gambar 3.4. Diagram alir perancangan robot

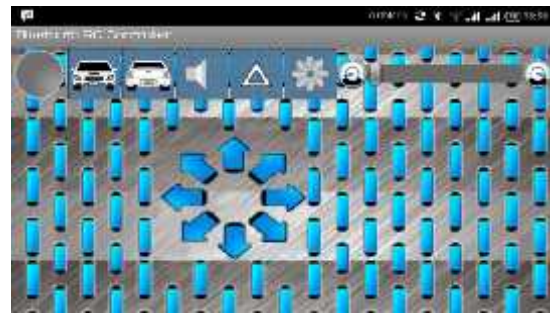
3.5. Perancangan *Software Bluetooth RC Controller*

Aplikasi *bluetooth RC controller* merupakan aplikasi yang bisa kita dapat kan pada *playstore* sebagai media penyedia aplikasi bagi pengguna *smartphone* berbasis android. Aplikasi ini dibuat oleh Andi.co yang bertujuan untuk memudahkan untuk melakukan simulasi dalam penelitian. Versi android yang dapat digunakan minimal versi 2.3.3. Aplikasi ini memiliki dua mode yaitu mode *manual control* dan *accelerometer*. Dengan adanya mode *accelerometer* aplikasi ini cocok dengan penelitian yang dilakukan. Gambar 3.5 merupakan tampilan mode *manual control* pada aplikasi *bluetooth RC controller*.



Gambar 3.5. Tampilan mode *manual control*

Kemudian untuk tampilan mode *accelerometer* pada aplikasi *bluetooth RC controller* dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Tampilan mode *accelerometer*

Namun dalam penggunaannya aplikasi ini tidak dapat langsung digunakan karena data yang dikirim oleh aplikasi ini hanya berupa karakter-karakter huruf data inilah yang diolah menjadi sebuah pergerakan robot dengan mode *accelerometer*.

Jadi perancangan *software bluetooth RC controller* yang dimaksudkan adalah hanyalah menterjemahkan karakter-karakter huruf yang dikirim oleh *bluetooth* ketika sensor *accelerometer* terhubung dengan robot. Pada aplikasi ini terdapat *database* pada menu yang akan diolah menjadi gerakan-gerakan yang dibutuhkan. *Database* tersebut dapat kita lihat pada gambar 3.7 dan 3.8.



Gambar 3.7. *Database aplikasi*



Gambar 3.8. *Database aplikasi*

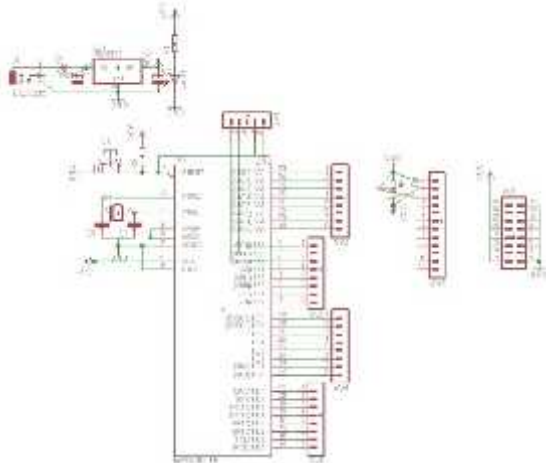
3.6. Perancangan Mikrokontroler

Pada rangkaian mikrokontroler digunakan empat buah port sebagai jalur keluar masuk data I/O. selain itu, rangkaian ini juga terdiri dari rangkaian pembangkit pulsa *clock*.

Pin-pin pada port I/O yang digunakan dalam perancangan adalah sebagai berikut :

1. Port B0, Port B1, Port B2 terhubung dengan pin PWM motor 1.
2. Xtal 2, Xtal 1, Port D0, Port D1 terhubung dengan pin Bluetooth.
3. Port C7, Port C6, Port C5, Port C4, Port C3, Port C2 terhubung dengan LCD.

4. Port A0, Port A1, Port A2 terhubung dengan PWM motor 2.
 5. Port A3, Port A4, Port A5 terhubung dengan PWM motor 3.
- Gambar 3. 9 merupakan rangkaian mikrokontroler.



Gambar 3.9. Rangkaian Mikrokontroler

4. Hasil pengujian

4.1 Pengujian Blok *Driver Motor*

Berfungsi sebagai pengontrol arah putaran, *driver motor* juga berperan penting dalam pengerjaan tugas akhir ini. *Driver motor* akan aktif apabila mendapat tegangan 12 volt DC dari sumber tegangan dan 5 volt DC dari *output* mikrokontroler.

