

**SISTEM MONITORING PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR DC
BERBASIS PC**

TUGAS AKHIR

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



Oleh

SANTI PRESTIKA DORA

1102270/2011

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

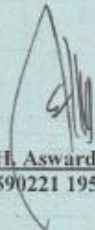
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Sistem Monitoring Pengendalian Kecepatan Motor DC Berbasis PC
Nama : Santi Prestika Dora
BP/NIM : 2011/1102270
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)

Padang, Agustus 2016

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Drs. H. Aswardi, MT
NIP. 19590221 195501 1014

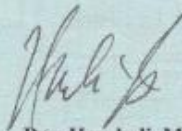
Pembimbing II



Asnil, S.Pd, M.Eng
NIP. 19811007200604 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR


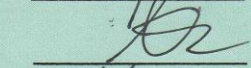
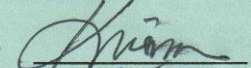
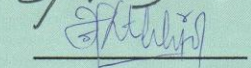
Sistem Monitoring Pengendalian Kecepatan Motor DC Berbasis PC

Oleh

Nama : Santi Prestika Dora
BP/NIM : 2011/1102270
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)

Dinyatakan LULUS Setelah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
Pada Tanggal 02 Agustus 2016

Dewan Penguji,

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Asnil, S.Pd.,M.Eng	
Anggota	: Drs. H. Aslimeri, M.T	
Anggota	: Dr. H. Krismadinata, S.T, M.T	
Anggota	: Hastuti, S.T., M.T	



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171



SURAT KETERANGAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Santi Prestika Dora
Nim/BP : 1102270/2011
Program Studi : Teknik Elektro Industri (D4)
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul "**Sistem Monitoring Pengendalian Kecepatan Motor DC Berbasis PC**" 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.

Padang, Agustus 2016

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

Saya yang menyatakan,



Santi Prestika Dora
NIM/BP. 1102270/2011

ABSTRAK

Santi Prestika Dora (1102270/2011) : Sistem Monitoring Pengendalian Kecepatan Motor DC Berbasis PC

**Pembimbing I
Pembimbing II**

**: Drs. H. Aswardi, M.T
: Asnil, S.Pd., M.Eng**

Secara umum pengendalian kecepatan motor listrik masih dilakukan secara manual yaitu dengan terjun langsung kelapangan untuk menekan tombol *push button*. Hal ini tentunya dinilai masih kurang efektif dan beresiko bagi operator yang bertugas karena dalam keadaan tertentu seperti lingkungan keberadaan motor yang ekstrim sebagai contoh keberadaan motor pada lingkungan berdebu yang membahayakan keselamatan operator dan berada pada lingkungan suhu yang panas atau pada lingkungan yang sulit dijangkau sebagai contoh berada pada ketinggian yang sulit untuk diakses dan berada pada ruangan bawah tanah yang minim penerangan dan sulit untuk dijangkau tentunya menghambat kinerja dari motor tersebut apabila terjadi *trouble*. Tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah untuk merancang suatu sistem pengendalian kecepatan motor listrik berbasis *Personal Computer*, motor listrik pada tugas akhir ini difokuskan pada jenis motor DC magnet permanen 12 Volt. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ATMeg8535 yang dirancang dalam bentuk *trainer* yang mana nantinya diharapkan dapat mengendalikan kecepatan motor dc melalui *Personal Computer*.

Perangkat yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah satu buah motor DC magnet permanen 12 Volt yang merupakan objek yang akan dikendalikan kecepatannya. Sensor *optocoupler* sebagai penghitung kecepatan putar dari motor DC. Pengendalian motor DC menggunakan metode PWM yaitu dengan mengatur lebar pulsa yang akan diumpankan ke *driver* motor DC. Semakin besar *duty cycle* maka kecepatan motor DC semakin cepat. Pengendalian dilakukan melalui *Personal Computer* mulai dari memasukkan *setpoint* sampai dengan melihat arah putaran motor. Hasil dari pengendalian motor yaitu berupa pembacaan kecepatan/RPM akan ditampilkan pada LCD dan *Personal Computer* dengan bantuan program *Visual Basic*.

