

PENGEMBANGAN POMPA AIR OTOMATIS TENAGA SURYA

MENGGUNAKAN MOTOR DC

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan
Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Diploma IV
Di Universitas Negeri Padang*



Oleh :

JIMMY MACHRIFUL

NIM: 14130057

PROGRAM STUDI D4 TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2018

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

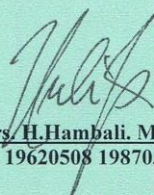
PENGEMBANGAN POMPA AIR OTOMATIS TENAGA SURYA
MENGUNAKAN MOTOR DC

Nama : Jimmy Machriful
BP/Nim : 2014/14130057
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Fakultas : Teknik

Padang, Agustus 2018

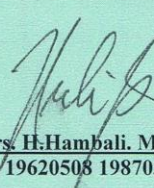
Disetujui oleh:

Pembimbing,



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

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro FT UNP



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

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PENGEMBANGAN POMPA AIR OTOMATIS TENAGA SURYA
MENGUNAKAN MOTOR DC

Nama : Jimmy machriful
BP/Nim : 2014 / 14130057
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Fakultas : Teknik

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di depan Tim Penguji Tugas
Akhir Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri
Padang

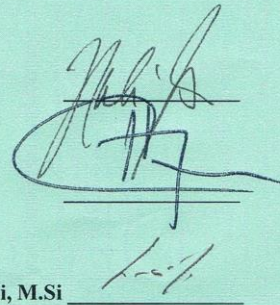
Padang, Agustus 2018

Tim Penguji :

Ketua : Drs. Hambali, M. Kes

Sekretaris : Dr. Hendri, M.T

Anggota : Dwiprima Elvanny Myori. S.Si, M.Si

The image shows three handwritten signatures in black ink, each positioned above a horizontal line. The top signature is the most prominent and appears to be 'Hambali'. The middle signature is less distinct but appears to be 'Hendri'. The bottom signature is smaller and appears to be 'Dwiprima Elvanny Myori'.



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

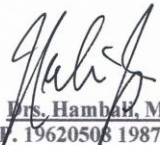
Nama : Jimmy Machriful
NIM/TM : 14130057/2014
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul "**Pengembangan Pompa Air Otomatis Tenaga Surya Menggunakan Motor DC**" 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


Drs. Hambah, M.Kes
NID. 19620506 1987 03 1004

Saya yang menyatakan,



Jimmy Machriful
NIM/BP. 14130057/2014

ABSTRAK

**Jimmy Machriful (2014-14130057) : Pengembangan Pompa Air Otomatis
Tenaga Surya menggunakan Motor DC**

Dosen Pembimbing : Drs, Hambali, M. Kes

Penggunaan energi matahari untuk memompa air yang jauh dari sumber listrik PLN. Dimana sumber air jauh lebih dalam (rendah) sehingga diperlukan penggunaan pompa secara bertingkat, seperti di tempat yang jauh dari perkotaan dan susahnya mengambil air dari tempat tersebut. Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap air bersih sehari-hari, banyak masyarakat yang memanfaatkan mata air sebagai pasokan kebutuhan air mereka. Namun di daerah pedesaan tersebut sulit dijangkau karena letaknya jauh dibawah maka diperlukan suatu alat untuk menaikan air tersebut tanpa listrik PLN.

Sejalan dengan permasalahan yang diungkapkan di atas, tujuan penelitian ini adalah: Untuk mengetahui kinerja pompa air menggunakan motor DC serta tempat penyimpanan daya yaitu baterai dan bagaimana kinerja sensor pada tempat bak penyimpanan. Membuat sistem pengaman pada motor DC ketika terjadi kekeringan dan akan ada pemberitahuan pada LCD

Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang sistem pompa air bertingkat tenaga surya menggunakan motor dc . Prinsip kerja alat ini yaitu, saat sensor air elektroda pada bak 1 min, maka pompa 1 hidup mengisi air ke bak sampai sensor elktroda max maka pompa 1 akan mati dan pompa 2 secara otomatis akan mengisi bak 2 dari sensor elektroda min sampai sensor elektroda max, kemudian dari bak 2 air sudah bisa digunakan oleh *user* dan secara otomatis debit air yang digunakan akan terhitung oleh sensor *Water flow* yang terpasang di kran dan debit air yang di gunakan akan ditampilkan pada LCD dan di pasang *Buzzer* gunanya saat air habis akan ada pemberitahuan seperti bunyi.

