

**RANCANG BANGUN ALAT PENGANGKAT SAMPAH OTOMATIS
PADA SELOKAN BERBASIS
ARDUINO UNO**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memenuhi Pelaksanaan Tugas Akhir
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Diploma IV
Di Universitas Negeri Padang*



**Oleh :
EURHO VHANDY S.
1102259 / 2011**

**PROGRAM STUDI DIV TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Rancang Bangun Alat Pengangkat Sampah Otomatis
Pada Selokan Berbasis Arduino Uno

Nama : Eurho Vhandy S.

NIM/BP : 1102259/2011

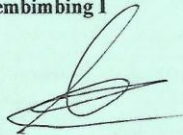
Jurusan : Teknik Elektro

Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)

Padang, 13 Agustus 2016

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Dr. H. Aslimeri, M.T
NIP. 19560501 198301 1 001


Pembimbing II



Habibullah, S.Pd, M.T
NIP. 19820920 200812 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Drs. Hambali, M.Kes
NIP. 19620508 198703 1 004

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

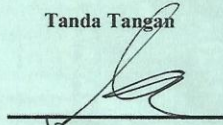
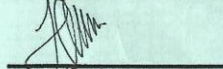
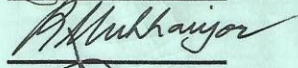

**Rancang Bangun Alat Pengangkat Sampah Otomatis Pada Selokan
Berdasarkan Mikrokontroler Arduino Uno**

Oleh

Nama : Eurho Vhandy S.
NIM/BP : 1102259/2011
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)

**Dinyatakan LULUS Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
Pada Tanggal 10 Agustus 2016**

Dewan Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Drs. H. Aslimeri, MT	
Sekretaris	: Habibullah, S.Pd, M.T	
Anggota	: Dr.Ir. Riki Mukhaiyar	
Anggota	: Elfizon, S.Pd, M.Pd.T	



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751), 7055644, 445118 Fax (0751) 7055644, 7055628
E-mail : info@ft.unp.ac.id



SURAT KETERANGAN TIDAK PLAGIAT

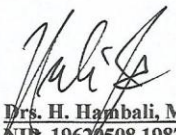
Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Eurho Vhandy S.
Nim/BP : 1102259/2011
Program Studi : Teknik Elektro Industri (D4)
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul “**Alat Pengangkat Sampah Otomatis Pada Selokan Berbasis Arduino Uno**” adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara. Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang


Mrs. H. Hambali, M.kes
NIP. 19670508 198703 1 004

Padang, Agustus 2016
Saya yang menyatakan,



Eurho Vhandy S
NIM/BP. 1102259/2011

ABSTRAK

Eurho Vhandy S. (1102259/2011) : Rancang Bangun Alat Pengangkat Sampah Otomatis Pada Selokan Berbasis Arduino Uno

Pembimbing I : Drs. H. Aslimeri, MT.

Pembimbing II : Habibullah, S.pd.M.T.

Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Semakin banyak manusia semakin banyak sampah yang akan dihasilkan. Jika pengelolaan sampah ini tidak ditangani dengan baik, maka dapat menyebabkan timbulnya berbagai permasalahan seperti kumpulan sampah yang dapat menutup saluran air sehingga meningkatkan masalah-masalah kesehatan yang berkaitan dengan banjir. Berdasarkan keadaan ini untuk meringankan pekerjaan manusia dalam menanggulangi sampah pada selokan maka dibutuhkan Alat pengangkat sampah otomatis yang bekerja secara terus menerus (*continue*). Alat pengangkat sampah otomatis ini ditempatkan pada selokan atau saluran air yang terbuka. Tugas akhir rancang bangun alat pengangkat sampah otomatis berbasis arduino uno ini bertujuan untuk menanggulangi tumpukan sampah botol plastik pada selokan yang dapat menyebabkan banjir.

Proses pengangkatan sampah pada selokan ini bekerja secara otomatis dengan menggunakan sensor *ultrasonic* sebagai pendeteksi adanya sampah yang menumpuk pada selokan. Pada alat ini terdapat 2 buah *conveyor* yang mana *conveyor* satu berfungsi mengangkat sampah yang menumpuk pada selokan, *conveyor* 2 membuang tumpukan sampah tersebut keluar selokan dan ke-2 *conveyor* ini digerakkan oleh motor *power window*. Tugas akhir ini menggunakan arduino uno sebagai pusat pengontrolan. Hasil dari pembacaan sensor *ultrasonic* akan ditampilkan pada LCD.

