

Rancang Bangun *Troller* dengan Menggunakan Sistem Remote Kontrol RF YS-1020

^{1,2}Randy Rahmat Saleh ^{*}), ¹Anwar Mujadin & ²Viktor Vekky Ronald Repi

¹Jurusan Teknik Elektro, Universitas Al Azhar Indonesia

²Jurusan Teknik Fisika, Universitas Nasional

randyrahmat8@yahoo.co.id ^{*})

Abstrak

Troller merupakan sebuah alat bantu pemindah barang dalam skala cukup banyak dan berat ke tempat yang dituju dengan menggunakan tenaga manusia dengan cara didorong. Pada tulisan ini dijelaskan rancang bangun *troller* yang dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega 16 melalui sistem kendali *pulse width modulation (pwm)*, yang dilengkapi dengan sistem Komunikasi data remote control RF Transceiver YS-1020 agar pengguna (manusia) lebih mudah dalam memindahkan barang.

Kata Kunci: ATmega 16; Transceiver YS-1020; pulse width modulation; remote kontrol.

1 Pendahuluan

Troller atau kereta dorong mulai diproduksi sekitar tahun 1936 di Oklahoma City, Amerika Serikat oleh Sylvan Goldman. *Troller* dikenal sebagai alat pemindah barang yang sangat membantu, guna mempermudah perpindahan suatu barang dalam skala yang cukup banyak dan berat ke tempat yang dituju dengan menggunakan tenaga manusia dengan cara didorong. *Troller* digunakan untuk mengangkut berbagai macam barang seperti peralatan rumah sakit, makanan, minuman, peralatan industri, hingga barang-barang berbahaya. Dengan semakin berkembangnya kegunaan *troller*, maka manusia berinovasi menambahkan komponen elektronik berupa motor DC pada *troller* agar penggunaannya lebih mudah. Salah satu contoh *troller* yang menggunakan motor DC adalah *powered transport cart* yang diproduksi oleh HARLOFF [1].

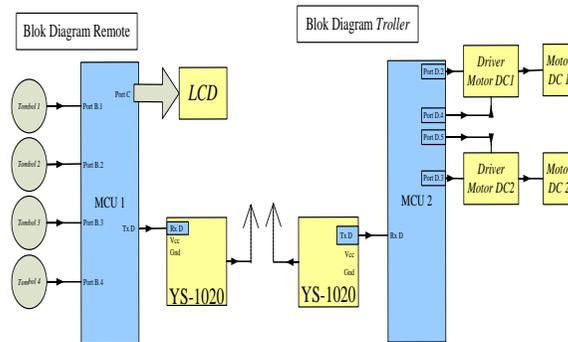
Pada kenyataannya *troller* mampu didorong dengan mudah oleh operator (manusia) bila beban tidak melebihi 30 kg. Diatas 30 kg *troller* perlu dilengkapi dengan mesin pendorong elektrik agar memudahkan operator untuk mobilisasi. Selain itu pemindahan barang yang bersifat mudah terbakar, mudah meledak dan berbau menyengat menjadi bagian yang sangat berisiko bila *troller* tersebut di mobilisasi oleh manusia.

2 Metodologi

Troller dilengkapi dengan 2 buah motor DC *power windows* mobil kemudian dihubungkan dengan roda karet. Kedua roda dikendalikan oleh mikrokontroler dengan arah dan kecepatan yang berbeda. Optimasi momen inersia dan torsi, pada variasi *pulse width modulation (PWM)* menjadi topik penelitian ini [2].

