

**PEMBUATAN OTOMASI PENGATURAN KERETA API, Pengereman,  
DAN PALANG PINTU PADA REL KERETA API MAINAN BERBASIS  
MIKROKONTROLER**

**Ari Beni Santoso<sup>1)</sup>, Martinus<sup>2)</sup> dan Sugiyanto<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung  
Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung  
Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947

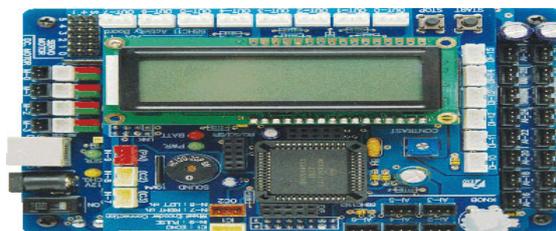
**Abstract**

*This research is intended to study experimentally the relationship between automation systems for the transportation system, while the emphasis is on the point of train control system on the rails. The design of manufacturing automation systems in this research using a microcontroller PU ATtiny 2313-20 for setting the working mechanism of the dynamo on a train and Arduino Duemilanove to open or close the railway doorstop. The data obtained from this research are speed, braking system that is safe, and the optocoupler output. Safe braking distances used in research was 10 cm.*

**Keywords :** Automation Systems, Microcontroller, Optocoupler, Braking Systems.

**PENDAHULUAN**

Dalam perkembangan teknologi dan transportasi dewasa ini, penggunaan sistem kontrol panel sebagai salah satu alat penunjang sangat besar kegunaannya. Tanpa pemanfaatan sistem kontrol panel maka kemajuan teknologi akan sulit berlangsung. Kereta api, mesin industri, pembangkit tenaga listrik dan sistem telekomunikasi merupakan contoh pemanfaatan sistem kontrol panel dalam teknologi. Maka merupakan kewajiban para insiyur teknik untuk meneliti pemanfaatan sistem kontrol panel dengan baik sehingga daya gunanya lebih efektif dan efisien. Sulitnya sistem kontrol panel yang digunakan dalam suatu alat sekarang ini merupakan salah satu permasalahan penting yang harus dihadapi oleh berbagai macam sektor transportasi di Indonesia. Baik sektor transportasi kalangan atas, sedang,dan bawah. Tidak sedikit biaya yang harus dikeluarkan sebagai akibat langsung dari masalah tersebut. Menyadari keadaan ini, pengendalian masalah rusaknya sistem kontrol panel dan penanggulangannya perlu dilakukan dengan lebih efektif. (Chamberlain, 1991).



Gambar 1. Alat pengisian program sistem kontrol

Untuk penerapan teknologi transportasi di Indonesia diperlukan suatu teknologi yang murah dan sederhana sehingga dapat digunakan dengan harga yang terjangkau. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan yaitu pengontrolan secara otomatis kereta api ketika berjalan dalam rel, supaya dapat mempermudah manusia dalam menjalankan tugas.

**TINJAUAN PUSTAKA**

Kereta api mainan adalah sebuah sarana mainan transportasi berupa kendaraan dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan kendaraan lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di rel<sup>[1]</sup>.

## Otomasi

Otomasi adalah proses yang secara otomatis mengontrol operasi dan perlengkapan sistem dengan perlengkapan mekanik atau elektronika yang dapat mengganti manusia dalam mengamati dan mengambil keputusan<sup>[2]</sup>.

Ada beberapa alasan dalam penggunaan sistem otomasi antara lain sebagai berikut:

- a. Meningkatkan produktivitas perusahaan
- b. Tingginya biaya tenaga kerja
- c. Kurangnya tenaga kerja untuk kemampuan tertentu
- d. Tenaga kerja cenderung berpindah ke sektor pelayanan.
- e. Tingginya harga bahan baku
- f. Meningkatkan kualitas produk.
- g. Menurunkan *Manufacturing Lead Time* (MLT)<sup>[3]</sup>.

## Sistem Kontrol

Sistem kontrol merupakan bagian penting dalam sistem otomasi. Apabila suatu sistem otomasi dikatakan layaknya semua organ tubuh manusia seutuhnya maka sistem kontrol merupakan bagian otak/pikiran, yang mengatur dari keseluruhan gerak tubuh. Sistem kontrol dapat tersusun dari komputer, rangkaian elektronik sederhana, peralatan mekanik<sup>[4]</sup>.

