

**PERANCANGAN PENGENDALI KECEPATAN MOTOR DC PADA
BUAIAN KALIANG (BIANGLALA KHAS SUMBAR) MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER ATMEGA8535.**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk memenuhi Syarat menyelesaikan Program Studi Diploma Empat
Pada Jurusan Teknik Elektro Prodi Teknik Elektro Industri
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



**Oleh:
ISLAMI OKTASARI PUTRI
1306309/ 2013**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

**Judul : Pengendalian Kecepatan Motor DC pada Buian Kaliang
(Bianglala Khas Sumbar) Menggunakan Mikrokontroler
ATMega8535**

Nama : Islami Oktasari Putri

NIM/BP : 1306309/2013

Prodi : Teknik Elektro Industri (DIV)

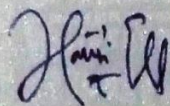
Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2018

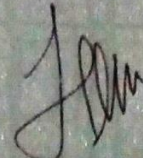
Disetujui Oleh:

Pembimbing I



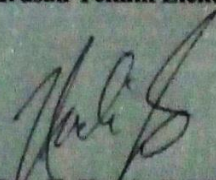
Dr. Hansi Effendi, ST., M.Kom
NIP. 19790211 200212 1 001

Pembimbing II



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

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro FT UNP**



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

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Judul : Pengendalian Kecepatan Motor DC pada Buaian
Kaliang (Biaglala Khas Sumbar) Menggunakan
Mikrokontroler ATmega8535

Nama : Islami Oktasari Putri

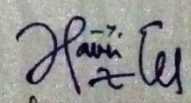
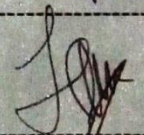
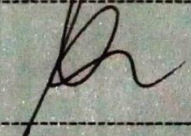
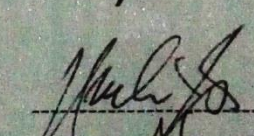
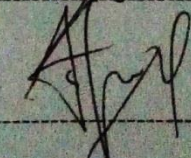
Nim/ BP : 1306309/ 2013

Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)

Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2018

Tim Penguji :

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Hansi Effendi, S.T, M.Kom'	
2. Sekretaris	: Habibullah, S.Pd, M.T	
3. Anggota	: Drs. Aslimeri, M.T	
4. Anggota	: Drs. H. Hambali, M.Kes	
5. Anggota	: Irma Husnaini, S.T, M.T	



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25131
Telp. (0751) 445998, Fax (0751) 7055644 e-mail: elo_unp@yahoo.com

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

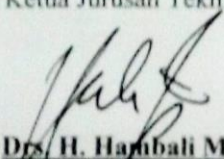
Nama : Islami Oktasari Putri
NIM/BP : 1306309/2013
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi/tugas akhir/proyek akhir, saya dengan judul: **Pengendalian Kecepatan Motor DC pada Buaian Kaling (Bianglala Khas Sumbar) Menggunakan Mikrokontroler ATMega8535** adalah benar hasil karya saya 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 UNP maupun di masyarakat dan Negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 08 Februari 2018

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


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

Saya yang menyatakan,



Islami Oktasari Putri
NIM. 1306309/2013

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan
Maka apabila kamu tidak selesai dari sesuatu (urusan),
Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.
Dan hanya kepada Tuhan-Mu lah hendaknya kamu berharap".
(Q.S Alam Nasyrat : 6-8)

Ilmu membuat aku semakin merasa kecil di hadapan Tuhan,
Semakin aku tahu, semakin aku menyadari betapa besarnya Tuhan,
Ya Allah... betapa kecilnya aku di hadapan-Mu.
Ku tuntut ilmu, hanya untuk mengabdikan kepada-Mu.
Jadikanlah ilmu yang ku tuntut berguna bagi Agama, dan Bangsa.
Jadikanlah aku manusia yang tahu mensyukuri Rahmat-Mu dari ilmu yang telah
Engkau beri.
Ampunilah aku ya Allah !!!

