

RANCANG BANGUN PENGENDALI *HOIST* PADA MINIATUR *RUBBER TYRED GANTRY CRANE*

Edwin Abdurahman

D3 Teknik Elektro, FTI, ITS.

Riza Kamelia

D3 Teknik Elektro, FTI, ITS.

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang pengendalian *hoist* pada miniatur *rubber tyred gantry crane* untuk memindahkan kontainer. Ketika memindahkan kontainer menggunakan *rubber tyred gantry crane* sering kali terjadi kecelakaan berupa robohnya tumpukan kontainer karena pengendalian *hoist* (bagian naik dan turun) serta *trolley* (bergeser) yang kurang tepat. Sehingga dibutuhkan pengendali dibagian *hoist* (naik dan turun) serta *trolley* (untuk bergeser) agar tidak terjadi tabrakan antar kontainer. Pada penelitian ini menggunakan metode memasang tiga buah sensor ultrasonik yang diletakkan pada *spreader* untuk mendeteksi jarak aman kontainer. Sensor ultrasonik ini untuk mengendalikan motor *hoist* dan *trolley*. Hasil yang didapat dari penelitian ini berupa jarak aman untuk gerakan *trolley* diatur sebesar 5 cm dan level ketinggian aman yaitu kelipatan 22 cm. Dengan persentase eror jarak aman sebesar 0,5% dan 1,16% masing-masing serta level ketinggian sebesar 1,5%. Dari hasil tersebut, gerakan *trolley* akan berhenti tepat pada jarak 5 yang disertai guncangan pada *spreader*. Besar sudut goncangannya tidak lebih dari 15 derajat. Hal ini dikarenakan kecepatan gerakan *trolley* yang diatur pelan. Kemudian dilanjutkan dengan gerakan *hoist* yang dilakukan secara otomatis sampai level ketinggian 22 cm dan kelipatannya. Saat gerakan ini terjadi, *spreader* mengalami kemiringan karena gesekan pada katrol

Kata Kunci : EC (*Electrical Conductivity*), Hidroponik, intensitas, otomasi

Abstract

This research discusses about hoist controls on a miniature rubber tyred gantry cranes for moving containers. When moving the container with a rubber tyred gantry cranes are often accidents such as the collapse of a pile of container for hoist control (up and down) and trolley (shift) is not right. So it takes a controlling section hoist (up and down) and trolley (to scroll) in order to avoid collision between the containers. In this reasearch using methods to install three ultrasonic sensor that are placed on the spreader to detect the container a safe distance. Ultrasonic sensor for controlling the hoist and trolley motors. The results obtained from this research is a safe distance for movement of the trolley is set at 5 cm and a safe altitude level that is a multiple of 22 cm. Safe distance with a percentage error of 0.5% and 1.16% respectively as well as the height level of 1.5%. From these results, the movement of trolley stops right at a distance of 5 accompanied shocks on the spreader. Large angle of the shock of not more than 15 degrees. This is because the speed of movement of the trolley is set quietly. Then proceed with the hoist motion is done automatically until a height of 22 cm level and multiples thereof. When this movement occurs, the slope of the spreader experienced due to friction on the pulley.

Keyword : Collision cranes, Rubber Tyred Gantry Crane, Braking DC motors, Pulleys

PENDAHULUAN

Rubber tyred gantry crane adalah suatu alat yang digunakan untuk mengangkat suatu kontainer di lapangan peti kemas. *Rubber tyred gantry crane* merupakan jenis crane yang memiliki trek sistem yang ditopang oleh sebuah tiang penyangga pada masing-masing ujung trek dan memiliki roda untuk memindahkan *rubber tyred gantry crane* di blok lainnya. Pada umumnya cara kerja dari *Rubber Tyred Gantry Crane* adalah mengangkat kontainer hingga titik tertinggi atau melakukan gerakan *Hoist*, menggesernya yang disebut gerakan *Trolley* dan membawa ke tempat yang sudah ditentukan. Namun, operator seringkali saat memindahkan kontainer hanya mengangkat sampai setinggi sekiranya tidak ada kontainer lain yang berada di dekatnya dan menggeser kontainer

tersebut. Sehingga kadang kala operator kurang waspada dan menabrakkan kontainer tersebut ke kontainer yang berada di tumpukan. Hal ini dapat menyebabkan rubuhnya kontainer dan membuat perusahaan mengalami kerugian berupa kerugian finansial bila barang didalam kontainer rusak dan waktu pengiriman juga terganggu. Maka dari itu dibutuhkan kontrol untuk menangani level ketinggian yang akan diangkat oleh *Rubber Tyred Gantry* dan jarak aman agar dapat digeser tanpa harus mengangkat sampai level tertinggi.