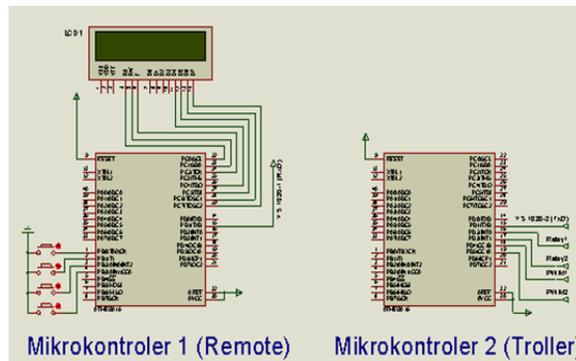
2.1 Rancang Bangun Sistem Elektronika

Rancang bangun sistem kontrol elektronik diawali dengan membuat diagram blok keseluruhan rangkaian sebagai konsep awal untuk menentukan fitur alat. Diagram blok keseluruhan rangkaian sistem kontrol elektronik diperlihatkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Diagram blok rangkaian sistem kontrol elektronik

Mikrokontroler 1 (MCU1) berfungsi sebagai pengolah data yang diperoleh dari penekanan tombol yang akan ditampilkan pada layar LCD dan mengirim data yang telah diolah tersebut ke modul YS-1020 melalui kaki port D1(TxD). Mikrokontroler 2 (MCU2) berfungsi sebagai pengolah data yang diterima dari modul YS-1020 melalui kaki port D0 (Rx D) dan akan meneruskan data ke driver motor DC untuk bergerak atau diam [3][4]. Rangkaian lengkap sistem minimum mikrokontroler ATmega 16A dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega 16A

2.2 Modul YS-1020

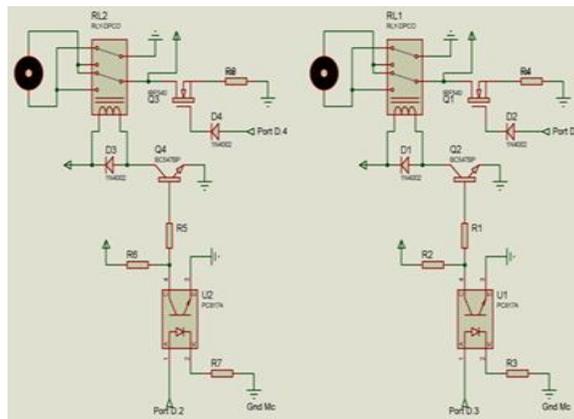
Modul YS-1020 dirancang untuk sistem transmisi data profesional dalam jarak pendek. Rangkaian modul YS-1020 berfungsi sebagai pengirim dan penerima data digital yang sudah diolah mikrokontroler ATmega 16A pada jarak kurang dari 1 km. Pengiriman dan penerimaan data digital oleh modul ini menggunakan teknik modulasi digital yaitu *Gaussian Frequency Shift Keying* (GFSK) dengan frekuensi pembawa 433MHz [4][5].

2.3 Perancangan Pengendali Motor DC

Rangkaian pengendali motor DC berfungsi sebagai penggerak dan pengendali arah putar dari motor DC. Rangkaian pengendali motor DC dilengkapi dengan Optocoupler, MOSFET IRF540, Transistor BC547, dan Relay. Optocoupler berfungsi sebagai pemisah sumber tegangan mikrokontroler dengan sumber tegangan motor. MOSFET IRF540 berfungsi sebagai saklar elektronik yang akan meneruskan sinyal PWM dari mikrokontroler menuju

motor DC. Transistor BC547 berfungsi sebagai saklar elektronik perubah kondisi Relay yang akan menentukan arah motor DC [2][6][7] .