Kugapai cita yang masih tersisa
Dikala secercak sinar rembulan diselimuti awan
Diantara butir-butir keringat yang masih bercucuran
Akhirnya hari ini sepercik keberhasilan telah kudapati
Namun perjalanan ini masih panjang,
Dan harapan belumlah usai

Dari hamparan sukma yang paling dalam
Ku persembahkan karya ku ini
Buat orang-orang yang ku sayangi, dan ku cintai
Terutama Mama ku (Mardiati), dan Papa ku (Marzuki, S.Pd),
Serta Oom ku (Afridon, S.H) dan Saudara-saudara ku (Sri Sa'adah Mardiah, S.Pd,
Riska Mardianova S.Ds, dan Aulianisa Purnamasari).
Dan terimakasih juga untuk teman-teman ku (Widya Erja Syafitri S.P,
Rizky Reza Ryaldi S.T, Nurul Fadhila, Eldawati, Widya Anggraini, dan Wahyu Farahilla)
Serta semua teman-teman Teknik Elektro Industri UNP bp 2013
yang telah banyak membantu dalam penyelesaian pembuatan Tugas Akhir ini
Dorongan yang kalian berikan adalah modal yang sangat besar
Yang telah memotivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini,
Dan terimalah ini sebagai tanda terimakasih ku
atas segala cinta, kasih sayang, dan dorongan yang pernah diberikan.

By Islami Oktasari Putri

ABSTRAK

Islami Oktasari Putri (1306309/2013) : Pengendalian Kecepatan Motor DC pada Buaian Kaliang (Bianglala Khas Sumbar) Menggunakan Mikrokontroler ATmega8535

Pembimbing I : Dr. Hansi Effendi, S.T, M.Kom.

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

Saat ini perkembangan teknologi dan sistem kontrol sangat cepat berkembang, dan peralatan elektronik telah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya pemanfaatan putaran motor DC sebagai penggerak suatu sistem. Pengembangan sistem kontrol untuk motor khususnya motor DC sangat penting dilakukan untuk menghasilkan kinerja motor yang optimal. Motor DC termasuk dalam kategori jenis motor yang paling banyak digunakan baik dalam lingkungan industri, peralatan rumah tangga hingga ke mainan anak-anak. Perkembangan teknologi kontrol juga mengalami banyak kemajuan dari kontrol konvensional ke kontrol otomatis sampai ke kontrol cerdas.

Pengendalian kecepatan motor secara otomatis dapat diterapkan pada berbagai macam aplikasi pengendalian motor DC. Contohnya, pada buaian kaliang (bianglala). Buaian kaliang yang dirancang diputar oleh motor arus searah atau direct current (DC) yang dikontrol oleh mikrokontroler ATmega8535. Buaian kaliang ini menggunakan penggerak motor (driver motor) H-Bridge mosfet. Mikrokontroler ini termasuk mikrokontroler AVR buatan Atmel. Pengontrolan motor DC dengan cara mengontrol pulsa PWM yang akan dikirim ke *driver* motor DC melalui mikrokontroler.

Hasil penelitian ini adalah telah berhasil dirancang *hardware* dan *software prototype* buaian kaliang (bianglala khas Sumbar) dengan menggunakan mikrokontroler ATmega8535, telah dilakukan unjuk kerja *prototype* buaian kaliang yang menerapkan sistem PWM dan dari pengujian yang telah dilakukan pada sistem keseluruhan, putaran motor setelah diberi beban 1 kg dengan kecepatan motor sebesar 15 rpm dengan memberikan nilai PWM sebesar 75% dan 80% untuk beban 2 kg.

Kata kunci : Atmega 8535, sensor *optocoupler*, *driver* motor DC, dan *LCD*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Ta'ala, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul ” **Pengendalian Kecepatan Motor DC pada Buaian Kaliang (Bianglala Khas Sumbar) Menggunakan Mikrokontroller ATmega8535**”. 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 beserta segenap keluarga, yang selalu memberikan bantuan motivasi baik berupa doa, moril maupun materil.
2. Bapak Dr. Hansi Effendi, S.T., M.Kom dan Bapak Habibullah, S.Pd., M.T selaku pembimbing yang telah banyak membantu penulis dengan 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 Dr. Hendri, M.T selaku Ketua Program Studi Diploma IV Teknik Elektro Industri Universitas Negeri Padang.

5. Bapak Drs. Aslimeri, M.T., Bapak Drs. Hambali, M.Kes., dan Ibu Irma Husnaini, S.T., M.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 2013.