### Pengertian Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah *chip*. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena sebuah mikrokontroler umumnya telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan pemrograman *Input-Output*<sup>[5]</sup>.

### Pengertian Sensor

Sensor adalah suatu alat yang merubah dari besaran fisika menjadi besaran listrik.

### Sensor Jarak

*Sharp GP2Y0A21* merupakan produk sensor yang lebih baik dibanding sensor jarak lainnya karena memiliki IR alternatif IR alternatif. *Interfacing* ke paling keluaran

analog yang tunggal dapat dihubungkan untuk suatu *analog-to-digital* konverter untuk mengambil pengukuran jarak, atau keluaran dapat dihubungkan untuk suatu pembanding untuk pendeteksian ambang pintu.

## 2. Mikrokontroler ATtiny 2313-20 PU

Mikrokontroler merupakan suatu keping IC dimana terdapat mikroprosesor dan memori program ROM (*Read Only Memory*) serta memori serba guna RAM (*Random Access Memory*) bahkan ada beberapa jenis mikrokontroler yang memiliki fasilitas ADC, PLL, EEPROM dalam satu kemasan. Penggunaan mikrokontroler dalam bidang kontrol sangat luas dan populer. ATtiny adalah alat yang dipakai untuk suatu aplikasi yang efisien, dan kompatibel dengan AVR alat lain.

## 3. Arduino Duemilanove 328 (SKU:DFR001)

### Sensor Optocoupler

*Optocoupler* merupakan suatu komponen yang bekerja berdasarkan picu cahaya optik *optocoupler* termasuk dalam sensor, dimana terdiri dari dua bagian yaitu *transmitter* dan *receiver*<sup>[6]</sup>.

### Pengertian Aktuator

Aktuator adalah bagian keluaran untuk mengubah energi suplai menjadi energi kerja yang dimanfaatkan.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

#### 1. Bor listrik

Bor listrik digunakan untuk membuat lubang pada papan VCB agar memudahkan menempelkan komponen elektronik.

#### 2. Solder listrik

Solder listrik digunakan untuk menempelkan timah pada papan PCB dan rangkaian elektronik lainnya.

3. Bread board

Breadboard digunakan sebagai tempat percobaan sebelum rangkaian dipindah ke papan PCB.

4. Aktuator

Aktuator adalah alat yang digunakan sebagai penggerak dalam rangkaian elektronika, dalam penelitian ini aktuator yang digunakan ialah Phototransistor dan micro servo.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Timah solder listrik

Timah solder digunakan sebagai perekat komponen elektronik pada PCB.

2. Kabel listrik

Kabel listrik digunakan sebagai penghubung komponen elektronik ke aktuator.

3. PCB

PCB digunakan sebagai papan tempat meletakkan komponen elektronik secara permanen.

4. AN7805

AN7805 digunakan sebagai pengubah voltase menjadi keluaran 5V.

5. Sensor

Sensor digunakan sebagai alat untuk mendeteksi kekeruhan dan suhu pada aquarium.

6. LM324

LM324 digunakan sebagai penguat dari sensor

7. LM339

LM339 digunakan sebagai komparator untuk masukan ke mikrokontroler

8. Mikrokontroler ATTiny 2313-20 PU dan *Arduino Duemilanove* 328 (SKU: DFR0001)

Mikrokontroler digunakan sebagai alat pengendali yang sebelumnya di isi program terlebih dahulu.

### Pelaksanaan Penelitian

*Best practice* pembuatan otomasi kereta api yaitu meliputi:

1. Penentuan batasan kecepatan kereta
2. Penentuan jarak aman pada pengereman kereta

Pemasangan sensor jarak pada kereta api mainan agar ketika pada jarak aman pengereman yang telah ditentukan yaitu 10 cm kereta dapat melakukan pengereman dengan berhenti secara otomatis apabila mendeteksi adanya benda atau makhluk hidup misalnya

3. kendaraan, binatang ataupun manusia yang berada diatas rel.