Melihat latar belakang di atas, maka dirumuskan permasalahan berupa pengaturan level ketinggian dari gerakan *hoist* atau gerakan naik dan turun pada *rubber tyred gantry crane* saat sedang digeser yang gerakan *trolley* untuk pengangkatan kontainer masih manual berdasarkan

intuisi dari operator. Sehingga jaminan dari terhindarnya kecelakaan saat kontainer diangkat masih belum ada, maka dibutuhkan pengaturan level ketinggian secara otomatis.

Tujuan tugas akhir ini adalah merancang miniatur *Rubber Tyred Gantry Crane* yang dapat melakukan pengendalian *hoist* atau gerakan naik secara otomatis berdasarkan level ketinggian yang diberikan.

Ada beberapa metode yang pernah diusulkan untuk menyelesaikan masalah tabrakan antar kontainer, diantaranya dengan menggunakan metode *Neural Network* dengan simulasi secara *real time* dengan objek mempunyai bentuk yang sama. Hasil yang didapat adalah penempatan dan akurasi yang tepat. Hal ini karena tidak tergantung pada jumlah poligon yang digunakan untuk model objek, melainkan hanya pada jumlah unit saraf jaringan yang digunakan dalam model [1].

Metode lainnya, dengan menggunakan kamera yang dinamakan *magic eye* dan dikembangkan oleh *Mitsubishi Heavy Industry, Ltd.* Metode ini menggunakan kamera yang dipasang pada sudut kanan dan kiri depan. Setiap *magic eye* terdiri dari kamera dan sumber cahaya. Setiap gambar yang ditangkap akan di olah dengan perangkat pengolahan citra untuk mendeteksi posisi dari tepi atas dari tempat target dan tepi bawah tempat mengangkat dan menentukan penyimpangan posisi relatifnya. Hasil yang didapat adalah *magic eye* dapat mendeteksi deviasi dari posisi relatif pada kontainer yang diangkat dari target kontainer untuk memastikan kontrol penumpukan secara akurat meskipun terdapat getaran dan *spreader* yang bergoyang[2].

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan perancangan kontrol *hoist* pada miniatur *rubber tyred gantry crane* dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian *spreader* saat mengangkat kontainer. Teori dasar yang digunakan adalah pengertian dari *rubber tyred gantry crane*, *power supply* sebagai sumber tegangan dan arus pada rangkaian, *Arduino Mega 2560* sebagai kontroller, motor DC, motor *stepper*, sensor ultrasonik serta metode katrol untuk mengangkat kontainer.

METODE

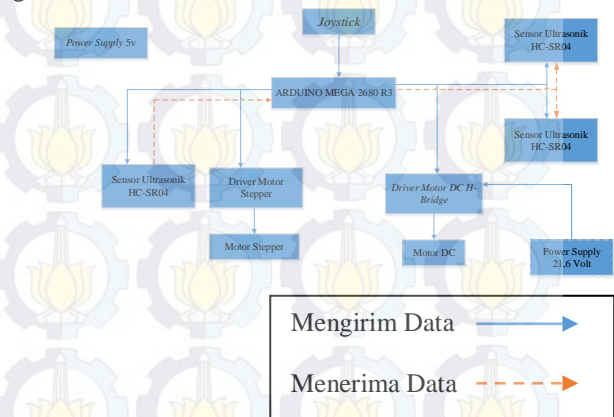
Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan metodologi, yaitu, studi literatur, perancangan *hardware*, perancangan algoritma software, implementasi dan analisis data, dan yang terakhir adalah penyusunan laporan berupa buku Tugas Akhir. Pada tahap studi literatur akan dipelajari mengenai penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh orang lain terkait dengan perancangan *rubber tyred gantry crane*, karakteristik sensor ultrasonik, materi tentang katrol. Pada tahap perancangan *hardware* dilakukan perancangan desain dari *rubber tyred gantry crane* dan perancangan katrol dan

