



TUGAS AKHIR – TM145502

**DESAIN KONTROLLER MOTOR DC BRUSH 1 FASA
UNTUK MOBIL NOGOGENI**

Aditya Kurniawan
NRP 1021140000089

Dosen Pembimbing
Dedy Zulhidayat Noor , ST., MT., Ph.D.
19751206 20051 1 002

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



TUGAS AKHIR – TM145502

**DESAIN KONTROLER MOTOR DC BRUSH 1
FASA UNTUK MOBIL NOGOGENI**

Aditya Kurniawan
1021140000089

Dosen Pembimbing
Dedy Zulhidayat Noor, ST, MT, PhD.
19751206 20051 1 002

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



FINAL PROJECT – TM145502

**DESIGN OF DC BRUSH MOTOR CONTROLLER 1
PHASE FOR NOGOGENI CAR**

Aditya Kurniawan
NRP 10211400000089

Advisor Lecturer
Dedy Zulhidayat Noor , ST., MT., Ph.D.
19751206 20051 1 002

Industrial Mechanical Engineering Departement
Faculty Of Vocational
Sepuluh November Institute Of Technology
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN KONTROLLER MOTOR DC BRUSH UNTUK MOBIL NOGOGENI

TUGAS AKHIR

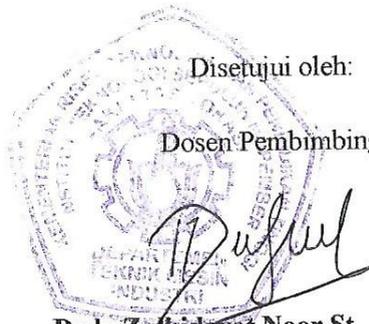
Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada Bidang Studi Manufaktur
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Aditya Kurniawan
NRP. 1021140000089

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing



Dedy Zuhidayat Noor St., Mt., Ph.D
NIP. 19751206 2005001 1 002

SURABAYA, JANUARI 2018

DESAIN KONTROLER MOTOR DC BRUSH 1 FASA UNTUK MOBIL NOGOGENI

Nama : Aditya Kurniawan
Nrp : 1021140000089
Program study : Departemen Teknik Mesin
Industri FV-ITS
Dosen Pembimbing : Dedy Zulhidayat Noor ST., MT.,
PhD.

ABSTRAK

Motor DC merupakan motor yang sangat sering dijumpai di dunia robotika. Salah satu alasannya adalah karena mudah untuk dikendalikan dalam arah putaran motornya, tidak hanya searah jarum jam tetapi juga berlawanan arah jarum jam. Motor DC Brushed sendiri mempunyai ciri khas dengan rancangan awal yang memiliki sikat karbon bergesekan dengan komutator untuk mengendalikan motor tersebut. Pilihan utama kenapa memilih motor DC Brushed adalah karena dalam mengatur sebuah torsi dan kecepatan motor sangatlah mudah. Pada laporan akhir ini akan membahas bagaimana cara membuat sebuah Kontroler untuk mengatur putaran dan kecepatan motor yang dibutuhkan untuk Mobil Nogogeni. Hasil yang diperoleh yaitu data berupa grafik seperti dutycycle, putaran motor, tegangan kerja dan arus kerja. Berdasarkan hasil tes parsial yang dilakukan menggunakan alat ukur yaitu osiloskop avo meter dan tachometer yang telah dilakukan untuk mengetahui data, menentukan komponen dan model sebuah Kontroler yang akan digunakan dan dilakukan pada sebuah pengambilan data di setiap komponen berupa grafik yang telah bekerja dengan benar dan sesuai. Selanjutnya akan dilakukan penelitian secara integrasi dimana Kontroler di pasang dengan seluruh komponen mobil dengan baterai 48V 12AH dan motor DC Brushed yang terpasang dengan sistem penggerak transmisi perbandingan sproket 18:40 mampu berjalan dengan kecepatan rata-rata 29 km/jam dengan amper rata-rata 4,8A.

*Kata kunci : Motor DC Brushed, Duty cycle, Kecepatan,
Tegangan Kerja, Arus Kerja*

DESIGN OF DC BRUSH MOTOR CONTROLLER 1 PHASE FOR NOGOGENI CAR

Name : Aditya Kurniawan
NRP : 1021140000089
Study program : Departemen Teknik Mesin
Industri FV-ITS
Advisor Lecturer : Dedy Zulhidayat Noor ST., MT.,
Ph.D.