Hasil dari perancangan *hardware* yang telah dibuat yaitu berupa *trainer* telah dapat bekerja sebagai pengendali kecepatan motor DC. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil pengujian masing-masing *hardware* yang telah dibuat berdasarkan *datasheet* masing-masing komponen yang digunakan pada rangkaian *hardware*. Dari pengujian yang telah dilakukan pada sistem secara keseluruhan, pengendalian kecepatan motor DC dapat dikendalikan ketika diberi beban bervariasi, mulai dari beban 2 *Ampere* sampai dengan beban 5 *Ampere*, hal ini terlihat pada tampilan LCD dan *Personal Computer* yaitu program *Visual Basic*.

Kata kunci : Motor DC magnet permanen, Mikrokontroler ATMega8535, Visual Basic 6.0

KATA PENGANTAR

مِحران محر لاله لاله سب

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **"SISTEM MONITORING PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR DC BERBASIS PC"**. 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 Drs. Aswardi, MT dan Bapak Asnil, S.Pd, M.Eng 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. H. Aslimeri, MT, Bapak Dr. H. Krismadinata, ST, MT dan Ibu Hastuti, ST, MT Selaku Tim Penguji.
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar, teknisi, serta staf administrasi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Kakanda Reza Deswandi tersayang yang selalu memberikan support dan mensponsori pendidikan penulis.

8. Sist gendut Sutri Ariani Putri yang selalu sabar dan mau mengalah buat penulis.
9. Teman seperjuangan yang tidak ada gantinya Freska Yuliani dan Mela Sari, yang selalu mensupport penulis dikala susah, sedih dan senang.
10. Heru Adi Prayitno sosok yang spesial di kehidupan penulis, yang tidak pernah bosan dan selalu sabar mendengarkan keluh-kesah penulis. Semangat terus dan penulis yakin kamu pasti bisa.
11. Pembimbing tiga dilapangan Adito Junanda, yang sabar dan mengajarkan hal-hal yang penulis tidak ketahui.
12. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang angkatan 2011 (dila, sari, khaida, atuak, daboy, asepe, darip, pakwo, al 45, dajib, panja, shofian, dadil, irfan, sandy dan lain-lain yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu-persatu).

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
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan.....	4
F. Manfaat.....	4
BABII KAJIAN TEORI	
A. Motor DC.....	6
1. Konstruksi Motor DC	8
2. Prinsip Kerja Motor DC	10
3. Karakteristik Motor DC.....	13
4. Pengaturan Kecepatan Motor DC.....	15
5. Membalik Putaran Motor DC.....	18
B. Mikrokontroler ATMEGA8535	18
1. Arsitektur ATMEGA8535	21
2. Peta Memori	22
C. Visual Basic	27
D. USB TO TTL.....	30
E. <i>Sensor Optocoupler</i>	31
F. PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>).....	35
A. Jenis PWM.....	36

B. Konsep Dasar PWM	38
C. Perhitungan <i>Duty Cycle</i> PWM	38
G. Driver Motor <i>H-Bridge</i>	39
H. LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	40
I. Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	42
3. Jenis-jenis <i>Flowchart</i>	43
4. Simbol-simbol <i>Flowchart</i>	44
 BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	
A. Perancangan Diagram Blok	46
B. Prinsip Kerja Alat	48
C. Perancangan Rangkaian Elektronik.....	49
1. Sistem Minimum ATMEGA8535	49
2. Rangkaian Driver Motor.....	51
3. Rangkaian Catu Daya (<i>Power Supply</i>)	51
4. Rangkaian LCD	52
5. Rangkaian Optocoupler	53
6. Rangkaian USB TO TTL.....	54
D. Perancangan Software... ..	55
1. Bascom AVR..... ..	55
2. Microsoft Visual Basic 6.0..... ..	55
E. <i>Flowchart</i> (Diagram Alir)... ..	56
F. Perancangan <i>Hardware</i>	59
G. Pembuatan Alat.....	62
 BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA	
A. Spesifikasi Pengujian.....	66
B. Pengujian dan Analisa Rangkaian.....	67
1. Hasil Pembuatan Tugas Akhir.... ..	67
2. Rangkaian Catu Daya.... ..	68
3. Rangkaian Sensor Optocoupler.... ..	71
4. Rangkaian Mikrokontroler ATMEGA8535.....	73