Tabel 1. Arah putaran motor

NO	PWM	D1	D2	Arah Putaran
1	50	0	1	CW
2	50	1	0	CCW
3	50	0	0	off
4	50	1	1	off

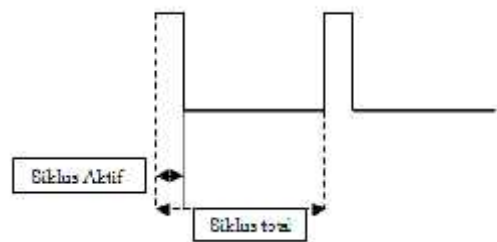
Catatan: CW (*searah jarum jam*), CCW (*berlawanan arah jarum jam*)

Tabel 1 menunjukkan data yang diperoleh dari pengujian *driver motor* dapat disimpulkan bahwa *driver motor* berfungsi dengan baik hal ini dapat dilihat dari tabel di atas dengan melakukan 4 kali pengujian dengan cara memberikan tegangan input dan data yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan. Untuk menguji dibutuhkan pemrograman untuk PWM.

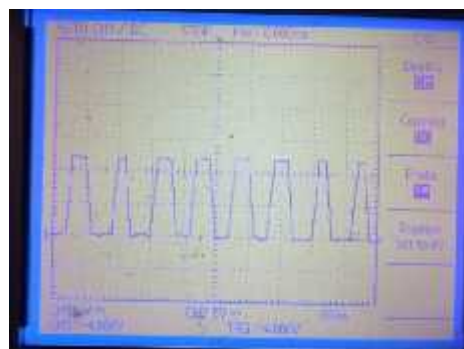
Setiap sudut pergerakan robot, hampir seluruh kecepatan motor berbeda, hal tersebut dapat dilihat dari sinyal PWM yang diukur menggunakan osiloskop. Gambar 4.2 memperlihatkan tampilan pada osiloskop beserta dengan perhitungan.

Untuk mengukur *duty cycle* dapat digunakan rumus :

$$DutyCycle = \frac{SiklusAktif}{SiklusTotal} \times 100\%$$



Gambar 4.1. Siklus sinyal PWM



Gambar 4.2. Sinyal PWM motor 1 sudut 0°

Siklus aktif = T on

Siklus total = T total

T on = 8 ms

T total = 24 ms

$$D = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times 100\%$$

$$D = \frac{8}{24} \times 100\% = 33,3 \%$$

Table 2. Data pengujian sinyal PWM

NO	Sudut	T on			T total			PWM		
		MA	MB	MC	MA	MB	MC	MA	MB	MC
1	0°	8	0	10	24	0	24	-33,3	0	41,5
2	45°	4	8	12	24	24	24	-16,6	-33,3	50
3	90°	4	12	6,6	24	24	24	16,6	-50	26,6
4	135°	12	5	3,6	24	24	24	50	-33,3	-15
5	180°	10	0	12	24	0	24	41,6	0	-50
6	225°	4,5	8	12	24	24	24	15	33,3	-50
7	270°	6,4	12	4,8	24	24	24	-26,6	50	-20
8	315°	12	1	3,6	24	24	24	-50	16,6	15

Catatan : M = motor

4.2. Pengujian sensor *Accelerometer*

Untuk menguji aplikasi dan sensor *accelerometer* berjalan dengan baik maka akan kita tampilkan pada LCD apakah sesuai pada *database* aplikasi ini. Pada gambar 4.3 akan memberikan keterangan yang ditampilkan LCD.



Gambar 4.3. Tampilan LCD

4.3. Pengujian Arah Pergerakan Robot

Pengujian pertama adalah pengujian arah pergerakan robot dengan menggerakkan robot sejauh 1,5 meter dengan 8 arah gerakan yaitu:

1. Depan
2. Depan kanan
3. Kanan
4. Belakang kanan
5. Belakang
6. Belakang kiri
7. Kiri
8. Depan kiri

Gambar 4.4 memperlihatkan gambar yang menunjukkan arah pergerakan robot apakah sesuai dengan kode program dan arah yang ditentukan. Hasil pengujian pergerakan robot ini akan memberikan hasil untuk membuktikan kebenaran teori dan perancangan sebelumnya.