ABSTRACT

DC Motor is the motor that is often found in Robotica sector. One of the reason is because easy to be managed in the rotation of motor, not only clock ways but also counter clock ways. DC Brushed Motor has special feature with first plan that has carbon brush rubs with commutator for managing that motor. The main choice why choose DC Brushed Motor is because in organising a torque and motor velocity are very simple. In this last project will discuss how to make a controller for managing motor rotation and velocity that are needed for Nogogeni Car. The obtained result is graph data like dutycycle, motor rotation, work voltage and work current. Based on the partial test result is carried out using measure tool that is osiloskop avo meter and tachometer that were carried out for knowing data, determining component and model of a controller that will be used and carried out on a data taker in every component like graph that was worked well. Furthermore, will be carried out research in a integration manner which controller is installed with all car components with battery 48V 12AH and DC Brushed motor that is installed with transmission activator system sprocket ratio 18:40 can run with velocity average 29 km/hours with ampere average 4,8A.

Keywords : DC Brushed Motor, dutycycle, velocity, work voltage and work current

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-NYA, sehingga penyusunan tugas Akhir yang berjudul :“ **DESAIN KONTROLER MOTOR DC BRUSH 1 FASA UNTUK MOBIL NOGOGENI**” dapat diselesaikan dengan baik.

Laporan ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri FV-ITS untuk bisa dinyatakan lulus.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis berusaha menerapkan ilmu yang didapat selama menjalani perkuliahan di Teknik Mesin Industri. Kiranya penulis tidak akan mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini tanpa bantuan, saran, dukungan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang senantiasa memberi dukungan moril dan materil.
2. Bapak Dedy Zulhidayat Noor, ST, MT, PhD selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, saran dan masukan saat mengerjakan Tugas Akhir ini sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini tepat pada waktunya.
3. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri FV-ITS. Terima kasih atas segala bantuan dan motivasinya.
4. Bapak Ir. Suharyanto, MSc selaku koordinator Tugas Akhir.
5. Tim dosen penguji yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam rangka perbaikan tugas akhir ini.
6. Segenap Bapak/Ibu Dosen Pengajar dan Karyawan di Departemen Teknik Mesin FV-ITS, yang telah

memberikan banyak ilmu dan pengetahuan selama penulis menuntut ilmu di kampus ITS.

7. Teman teman dari Team Nogogeni yang selalu senantiasa menemani dan membantu proses jalannya membuat tugas akhir ini dari awal pembuatan hingga akhir proses.
8. Teman teman angkatan 2014 yang senantiasa menemani dan mengingatkan proses berjalannya perkuliahan hingga masa perkuliahan berakhir.
9. Ayu ristia yang selalu memberikan dukungan moril semangat juang yang tinggi pada perkuliahan ini maupun kehidupan sehari hari.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari berbagai pihak. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan mahasiswa, khususnya Departemen Teknik Mesin Industri FV-ITS.

Surabaya, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan masalah.....	2
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Sistematika penulisan.....	3

BAB II DASAR TEORI

2.1. Motor DC Brush.....	5
2.1.1. Kerja Motor DC.....	6
2.1.2. Kelebihan dan kekurangan Motor DC Brush.....	7
2.2. Kontroler.....	8
2.2.1. Konverter.....	9
2.2.2. Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET).....	10
2.2.3. Simbol Rangkaian MOSFET.....	10
2.2.4. MOSFET Sebagai Switch.....	11
2.2.5. Mikrokontroler AtMega16.....	13
2.3. LCD.....	15
2.4. Pulse Width Modulation (PWM).....	16
2.5. Baterai.....	18
2.6. Osiloskop.....	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Blok Diagram Sistem Kontroler Motor.....	21
3.2. Blok Diagram Pengujian Parsial.....	22
3.2.1. Pengujian Minimum Sistem Atmega16.....	22
3.2.3. Pengujian Konverter Mosfet P75NF	25
3.3. Blok Diagram Pengujian Integrasi.....	26

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1. Pengambilan Data Karakteristik Motor.....	29
4.2. Perencanaan dan Pembuatan Konverter.....	30
4.3. Pembuatan Design Wiring.....	32
4.4. Pembuatan PCB.....	33
4.5. Pemrograman Pada Sistem Mikrokontroler.....	34
4.6. Uploading Program.....	34
4.7. Pengujian Parsial.....	35
4.8. Pengujian Rangkaian Gate driver MOSFET.....	36
4.9. Pengujian rangkaian konverter.....	37
4.10. Pengujian Integrasi Sistem.....	39