5. Pengujian USB TO TTL.....	75
6. Rangkaian LCD.....	77
7. Rangkaian Driver Motor.....	79
C. Analisa Pemograman.....	84
D. Pengujian dan Analisis Sistem Keseluruhan.....	90
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	99
B. Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagian Motor DC	8
2. Prinsip Motor Arus Searah	11
3. Rangkaian Ekuivalen Motor DC Magnet Permanen	12
4. Operasi Motor DC Magnet Permanen.....	13
5. Hubungan torsi dan kecepatan.....	14
6. Pengaturan Kecepatan dengan mengatur Medan Shunt	16
7. Pengaturan Kecepatan dengan mengatur tegangan sumber	17
8. Arah Medan Putar Motor DC	18
9. Blok Diagram Mikrokontroler.....	19
10. Memori Program dan Memori Data AVR ATMEGA8535.....	23
11. Konfigurasi ATMEGA8535	25
12. Tampilan Visual Basic 6.0.....	28
13. Form Visual Basic 6.0	29
14. Modul USB TO TTL	31
15. Sensor Optocoupler dan Piringan Sensor	33
16. Sinyal PWM	36
17. Rangkaian PWM Analog.....	36
18. Pembentukan Sinyal PWM.....	37
19. <i>Duty Cycle</i>	39
20. LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	41
21. Blok Diagram Alat.....	47
22. Sistem Minimum ATMEGA8535	50
23. Rangkaian Skematik Driver Motor.....	51
24. Rangkaian Skematik <i>Power Supply</i>	52
25. Rangkaian LCD	53
26. Rangkaian Sensor Optocoupler	53
27. Rangkaian USB TO TTL.....	54

28. Rancangan Tampilan Visual Basic.....	56
29. <i>Flowchart</i> Sistem.....	57
30. <i>Flowchart</i> Program.....	58
31. Perancangan Box Tampak Depan.....	60
32. Bentangan Box Alat.....	61
33. Alat Tampak Depan.....	67
34. Alat Tampak Atas.....	67
35. Alat Tampak Dalam.....	68
36. Pengujian <i>Power Supply</i> Keluaran 5VDC dan 12 VDC.....	69
37. Pengujian Sensor Optocoupler	72
38. Bentuk Gelombang Optocoupler	72
39. Pengujian Rangkaian Mikrokontroler.....	74
40. Koneksi USB TO TTL	76
41. Settingan hiperterminal BASCOM AVR	76
42. Hasil Pengujian USB TO TTL	77
43. Tampilan LCD tanpa program.....	78
44. Tampilan LCD setelah diberi program.....	78
45. Pengujian Driver Motor DC 12 Volt	79
46. Grafik Hubungan Kecepatan terhadap tegangan	83
47. Tampilan LCD.....	91
48. Tampilan VB dalam keadaan <i>Disconnect</i>	92
49. Tampilan VB dalam keadaan <i>Connect</i>	92
50. Tampilan LCD	93
51. Tampilan VB dengan Nilai Setpoint	93
52. Tampilan LCD dengan Nilai Setpoint	94
53. Tampilan VB dengan Pembacaan RPM dan Arah CW	94
54. Tampilan LCD dengan Pembacaan RPM dan Arah CW.....	95
55. Tampilan VB dengan Pembacaan RPM dan Arah CCW	95
56. Tampilan LCD dengan Pembacaan RPM dan Arah CCW.....	95
57. Tampilan VB Setelah di Stop	96

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Deskripsi pin-pin pada LCD	41
2. Simbol-simbol Standar dalam Flowchart.....	44
3. Alat dan Bahan pada Perancangan <i>Software</i>	55
4. Hasil Pengujian Power Supply.....	69
5. Hasil Pengujian Sensor Optocoupler	73
6. Pengukuran Mikrokontroler ATMEGA8535.....	74
7. Hasil Pengujian Driver Motor DC	80
8. Pengukuran Beban Kosong Setpoint Berubah-ubah.....	97
9. Pengukuran Berbeban dengan Setpoint Tetap	97
10. Pengukuran Berbeban dengan Setpoint Berubah-ubah.....	97

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Semakin berkembangnya peradaban manusia semakin tinggi pula keinginan dan kebutuhan dari manusia. Dengan didorong oleh perkembangan ilmu dan teknologi yang cukup pesat saat ini memberikan pengaruh di Indonesia yang bergerak dibidang perindustrian. Didalam suatu industri yang terdiri dari beberapa bagian seperti bagian produksi yang merupakan suatu bagian yang terpenting karena bagian ini bertanggung jawab penuh dalam menghasilkan produk yang akan disebarakan ke konsumen.