Hasil pengujian tugas akhir ini telah dapat bekerja seperti yang telah direncanakan berdasarkan pembacaan sensor *ultrasonic* dengan jarak maksimal 30 cm dari tumpukan sampah. Setelah sensor *ultrasonic* mendeteksi tumpukan sampah, *conveyor* 1 akan hidup selama 15 detik dan *conveyor* dua akan hidup selama 15 detik untuk membuang sampah keluar selokan. *Delay* waktu pergantian mati hidupnya *conveyor* satu dan dua adalah selama 2 detik .

Kata kunci : Arduino Uno, sensor *ultrasonic*, motor *power window* dan LCD

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Yang Maha Kuasa , yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **”Rancang Bangun Alat Pengangkat Sampah Otomatis Berbasis Arduino Uno ”**. Tugas Akhir ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan program studi D4 pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Selama menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua,,Kakak,abang, adek dan beserta segenap keluarga, yang selalu memberikan bantuan motivasi baik berupa doa, moril maupun materil.
2. Bapak Drs. H. Aslimeri, M.T dan Bapak Habibullah,S.Pd, M.T selaku pembimbing yang telah banyak membantu penulis atas waktu, bimbingan, arahan, perbaikan, saran dan dorongan selama penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Drs. Hambali, M.Kes. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Drs. Aswardi, MT. selaku Ketua Program Studi Diploma IV Teknik Elektro Industri Universitas Negeri Padang dan sekaligus Tim Penguji.
5. Bapak Drs. Hambali, M.Kes., Bapak Dr.Ir. Riki Mukhaiyar dan Bapak Elfizon, S.Pd, M.Pd. T selaku Tim Penguji.

6. Bapak dan Ibu dosen pengajar, teknisi, serta staf administrasi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang angkatan 2011.
8. Elfrida Marlinawati, Soprol, Sontol, Adek Kiki, Bomber, togi atas dukungan dan motivasi.

Dan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dari awal penyelesaian tugas akhir ini sampai selesai yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis telah berusaha menyusun Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya, namun karena keterbatasan ilmu dan pengalaman, mungkin masih terdapat kekurangan dan kekeliruan pada Tugas Akhir ini. Demikian Tugas Akhir ini dibuat, semoga bermanfaat bagi kita semua, terutama bagi penulis sendiri, Amin ...

Padang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
ABSTRAK	i
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan	4
F. Manfaat	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
A. Sistem Penanggulangan Sampah.....	5
B. Sistem Kendali	6
1. Sistem Kendali Loop Terbuka (<i>Open Loop System</i>).....	9
2. Sistem Kendali Loop Tertutup (<i>Close Loop System</i>).....	11
C. Komponen dan Rangkaian Pendukung	12
1. <i>Driver</i> Relay DC	12
2. Motor DC	13
3. Catu Daya (<i>Power Supply</i>)	16

4. Prinsip Dasar Pemograman	21
5. Mikrokontroler ATmega 328 (Arduino Uno)	22
6. Sensor	25
7. LCD	31
D. Bahasa Pemograman Mikrokontroler	33
E. Flowchart	37
BAB III METODOLOGI PERANCANGAN ALAT	38
A. Konfigurasi Sistem	38
1. Blok Diagram	38
2. Penjelasan Blok Diagram	39
B. Prinsip Kerja Alat	40
C. Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras	40
1. Desain Alat Pengangkat Sampah	40
2. Perancangan dan Pembuatan <i>Driver</i> Relay DC	41
3. Perancangan dan Pembuatan Catu Daya	42
4. Perancangan dan Pemilihan Sensor	44
5. Perancangan Rangkaian LCD	45
6. Rangkaian Arduino Uno	46
D. Perancangan Papan PCB	46
E. Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak	48
F. Perancangan <i>Software</i>	50

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA	51
A. Tujuan Pengujian Alat.....	51
B. Instrumentasi Pengujian Alat.....	52
C. Pengujian Hardware	52
1. Hasil Rancangan Pembuatan Alat.....	52
2. Pengujian Rangkaian Elektronik.....	53
a. Rangkaian LCD.....	53
b. Rangkaian Catu Daya.....	56
c. Rangkaian <i>Driver Relay</i>	58
d. Motor <i>Power Window</i>	60
e. Arduino Uno.....	62
f. Sensor <i>Ultrasonic</i>	63
D. Pengujian Integrasi.....	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
A. Kesimpulan	68
B. Saran.....	69

DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.Diagram Blok Sistem Kendali Umum	7
Gambar 2.Diagram Blok Sistem Kendali Loop Terbuka.....	10
Gambar 3.Diagram Blok Sistem Kendali Loop Tertutup	11
Gambar 4.Penentuan Arah Gerak Kawat Berarus.....	14
Gambar 5.Bentuk Fisik Motor Power Window	15
Gambar 6.Penyearah Menggunakan Metode Jembatan	17
Gambar 7.Gelombang Keluaran Penyearah Tanpa Filter	18
Gambar 8.Penyearah Jembatan Dengan Kapasitor.....	19
Gambar 9.Gelombang Keluaran Penyearah Dengan Filter C	20
Gambar 10.Penstabil Tegangan IC 7805	21
Gambar 11.Rangkaian Arduino Uno.....	23
Gambar 12.Cara Kerja Sensor <i>Ultrasonic</i>	27
Gambar 13.Timing Akses Sensor <i>Ultrasonic</i>	28
Gambar 14. Pemancar Gelombang <i>Ultrasonic</i>	29
Gambar 15. Penerima Gelombang <i>Ultrasonic</i>	31
Gambar 16. Bentuk Fisik LCD LMB 162 A.....	32
Gambar 17.Blok Diagram Sistem	38
Gambar 18.Keterangan <i>Desain</i> Alat Pengangkat Sampah.....	41
Gambar 19. Skematik Rangkaian <i>Driver Relay</i> DC	42
Gambar 20.Skemantik Rangkaian (Catu Daya) <i>Power Supply</i>	43

Gambar 21. Pemancar Gelombang <i>Ultrasonic</i>	44
Gambar 22. Penerima Gelombang <i>Ultrasonic</i>	44
Gambar 23. Rangkaian LCD	45
Gambar 24. Rangkaian Skematik Arduino Uno	46
Gambar 25. <i>Flowchart</i> Sistem	49
Gambar 26. Tampilan Ide Arduino Uno	50
Gambar 27. Pemilihan Papan Arduino Uno	50
Gambar 27. Menu file	51
Gambar 28. Tampilan Hasil program	51
Gambar 29. Bentuk Fisik Alat	53
Gambar 30. Tampilan LCD	53
Gambar 31. Tampilan LCD Setelah diprogram	54
Gambar 32. Tampilan Awal	55
Gambar 33. Tampilan LCD Sampah Ada	55
Gambar 34. Tampilan LCD Sampah Tidak Terdeteksi	56
Gambar 35. Titik Pengujian <i>Power Supply</i>	56
Gambar 36. Gambar Fisik Dan Skematik <i>Driver Relay</i>	59
Gambar 37. Pengangkat Sampah Berbeban	60
Gambar 38. Pembuang Sampah	61
Gambar 39. Pengujian Arduino Uno	62
Gambar 40. Gambar sensor <i>Ultrasonic</i>	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Fungsi Kaki LCD	33
Tabel 2. Tabel Tipe Data.....	36
Tabel 3. Simbol-Simbol Diagram Alir.....	38
Tabel 4. Komponen Pembuat Catu Daya.....	43
Tabel 5. Nilai Terukur Pada <i>Voltmeter</i>	57
Tabel 6. Hasil Pengukuran Rangkaian <i>Driver Relay</i>	59
Tabel 7. Pengukuran Motor <i>Power Window 1</i>	60
Tabel 8. Pengukuran Motor <i>Power Window 2</i>	61
Tabel 9. Hasil Pengukuran Pada Mikrokontroler Arduino Uno	63
Tabel 10. Hasil Pengukuran Sensor <i>Ultrasonic</i>	64
Tabel 11. Pengujian Komponen Keseluruhan.....	67

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Menurut Dr. Tanjung M.Sc (1982 : 14) “Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Sampah merupakan konsekuensi kehidupan, yang sering menimbulkan masalah, dan jumlahnya akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan beragam aktivitasnya “. Peningkatan jumlah penduduk berarti peningkatan jumlah timbunan sampah, dan semakin beragam aktivitas berarti semakin beragam jenis sampah yang dihasilkan.