Hasil pengujian pengisian pada aki akan mengalir langsung ke motor dc dan ke rangkain alat. Solar *cell* yang digunakan untuk pengecasan digunakan ukuran 20 WP .

Kata kunci : *Water flow*, Sensor air Elektroda, Mikrokontroller ATmega 328, *Buzzer*, Motor DC dan LCD.

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini dengan baik.

Proposal tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana sains terapan pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.

Penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dari awal hingga akhir penulis menyelesaikan Proposal ini, Dengan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Drs. Hambali, M. Kes Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu penulis atas arahan, perbaikan, saran dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Hendri M.T dan Ibu Dwiprima Elvanny myori, S. Si, M.Si selaku dosen penguji penulis.
3. Kedua orang tua dan seluruh keluarga tercinta yang selalu mendoakan dan mendukung setiap langkah yang penulis tempuh dalam pendidikan.
4. Bapak Drs. Hambali M.Kes Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro FT-UNP.

5. Bapak Dr. Hendri M.T Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Industri (D4).
6. Bapak dan Ibuk dosen pengajar, teknisi, serta staf administrasi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Rekan-rekan seperjuangan jurusan Teknik Elektro Industri Bp 2014 Universitas Negeri Padang.
8. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dari awal penyelesaian tugas akhir ini sampai selesai yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca maupun instalasi kedua belah pihak. Akhirnya penulis mengharapkan masukan dan kritikan yang membangun dari penyusunan Proposal Tugas Akhir ini semoga dengan tulisan ini dapat memberikan informasi yang berguna untuk kita semua. Atas perhatian serta masukan dari pembaca semua nya penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan.....	5
F. Manfaat Hasil Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Sinar Matahari Sumber Energi Tak Terbatas	6
1. Sel Surya	6
a. <i>Monocrystalline Cell</i>	7
b. <i>Polycrystalline Cell</i>	7
c. <i>Thin Film Cell</i>	7

2. Prinsip Kerja Sel Surya	9
B. Motor Arus Searah (DC) dan Pompa <i>Centrifugal</i>	10
1. Motor Arus Searah (DC)	10
a. Fungsi Bagian-Bagian Motor DC	11
b. Prinsip Kerja Motor DC	12
c. Jenis-Jenis Motor DC	13
2. Pompa Sentrifugal	17
C. Daya dan Efisiensi Pompa	18
D. Mikrokontroler	19
1. Atmega328	19
E. Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	30
F. Bahasa Pemograman	31
G. Solar <i>Charge Controller</i>	38
H. Baterai (Aki)	39
I. Komponen Pendukung	39
1. Relay	39
2. Sensor <i>Water Flow</i>	41
3. IC <i>Regulator</i>	42

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

A. Blok Diagram	44
B. Prinsip Kerja Alat	47
C. Perancangan Alat	48
1. Perancangan <i>Hardware</i>	48

2. Perancangan Rangkaian elektronik	48
a. Rangkaian <i>Power Suplay</i>	48
b. Rangkain <i>Water Flow</i>	49
c. Rangkaian Sensor Air Elektroda	50
d. Rangkain LCD 2x16	51
e. Rangkain <i>Driver Relay</i>	52
f. Rangkain <i>Buzzer</i>	53
D. Perancangan <i>Software</i>	54
E. Rangkaian Keseluruhan.....	57
F. Diagram Alir(<i>Flowcart</i>)	58

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

A. Pengujian Hardware	59
B. Pengujian Software	68
C. Analisa Program.....	71
D. Perhitungan <i>Water Flow</i>	79
E. Tampilan Alat.....	80
F. Spesifikasi Alat	82