penempatan sensor. Dari perancangan *hardware* tersebut, kemudian dibuat algoritma pemrograman untuk pengereman motor dengan penggunaan sensor. Kemudian, dilakukan pengujian pada alat dan pengambilan data. Data percobaan yang telah diperoleh selanjutnya akan dianalisis. Dari hasil analisis, akan ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Tahap akhir penelitian adalah penyusunan laporan penelitian.

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan metodologi, yaitu, studi literatur, perancangan sistem, perancangan alat, implementasi dan analisis data, dan yang terakhir adalah penyusunan laporan berupa buku Tugas Akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diagram fungsional dari keseluruhan Sistem pengendali *rubber tyred gantry crane* terlihat pada gambar 3.1.



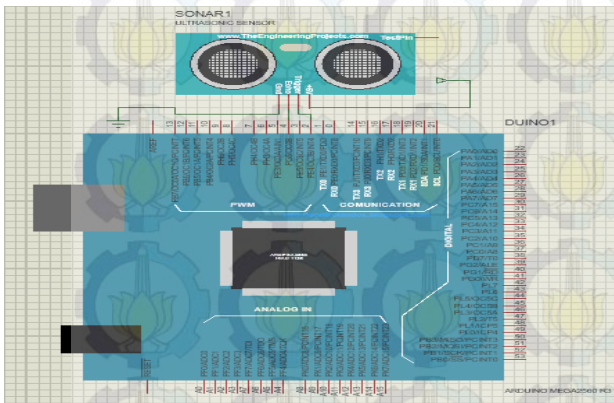
Gambar 0.1 Diagram Fungsional Miniatur Rubber Tyred Gantry Crane

Gambaran kerja dari sistem secara keseluruhan berdasarkan diagram pada gambar 3.1 bahwa *joystick* sebagai *input* pada mikrokontroler *Arduino Mega*. *Joystick* ini berfungsi untuk menggerakkan motor DC sebagai *hoist* dan motor *stepper* sebagai *trolley*. Ketika *joystick* digerakkan ke depan maka motor DC akan bergerak untuk menurunkan *spreader*. Ketika *joystick* digerakkan ke belakang, maka motor DC akan menaikkan *spreader*. Ketika *joystick* digerakkan ke kanan atau ke kiri maka motor *stepper* yang akan berfungsi dan menggerakkan *spreader* ke kanan atau ke kiri. Sensor ultrasonik *HC-SR04* digunakan untuk sensor jarak pendeteksi kontainer lain. *Arduino Mega* memberikan masukan ke pin *trigger* sensor ultrasonik dan kemudian pin *echo* akan mengirimkan sinyal balik ke mikrokontroler. Dari sinyal yang diberikan oleh sensor ultrasonik kemudian mikrokontroler akan membatasi gerakan dari Motor DC dan motor *stepper*. Pembatasan gerakan ini dirancang berupa pemberian level untuk tumpukan kontainer. Level yang diberikan berdasarkan

dengan ketinggian dari kontainer dan diberikan level sebanyak 4 karena tumpukan kontainer maksimal 5 tumpukan. Ketika sensor ultrasonik mendeteksi ada kontainer yang lebih tinggi dari kontainer yang diangkat, maka motor *stepper* tidak dapat bergerak sedangkan motor DC masih dapat bergerak sampai level di atasnya.

Dari rancangan kerja dan alat yang telah dibuat dilakukan pengujian. Pengujian merupakan salah satu langkah yang harus dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sesuai dengan yang direncanakan. Kesesuaian sistem dengan perencanaan dapat dilihat dari hasil yang dicapai pada saat pengujian sistem. Pengujian juga bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari sistem yang dibuat.