Teknologi yang berkembang saat ini adalah pengontrolan sebuah sistem dengan menggunakan komponen kecil yang diolah dengan menggunakan perintah-perintah dalam bentuk bahasa pemograman. Suyono (2009) mengatakan:

Mikrokontroler sebagai teknologi baru yaitu teknologi semikonduktor kehadirannya sangat membantu perkembangan dunia elektronika. Dengan arsitektur yang praktis tetapi muat banyak kandungan transistor yang terintegrasi, sehingga mendukung dibuatnya rangkaian elektronika yang lebih *portable*.

Perkembangan mikrokontroler ini juga sangat berpengaruh dalam kontrol daya, dimana teknologi mikrokontroler telah digunakan dalam sistem pengendalian kecepatan motor.

Roni (2012:1) mengemukakan bahwa “motor merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik”. Energi inilah yang digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya menggerakkan pompa, menggerakkan kompresor, mengangkat

bahan dan lain-lain. Motor juga banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga seperti menggerakkan *mixer*, bor listrik, kipas angin dan sebagainya

Motor DC atau motor arus searah termasuk dalam kategori jenis motor yang paling banyak digunakan baik dalam lingkungan maupun industri, peralatan rumah tangga hingga mainan anak-anak maupun sebagai piranti pendukung system instrumenstasi elektronik.

Teknologi yang berkembang saat ini membuat manusia ingin melakukan sesuatunya dengan mudah, seperti monitoring dan pengontrolan kecepatan putar motor DC. Pada umumnya pengontrolan atau pengendalian kecepatan putar motor DC masih dilakukan secara manual yaitu dengan menekan tombol pada *push button*. Hal ini tentunya dinilai masih kurang efektif dan beresiko bagi operator yang bertugas karena dalam keadaan tertentu seperti lingkungan keberadaan motor yang ekstrim sebagai contoh keberadaan motor pada lingkungan berdebu yang membahayakan keselamatan operator dan berada pada lingkungan suhu yang panas atau pada lingkungan yang sulit dijangkau sebagai contoh berada pada ketinggian yang sulit untuk diakses dan berada pada ruangan bawah tanah tentunya menghambat kinerja dari motor tersebut apabila terjadi *trouble*.

Solusi untuk mengatasi permasalahan diatas adalah merancang suatu alat yang bisa memonitoring dan mengendalikan kecepatan motor DC dengan memanfaatkan PC sebagai pengontrol sekaligus monitoring

dari kecepatan motor tersebut. Salah satu sistem monitoring yang paling mudah digunakan adalah dengan memanfaatkan *software* Visual Basic.6 sebagai *software Human Machine Interface*. Visual Basic disini tidak hanya berfungsi sebagai monitoring saja tetapi juga melakukan pengontrolan kecepatan dengan memasukkan setpoint yang diinginkan.

Dalam Tugas Akhir ini system pengontrolan dan monitoring yang akan dirancang menggunakan modul ATmega 8535. Pengontrolan dan monitoring dilakukan melalui Visual Basic. Semuanya akan direalisasikan dalam sebuah *trainer*. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka dirancanglah sebuah Tugas Akhir dengan judul “Sistem Monitoring dan Pengendalian Kecepatan Motor DC Berbasis PC”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, dapat diidentifikasi suatu masalah, yaitu pengawasan operasional kecepatan motor masih dilakukan secara manual dengan meninjau kelapangan sehingga masih dibutuhkan operator khusus.

C. Batasan Masalah

Dalam perancangan Tugas Akhir ini diperlukan pembatasan ruang lingkup untuk menghindari kerancuan dan pembahasan yang meluas dalam Tugas Akhir ini, diantaranya adalah:

1. Penggunaan motor DC sebagai alat yang dikendalikan.
2. Menggunakan modul ATMEGA8535
3. Bahasa pemograman yang digunakan *basic compiler* dan untuk interface menggunakan *Visual Basic.6*

4. Pengontrolan dan monitoring motor DC ini akan dibuat dalam bentuk *trainer*.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari identifikasi masalah dan rumusan masalah di atas, maka yang menjadi permasalahan adalah: Bagaimana merancang sebuah sistem monitoring untuk mengontrol kecepatan motor DC menggunakan software *Visual Basic.6*

E. Tujuan

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi tujuan yang diharapkan, yaitu:

1. Merancang program dan perangkat keras untuk sistem monitoring pengontrolan kecepatan motor DC dengan menggunakan Visual Basic 6.0
2. Melakukan pengujian program dan trainer untuk sistem monitoring pengontrolan kecepatan motor dc dengan menggunakan *Visual Basic 6.0* terhadap beban yang berbeda-beda.