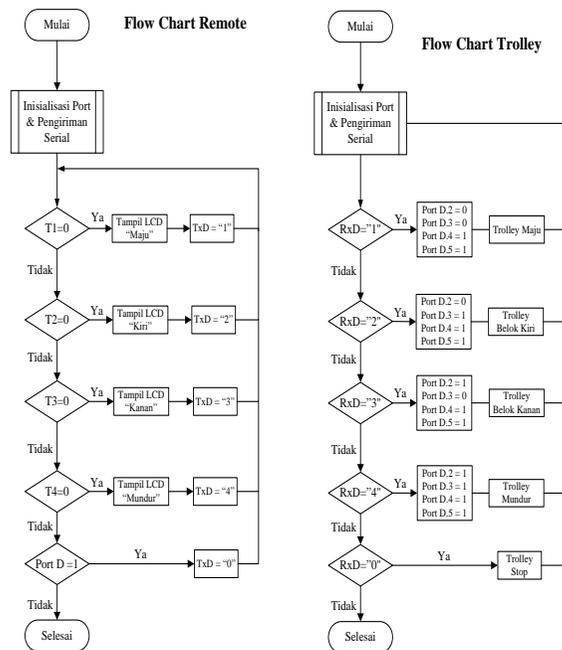
Pada rangkaian pengendali Motor DC ini terdapat empat buah masukan dari mikrokontroler. Dua masukan (Port D.2 dan Port D.3) berfungsi sebagai masukan untuk relay yang akan menentukan arah putar motor DC. Dua masukan (Port D.4 dan Port D.5) berfungsi sebagai keluaran sinyal PWM yang akan mengendalikan kecepatan motor DC. Pada Gambar 3 diperlihatkan rangkaian pengendali dua buah motor DC.



Gambar 3 Rangkaian pengendali motor DC

2.4 Perancangan Perangkat Lunak

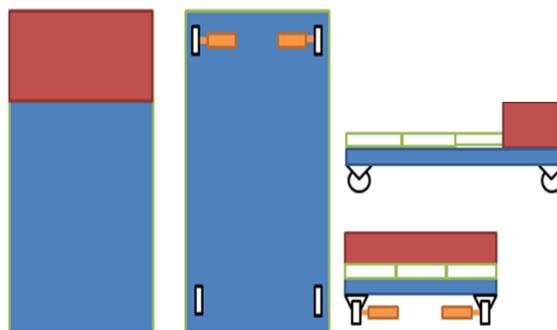
Perancangan perangkat lunak dibagi menjadi dua bagian yang pertama yaitu perangkat lunak pada bagian pengirim (*remote control*), dan kedua perangkat lunak pada bagian penerima (*troller*). Diagram alur perangkat lunak diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram alur perangkat lunak pada bagian pengirim

2.5 Rancang Bangun Mekanik

Troller dilengkapi dengan dua buah roda karet berdiameter 12.5 cm yang terhubung dengan buah motor DC. Kedua roda tersebut diletakan pada alas kayu berukuran 60 cm x 90 cm untuk menempatan beban uji. Pemasangan dudukan roda sangat penting untuk menentukan pergerakan roda. Agar troller bergerak lurus diperhitungkan penentuan garis tepi antara dudukan roda dengan sisi troller, dengan menyesuaikan panjang diagonal antar roda. Perancangan bangun bentuk troller dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5 Perancangan bangun bentuk troller

2.6 Perakitan Prototip

Perakitan dibagi menjadi dua bagian, yaitu perakitan sistem mekanik dan perakitan sistem elektronika. Perakitan mekanik hasil rancang bangun diperlihatkan pada gambar 6 berikut.



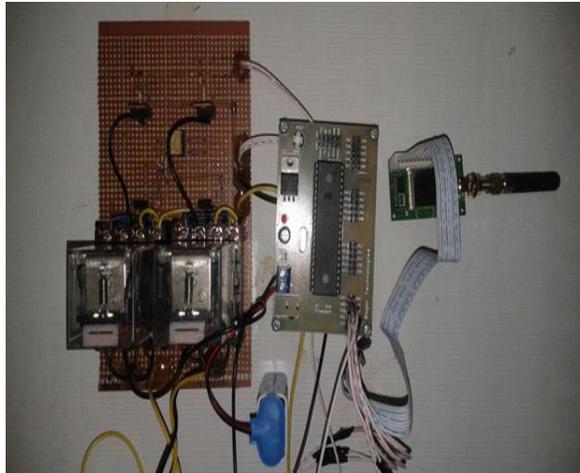
Gambar 6 Mekanik torller

Sistem elektronika terdiri dari dua bagian yaitu sistem elektronika untuk remote kontrol dan sistem elektronika pada *troller*. Sistem elektronika pada remote kontrol terdiri dari modul sistem minimum ATmega 16A, modul YS-1020, *push button*, dan LCD [6]. Pada Gambar 7 diperlihatkan hasil rancang bangun sistem remote kontrol .