4. Pemasangan sensor posisi kereta pada rel kereta agar ketika kereta melewati sensor posisi maka palang pintu kereta akan menutup dan membuka secara otomatis bila kereta telah melewati palang pintu.

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan ialah:

1. Mengetahui prinsip kerja mesin kereta api mainan
2. Pembuatan Benda Kerja
3. Pengujian Sistem Otomasi

Pengujian sistem dilakukan setelah dilakukannya perancangan sistem otomasi manufakturnya. Perancangan sistem otomasinya dilakukan dengan mengubah bahasa sehari-hari menjadi bahasa fungsi logika. Dan kemudian dimasukkan kedalam bahasa program ATTiny 2313-20 PU.

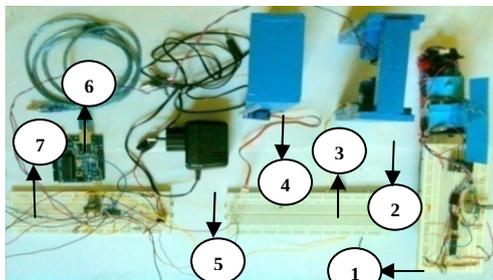
### Prosedur Pengamatan

Setelah prosedur penelitian dilakukan maka proses selanjutnya yaitu pengamatan apakah lup berjalan normal atau tidak. Apabila tidak maka dilakukan peninjauan kembali. Kemudian setelah melakukan itu dilakukan pengamatan pembuatan sistem *controller* secara keseluruhan dan *Arduino Duemilanove* Data-data didapatkan dari pengujian rancangan sistem otomasi yang menggunakan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil**

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dihasilkan rangkaian otomatis, rangkaian otomatis dapat berjalan dengan baik setelah dilakukan pengujian pada kereta api mainan selama satu minggu secara terus menerus. Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai sistem otomasi pengaturan kereta api, pengereman, dan palang pintu pada rel kereta api mainan berbasis mikrokontroler, dapat dilihat gambar rangkaian sistem keseluruhan sebagai berikut.



Gambar 2. Rangkaian sistem secara keseluruhan

Penjelasan gambar 4.1 :

1. Rangkaian pada kereta
2. Rangkaian *optocoupler*
3. Rangkaian catu daya *micro servo* Rangkaian *micro servo*
4. *power suply*
5. Rangkaian catu daya *optocoupler*
6. Rangkaian *Arduino Duemilanove*

**Pembahasan**

Dalam metode penelitian pembuatan otomasi menggunakan mikrokontroler ATTiny 2313-20 PU untuk pengaturan mekanisme kerja dinamo pada kereta api. Pembuatan sistem otomasi kerja Tugas Akhir ini terdiri atas dua tahap, yaitu :

**Pembuatan Perangkat Keras (Hardware)**

Pada pembuatan perangkat keras terdapat lima rangkaian yang dihubungkan, yaitu :

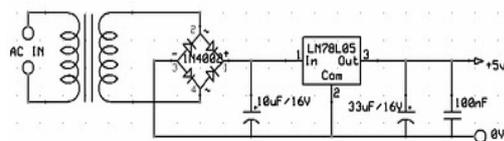
1. Rangkaian *Power Suply* (PS)
2. Rangkaian *Micro switch*
3. Rangkaian *Optocoupler*

4. Rangkaian Mikrokontroler
5. Rangkaian Sensor jarak
6. Rangkaian *Arduino Duemilanove*.
7. Rangkaian *Driver Motor*

1. Cara Kerja Tiap Rangkaian Sistem

a. Rangkaian *Power Supply*

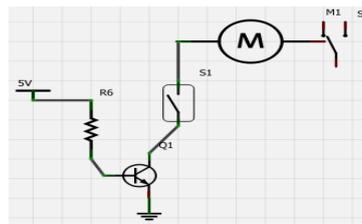
Dalam sistem pembuatan otomasi pengaturan kereta api, pengereman, dan palang pintu pada rel kereta api mainan berbasis mikrokontroler digunakan catu daya 5 volt. Catu daya 5 Volt digunakan untuk *mikro switch*, *optocoupler*, *mikrokontroler Attiny 2313-20 PU* dan *driver motor*. Rangkaian catu daya yang digunakan dalam aplikasi ini diperlihatkan gambar sebagai berikut.