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	84
B. Saran.....	84

DAFTAR PUSTAKA	86
-----------------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur dari sel <i>photovoltaic</i>	7
Gambar 2. Pembangkitan Listrik pada PV	7
Gambar 3. Skema penggunaan PV secara mandiri	10
Gambar 4. Bagian-bagian dari Motor DC	11
Gambar 5. Konduktor yang dikelilingi Medan Magnet	12
Gambar 6. Proses Perubahan Energi pada Medan Magnet	13
Gambar 7. Rangkaian Motor DC dengan Penguat Terpisah	15
Gambar 8. Rangkaian Motor DC Shunt	17
Gambar 9. karakteristik DC Shunt	19
Gambar 10. Rangkaian Motor DC Seri	19
Gambar 11. <i>Arduino Uno</i>	20
Gambar 12. Blok diagram ATmega 328	26
Gambar 13. Papan Arduino	28
Gambar 14. Tampilan Software IDE Arduino	29
Gambar 15. <i>Charger controler</i>	38
Gambar 16. Simbol <i>Relay</i>	40

Gambar 17. <i>Relay</i>	40
Gambar 18. <i>Water Flow</i>	41
Gambar 19. <i>IC Regulator</i>	42
Gambar 20. Blok Diagram	44
Gambar 21. Rancangan fisik.....	48
Gambar 22. Rangkaian <i>Power Supply</i>	49
Gambar 23. Rangkaian <i>Driver Water Flow</i>	50
Gambar 24. Rangkaian <i>Driver Sensor Elektroda</i>	50
Gambar 25 Rangkaian LCD	52
Gambar 26. Rangkaian penggerak <i>Relay</i> (IC ULN2803)	52
Gambar 27. Rangkain <i>Driver Buzzer</i>	54
Gambar 28. Board Arduino Uno R3 dan Kabel USB.....	54
Gambar 29. Rangkain Keseluruhan	57
Gambar 30. Diagram Alur	58
Gambar 31. Pengujian Power supply dengan Multisim.....	60
Gambar 32. Rangkain ATmega328	62
Gambar 33. Pengujian LCD.....	63
Gambar 34. Pengujian Water Flow.....	64

Gambar 35. Pengujian Elektroda	65
Gambar 36. Pengujian Motor DC	66
Gambar 37. Pengujian Buzzer	67
Gambar 38. Software Arduino	69
Gambar 39. Buat Sketch Arduino	69
Gambar 40. Pilih Board	70
Gambar 41. Serial Port	70

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Spesifikasi dari Arduino Uno ATmega 328	23
Tabel 2. Operator perbandingan	36
Tabel 3. Operator <i>Boolean</i>	36
Tabel 4. Operator <i>Compound</i>	36
Tabel 5. Keterangan Tipe Data Variabel.....	37
Tabel 6. IC Regulator	42
Tabel 7. Pengujian Tegangan Power Supply.....	61
Tabel 8. Pengukuran Tegangan Mikrokontroler Arduino	63
Tabel 9. Pengukuran Tegangan pada LCD	64
Tabel 10. Pengujian Tegangan Water Flow	65
Tabel 11. Pengukuran Tegangan Pada Elektroda.....	66
Tabel 12. Pengujian Motor DC	67
Tabel 13. Pengujian Buzzer.....	68
Tabel 14. Tampilan Alat	80

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Program Keseluruhan	87
Lampiran 2. Rangkaian Keseluruhan	95
Lampiran 3. Output Simulasi	96
Lampiran 4. Data Sheet Water Flow	98

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Semakin meningkat kebutuhan energi listrik maka usaha manusia untuk mengeksploitasi sumber energi habis pakai turut meningkat. Mengingat terbatasnya persediaan sumber energi tersebut, maka mulai dicari sumber energi lain seperti energi matahari, energi gelombang, energi angin, energi pasang surut, dan energi lainnya. Energi matahari yang disediakan Tuhan untuk umat manusia khususnya di Indonesia sebagai negara yang memiliki iklim tropis sangat berlimpah. Energi matahari tidak menimbulkan polusi sehingga energi matahari sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pengganti minyak, batu bara, dan lain-lain. Energi yang bersifat terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi mengingat sumber tersebut sangat melimpah. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang makin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan (Subekti, dkk 2015). Energi matahari tidak dapat dimanfaatkan secara langsung, untuk memanfaatkan energi matahari menjadi energi listrik, masih diperlukan peralatan seperti sel surya (*solar cell*) untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebenarnya tergantung pada efisiensi konversi energi dan konsentrasi sinar

matahari yang diterima sel tersebut (Awang Riyadi, 2008). Hal itu sesuai dengan hukum termodinamika pertama yang menyatakan bahwa “energi tidak dapat diciptakan (dibuat) ataupun dimusnahkan akan tetapi dapat berubah bentuk dari bentuk yang satu ke bentuk lainnya (dikonversikan)”.