Pengujian rangkaian sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan dengan menghubungkan antara modul sensor ultrasonik HC-SR04 dengan arduino Mega 2560. Pin – pin pada HC-SR04 yang dihubungkan antara lain pin sumber tegangan +5v dihubungkan dengan kutub positif pada supply, Pin Trigger dihubungkan dengan pin 2, Pin Echo dihubungkan dengan pin 4 dan pin Ground dihubungkan dengan kutub negatif pada supply seperti pada gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Wiring Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Cara kerja dari sensor ultrasonik HC-SR04 adalah mula – mula HC-SR04 diaktifkan melalui pin Trigger minimal 10 μ s dengan mengirimkan pulsa positif dari IC mikrokontroler. Selanjutnya pin TX akan mengirim sinyal pada saat logika 1 atau high yang mengenai penghalang dan sinyal pantulan dari penghalang akan diterima oleh RX. Pada saat menerima sinyal pantulan, RX berlogika 0 atau low, dimana sinyal dari RX akan dilewatkan melalui pin Echo. Lebar sinyal dari Echo inilah yang akan digunakan untuk pengukuran jarak. Selanjutnya adalah melakukan uji coba pengukuran jarak sensor ultrasonik HC-SR04 dengan cara menempatkan sensor ultrasonik di depan penghalang dan memvariasi jarak pengukuran. Untuk mengukur periode didapat dari pengukuran dengan osiloskop. Hasil yang didapat dari pengukuran jarak adalah pada tabel 4.3, 4.4 dan 4.5.

Tabel 0.1 Hasil Perbandingan Pengukuran Jarak Ultrasonik HC-SR04 sensor 1

Pengukuran jarak dengan penggaris (cm)	Pengukuran jarak dengan ultrasonik sensor 1 (cm)	Selisih hasil pengukuran (cm)	Error (%) (4.1)	Periode (detik)
0	Tidak terbaca	-	-	0
1	Tidak terbaca	-	-	0
3	3	0	0	0,0005
4	4	0	0	0,00055
5	5	0	0	0,0006
7	7	0	0	0,0007
10	10	0	0	0,00085
15	16	1	6,7	0,0011
20	21	1	5	0,00135
25	26	1	4	0,0016
50	52	2	4	0,00285
60	62	2	3	0,00335
80	83	3	3,75	0,00435
100	104	4	4	0,0055
Rata-rata error			0,6	

$$\text{Error} = \frac{\text{pengukuran_penggaris} - \text{pengukuran_sensor}}{\text{pengukuran_penggaris}} \times 100\% \quad (4.1)$$

Tabel 0.2 Hasil Perbandingan Pengukuran Jarak Ultrasonik HC-SR04 sensor 2

Pengukuran jarak dengan penggaris (cm)	Pengukuran jarak dengan ultrasonik (cm)	Selisih hasil pengukuran (cm)	Error (%)	Periode (detik)
0	Tidak terbaca	-	-	0
1	Tidak terbaca	-	-	0
3	3	0	0	0,0005
4	4	0	0	0,00055
5	5	0	0	0,0006
7	7	0	0	0,0007
10	10	0	0	0,00085
15	15	0	0	0,0011
20	19	1	5	0,00135
25	26	1	4	0,0016
50	52	2	4	0,00285
60	62	2	3,3	0,00335
80	80	0	0	0,00435
100	100	0	0	0,0055
Rata-rata Error			1,16	

Tabel 0.3 Hasil Perbandingan Pengukuran Jarak Ultrasonik HC-SR04 sensor 3

Pengukuran jarak dengan penggaris (cm)	Pengukuran jarak dengan ultrasonik (cm)	Selisih hasil pengukuran (cm)	Error (%) [4.1]	Periode (detik)
0	Tidak terbaca	-	-	0
1	Tidak terbaca	-	-	0
3	3	0	0	0,0005
4	3	0	0	0,00055
5	4	0	0	0,0006
7	7	0	0	0,0007
10	10	0	0	0,00085
15	15	0	0	0,0011
20	22	2	10	0,00135
25	24	1	4	0,0016
50	50	0	0	0,00285
60	63	3	5	0,00335
80	80	0	0	0,00435
100	103	3	3	0,0055
Rata-rata			1,5	

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 dapat mengukur jarak mulai dari 2 cm sampai 400 cm. Namun karena keterbatasan pada alat ukur, maka hanya mengambil data hingga 100 cm. Angka yang ditampilkan pada serial monitor terdapat selisih jarak sebenarnya dengan rata-rata error pada sensor 1 sebesar 0,6%, sensor 2 sebesar 1,16% dan sensor 3 sebesar 1,5%.