F. Manfaat

Melalui tugas akhir ini diharapkan nantinya dapat memberi masukan dan berguna bagi setiap:

1. Pihak Jurusan Teknik Elektro dalam upaya pengembangan teknik kontrol kecepatan motor dan monitoring sebuah plant dari jarak jauh.
2. Pihak pengguna atau konsumen dalam hal ini setiap industri yang memanfaatkan kontrol dalam sistem produksinya sehingga dapat

mempermudah sistem kerja monitoring pada industri yang lebih kompleks.

3. Mahasiswa Teknik Elektro sebagai bahan referensi dalam pengontrolan kecepatan dan monitoring dengan PC.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

1. Rancangan trainer dan program mikrokontroler ATmega8535 dan aplikasi *Visual Basic* yang telah dibangun dapat berfungsi mengendalikan dan memonitoring kecepatan motor DC, secara keseluruhan maka dapat disimpulkan ATmega8535 dan aplikasi *Visual Basic* dapat bekerja sesuai dengan perancangan dan pengendalian kecepatan motor DC
2. Pengujian program dan trainer yang dilakukan pada beban nol (tanpa beban), kenaikan arus motor berbanding lurus dengan kecepatan putaran motor. Pada beban motor bervariasi, arus motor berbanding terbalik dengan kecepatan motor

B. Saran

Selama proses pembuatan Tugas Akhir ini, ditemukannya berbagai keterbatasan. Berikut akan dipaparkan beberapa saran-saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk mengembangkan sistem ini.

1. Sebelum membuat mekanik, buatlah gambaran dengan detail terlebih dahulu sebelum komponen dipasang dan dibangun.
2. Penyusunan algoritma dan *flow chart* dilakukan dengan sebaik mungkin agar mudah dipahami dan mudah diperbaiki jika terjadi kesalahan dalam penyusunan logika.
3. Pengecekan komoponen harus dilakukan sebelum komponen dilekatkan ke PCB agar rangkaian elektronik berjalan sesuai rancangan dan lebih menghemat waktu.
4. Sistem ini masih bisa dikembangkan lagi dengan fitur yang lebih canggih seperti penggunaan *Smartphone* sehingga jangkauan monitoringnya lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Baharuddin. 2012. *Sistem Kendali Kecepatan Motor DC Berbasis PWM (Pulse Width Modulation)*. Bahan Ajar. Sulawesi Tenggara: STMIK Kendari Sulawesi Tenggara.
- Basuki, Achmad. (2006). *Algoritma Pemrograman 2 Dengan Visual Basic 6.0*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November
- Datasheet Motor DC. <http://betawinger.gq/w166/12v-g geared-dc-motor-datasheet>. diakses tanggal 27 September 2015.
- Datasheet Optocoupler. <http://category.alldatasheet.com>. Diakses tanggal 27 September 2015.
- Margo, P. 1992. *Pembangkitan Sinyal PWM dengan Metoda Asymmetric Regular Sampled untuk Inverter 3 Fasa*. EEPIS-ITS.
- Petruzella, D Frank. 1996. *Elektronik Industri*. Yogyakarta: Andi
- Pitowarno, Endra. 2006. *Robotika: Disain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- Prapto, Yuli. 2009. *Bahan Ajar Algoritma dan Pemrograman*. Yogyakarta: Teknik Informatika STEMIK EL RAHMA Yogyakarta.
- Pulse Width Modulation. (Online). <http://digilib.ittelkom.ac.id>, diakses pada tanggal 28 September 2015.
- Setiawan, Afrie. 2011. *Mikrokontroler ATMEGA 8535 dan ATMEGA 16 menggunakan BASCOM – AVR*. Yogyakarta :Andi.
- Siswoyo. 2008. *Teknik Listrik Industri Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Syahrul. 2012. *Mikrokontroler AVR ATMEGA8535*. Bandung:Informatika
- Thomas, Sri, Widodo. 2002. *Elektronika Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Universitas Negeri Padang. 2009. *Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/ Skripsi*. Universitas Negeri Padang: Padang.
- Widodo, R. Budhi. 2009. *Embedded System Menggunakan Mikrokontroler dan Pemrograman C*. Yogyakarta: Andi