Gambar 3. Rangkaian catu daya 5V

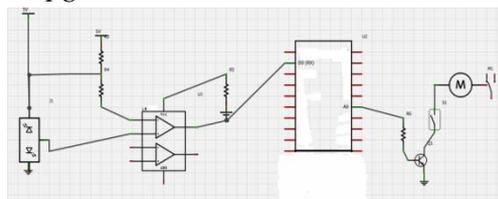
b. Rangkaian *switch*

Rangkaian *switch* pada kereta api mainan digunakan untuk menyeting atau mengatur mekanisme kerja dinamo kereta api mainan.



Gambar 4. Rangkaian *switch*

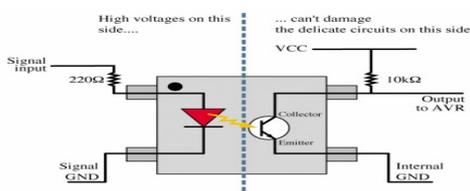
c. Rangkaian Mikrokontroler ATTiny 2313-20 PU



Gambar 5. Sistem minimum mikrokontroler *Attiny 2313-20 PU*

Di dalam rangkaian mikrokontroler ini terdapat 1 port yang digunakan sebagai port masukan dan 1 port keluaran data yang terhubung langsung dengan rangkaian-rangkaian dalam sistem otomasi kereta api mainan. *Reset* terdapat pada pin 1 yang berfungsi untuk memberikan kondisi mikrokontroler menjadi kondisi awal secara manual jika tombol reset ditekan. Tegangan yang digunakan pada mikrokontroler ATtiny 2313-20 PU adalah sebesar 5 volt yang dihubungkan dengan pin 20 sebagai pin *Vcc*.

d. Rangkaian *optocoupler*

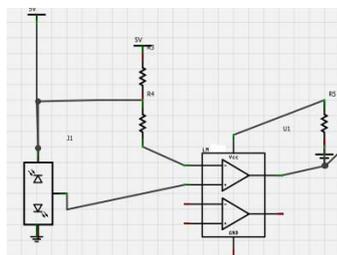


Gambar 6. Rangkaian *optocoupler*

*Optocoupler* adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu *transmitter* dan *receiver*, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Biasanya *optocoupler* digunakan sebagai saklar elektrik, yang bekerja secara otomatis.

e. Rangkaian Sensor Jarak

Sensor jarak adalah sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur jarak obyek tertentu dan membaca posisi benda. Rangkaian sensor jarak terdiri dari sensor *Sharp GP2Y0A21*, resistor 5 KΩ, dan LM 399.



Gambar 7. Rangkaian sensor jarak

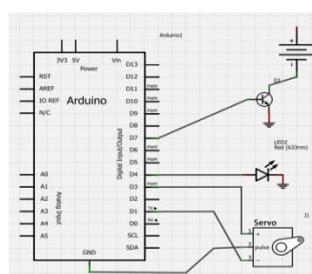
Tabel 1. Hasil Pengukuran Sensor Jarak

NO	JARAK	TEGANGAN
1	10 Cm	2.14 V
2	20 Cm	1.33 V
3	30 Cm	1.04 V
4	40 Cm	0.63 V
5	50 Cm	0.59 V
6	60 Cm	0.52 V
7	70 Cm	0.28 V
8	80 Cm	0.27 V

Dari tabel 1. hasil pengukuran sensor jarak yang dilakukan maka dapat ditentukan jarak yang paling baik dalam pengereman adalah pada jarak 10 cm dimana pada jarak itu voltase yang dihasilkan semakin besar dan sinyal dari sensor pun terdeteksi. Sehingga lebih meyakinkan untuk dicapai tingkat jarak keamanannya.

f. Rangkaian *Arduino* dan *Micro Servo*

Rangkaian ini terdiri dari *Arduino Duemilanove*, *micro servo*, gerbang buatan dari material kayu dan sedotan palang pintu kereta api mainan yang berfungsi untuk menggerakkan pintu rel kereta. *Micro servo* dipasang pada gerbang buatan dan melalui perintah dari *Arduino Duemilanove* maka *micro servo* akan membuka ataupun menutup palang pintu kereta api.