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, 01 Februari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan	4
F. Manfaat	5

BAB II LANDASAN TEORI

A. Sistem Kontrol	5
1. Sistem kontrol terbuka (<i>open loop</i>)	5
2. Sistem kontrol tertutup (<i>close loop</i>).....	7
B. Motor DC	8
1. Prinsip Kerja Motor DC	9
2. Jenis-jenis motor DC	10
3. Torque (Torsi)	10

4. <i>Driver</i> Motor menggunakan H-Bridge Mosfet	12
5. Pengereman Motor	13
C. Mikrokontroler	15
1. Arsitektur ATmega 8535	16
2. Peta Memori ATmega 8535.....	18
3. <i>Pulse Width Modulation</i> (PWM)	19
D. Diagram Alur (<i>Flowchart</i>)	23
1. Jenis-jenis <i>Flowchar</i>	24
2. Simbol-Simbol Flowchart	25
E. Pemograman	26
1. Bahasa Pemograman	26
2. <i>Bascom AVR</i>	27
3. Variable <i>Bascom AVR</i>	33
4. Operasi pada <i>Bascom AVR</i>	36
F. Komponen Pendukung	40
1. LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>)	40
2. Sensor <i>Optocoupler</i>	42

BAB III METODOLOGI PERANCANGAN

A. Blog Diagram Sistem.....	45
B. Prinsip Kerja Alat	46
C. Perancangan <i>Hardware</i>	47
1. Rangkaian Catu Daya.....	47
2. Perancangan Rangkaian LCD	49

3. Rangkaian <i>Sensor Optocoupler</i>	49
4. Rangkaian Push Button	50
5. Perancangan Rangkaian <i>Driver Motor</i>	51
6. Perancangan Desain Alat	52
D. Perancangan Software.....	53
1. Diagram Alur (<i>Flow Chart</i>).....	54
2. Implementasi.....	56
E. Pembuatan Alat.....	56

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

A. Pengujian Alat.....	59
1. Alat Ukur yang digunakan	60
2. Pengujian Rangkaian Catu Daya.....	61
3. Pengujian LCD.....	63
4. Pengujian sensor <i>optocoupler</i>	64
5. Pengujian Kecepatan Motor	66
6. Pengujian Sistem Keseluruhan.....	69
B. Analisa Pemograman	70
1. Deklarasi <i>Port</i>	70
2. Sub Program Utama	71

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	76
B. Saran	76

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sistem Kontrol Lup Terbuka (<i>Open Loop</i>).....	6
Gambar 2. Sistem Kontrol Lup Tertutup (<i>Close Loop</i>).....	7
Gambar 3. <i>Plugging</i> motor bentuk berhenti.....	14
Gambar 4. Gelombang tegangan <i>carrier</i> dan gelombang tegangan referensi sebagai perbandingan.....	20
Gambar 5. Bentuk Fisik LCD 16 X 2	41
Gambar 6. Rangkaian Dasar <i>Optocoupler</i>	43
Gambar 7. Blok Diagram Sistem	45
Gambar 8. Rangkaian <i>Power Supply</i> Keluaran 5VDC dan 12VDC	48
Gambar 9. Rangkaian LCD	49
Gambar 10. Rangkaian Sensor <i>Optocoupler</i>	50
Gambar 11. Rangkaian Push Button.....	50
Gambar 12. Rangkaian Driver Motor.....	51
Gambar 13. Gambar Perancangan buaian kaliang secara rinci.....	52
Gambar 14. Gambar Perancangan alat pengendali.....	53
Gambar 15. Kerangka alat pengendali.....	53
Gambar 16. Flowchart sistem	54
Gambar 17. <i>Flowchart</i> Program	55
Gambar 18. Tampilan <i>real</i> miniatur buaian kaliang.....	69
Gambar 19. Pengujian Rangkaian Catu Daya.....	61

Gambar 20. Tampilan LCD Tanpa Program.....	64
Gambar 21. Tampilan LCD Setelah diberi Program.....	64
Gambar 22. Pengujian Rangkaian Sensor Optocoupler.....	65
Gambar 23. Grafik Kecepatan Motor DC tanpa Beban.....	66
Gambar 24. Grafik Kecepatan Motor DC Beban 1 kg.....	67
Gambar 25. Grafik Kecepatan Motor DC Beban 2 Kg.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Simbol-simbol Standar dalam <i>Flowchart</i>	25
Tabel 2. Tipe Data	32
Tabel 3. Karakteristik special.....	33
Tabel 4. Operasi Relasi.....	35
Table 5. Fungsi Kaki LCD	41
Tabel 6. Spesifikasi Motor DC Power Window	51
Tabel 7. Hasil pengujian catu daya.....	62
Tabel 8. Hasil pengujian rangkaian <i>optocoupler</i>	65
Tabel 9. Hasil Pengujian motor.....	66
Tabel 10. Pengujian keseluruhan alat.....	69