Konversi energi merupakan suatu proses perubahan dimana bentuk energi dari yang satu menjadi bentuk energi lain yang dibutuhkan. Pernyataan tersebut mengartikan bahwa untuk memperoleh suatu bentuk energi, perlu adanya energi lain yang dikonversikan menjadi energi yang dibutuhkan tersebut. Salah satu contohnya untuk mendapatkan energi listrik yang tidak dapat diperoleh secara langsung, tetapi ada proses konversi energi sebelum energi listrik tersebut didapat untuk dimanfaatkan sebagai alat yang berguna bagi masyarakat seperti kinerja pompa air dengan menggunakan motor DC dan intensitas tenaga surya. Kinerja pompa air menggunakan aki ini dirancang untuk mengetahui seberapa besar energi yang dibutuhkan dari intensitas tenaga surya untuk menghidupkan pompa air dan mengisi bak penampung.

Penggunaan energi matahari untuk memompa air yang jauh dari sumber listrik PLN. Dimana sumber air jauh lebih dalam (rendah) sehingga diperlukan penggunaan pompa secara bertingkat, seperti ditempat yang jauh dari perkotaan dan susahnya mengambil air dari tempat tersebut. Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap air bersih sehari-hari, banyak masyarakat yang memanfaatkan mata air sebagai pasokan kebutuhan air mereka. Namun di daerah pedesaan tersebut sulit dijangkau karena letaknya jauh dibawah maka diperlukan suatu alat untuk menaikkan air tersebut tanpa listrik PLN.

Pompa air otomatis ini juga pernah dibuat oleh Adri Puguh, dkk di Jurusan Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 19945 Cirebon 2013. Pada tugas akhir yang telah dibuatnya menggunakan 1 motor DC dan tidak bisa menghitung debit air yang digunakan oleh *user*.

Alat seperti pompa air ini juga pernah dibuat oleh Fitriadi Saputra di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta tahun 2015, dengan judul Kinerja Pompa Air DC dengan Intensitas Tenaga Surya. Pada tugas akhir yang dibuatnya menggunakan 1 bak penampung.

Berdasarkan hal tersebut maka penulis membuat tugas akhir ini dengan judul “ **PENGEMBANGAN POMPA AIR OTOMATIS TENAGA SURYA MENGGUNAKAN MOTOR DC**”. Pada alat yang penulis buat ini akan menggunakan Sensor *Water flow* dan Sensor air Elektroda serta ditambahkan 2 bak penampung dan 2 pompa DC guna membuat Pompa bertingkat dan dapat mencapai tujuan sesuai dengan latar belakang penulis buat.

B. Identifikasi Masalah

Mengacu pada latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Perubahan cuaca tidak selalu mendukung kinerja pompa air tenaga surya.
2. Proses masuknya air ke tempat penyimpanan dilakukan secara manual dan jika tidak dibatasi maka akan terjadi kerugian daya.

3. Sumber air di dalam sumur tidak selalu normal, ketika musim kemarau air akan berkurang dan besar kemungkinan bisa terjadi kekeringan.

C. Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya pembahasan, maka permasalahan dibatasi pada:

1. Penggunaan Arduino UNO ATmega 328 sebagai pusat kendali dari rangkaian.
2. Perancangan dan pembuatan alat ini menggunakan sumber tenaga 1 panel surya (*Solar cell*) dan penyimpanan (*baterai*).
3. Pada rancangan alat ini digunakan sensor *water flow* untuk mengetahui debit air pada sumber (sumur) jika sewaktu-waktu akan berkurang atau kering.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka bisa dirumuskan beberapa permasalahan, diantaranya:

1. Bagaimana menganalisa kinerja pompa air DC menggunakan tenaga surya dan mengetahui berapa lama ketahanan motor beroperasi ketika tidak ada proses pengisian ulang.
2. Bagaimana cara memonitoring saat sumber air habis dan proses pengisapan air akan berhenti.
3. Menghitung debit air menggunakan sensor *water flow*.