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	41
5.2. Saran.....	41

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Kerja Motor Dc	6
Gambar 2. 2 Kontroler Pabrikan	9
Gambar 2. 3 Rangkaian Konverter.....	9
Gambar 2. 4 Simbol Mosfet	11
Gambar 2. 5 Rangkaian Swith Pengendali	12
Gambar 2. 6 Bentuk Gelombang Tegangan Input Dan Output.	13
Gambar 2. 7 Konfigurasi Pin-Out ATmega16.....	14
Gambar 2. 8 LCD 20x4	15
Gambar 2. 9 Sinyal PWM	16
Gambar 2. 10 Pulsa PWM pada duty cycle yang berbeda-beda	17
Gambar 2. 11 Pulsa PWM.....	18
Gambar 2. 12 Baterai LiPo.....	19
Gambar 3. 1 Blok diagram system Kontroler motor	21
Gambar 3. 2 Flowchart Pengujian Mikrokontroler	23
Gambar 3. 3 Flowchart Pengujian Gate Driver Mosfet.....	24
Gambar 3. 4 Flowchart Pengujian Konverter.....	25
Gambar 3. 5 Integrasi Tes	27
Gambar 4. 1 Skematik Konverter.....	31
Gambar 4. 2 Software Desain Wiring	33
Gambar 4. 3 Layout PCB	33
Gambar 4. 4 Software Program Bascom-AVR	34
Gambar 4. 5 Software Upload Program Prog-ISP.....	35
Gambar 4. 6 Hasil Osiloskop Duty Cycle Atmega16.....	36
Gambar 4. 7 Hasil Osiloskop Gate Driver Mosfet Ir2110.....	37
Gambar 4. 8 Grafik Pengujian Konverter.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Hasil pengujian rpm dan tegangan kerja mobil tanpa beban.....	36
Tabel 2 Hasil Pengujian Konverter Tanpa Kontroller.....	41
Tabel 3 Pengujian Kontrol Dengan Tes Jalan.....	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Institut Teknologi Sepuluh November Departemen Teknik Mesin Industri memiliki suatu kegiatan mahasiswa yang bernama Nogogeni. Nogogeni adalah suatu kegiatan riset mobil listrik yang didalamnya beranggotakan mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri sendiri yang berajang dalam suatu perlombaan Nasional yaitu Kontes Mobil Hemat Energi dan Internasional yaitu Shell Eco-Marathon.

Shell Eco-Marathon adalah lomba yang sangat bergengsi dengan tema mobil hemat energi. Didalam perlombaan terdapat regulasi untuk mengikuti perlombaan tersebut. Dalam ajang lomba mobil hemat energi Shell Eco-Marathon terdapat regulasi terutama pada propulsion sistem harus memakai kontroler yang dibuat oleh mahasiswa dengan kata lain tidak boleh menggunakan Kontroler buatan pabrik. Sehingga mahasiswa harus dapat merangkai sebuah Kontroler penggerak motor listrik untuk dapat mengikuti perlombaan tersebut.

Dengan uraian tersebut maka penulis mempunyai sebuah gagasan untuk tugas akhir dengan tema pembuatan Kontroler Motor DC bertipe Brush 1 fasa dengan magnet permanen pada stator untuk Mobil Nogogeni. Kontroler yang diinginkan adalah Kontroler berbasis Mikrokontroler AVR dengan IC ATEMEGA 16. Harapan sebuah motor dengan pengaturan duty cycle pada program yang diatur dari pembukaan throttle dapat bekerja dengan kecepatan motor(rpm) yang linier . Sebuah reverensi dalam membuat Kontroler tersebut adalah Kontroler yang dibuat pabrikan untuk pengambilan data yaitu bentuk PWM output, Tegangan input

adalah baterai LiPo 48V, Tegangan kerja motor dan arus beban motor output dalam pengambilan data.

1.2. Rumusan masalah

Adapun Perumusan masalah dan penjabaran masalah yang akan dibahas dalam pengerjaan tugas akhir ini meliputi :

1. Bagaimana cara mengetahui karakteristik Motor DC *Brush* ?
2. Bagaimana membuat desain Kontroler Motor DC *Brush* ?
3. Bagaimana cara melakukan pengujian Kontroler Motor DC *Brush* ?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan tugas akhir ini adalah bagaimana membuat Kontroler Motor DC Brush untuk mobil Nogogeni ITS team yang efisien guna mengikuti ajang Shell Eco-Marathon.

1.4. Batasan masalah

1. Motor yang digunakan adalah BDC 1 fasa tipe magnet permanen sebagai stator.
2. Baterai yang digunakan adalah baterai LiPo 48V 12AH.
3. Kontroler untuk motor DC 350 watt
4. Kontroler motor BDC dirancang dengan Mikrokontroler AVR dengan ic ATMEGA16.
5. Pemrograman ATMEGA16 menggunakan software BASCOM-AVR
6. Pengujian Kontroler motor buatan pabrik dan Kontroler yang berbasis AVR menggunakan osiloskop untuk mengetahui gelombang PWM yang dihasilkan oleh Kontroler.
7. Parameter pengambilan data adalah Voltage, pengaturan dutycycle, rpm motor, arus motor dan respon motor

ketika tanpa adanya pembebanan dan diberi pembebanan.

8. Dilakukan tes jalan dicari kecepatan mobil (km/jam) dan pick amper yang dibutuhkan ketika Kontroler mendapatkan beban mobil dan driver.