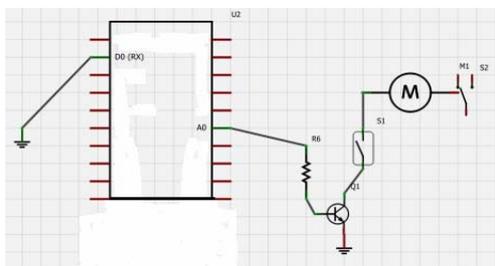


Gambar 8. Rangkaian *Arduino Duemilanove* dan *Micro Servo*

g. Rangkaian *Driver Motor Dinamo*

Rangkaian driver motor dinamo kereta api mainan terdiri dari resistor 5KΩ, relay SPST, dan *transistor*. *Transistor* yang digunakan pada driver motor dinamo kereta api mainan adalah *transistor 2N2222* jenis NPN. Driver ini

disambungkan ke port B 3 pada ATTiny2313-20 PU.



Gambar 9. Rangkaian *driver* motor dinamokereta api mainan

2. Pengukuran Dan Percobaan Rangkaian

a. Rangkaian *Power Supply*

Titik pengukuran catudaya diperlihatkan pada gambar 4 dan hasil pengukuran sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Catu Daya 5 V

TITIK	BAGIAN YANG DIUKUR	TEGANGAN
A	Tegangan <i>Input</i> Trafo	220 VAC
B	Tegangan <i>Output</i> Trafo	8.9 VAC
C	Tegangan <i>Output</i> Dioda	8.9 VDC
D	Tegangan <i>Output</i> IC7805	4.8 VDC
E	Tegangan <i>Out</i>	4.8 VDC

b. Rangkaian *Switch*

Beberapa langkah yang harus dilakukan dalam pengukuran rangkaian mikro switch, yaitu sebagai berikut :

- 1) Hubungkan modul mikrokontroler pada port ISP dengan personal computer dan catu daya 5V.
- 2) Hubungkan modul *micro switch* dengan mikrokontroler pada port PB.3 - PB.4 dan catu daya 5V.
- 3) Hubungkan *optocoupler* dengan

mikrokontroler, port data yang digunakan PC.5 dan catu daya 5V.

- 4) Mengisikan program pada mikrokontroler dengan menggunakan program pendukung AVR Studio.
- 5) Melakukan percobaan sesuai dengan program yang telah dibuat.
- 6) Mengukur tegangan keluaran pada modul switch dengan kondisi high dan low.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tegangan Switch

No	Switch	Tegangan pada kondisi	
		Tinggi (H)	Rendah (L)
1	Switch	4.7 VDC	0.01VDC

c. Rangkaian Sistem *Minimum Attiny* 2313-20 PU



Gambar 10. Pengukuran *mikrokontroler* ATTiny 2313-20 PU

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kondisi Logika Port *Mikrokontroler*

Port	H/L	Tegangan pada masing-masing pin (V)	
		3	4
B	H	4.8	4.8
	L	0.03	0.04

Dari Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa apabila kereta mendeteksi adanya benda ataupun makhluk hidup yang berada di atas rel kereta pada jarak 10 cm maka pin B 3 akan diberi logika high yang memberikan perintah pada pin B 4 untuk mematikan dinamo kereta

sehingga kereta akan otomatis berhenti dan mati dengan sendirinya, tetapi apabila kereta tidak mendeteksi adanya benda ataupun mahluk hidup yang berada di atas rel kereta pada jarak 10 cm maka pin B 3 akan diberi logika *low* yang memberikan perintah pada pin B 4 untuk tetap menghidupkan dinamo kereta sehingga kereta akan tetap berjalan.

Pembuatan perangkat lunak (*software*). Pada pembuatan perangkat lunak *software* yang digunakan adalah AVR Studio 4 dan track arduino dengan menggunakan bahasa C sebagai bahasa program.

AVRStudio 4 merupakan tool untuk membangun aplikasi berbasis mikrokontroler. Sesuai dengan namanya maka AVR Studio 4 dirancang untuk mikrokontroler AVR seri AT90SXXX, ATMEGAXXX, dan beberapa ATTINY keluaran Atmel, dan hanya berjalan di platform windows saja.