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Buaian Kaling adalah sebuah wahana permainan bianglala tradisional yang digerakkan dengan tenaga manusia. Permainan ini biasanya ada di daerah Sumatera Barat. Bianglala traditional Sumatra Barat ini terbuat dari kayu. Sedikitnya akan ada tiga orang yang memutar buaian kaling itu agar dapat berputar normal, kemudian ditambah menjadi lima orang pemutar agar dapat lebih kencang. Buaian Kaling ini terdiri dari empat kotak yang dapat diisi oleh enam orang setiap satu kotaknya. Akan tetapi, karena banyaknya pengunjung biasanya buaian kaling akan berlebihan beban yang disebabkan oleh tim pekerja yang tidak membatasi banyaknya penumpang.

Selain itu, permainan ini juga berkecepatan tinggi. Karena permainan ini masih memakai tenaga manusia sebagai sumber gerakan mengakibatkan putaran yang tidak konstan sehingga diperoleh beberapa masalah. Soalnya yang menggerakkan buaian kaling ini adalah manusia. Jadi, kecepatan putarannya suka-suka yang memutar saja. Kalau tenaga kerja pemutar buaian kaling lelah, maka putaran buaian akan berhenti atau tidak berputar cepat. Kalau pekerjaanya sedang semangat maka buaian kaling ini bisa berputar dengan kecepatan tinggi.

Saat ini perkembangan teknologi dan sistem kontrol sangat cepat berkembang, dan peralatan elektronik telah menjadi bagian yang tidak

terpisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya pemanfaatan putaran motor DC sebagai penggerak suatu sistem. Pengembangan sistem kontrol untuk motor khususnya motor DC sangat penting dilakukan untuk menghasilkan kinerja motor yang optimal. Motor DC termasuk dalam kategori jenis motor yang paling banyak digunakan baik dalam lingkungan industri, peralatan rumah tangga hingga ke mainan anak-anak. Perkembangan teknologi kontrol juga mengalami banyak kemajuan dari kontrol konvensional ke kontrol otomatis sampai ke kontrol cerdas.

Dalam tugas akhir ini buaian kaliang yang dibuat menggunakan penggerak motor (driver motor) mosfet menggunakan sistem Pulse Width Modulation (PWM) yang dibangkitkan oleh mikrokontroler ATmega8535. Mikrokontroler ini termasuk mikrokontroler AVR buatan Atmel. Keunggulannya dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya yaitu memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat, selain itu mikrokontroler AVR memiliki fitur lengkap seperti ADC internal, EEPROM internal, timer/counter, PWM, port Input/Output, komunikasi serial, komparator dan lain-lain (Andrianto, Heri, 2008:2).

Berdasarkan permasalahan diatas, maka muncul sebuah pemikiran untuk membuat sebuah tugas akhir yang diberi Judul **Perancangan Pengendali Kecepatan Motor DC pada Buaiian Kaliang (Bianglala Khas Sumbar) Menggunakan Mikrokontroler ATmega8535.**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan diatas, terdapat beberapa masalah yang perlu diidentifikasi, antara lain:

1. Buaian kaliang atau Bianglala traditional ini masih memerlukan beberapa orang tenaga manusia sebagai penggerak untuk memutarnya.
2. Karena permainan ini masih memakai tenaga manusia sebagai sumber gerakan mengakibatkan putaran yang tidak konstan.
3. Karena banyaknya pengunjung biasanya buaian kaliang akan berlebihan beban yang disebabkan oleh tim pekerja tidak membatasi banyaknya penumpang.
4. Karena buaian kaliang ini masih memakai tenaga manusia maka waktu berputarnya buaian kaliang ini tidak menentu atau suka-suka yang memutar saja.

C. Batasan Masalah

1. Buaian Kaliang atau Bianglala yang akan dibuat pada tugas akhir ini berbentuk miniatur.
2. Buaian Kaliang atau Bianglala akan digerakkan dengan menggunakan Motor DC power window 12 Volt dengan menggunakan mikrokontroler ATmega8535, dan memakai *Sensor optocoupler* sebagai sensor kecepatan.
3. Pada percobaan tugas akhir ini akan diuji dengan berat 250 gram setiap kotak buaian kaliang ini. Karena buaian kaliang ini memiliki empat kotak, jadi jumlah beban alat ini adalah 1 kg.