1.5. Manfaat

1. Mahasiswa dapat mengatasi *trouble shooting* pada *Propulsion System* Mobil Nogeni.
2. Mahasiswa dapat merangkai dan membuat Kontroler Motor DC *Brush*.
3. Mahasiswa dapat mengetahui cara pengujian Kontroler.
4. Mengetahui perbedaan dalam hasil simulasi dan tes jalan.

1.6. Sistematika penulisan

➤ BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini diuraikan latar belakang, pepersamaan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

➤ BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Pada bagian ini diuraikan beberapa landasan teori dan hasil penelitian sebelumnya.

➤ BAB III METODE PENELITIAN

Pada bagian ini akan diuraikan metode penelitian, spesifikasi peralatan yang akan dipakai dalam pengujian, cara pengujian, dan data yang diambil.

➤ BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Dalam bab ini dibahas tentang hasil pengujian dan analisis dari data yang didapat dari hasil penelitian.

➤ BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini berisi kesimpulan hasil penelitian serta saran- saran konstruktif untuk penelitian selanjutnya.

➤ **DAFTAR PUSTAKA**

Pada bagian ini berisi sumber sumber yang didapatkan dalam penulisan buku tugas akhir ini.

➤ **LAMPIRAN**

Pada bagian ini terdapat gambar-gambar ataupun data-data penting yang tidak dilampirkan didalam kelima bab diatas

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Motor DC Brush

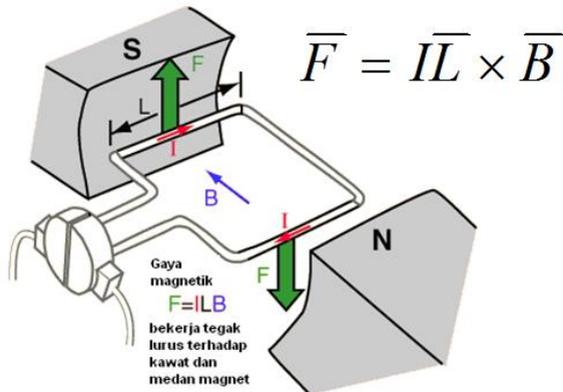
Motor DC merupakan Motor yang sangat sering dijumpai di dunia robotika. Salah satu alasannya adalah karena mudah untuk dikendalikan dalam arah mutaran motornya, baik dalam searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam. Motor *Brush* sendiri mempunyai ciri khas dengan rancangan awal memiliki sikat karbon yang menempel pada komutator untuk mengendalikan motor tersebut. Pilihan utama kenapa memilih motor *Brush* adalah karena dalam segi mengatur sebuah torsi dan kecepatan motor yang sangat mudah.

Motor DC Brush merupakan motor listrik dengan menggunakan sistem mekanik *commutated* dengan sumber arus searah DC. Motor DC Brush memiliki beberapa komponen utama untuk dapat mengkonfersikan energi listrik menjadi energi mekanik yaitu stator dan sistem komutasi mekanik seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 dan 2.

Stator dalam Motor DC Brush ini kebanyakan berupa magnet permanen seperti yang ditunjukkan pada gambar 3 dan 4 . Namun terkadang juga ada yang berupa dalam bentuk kumparan yang berbeda pada inti besi. Rotor pada motor jenis ini biasanya berupa kumparan yang digulung dalam suatu inti besi. Sedangkan motor ini menggunakan sistem *mechanical commutated* yang mana ada sepasang *Brush* terbuat dari karbon yang bersentuhan dengan *commutator*. Adapun fungsi *comutator* yaitu menghubungkan daya dari sumber arus searah terhadap kumparan.

Pada dasarnya prinsip kerja dari Motor DC Brush ini dapat dilihat pada gambar 2.1. dimulai jika arus lewat pada

suatu konduktor melingkar sehingga timbul medan magnet disekitar konduktor. Timbulnya medan magnet ini memicu adanya dorongan dan tarikan rotor dan stator sehingga timbulnya gaya. Akibat adanya gaya ini sehingga timbulnya torsi yang membuat motor berputar dengan kecepatan.