Gambar 7 Remote Kontrol

Sistem elektronika pada *troller* terdiri dari modul sistem minimum Atmega 16A yang berfungsi sebagai pengolah data, modul YS-1020 berfungsi sebagai penerima data yang dikirim oleh remote kontrol, Driver motor berfungsi sebagai penggerak motor DC. Pada Gambar 8 diperlihatkan sistem elektronika pada *troller*.



Gambar 8 Sistem Elektronika troller

3 Pengujian dan Analisa

3.1 Pengujian Kemampuan Prototip

Proses pengujian pertama kemampuan Prototip dilakukan dengan cara menghitung waktu yang diperlukan untuk mencapai jarak tertentu dengan memberikan beban yang bervariasi dengan *duty cycle* 100% (12V). Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Waktu tempuh troller dengan variasi beban (*duty cycle* 100% = 12V)

Jarak (cm)	Waktu Yang Diperoleh (s)					
	Tanpa	Beban				
	Beban	10Kg	20Kg	30Kg	40Kg	50Kg
400	7,62	8	7,92	8,84	9,14	9,65
800	15,16	15,76	15,90	16,46	17,88	18,80
1200	22,59	23,12	23,82	24,28	26,13	28,15
1600	30,03	31,23	31,31	32,39	34,72	37,87
2000	37,56	38,52	39,36	40,31	43,38	47,20
2400	45,30	45,92	47,09	48,30	51,39	56,74
2800	52,54	53,72	54,93	55,96	60,10	65,99
3200	59,89	61,84	63,08	64,88	69,10	75,84

Pada proses pengujian yang kedua dilakukan dengan cara merubah *duty cycle* PWM menjadi 75% (9V). Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Waktu tempuh troller dengan variasi beban (*duty cycle* 75% = 9V)

Jarak (cm)	Waktu Yang Diperoleh (s)					
	Tanpa	Beban				
	Beban	10Kg	20Kg	30Kg	40Kg	50Kg
400	8,31	8,9	10,11	~	~	~
800	16,6	17,53	22,21	~	~	~
1200	24,29	25,96	34,75	~	~	~
1600	32,31	34,32	48,57	~	~	~
2000	40,1	42,83	63,4	~	~	~
2400	47,97	50,96	79,16	~	~	~
2800	55,86	59,83	96,05	~	~	~
3200	64,85	69,57	115,04	~	~	~

Pada proses pengujian yang ketiga dilakukan dengan cara merubah *duty cycle* PWM menjadi 50% (6V). Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Waktu tempuh troller dengan variasi beban (*duty cycle* 50% = 6V)

Jarak (cm)	Waktu Yang Diperoleh (s)					
	Tanpa	Beban				
	Beban	10Kg	20Kg	30Kg	40Kg	50Kg
400	12,41	~	~	~	~	~
800	25,51	~	~	~	~	~
1200	39,83	~	~	~	~	~
1600	54,85	~	~	~	~	~
2000	71,68	~	~	~	~	~
2400	89,02	~	~	~	~	~
2800	108,94	~	~	~	~	~
3200	129,96	~	~	~	~	~

Selain menghitung waktu yang diperlukan untuk mencapai jarak tertentu, dilakukan pula pengujian sudut simpang badan troller tanpa membawa beban dengan cara memberikan variasi *duty cycle* pada motor kanan dengan jarak 200 cm. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Jarak pergeseran troller dengan perubahan duty cycle