Gambar 4.4. Ke depan

Tabel 3. Nilai rata-rata *error* pergerakan dari seluruh percobaan

NO	Jarak Pergerakan (meter)	Error Sudut Pergerakan							
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
1	0	0,96	4,3	3,34	3,2	0,46	0,54	3	3,6
2	5	0,9	3,16	1,3	2,1	0,6	0,82	2,9	3,68
3	10	1,3	3,1	2,88	3,04	1	1,66	2,8	2,9
4	15	1,1	4,2	3,1	2,5	1,1	0,64	4	4,7
5	20	1,7	2,16	4	2,64	2,84	0,54	4,74	3,96
6	25	1,1	2,16	3,1	3,06	1,6	0,86	3,6	2,68
Nilai rata-rata		1,1	24,38	22,12	16,34	7,9	3,3	21,04	18,62

Dari data hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa semakin jauh jarak koneksi *bluetooth* dapat mempengaruhi sistem gerak robot. Hal ini dapat kita lihat pada pengujian gerak robot pada jarak 30 meter, beberapa pergerakan tidak dapat direspon dengan baik dikarenakan jarak maksimal *bluetooth* bekerja dengan baik adalah 29,8 meter. Jadi apa bila robot maju akan menambah jarak menjadi lebih jauh dari jarak maksimal yang menyebabkan terjadinya *error* pada robot. Dari tabel 3 dapat disimpulkan pergerakan robot secara keseluruhan dengan menghitung rata-rata *error* setiap pergerakan robot. Untuk mencari nilai *error* robot digunakan rumus :

$$\frac{\text{total pergerakan robot}}{\text{error total}} \times 100\%$$

$$\frac{360}{20,305} \times 100\% = 17.69\%$$

Jadi dengan menggunakan nilai *error* robot maka persentase keberhasilan seluruh pergerakan robot adalah 82,31%.

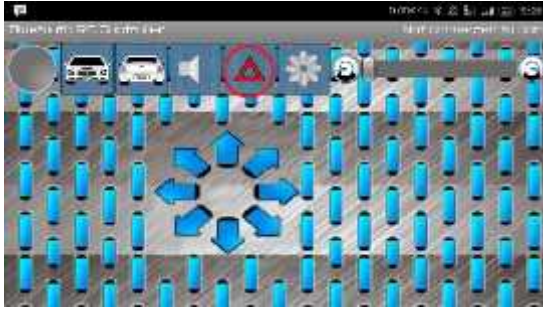
Untuk melihat *error* perubahan dari sudut pergerakan pada robot setiap percobaan dengan jarak yang sudah ditentukan sebelumnya yaitu pada percobaan 1,2,3,4,5, dan 6 merupakan perwakilan dari jarak 0 m, 5 m, 10 m, 15 m, 20 m, dan 25 m.

4.3 Pengujian Penyedot Debu

Pengujian yang kedua adalah pengujian penyedot debu robot *omniwheel*. Dengan panjang ukuran kepala penyedot debu selebar 15 cm yang digunakan, cukup kuat untuk mengangkat kotoran kecil seperti potongan kertas, dan butiran pasir,. Penyedot debu ini dapat diaktifkan dengan dua saklar. Yang pertama saklar terdapat pada penyedot debu itu sendiri pada gambar 4.5. yang kedua terdapat pada aplikasi yang sudah diinstal pada *smartphone* pada gambar 4.6.



Gambar 4.5. Saklar pada penyedot debu.



Gambar 4.6. Saklar pada *smartphone*

Gambar 4.6 merupakan tampilan dari aplikasi *bluetooth RC controller*, kemudian apabila ingin mengaktifkan penyedot debu dapat dilakukan dengan cara menyentuh tombol segitiga dan apabila ingin menonaktifkan penyedot debu dapat dilakukan dengan menyentuh tombol segi tiga kembali.

Dari hasil pengujian yang dilakukan penyedot debu yang digunakan bekerja dengan baik karena hampir seluruh kotoran kecil dapat diangkat dan dibersihkan.