Gambar 2. 1 Prinsip Kerja Motor Dc

(sumber: [http://2.bp.blogspot.com/-e7Mhil-mhqM/VFopJixHCII/AAAAAAAAABA/d6VhKkcgwSM/s1600/unduhuan%2B\(2\).jpg](http://2.bp.blogspot.com/-e7Mhil-mhqM/VFopJixHCII/AAAAAAAAABA/d6VhKkcgwSM/s1600/unduhuan%2B(2).jpg))

2.1.1. Kerja Motor DC

Setiap konduktor yang dialiri arus, maka disekeliling konduktor tersebut akan timbul medan magnet. Arah medan magnet dapat ditentukan dengan aturan genggaman tangan kanan. Ibu jari menunjukkan arah aliran arus dan empat jari yang lain menunjukkan arah garis fluks. Kuat medan magnet sebanding dengan besarnya arus yang mengalir pada

konduktor tersebut. Pada kumparan tersebut akan timbul medan magnet yang melingupi kumparan jangkar. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik berlangsung melalui medan magnet. Dengan adanya kutub-kutub magnet maka akan dihasilkan medan magnet dengan arah dari kutub utara ke kutub selatan. Jika medan magnet memotong kawat penghantar yang dialiri arus maka akan timbul gaya magnet.[5]

$$F = B \cdot i \cdot L \quad (2.1)$$

Dengan:

$$F = \text{Gaya Lorenz} \quad (\text{N})$$

$$B = \text{Rapat fluks magnetik} \quad (\text{T})$$

$$I = \text{Arus magnetisasi} \quad (\text{A})$$

$$L = \text{Panjang konduktor medan magnet} \quad (\text{m})$$

(Sumber :Stephen J. Chapman, “*Electric Machinery Fundamentals 4th Edition*”, McGraw-Hill, New York, 2005)

2.1.2. Kelebihan dan kekurangan Motor DC Brush

Motor DC Brush merupakan motor dengan sumber tegangan searah yang memiliki konstruksi yang tidak begitu rumit . dengan desain dari konstruksi motor Brush dapat dilihat adanya kelebihan dan kekurangan. Berikut merupakan kelebihan dan kekurangan Motor DC Brush:

Kelebihan:

1. Lebih ringan karena dua magnet saja sudah cukup untuk dapat berputar sehingga gaya inersia relatif rendah.
2. Tidak memerlukan kontrol Driver untuk dapat menjalankannya.

3. Lebih mudah dalam pengaturan kecepatannya.
4. Harga dari motor tersebut juga relatif murah.

Kekurangan:

1. Mengeluarkan suara berisik karena adanya gesekan antara brush dan komutator.
2. Terdapat kerugian gesekan.
3. Karena jumlah magnet tidak terlalu banyak maka motor ini cenderung memiliki daya output yang kecil.
4. Usia motor lebih cepat

2.2. Kontroler

Kontroler pada Motor DC *Brush* berperan sangat penting dan dapat dikatakan sebagai penunjang utama operasi motor DC *Brush* karena motor DC *Brush* membutuhkan suatu trigger pulsa yang masuk ke bagian elektromagnetik (stator) motor DC *Brush* untuk memberikan pengaturan besarnya arus yang mengalir sehingga putaran motor dapat diatur secara akurat.

Motor DC *Brush* tidak membutuhkan inverter untuk mengubah tegangan DC ke AC karena dengan konstruksi motor DC *Brush* sendiri yang sangat simpel dengan konstruksi hanya 1 fasa segingga tidak membutuhkan inverter seperti motor 3 fasa. Berdasarkan kemampuan control power supply.

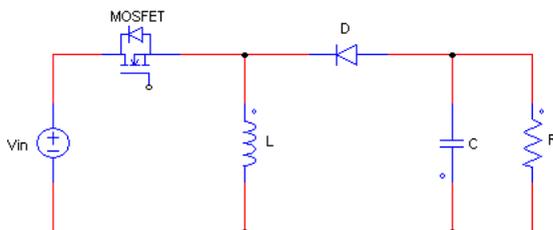
Kita dapat memilih dengan tepat rating tegangan untuk motor yang dibutuhkan. Untuk tegangan 48 volt atau kurang dari itu, biasanya digunakan untuk bidang otomotif, robotic atau penggerak lengan mekanik kecil. Untuk rating tegangan 100 volt atau lebih digunakan dalam bidang otomasi industri dan penggerak alat-alat industri. Pada mobil Nogogeni juga terdapat Kontroler pabrik dengan rating tegangan 48 V yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2. 2 Kontroler Pabrik

2.2.1. Konverter

Konverter merupakan suatu DC – DC konverter yang digunakan untuk menurunkan ataupun menaikkan suatu tegangan DC ke level tegangan DC yang diinginkan. Komponen utama pada rangkaian konverter adalah sumber tegangan input DC, mosfet, diode, filter kapasitor, dan beban resistansi. Pada Gambar 3.3 ditunjukkan skema rangkaian konverter.



Gambar 2. 3 Rangkaian Konverter

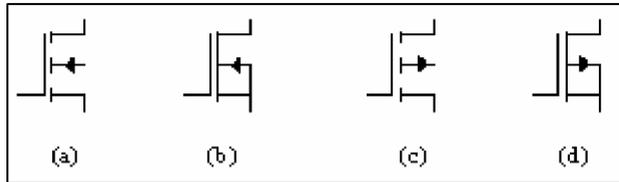
Pensaklaran dapat berupa transistor, mosfet maupun IGBT. Kondisi saklar terbuka dan tertutup ditentukan oleh sinyal PWM. Prinsip kerja rangkaian konverter ini adalah dengan kendali pensaklaran ditentukan oleh isyarat PWM.