Duty cycle	Percobaan Ke-	Jarak (Cm)	Lebar (Cm)
Kanan 100% - Kiri 100%	1	200	5
	2	200	5,5
	3	200	4,5
	4	200	6,5
	5	200	6
Kanan 90% - Kiri 100%	1	200	5,5
	2	200	5
	3	200	5,5
	4	200	4,5
	5	200	3
Kanan 80% - Kiri 100%	1	200	3,7
	2	200	4
	3	200	3,5
	4	200	4
	5	200	3
Kanan 70% - Kiri 100%	1	200	4,3
	2	200	3,5
	3	200	2,9
	4	200	2,5
	5	200	3
Kanan 60% - Kiri 100%	1	200	3
	2	200	2,7
	3	200	2,5
	4	200	2,5
	5	200	2,8

3.2 Analisa Kemampuan Prototip

Dari data yang diperoleh melalui pengujian kemampuan prototip kita dapat menghitung kecepatan rata-rata yang dapat ditempuh oleh troller seperti terlihat pada tabel

Duty cycle 100% artinya bahwa sinyal tegangan pengatur motor dilewatkan seluruhnya. Pada penelitian kali ini catu daya yang digunakan adalah 12 V, maka motor akan mendapatkan tegangan 12 Volt.

Dari data Tabel 5 dapat terlihat bahwa ketika troller diberi beban yang lebih berat maka kecepatan troller akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan karena tidak tersedianya program untuk menjaga kecepatan troller agar tetap konstan.

Tabel 5 Kecepatan troller (duty cycle 100% = 12V)

Lap (4m)	Kecepatan Yang Diperoleh (m/s)					
	Tanpa	Beban				
	Beban	10Kg	20Kg	30Kg	40Kg	50Kg
1	0,52	0,50	0,51	0,45	0,44	0,41
2	0,53	0,51	0,50	0,49	0,45	0,43
3	0,53	0,52	0,50	0,49	0,46	0,43
4	0,53	0,51	0,51	0,49	0,46	0,42
5	0,53	0,52	0,51	0,50	0,46	0,42
6	0,53	0,52	0,51	0,50	0,47	0,42
7	0,53	0,52	0,51	0,50	0,47	0,42
8	0,53	0,52	0,51	0,49	0,46	0,42
Rata2	0,53	0,51	0,51	0,49	0,46	0,42

Dari Tabel 2 kita dapat mengetahui kecepatan rata-rata troller dengan *duty cycle* 75%. Kecepatan rata-rata troller dengan *duty cycle* 75% dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Kecepatan troller (duty cycle 75% = 9V)

Lap (4m)	Kecepatan Yang Diperoleh (m/s)					
	Tanpa	Beban				
	Beban	10Kg	20Kg	30Kg	40Kg	50Kg
1	0,48	0,45	0,40	~	~	~
2	0,48	0,46	0,36	~	~	~
3	0,49	0,46	0,35	~	~	~
4	0,50	0,47	0,33	~	~	~
5	0,50	0,47	0,32	~	~	~
6	0,50	0,47	0,30	~	~	~
7	0,50	0,47	0,29	~	~	~
8	0,49	0,46	0,28	~	~	~
Kec. Rata2	0,49	0,46	0,33	~	~	~

Dari Tabel 4 dan 6 dapat terlihat bahwa dengan dikurangkannya *duty cycle* menjadi 75% maka kecepatan pada troller menjadi jauh berkurang, dan ketika troller diberi beban 30Kg, troller tidak dapat bergerak. Hal ini terjadi karena dengan berkurangnya *duty cycle* yg dikeluarkan oleh mikrokontroler maka daya yang diperoleh motor juga berkurang, sehingga troller tidak dapat bergerak. Dengan diberi *duty cycle* 75% maka tegangan rata-rata yang diperoleh motor sebesar 9 V.