Karena eror hasil pengukuran sensor ultrasonik tidak besar, maka sensor tidak dilinierisasi. Ketidakakuratan sensor mengukur dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah karakteristik penghalang atau objek yang dapat memantulkan sinyal kembali ke sensor ultrasonik dan adanya sinar matahari yang dapat mengganggu jalannya sinyal dari sensor ultrasonik. Namun pembacaan pada serial monitor hanya dapat mengukur antara 2 cm sampai 2 m dikarenakan saat mengukur sensor berada di dalam ruangan.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon motor DC terhadap sensor apakah sudah dapat bekerja dengan baik atau belum. Waktu respon yang diukur pada pengujian diambil dari motor mulai naik. Hasil dari pengujian ini diambil dari pengujian tiap sensor. Untuk pengujian sensor ultrasonik 1 adalah pada tabel 4.9.

Tabel 0.4 Hasil Pengujian Motor DC terhadap Joystick dan Sensor Ultrasonik 1 HC-SR04

Joystick	Beban (gram)	Kecepatan Motor DC (rpm)	Jarak Dideteksi Ultrasonik1 (cm)	Jarak Pengukuran Penggaris (cm)	Error Pengukuran (%)	Waktu Respon (detik)
Kanan	0	70	200	Tidak diukur	-	1
Kanan	0	0	5	5	0	6
Kiri	0	70	200	Tidak diukur	-	1
Kiri	0	70	5	5	0	6,5
Kanan	10	70	200	Tidak diukur	0	1
Kanan	10	0	5	5	0	6
Kiri	10	70	200	Tidak diukur	0	1
Kiri	10	70	4	4	0	6
Kanan	30	68	200	Tidak diukur	-	1
Kanan	30	0	5	5	0	6
Kiri	30	68	200	Tidak diukur	-	1
Kiri	30	68	5	5	0	6

Dari hasil pengujian pada tabel 4.9, diketahui bahwa sensor ultrasonik 1 dapat mendeteksi objek dengan baik dan respon motor bekerja dengan baik saat sensor mendeteksi jarak aman. Saat sensor mendeteksi jarak untuk berhenti atau dalam setting sebesar 5 cm, motor akan bergerak turun dahulu karena gulungan tali berputar terbalik sehingga delay motor untuk mencapai level aman menjadi lebih lambat.

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk mengetahui respon motor DC terhadap sensor ultrasonik 2. Hasil dari pengujian terdapat pada tabel 4.10.

Tabel 0.5 Hasil Pengujian Motor DC terhadap Joystick dan Sensor Ultrasonik 2 HC-SR04

Joystick	Beban (gram)	Kecepatan Motor DC (rpm)	Jarak Dideteksi Ultrasonik1 (cm)	Jarak Pengukuran Penggaris (cm)	Error Pengukuran (%)	Waktu Respon (detik)
Kanan	0	70	200	Tidak diukur	-	1
Kanan	0	0	5	5	0	6
Kiri	0	70	200	Tidak diukur	-	1
Kiri	0	70	5	5	0	6
Kanan	10	70	200	Tidak diukur	0	1
Kanan	10	0	5	5	0	6
Kiri	10	70	200	Tidak diukur	0	1

Joystick	Beban (gram)	Kecepatan Motor DC (rpm)	Dideteksi Ultrasonik1 (cm)	Pengukuran Penggaris (cm)	Pengukuran (%)	Waktu Respon (detik)
Kiri	10	70	4	4	0	6
Kanan	30	68	200	Tidak diukur	-	1
Kanan	30	0	5	5	0	6
Kiri	30	68	200	Tidak diukur	-	1
Kiri	30	68	5	5	0	6

Dari hasil pengujian pada tabel 4.9, diketahui bahwa sensor ultrasonik 2 dapat mendeteksi objek dengan baik dan respon motor bekerja dengan baik saat sensor mendeteksi jarak aman. Saat sensor mendeteksi jarak untuk berhenti atau dalam setting sebesar 5 cm, motor akan bergerak turun dahulu karena gulungan tali berputar terbalik sehingga delay motor untuk mencapai level aman menjadi lebih lambat.