2.2.2. Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET)

Dalam JFET, besar keefektifan pada channel dikontrol oleh medan listrik yang diberikan ke channel melalui P-N junction. Bentuk lain dari piranti pengaruh medan dicapai dengan penggunaan bahan elektroda gate yang dipisahkan oleh lapisan oxide dari channel semikonduktor. Pengaturan metal oxide semikonduktor (MOS) memungkinkan karakteristik channel dikontrol oleh medan listrik dengan memberikan tegangan diantara gate dan body semikonduktor dan pemindahan melalui lapisan oxide. Seperti halnya piranti yang disebut dengan MOSFET atau MOS Transistor. Hal ini penting digaris bawahi dengan kenyataan bahwa IC lebih banyak dibuat dengan piranti MOS dari pada jenis piranti semikonduktor lain. Ada dua tipe MOSFET. Jenis deplesi MOSFET mempunyai tingkah laku yang sama dengan JFET pada saat tegangan gate nol dan tegangan drain tetap, arus akan maksimum dan kemudian menurun dengan diberikan potensial gate dengan polaritas yang benar (piranti normally on). Jenis yang lain dari piranti ini disebut dengan Enhancement MOSFET yang menunjukkan tidak ada arus pada saat tegangan gate nol dan besar arus keluaran besar dengan bertambah besar potensial gate (normally off). Kedua tipe dapat berada dalam salah satu jenis channel P atau N.

2.2.3. Simbol Rangkaian MOSFET

Terdapat 4 simbol yang digunakan untuk MOSFET yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Simbol-simbol pada Gambar (a) dan (b) merupakan Mosfet tipe N yang digunakan untuk *enhancement* dan *depletion device*. Simbol pada Gambar (c) dan (d) merupakan MOSFET tipe P yang digunakan pada mode *enhancement* dan *depletion device* .[2]



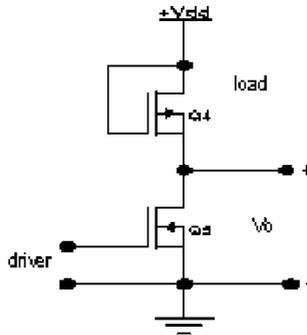
Gambar 2. 4 Simbol Mosfet

Sumber;<http://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/23979/ST/MICROELECTRONICS/P75NF.html>

Pengertian positif untuk semua terminal arus menuju ke dalam piranti. Kemudian MOSFET channel N, I_d adalah positif dan I_s adalah negatif. Ketika $I_d = I_s$, I_g sebenarnya berharga nol. Tegangan drop diantara *drain* dan *source* didesain oleh V_{ds} , V_{gs} digunakan untuk menunjukkan tegangan drop dari *gate* ke *source*. Untuk MOSFET *channel* P digunakan dengan arah *reverse*. Terminal arus dan terminal tegangan adalah negatif sebanding dengan kualitas MOSFET *channel* N. *Source* dan *substrate* dihubung singkatkan di dalam MOSFET channel P yang standar.

2.2.4. MOSFET Sebagai Switch

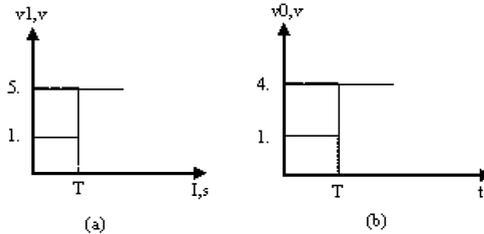
MOSFET digunakan secara ekstensif dalam rangkaian digital, piranti ini memiliki karakteristik *switch*. Rangkaian yang ditunjukkan pada Gambar 2.5 menunjukkan pengoperasian *switch* pengendali.



Gambar 2. 5 Rangkaian Swicth Pengendali

Driver untuk menyulut gate mosfet diibaratkan seperti switch on atau off. Ketika gate mosfet tertrigger oleh tegangan, maka mosfet seperti switch close. Adapun pada rencana penelitian ini, mosfet yang akan dipergunakan adalah tipe P75NF.

Bentuk gelombang tegangan masukan dan keluaran rangkaian dapat dilihat pada Gambar 2.6 Untuk $t < T$, tegangan input 1,5 Volt, kemudian karakteristik $V_0 - V_1$ pada Gambar 10 dapat diketahui bahwa $V_0 = 4$ Volt. Arus pada rangkaian ID_1 adalah nol. Karakteristik switch open ini seperti tegangan yang melewati switch cukup besar, sedangkan arus adalah nol. Untuk $t > T$, tegangan masukan adalah 5 Volt, $V_0 = 1,5$ Volt dan $ID_1 = 250 \mu A$. [4]



Gambar 2. 6 Bentuk Gelombang Tegangan Input Dan Output.