Program mikrokontroler ditulis menggunakan bahasa pemrograman menggunakan *software* AVR STUDIO 4. Dari mekanisme kerja mesin Program ini mengatur hidup matinya dinamo kereta api mainan. Jika ada benda yang terdeteksi oleh sensor jarak yang berada diatas rel dari jarak yang telah ditentukan maka motor dinamo kereta api mainan akan OFF dan ON lagi bila benda tersebut telah dipindahkan.

#### Program Track Arduino 1.0

Track Arduino 1.0 merupakan tool untuk membangun aplikasi berbasis arduino mikrokontroler. Sesuai dengan namanya Track Arduino 1.0 maka dirancang untuk mikrokontroler yang menjadi bagian dalam arduino.

Program ini untuk mengatur proses membuka dan menutupnya palang pintu. Jika kereta api mainan akan melewati palang pintu maka setelah kereta melewati *optocoupler* yang diletakkan didekat palang pintu maka *optocoupler* akan memberikan inputan pada arduino untuk menggerakkan servo yang berfungsi sebagai palang pintu untuk menutup dengan sudut 90°, lalu setelah palang pintu menutup dengan sempurna maka lampu tanda

bahaya akan hidup dan setelah kereta melewati palang pintu maka lampu bahaya akan off dan palang pintu akan membuka dengan sudut 0° dan tunggu sesaat maka palang pintu akan membuka dengan sempurna.

#### Pengujian Otomasi

Program dari sistem otomasi bisa berjalan dengan baik dan dari pengujian sistem ini didapatkanlah batasan kecepatan yang digunakan seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. Hasil Pengukuran berat kereta

Berat Kereta Yang Telah Terpasang Bread Board	Berat Bread Board	Berat Kereta
223.15 gram	92.81 gram	130.34 gram

Dari Tabel 5. dapat disimpulkan bahwa semakin berat beban massa kereta maka tenaga yang dibutuhkan untuk menjalankan keretapun akan semakin besar dan hal itu berdampak pada menurunnya kecepatan kereta.

Tabel 6. Hasil Pengukuran batasan kecepatan kereta.

Jarak <i>Track</i> (s)	Waktu (t)	Kecepatan
3 m	19.19 s	0.16 m/s

Dari Tabel 5 dan tabel 6 dapat disimpulkan bahwa Semakin jauh jarak track yang ditempuh dan semakin berat beban kereta maka akan semakin lama waktu perjalanan kereta.

#### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapat kesimpulan :

1. Pembuatan otomasi pengaturan kereta api, pengereman, dan palang pintu pada rel kereta api mainan berbasis *mikrokontroler* sudah berhasil dan bisa bekerja dengan baik. Hal ini dapat dilihat dengan :
  - a. Didapatkannya nilai penentuan batasan kecepatan kereta sebesar 0.16 m/s.
  - b. Didapatkannya jarak aman pengereman pada kereta sejauh 10 cm

- c. Sensor jarak dan posisi terpasang dan bekerja dengan baik sesuai dengan lup sistem kontrol.
2. Jarak yang paling sesuai dimana volt pada saat terhalang tidak terlalu tinggi ataupun rendah sehingga sinyal yang dihasilkan akan baik dan tegangan negative yang dihasilkan tidak besar.
3. Pengaturan mekanisme kerja kereta api mainan dengan sistem control otomatis dapat mempermudah pengoperasian.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Alderton, D., *The Hamln Book of Train* (London-Singapore-Toronto: Reed International Books Ltd., 1997)
- [2] Martinus. 2012. *Buku Ajar Mekatronika*. Teknik Mesin Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [3] Grover, Mikell. P. 2000. *Automation, production systems, and computer integrated manufacturing, Second edition*. Prentice Hall. New Jersey.
- [4] Kurniawan, Ibnu. 2009. *Otomasi Vertical Oil Removal Filter di cgs-1 PT*.
- [5] Riantiningsih, W. Nurdila. 2009. *Pengamanan Rumah berbasis MC ATmega 8535 dengan sistem informasi menggunakan PC*. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- [6] Martinus. 2012. *Modul Praktikum IDK*. Teknik Mesin Universitas Lampung. Bandar Lampung.