Kesadaran masyarakat akan kebersihan lingkungan pada saat ini masih sangat kurang. Kedisiplinan dalam membuang sampah harusnya selalu diterapkan pada setiap individu masyarakat. Namun realitanya banyak yang membuang sampah sembarangan, baik di jalan, taman, tempat wisata maupun di saluran air.

Indonesia memiliki saluran air yang banyak dan kompleks. Jumlah pemukiman dan perkotaan yang semakin meluas membuat saluran pembuangan air atau selokan semakin dibutuhkan. Namun kebiasaan masyarakat membuang sampah di selokan dianggap sebagai hal yang biasa, membuat kondisi selokan menjadi lebih parah. Fungsi utama selokan sebagai tempat menampung air pun hilang, bahkan menjadi penyebab utama banjir. Jika got, selokan, comberan, parit dan atau sebangsanya tersumbat karena

sampah, maka aliran air akan terhambat, dengan begitu air yang tidak bisa menembus barikade sampah tersebut akan meluap dan menggenangi di sekitar saluran air tersebut.

Hingga saat ini, penanganan dan pengelolaan sampah di sejumlah perkotaan di Indonesia tersebut masih belum optimal. Baru 11,25% sampah di daerah perkotaan yang diangkut oleh petugas, 63,35% sampah ditimbun/dibakar, 6,35% sampah dibuat kompos, dan 19,05% sampah dibuang ke kali/sembarangan. Sementara untuk di daerah pedesaan, sebanyak 19% sampah diangkut oleh petugas, 54% sampah ditimbun/dibakar, 7% sampah dibuat kompos, dan 20% dibuang ke kali/sembarangan (BPS, Tahun 1999).

Jika pengelolaan sampah tersebut tetap tidak ditangani dengan baik akan dapat menyebabkan timbulnya berbagai permasalahan seperti kumpulan sampah dapat menjadi tempat pembiakan lalat, dan lalat ini mendorong penularan infeksi, dapat menutup saluran air sehingga meningkatkan masalah-masalah kesehatan yang berkaitan dengan banjir dan tanah-tanah yang tergenang air dan sebanyak 20% sampah yang dihasilkan dibuang ke kali/sembarangan menyumbang sekitar 60% – 70% pencemaran sungai.

Berdasarkan keadaan ini untuk meringankan pekerjaan manusia dalam menanggulangi sampah pada selokan maka dibutuhkan Alat Pengangkat Sampah Otomatis yang bekerja secara terus menerus (*continue*). Alat pengangkat sampah otomatis ini ditempatkan pada selokan atau saluran air yang terbuka dengan tujuan agar aliran air terbebas dari sampah yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penulis ingin tuliskan dalam bentuk sebuah tugas akhir dengan judul“ **RANCANG BANGUN ALAT PENGANGKAT SAMPAH OTOMATIS PADA SELOKAN BERBASIS ARDUINO UNO**”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi permasalahannya yaitu:

1. Masih minimnya alat kebersihan yang tersedia dilingkungan dan penggunaan alatnya yang dapat diaplikasikan di berbagai tempat.
2. Pengangkatan sampah yang biasa masih dilakukan secara manual oleh manusia dan berkala.

C. Batasan Masalah

Untuk membatasi kajian dalam pembuatan Tugas Akhir ini, maka yang menjadi pokok pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno.
2. Sampah dideteksi oleh sensor *ultrasonik*.
3. Pengaplikasian Alat Pengangkut Sampah ini dikhususkan pada selokan di Durian Tarung(Koto Kuranji Andalas Kota Padang).
4. Parameter yang diukur pada alat pengangkut sampah ini adalah adanya sampah.
5. Motor DC dikendalikan dengan sebuah *driver relay*.

6. Sampah yang dapat diangkat pada alat ini dikhususkan untuk sampah botol plastik yang mengapung di permukaan air pada selokan di daerah Durian Taruang (Koto KuranjiAndalas Kota Padang).

D. Rumusan Masalah

Berikut rumusan masalah yang akan dihadapi dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini:

1. Bagaimana merancang Alat Pengangkat Sampah tersebut?
2. Bagaimana merancang dan membuat program untuk sistem Alat Pengangkat Sampah pada Mikrokontroler ATmega328 (Arduino Uno)?
3. Bagaimana merancang letak sensor *Ultrasonik* pada alat agar dapat mendeteksi adanya sampah.