4. Buaian Kaliang atau Bianglala ini akan berputar selama 200 detik ketika berkecepatan normal. Setelah 200 detik buaian kaliang (bianglala) akan berhenti.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat dibuat suatu perumusan masalah yaitu bagaimana merancang dan membuat alat pengendali kecepatan motor DC pada buaian kaliang (bianglala khas sumbar) menggunakan mikrokontroler ATmega8535.

E. Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Merancang dan membuat *hardware prototype* buaian kaliang.
2. Merancang dan membuat *software prototype* buaian kaliang.
3. Membuat sistem kendali motor DC sebagai penggerak pada buaian kaliang dengan menggunakan mikrokontroler ATmega8535.

F. Manfaat

1. Alat ini bermanfaat untuk membantu mempermudah menggerakkan putaran buaian kaliang (bianglala) tanpa memakai tenaga manusia dengan mengendalikan kecepatan putaran motor DC sebagai penggerak pada buaian kaliang (bianglala).
2. Dengan adanya alat ini maka akan mengurangi tenaga manusia dan putaran buaian kaliang akan lebih stabil.
3. Waktu berputar buaian kaliang yang sebelumnya tidak menentu, sekarang sudah bisa ditetapkan dengan memprogramkan pada mikrokontroler.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap peralatan pengendali kecepatan motor DC pada buaian kaliang menggunakan mikrokontroler ATmega8535 yang telah dirancang, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Telah berhasil dirancang *hardware prototype* buaian kaliang menggunakan mikrokontroler ATmega8535 .
2. Telah berhasil dirancang *software prototype* buaian kaliang menggunakan mikrokontroler ATmega8538.
3. Pengaturan kecepatan putaran motor DC dilakukan dengan mengatur tegangan input motor melalui pengaturan lebar pulsa penyalan Mosfet (PWM) pada rangkaian driver mosfet.

B. Saran

Adapun saran peneliti untuk pengembangan sistem alat ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang pengendali kecepatan motor DC pada buaian kaliang dengan menggunakan algoritma pengendali yang dapat menghasilkan respon item yang cukup baik dan dapat memperbaiki *error* yang lebih kecil lagi.
2. Penggunaan sensor pengukur kecepatan putar yang lebih presisi dalam menghitung kecepatan putar buaian kaliang
3. Perancangan hardware sistem yang lebih tangguh.

DAFTAR PUSTAKA

- Anna. 2014. Pedoman Menyusun *Flowchart* unit kerja. Surabaya: Rumah Sakit Bedah Surabaya.
- Budiharto, widodo. 2010. Robotika Teori dan Implementasi. Yogyakarta: Andi.
- Fitzgerald A.E., Kingsley C,Jr., D.Umans S. 1997. Mesin-Mesin Listrik. Jakarta : Erlangga
- Haryanto H dan Hidayat S. 2012. Perancangan Hmi (*Human Machine Interface*) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC. Banten: *Setrum*. Vol. 1, No. 2, ISSN : 2301-4652.
- Jaenal. 2009. *Optocoupler*. Jaenal91.wordpress.com. Diakses tanggal 9 Juli 2017.
- Kushagra. DataSheet LCD 16x2. <https://www.engineersgarage.com/electronic-components/16x2-lcd-module-datasheet>. Diakses tanggal 5 Juni 2017.
- Nurchahyo, Sidik. 2012. Aplikasi dan Teknik Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmel. Yogyakarta: Andi.
- Nugroho, Nalaprana. 2015. *Analisa Motor DC (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik*.
- Ogata, Katsuhiko. 1985. Teknik Kontrol Automatik Jilid 1 Edisi Pertama. (Edi Laksono. Terjemahan). Jakarta: Erlangga.
- Ogata, Katsuhiko. 1993. Teknik Kontrol Automatik. Jakarta: Erlangga
- Panuntun, Wahyunggoro, dan Prabowo. 2014. Pengendalian *Softstarting* Motor Listrik Dc Tanpa Beban Dengan *Fuzzy Logic* Berbasis PLC. Yogyakarta : *Jurnal Penelitian Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*. Vol. 1, No. 1.
- Petruzella, Frank D. 2001. Elektronik Industri. (Sumanto. Terjemahan). Yogyakarta: Andi.
- Rachmat, Antonius. 2010. Algoritma dan Pemrograman dengan Bahasa C. Yogyakarta: Andi.
- Saftari, Firmansyah. 2015. Proyek Robotik Keren dengan Arduino. Jakarta: Elex Media Komputido.