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian sistem keseluruhan robot *omni wheel* penyedot debu menggunakan sensor accelerometer berbasis mikrokontroler ATMEGA16 dapat diberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Mobile robot* yang menggunakan *omni wheel* dapat bergerak ke segala arah pada bidang yang datar yang dapat memberikan kemudahan robot dalam bergerak secara efisien dengan tingkat keberhasilan pergerakan robot sebesar 82,31%.
2. Sensor *accelerometer smartphone* yang digunakan sebagai kontrol melalui aplikasi android yang diperoleh dari *playstore* dapat bekerja dengan baik dengan sensitifitas kemiringan 5°.
3. *Bluetooth* yang digunakan sebagai media penghubung antara robot dengan sensor *accelerometer smartphone* bisa berfungsi dengan baik maksimal pada jarak 25 meter.
4. Penyedot debu sebagai pembersih kotoran yang berukuran kecil dapat melakukan tugas yang diinginkan dengan kontrol manual menggunakan *smartphone* berdasarkan pengamatan manusia sebagai *user*. Jadi pengamatan *user* menjadi hal yang sangat penting dalam melakukan tugas membersihkan debu atau kotoran.

5.1. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk pengembangan robot *omni wheel* penyedot debu menggunakan sensor accelerometer *smartphone* berbasis mikrokontroler ATMEGA16 adalah sebagai berikut :

1. Jumlah *Omni wheel* yang digunakan ditambah menjadi empat buah agar pergerakan robot lebih maksimal.
2. Metode pergerakan robot menjadi otomatis misalnya menggunakan sensor kamera yang dapat mendeteksi sampah sekaligus memantau pergerakan

robot ketika robot melewati pembatas seperti dinding.

3. Penyedot debu ditambah kekuatan daya hisapnya seperti menggunakan penyedot debu 220 volt AC.

Referensi

1. Al-Amri, A. Salam and Iman Ahmed. 2010. *Control of Omni-Directional Mobile Robot Motion*, Al-Khawarizmi Engineering Journal, University of Baghdad, Vol.6 No. 4. PP. 1-9.
2. Borenstein, J. And L. Feng. 1996. *Gyrodometry: A New Method for Combining Data from Gyros and Odometry in Mobile Robots* ., Proceedings of the 1996 IEEE International Conference on Robotis and Automation, Minneapolis, Apr. 22-28, pp. 423-428.
3. Irfan Affandi, Indra Adji Sulistijono, dan Fernando Ardilla. 2012. *Kontrol Posisi Robot Omni Directional Menggunakan Metode Gyrodometry*. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
4. Mokh. Sholihul Hadi. 2008. Komunitas eLearning Ilmu Komputer. *Mengenal Mikrokontroler AVR ATMEGA 16. Mei 10, 2014.* <http://ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2008/08/sholihul-atmega16.pdf>.
5. Rafiudin Syam, Irham, dan Widhi Erlangga. 2012. Rancang Bangun *Omniwheels robot* Dengan Roda Independent. *Jurnal Mekanikal*. Vol.3 No. 1. Hlm.213-220.
6. Rojas, Raul, and Alexander Glove Forster. 2006. *Holonomic Control of a Robot with an Omni-Directional Drive*. To appear in KI - Kunstliche Intelligent, BottcherIT Verlag.
7. Setiawan, Afrie. 2011 *Mikrokontroler ATMEGA 8535 & ATMEGA16 Menggunakan BASCOM-AVR*. Jakarta: Andi Publisher.
8. Sangdae King, et.al, 2002. *Tracking Control of 3-wheels Omni Directional Mobile Robot Using Fuzzy Azimuth Estimator*. Soonchunhyang University, korea.
9. Setio, wahyu. 1988. Rancang Bangun 3 *Wheels Omni Directional Mobile robot* Menggunakan Sensor *Position Sensitive Device* (PSD) Serta Sensor Vision Dengan Metode Kendali *Fuzzy Logic Controller* (FLC) Untuk Menghindari halangan. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi Terapan 2011* (semantik 2011). Universitas internasional Batam.
9. <http://diytech.net/2013/10/09/mengenal-bluetooth-modul-hc-05-1/>
10. <http://id.wikipedia.org/wiki/Robot/2014/04/05>
11. [http://kanipfismandor.blogspot.com/2013/02/ic-mikrokontroler-atmega16.html\(bagian atm16\)](http://kanipfismandor.blogspot.com/2013/02/ic-mikrokontroler-atmega16.html(bagian atm16))
12. <http://id.wikipedia.org/wiki/2014/06/06/Akselerometerelektronik>.

Menyetujui,
Pembimbing Utama,

Elang Dardian M, ST., MT.
NIP. 197203011998021001

Pembimbing Pembantu,

Ir. H. Fachruddin Lubis, MT.
NIP. 195007091987031001