Sedangkan ketika *duty cycle* menjadi 50% troller hanya dapat bergerak tanpa beban, apabila diberi beban maka troller tidak dapat bergerak. Hal ini dapat dijadikan sebagai *duty cycle* minimum penggerak troller. Dengan diberi *duty cycle* 50% maka tegangan rata-rata yang diperoleh motor sebesar 6V. Untuk data kecepatan troller dengan *duty cycle* 50% dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Kecepatan troller (duty cycle 50% = 6V)

Lap	Kecepatan Yang Diperoleh (m/s)					
	Tanpa Beban	Beban				
(4m)	Beban	10Kg	20Kg	30Kg	40Kg	50Kg
1	0,32	~	~	~	~	~
2	0,31	~	~	~	~	~
3	0,30	~	~	~	~	~
4	0,29	~	~	~	~	~
5	0,28	~	~	~	~	~
6	0,27	~	~	~	~	~
7	0,26	~	~	~	~	~
8	0,25	~	~	~	~	~
Kec. Rata2	0,29	~	~	~	~	~

Setelah data kecepatan rata-rata troller diperoleh dan mengetahui jari-jari roda (6.25 cm), maka kita dapat mengetahui kecepatan sudut roda (ω). Kecepatan sudut diperoleh dengan membagi kecepatan tangensial (v_T) dengan jari-jari lintasan (r) [8], secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\omega = \frac{v_T}{r} \tag{1}$$

Pada Tabel 8 diperlihatkan kecepatan sudut roda dengan *duty cycle* dan bobot yang berbeda-beda.

Tabel 8 Kecepatan sudut roda

duty cycle	Kecepatan sudut (Rad/s)					
	Beban 0Kg	Beban 10Kg	Beban 20Kg	Beban 30Kg	Beban 40Kg	Beban 50Kg
100%	8.48	8.16	8.16	7.84	7.36	6.72
75%	7.84	7.36	5.28	~	~	~
50%	4.64	~	~	~	~	~

Dengan didapatnya kecepatan sudut pada roda dan daya yang digunakan oleh motor DC, maka kita dapat mengetahui besar torsi pada motor DC dengan persamaan berikut [9]:

$$P = \omega\tau \tag{2}$$

Pada Tabel 9 diperlihatkan besar torsi pada motor dengan *duty cycle* dan bobot yang berbeda-beda.

Tabel 9. Torsi pada motor

duty cycle	Torsi Motor (Nm)					
	Beban 0Kg	Beban 10Kg	Beban 20Kg	Beban 30Kg	Beban 40Kg	Beban 50Kg
100% (12V)	2,83	2,94	2,94	3,06	3,26	3,57
75% (9V)	2,30	2,45	3,41	~	~	~
50% (6V)	2,59	~	~	~	~	~

Dari data yang diperoleh terlihat bahwa metode PWM dapat mempengaruhi jarak pergeseran badan troller dari garis lurus maju troller. Dari Tabel 4, dengan menggunakan persamaan trigonometri maka akan diperoleh besar sudut simpang troller. Dengan duty cycle 100% pada motor kiri dan kanan besar sudut simpangan pada troller adalah 1.57° kearah kanan. Apabila duty cycle pada motor kanan 90% dan motor kiri tetap 100%, maka sudut simpangan pada troller adalah 1.34° kearah kanan. Apabila duty cycle pada motor kanan menjadi 80% dan motor kiri 100%, maka sudut simpangan pada troller adalah 1.04° kearah kanan. Apabila duty cycle pada motor kanan dikurangi lagi menjadi 70%, maka sudut simpangan pada troller menjadi 0.93° kearah kanan. Dan pada percobaan terakhir ketika duty cycle pada motor kanan sebesar 60%, hasil sudut simpangan pada troller yaitu 0.77°. Pada tabel 10 diperlihatkan besar sudut simpangan troller dengan perubahan duty cycle.

Tabel 10 Sudut simpangan troller dengan perubahan duty cycle.