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap motor stepper untuk melakukan gerak ke kanan dan ke kiri. Pengujian dilakukan dari Trolley berada di ujung lalu bergerak ke ujung yang berbeda atau saat setting sensor berhenti terdeteksi (< 5cm) . Hasil pengujian terdapat pada tabel 4.11.

Tabel 0.6 Data Hasil Pengujian Motor Stepper dengan Joystick dan Sensor Ultrasonik HC-SR04

No	Joystick	Beban (gram)	Sensor Ultrasonik1	Sensor Ultrasonik2	Waktu Tempuh (detik)	Keterangan
1	Kanan	0	5	200	0	Motor Berhenti
2	Kiri	0	5	200	250	Motor Bergerak
3	Kanan	10	200	5	300	Motor Bergerak
4	Kiri	10	200	5	300	Motor Bergerak
5	Kanan	30	7	40	400	Motor Bergerak
6	Kiri	30	7	40	400	Motor Bergerak

Pada Hasil diatas dapat diketahui bahwa saat diberi beban, gerakan trolley semakin lambat sehingga membutuhkan waktu yang semakin banyak.

PENUTUP

Simpulan

Telah dilakukan pengujian jarak menggunakan tiga buah sensor ultrasonik HC-SR04 sehingga menghasilkan presentase eror sebesar 0,5%,1,16% dan 1,5% ketika jarak yang diukur melebihi 15 cm. Eror yang terjadi tidak berpengaruh terhadap kerja gerakan trolley karena jarak aman yang dibutuhkan sebesar 5 cm. Sedangkan untuk gerakan hoist, eror ini berpengaruh tetapi tidak mengurangi kinerja alat karena level ketinggian aman diatur 22 cm.

Motor stepper yang difungsikan sebagai gerakan trolley dapat mengurangi guncangan pada spreader atau sering disebut sway. Kecepatan motor yang diatur pelan, membuat guncangan tidak lebih dari 15 derajat, baik berbeban maupun tidak.

Gerakan hoist yang dilakukan oleh dua buah motor dc perlu diatur terlebih dahulu pwm dari masing-masing motor agar memiliki kecepatan yang sama. Hal ini dilakukan untuk menjaga kondisi spreader saat dinaikkan atau diturunkan seimbang.

Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan pembuatan miniatur rubber tyred gantry crane, maka diberikan beberapa saran berupa penambahan anti sway. Hal ini bertujuan untuk mengurangi guncangan pada spreader saat dilakukan gerakan trolley. Selain itu juga untuk efektifitas dari sensor jarak. Karena pada saat terjadi guncangan, maka jarak yang deteksi juga berubah-ubah.

Jika memungkinkan, penggunaan satu buah motor untuk aktuator gerakan hoist sangat direkomendasikan. Karena tidak perlu dilakukan pengaturan atau pengukuran kecepatan seperti dengan dua buah motor. Tentu saja hal ini harus didukung dengan sistem katrol yang baik juga untuk mempertahankan keseimbangan spreader.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ignacio G. Fernandez, dkk, "Crane Collision Modelling Using a Neural Network Approach", Expert System with Applications, Vol. 27, Issue 3, pp. 341-348, Oktober 2004.
- [2] Obata, Kanji, dkk, "Automated Transfer Crane", Mitsubishi Heavy Industries, Ltd, Technical Review Vol.40 Extra No.2, Januari 2003.
- [3] _____, "Datasheet Arduino Mega 2560", <http://www.microelectronicos.com/datasheets/ArduinoMega2560.pdf>, Diakses tanggal 5 April 2016
- [4] Tooley, Mike, 20 "Rangkaian Elektronik: Prinsip dan Aplikasi/Edisi Kedua", Erlangga, Jakarta, 2003
- [5] Arduino, 2012, *Arduino Mega 2560 R3 Board*, <http://www.arduino.cc>, Diakses tanggal 10 April 2016.
- [6] _____, "Ultrasonic Ranging Module HC-SR04",

<http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>,
Diakses tanggal 5 April 2016.