E. Tujuan

Adapun tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Membuat alat pengangkat sampah-sampah dalam bentuk botol plastik yang terapung pada selokan yang bekerja secara continue dan otomatis.
2. Dapat merancang dan membuat program pada Mikrokontroler ATmega328 (Arduino Uno) untuk sistem Alat Pengangkat Sampah.
3. Menguji bagaimana alat pengangkat sampah ini bekerja dan aplikasinya pada kehidupan sehari-hari.

F. Manfaat

Adapun manfaatdari pembuatan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Dapat mengetahui salah satu fungsi dan kerja sensor *ultrasonic*.

2. Dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alat pengangkat sampah untuk solusi dalam mencegah terjadinya penumpukan sampah botol plastik di saluran air, seperti pada bendungan, selokan, saluran irigasi, dan sebagainya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari perencanaan, pembuatan dan pengujian alat serta analisa yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem alat pengangkat sampah yang dirancang berbasis arduino ini telah bekerja sesuai dengan perencanaan rancangan awal yaitu berdasarkan sampah yang terdeteksi alat ini mampu bekerja dengan otomatis nya. Proses pengangkatan dan pembuangan sampah dapat terus berlangsung secara selama sensor *ultrasonik* masih mendeteksi adanya sampah dan masih mendapatkan sumber 220 volt Ac (sumber PLN).
2. Pada sistem ini arduino sebagai mikrokontroler nya dapat mengolah Program yang diseting dan sesuai dengan fungsi kerja alat yang diinginkan. Ini terbukti dengan alat akan mulai bekerja setelah sensor ultrasonik menerima adanya terdeteksi sampah dan kemudian alat bekerja
3. Berdasarkan Hasil Percobaan pembacaan Sensor *Ultrasonic* memiliki tingkat rata-rata error 2.04 %. Berdasarkan nilai rata-rata eror yang didapat, dapat disimpulkan bahwa pembacaan sensor sudah mendekati nilai *setpoint* yang diberikan, walaupun terdapat eror yang bisa dikatakan tidak begitu besar.

B. Saran

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, penulis menyadari banyaknya kekurangan yang ditemukan. Berikut akan dipaparkan beberapa saran-saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk mengembangkan aplikasi ini diantaranya adalah:

1. Untuk Pengembangan alat ini lebih lanjut, penulis mengharapkan agar alat ini dapat hidup secara continue tanpa mengharapkan sumber 220 volt Ac dari PLN agar alat ini jugadapat bekerja pada daerah yang berada jauh dari sumber 220 volt Ac.
2. Karena letak alat ini di luar ruangan maka untuk mengantisipasi komponen listrik nya terkena air atau hujan., penulis mengharapkan agar alat ini memiliki atap atau pengaman untuk komponen-komponen listrik yang ada pada alat ini.
3. Pada alat ini, hanya botol plastic yang dapat terangkat. Untuk pengembangan selanjutnya penulis berharap agar alat ini dapat mengangkat jenis sampah lainnya.

Daftar Pustaka

- Djuandi, Feri. Pengenalan Arduino. Dokumen PDF, (Online),
(http://www.tobuku.com/PENGENALAN_ARDUINO.pdf, diakses
11 Oktober 2015).
- Priyadi, Bambang. 2013. "Aplikasi Sensor Infrared Digunakan sebagai Kunci Lemari Elektronik Menggunakan Kartu Berlubang Berbasis Mikrokontroler". *Jurnal ELTEK*, Vol.11, No.1. Malang: Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang.
- Konstruksi Motor Dc Power Window. 2006. (online), (<http://scribd.com.Konstruksi-Motor-Power-Window>)
- Simanullang, Renova. 2009. "Perancangan Palang Kereta Api Otomatis Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Menggunakan Sensor Inframerah sebagai Sensor Halangan". *Tugas Akhir*. Medan: Fisika Instrumentasi FMIPA USU.
- Ardi, Winoto. 2010. *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung: Edisi Revisi Informatika.
- Albert, Paul Malvino. 2003. *Prinsip-Prinsip Elektronika: Buku Satu*. Jakarta: Salemba Teknik.
- Ogata, Katsuhiko. 1997. *Teknik Kontrol Automatik. Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.