PWM	Percobaan Ke-	Lebar (Cm)	Tan α	Sudut simpangan	Rata-rata
Kanan 100% - Kiri 100%	1	5	0,025	1,43	1,572
	2	5,5	0,027	1,57	
	3	4,5	0,022	1,29	
	4	6,5	0,032	1,86	
	5	6	0,03	1,71	
Kanan 90% - Kiri 100%	1	5,5	0,027	1,57	1,344
	2	5	0,025	1,43	
	3	5,5	0,027	1,57	
	4	4,5	0,022	1,29	
	5	3	0,015	0,86	
Kanan 80% - Kiri 100%	1	3,7	0,018	1,05	1,038
	2	4	0,02	1,14	
	3	3,5	0,017	1	
	4	4	0,02	1,14	
	5	3	0,015	0,86	
Kanan 70% - Kiri 100%	1	4,3	0,021	1,23	0,928
	2	3,5	0,017	1	
	3	2,9	0,014	0,83	
	4	2,5	0,012	0,72	
	5	3	0,015	0,86	
Kanan 60% - Kiri 100%	1	3	0,015	0,86	0,774
	2	2,7	0,013	0,77	
	3	2,5	0,012	0,72	
	4	2,5	0,012	0,72	
	5	2,8	0,014	0,8	

4 Kesimpulan

Dari hasil perancangan, perakitan, eksperimen, dan analisa, dapat disimpulkan bahwa telah berhasil dilakukan rancang bangun *troller* dengan menggunakan sistem remote kontrol. Secara garis besar kinerja *troller* pada penelitian ini diukur pada *duty cycle* PWM 100% memiliki performa mampu menarik beban sebesar 50 Kg dengan kecepatan rata-rata sebesar 0.42 m/s. Ditunjukkan pada data yang diperoleh dari pengujian dengan *duty cycle* PWM 100%, *troller* mampu mengangkat beban sebesar 50 Kg sejauh 32 m dengan waktu tempuh selama 75.84 detik. Dengan penurunan PWM sebesar 25% akan menurunkan kemampuan *troller* dalam mengangkat beban sebesar 20 Kg. Dan dari data yang diperoleh, metode PWM mampu mempengaruhi sudut simpangan dari *troller*.

5 Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Program Studi Teknik Elektro Universitas Al Azhar Indonesia dan Program Studi Teknik Fisika Universitas Nasional atas bantuan fasilitas tempat laboratorium serta segala bantuan yang telah diberikan selama penelitian dilakukan.

6 Daftar Pustaka

- [1] "Powered Transport Cart". 26 Juni 2015, <http://www.harloff.com/acute-carts/powered-transport-cart/>.
- [2] Jamal A. Mohammed, PulseWidth Modulation for DC Motor Control Based on LM324, Eng. &Tech. Journal, Vol. 31,Part (A), No.10, 2013
- [3] "datasheet atmega16a". 02 Desember 2014, <http://www.alldatasheet.com>.
- [4] Wardhana, Arif Musa Kusuma, "Perancangan Sistem Komunikasi Wireless Pada Kapal (Mcst1- Ship Autopilot) Dengan Media Komunikasi Rf Untuk Mendukung Sistem Autopilot", Teknik Fisika, ITS Surabaya, 2012.
- [5] Michael P. Fitz, "Fundamentals of Communication System", Singapore: McGraw-Hill.
- [6] David R. Shircliff, "Build a Remote-Controlled Robot", Singapore. McGraw-Hill.
- [7] "datasheet MOSFET IRF540". 10 Juni 2015, <http://www.vishay.com/doc?91000>
- [8] Mirza Satriawan, "Fisika Dasar", Departemen Fisika, UGM, 2012.
- [9] "Torsi (torque) Pada Motor", 26 Juni 2015, <http://direktorilistrik.blogspot.com/2012/11/torsi-torque-pada-motor.htm>