E. Tujuan Penelitian

Sejalan dengan permasalahan yang diungkapkan di atas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kinerja pompa air menggunakan motor DC serta tempat penyimpanan daya yaitu baterai dan bagaimana kinerja sensor pada tempat bak penyimpanan.
2. Membuat sistem pengaman pada motor DC ketika terjadi kekeringan dan akan ada pemberitahuan pada LCD.

F. Manfaat Hasil Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat, diantaranya sebagai berikut:

1. Mampu memberi informasi kepada masyarakat tentang sumber energi listrik terbarukan, dalam hal ini adalah pembangkit listrik tenaga surya.
2. Menambah referensi dan informasi terkait dengan ilmu teknik elektro khususnya dalam bidang pembangkit listrik dan energi terbarukan.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian terhadap pembuatan alat Pengembangan pompa air otomatis menggunakan motor dc, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil dari pengujian yang dilakukan, Pompa otomatis pada alat Pompa air otomatis tenaga surya menggunakan motor dc telah bekerja dengan baik, Hasil pengujian alat yang sudah dibuat telah diperoleh analisa dan kinerja dari alat *prototype* pengisian air pada bak dengan menggunakan pompa bertingkat. *Water flow* akan menghitung debit air yang digunakan oleh *user*. Pada saat bak penampung 1 kosong pengisian akan terjadi pada bak 1, setelah bak 1 penuh maka pompa 2 otomatis hidup karna sensor elektroda pada bak 2 aktif dan terjadi pengisian pada bak 2, dengan tegangan motor 12 V.
2. Hasil pengujian pengecasan pada bateray akan menyuplay langsung ke motor dc dan ke rangkain alat. Solar *cell* yang digunakan untuk pengisian ulang yaitu ukuran 20 WP .

B. Saran

Dalam pembuatan tugas akhir ini penulis menyadari banyaknya kekurangan yang ditemukan , berikut dipaparkan beberapa saran-saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan tugas akhir diantaranya:

1. Alat ini dapat dikembangkan kedalam kehidupan sehari-hari dalam bentuk Pompa air bertingkat dengan menggunakan motor AC.
2. Untuk pengembangan selanjutnya, pompa bertingkat ini dapat di aplikasikan sebagai pengabdian masyarakat dengan bak yang besar dan panel yang besar/banyak agar pengisian bateray lebih cepat dan tahan lama.
3. Setelah melakukan pembuatan dan pengujian alat pengembangan pomapa bertingkat ini ditemukan beberapa kekurangan. Diantara lain kurangnya daya isap pompa dan daya buang, jadi untuk mengembangkannya lagi perlu pompa yang kuat dan bagus dari pada ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Rafki A, Hakim. 2016. *Sistem Pengontrolan Lampu Dengan Suara Menggunakan Smartphone Android Berbasis Mikrokontroler*. Padang: Politeknik Negeri Padang
- Jansen, Ted J. 1995 *Teknologi Rekayasa Surya* / Ted. J. Jansen; diterjemahkan ke bahasa Indonesia oleh Wiranto Arismunandar. -Cet.1.-Jakarta.
- Petruzella, Frank D. 1996. *Elektronik Industri*, Edisi bahasa Indonesia diterbitkan oleh Penerbit ANDI copyright 2001.
- Slamet, Riyadi. 2012. *Integrasi PV dan Sistem Kelistrikan melalui Sumber Arus Terkendali*, Universitas Katolik Soegijapranata Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Duwur, Semarang 50234.
- Sunyoto. 1998. *Kendali Motor Arus Searah*. Fakultas Teknologi dan Kejuruan IKIP Yogyakarta 1998. SK Penampilan Proyek No. 22/P-IKIP/98/99.
- Engla, Zikrilah 2016. *Sistem Pengunci Pintu Dengan RFID dan Keypad*. Padang: Politeknik Negeri Padang.
- <https://teknologi.surya.wordpress.com/dasar-teknologi-sel-surya/prinsip-kerja-sel-surya/> Januari 29-2013 Wilman Septina
- <http://aozon.blogspot.com/2014/03/mengenal-arduino-uno-lebih-rinci.html> diakses 3 September 2016.
- <http://caratekno.com/2015/07/pengertian-arduino-uno-mikrokontroler> diakses 05 Agustus 2016.