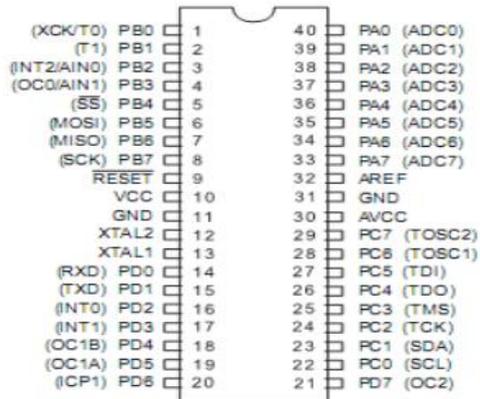
2.2.5. Mikrokontroler AtMega16

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (chip). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM, RAM, beberapa masukan maupun keluaran, dan beberapa peripheral seperti pencacah/pewaktu, ADC (Analog to Digital converter), DAC (Digital to Analog converter) dan serial komunikasi.

Salah satu Mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu Mikrokontroler AVR. AVR adalah Mikrokontroler RISC (Reduce Instruction Set Computer) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. Secara umum Mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan ATtiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fiturnya. Seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal Mikrokontroler ATmega16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya Arithmetic and Logical Unit (ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan

mikroprosesor, Mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesoranya (in chip). Ditunjukkan pada gambar 2.7 adalah konfigurasi pin pada Mikrokontroler ATMEGA16. [3]

Secara garis besar Mikrokontroler ATmega 16 terdiri dari :



Gambar 2. 7 Konfigurasi Pin-Out ATmega16[3]

- memiliki kapasitas flash memori 16 Kbyte,EEPROM 512 Byte dan SRAM 1Kbyte.
- Saluran I/O 32 buah.
- CPU yang terdiri dari 32 register
- User interupsi internal dan eksternal
- Bandar antarmuka SPI dan BANDAR USART sebagai komunikasi serial
- Fitur Peripheral

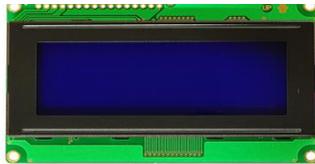
Fitur Peripheral Mikrokontroler ATmega16 terdiri dari :

1. Dua buah 8-bit timer/counter dengan prescaler terpisah dan mode compare
2. Satu buah 16-bit timer/counter dengan prescaler terpisah, mode compare, dan mode capture
3. Real time counter dengan osilator tersendiri
4. Empat kanal PWM dan Antarmuka komparator analog
5. kanal, 10 bit ADC
6. Byte-oriented Two-wire Serial Interface
7. Watchdog timer dengan osilator internal

(Sumber;<http://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/78532/ATMEL/ATMEGA16.html>)

2.3. LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan alat yang dapat dengan mudah dihubungkan ke Mikrokontroler untuk menampilkan karakter, huruf, angka ataupun grafik. LCD ini mempunyai ukuran lebar display 4 baris 20 kolom atau bisa disebut sebagai LCD Character 20x4. LCD ini digunakan untuk menampilkan arus, tegangan dan kecepatan motor DC. Bentuk umum dari LCD 20x4 dapat dilihat pada Gambar 2,8.



Gambar 2. 8 LCD 20x4

Sumber;<http://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/203232/VISHAY/LCD-016M002A.html>

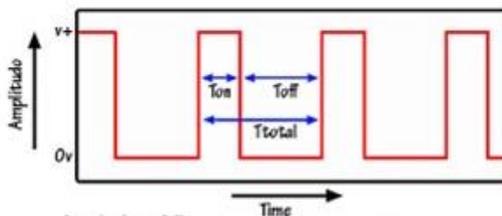
Module LCD 20x4 dengan konektor I2C/TWI merupakan produk dengan *high speed serial bus*. Produk ini dikhususkan bagi

Anda yang memiliki keterbatasan pin IO dalam project Mikrokontroler. Dengan modul display ini, pengguna cukup menggunakan 2 pin Mikrokontroler untuk mengaktifkan LCD.

2.4. Pulse Width Modulation (PWM)

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam satu periode, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, audio effect dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya.

Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *duty cycle* bervariasi antara 0% hingga 100% seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Sinyal PWM

$$T_{total} = T_{on} + T_{off}$$

$$D = \frac{T_{on}}{T_{total}}$$

$$V_{out} = D \times V_{in}$$

$$V_{\text{out}} = \frac{T_{\text{on}}}{T_{\text{total}}} \times V_{\text{in}}$$

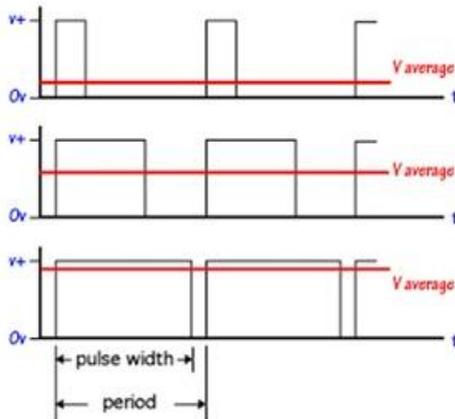
Dimana :

T_{on} = Waktu pulsa “High”

T_{off} = Waktu pulsa “Low”

D = Duty cycle adalah lamanya pulsa high dalam satu periode

Dari persamaan diatas, diketahui bahwa perubahan *duty cycle* akan merubah tegangan output atau tegangan rata-rata seperti gambar 2.10 yaitu menunjukkan *Pulsa PWM pada duty cycle yang berbeda-beda*

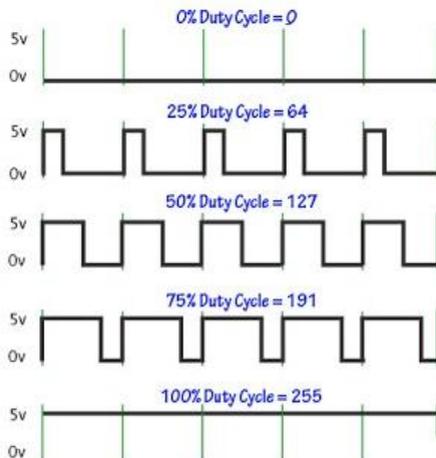


Gambar 2. 10 Pulsa PWM pada duty cycle yang berbeda-beda

Sumber; http://andri_mz.staff.ipb.ac.id/pulse-widthmodulation-pwm/

PWM merupakan salah satu teknik untuk mendapatkan sinyal analog dari sebuah piranti digital. Sebenarnya sinyal PWM dapat dibangkitkan dengan banyak cara, secara analog menggunakan IC op-amp atau secara digital.

Secara analog setiap perubahan PWM-nya sangat halus, sedangkan secara digital setiap perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi PWM itu sendiri. Resolusi adalah jumlah variasi perubahan nilai dalam PWM tersebut. Misalkan suatu PWM memiliki resolusi 8 bit, berarti PWM ini memiliki variasi perubahan nilai sebanyak 256 variasi mulai dari 0 – 225 perubahan nilai yang mewakili duty cycle 0% – 100% dari keluaran PWM tersebut seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.11 pulsa PWM.[5]



Gambar 2. 11 Pulsa PWM

Sumber;

<http://kecoakacau.blogspot.com/2011/02/membangkitkan-pwmdengan-mikrokontroler.html>

2.5. Baterai

Baterai adalah salah satu alat penting untuk penyimpanan dan konversi energi yang bekerja berdasarkan prinsip elektrokimia. Jadi, baterai sebenarnya merupakan sebuah sel elektrokimia.

Berdasarkan cara kerjanya, sel elektrokimia dapat dibagi menjadi dua, yaitu: sel galvanis dan sel elektrolisa. Sel galvanis, yang juga disebut sel volta, merubah energi kimia menjadi kerja listrik sedangkan sel elektrolisa merubah kerja listrik untuk menggerakkan reaksi kimia tak spontan. Dalam baterai biasa, komponen kimia terkandung dalam alat itu sendiri. Jika reaktan dipasok dari sumber luar ketika dikonsumsi, alat ini disebut sel bahan bakar (fuel cell). Komponen utama sebuah baterai terdiri dari dua bahan konduktor tak sejenis (elektroda) yang dicelupkan dalam larutan yang mampu menghantarkan listrik (elektrolit). Salah satu elektroda akan bermuatan listrik positif dan yang lain negatif. Ujung elektroda yang menonjol diatas elektrolit dikenal sebagai terminal positif dan terminal negatif. Ketika kedua terminal dihubungkan dengan kawat konduktor (mis.: tembaga), arus listrik akan mengalir melalui kawat dari terminal negatif ke positif. Beda potensial atau tekanan listrik antar terminal tergantung pada bahan elektroda dan elektrolit dan diukur dalam volt. Dalam pemakaiannya, baterai ada yang tidak bisa diisi ulang dan ada yang bisa diisi ulang. Jenis baterai yang tidak bisa diisi ulang disebut baterai primer dan yang bisa diisi ulang disebut baterai sekunder.[5]



Gambar 2. 12 Baterai LiPo

2.6. Osiloskop

Secara umum osiloskop berfungsi untuk menganalisa tingkah laku besaran yang berubah-ubah terhadap waktu yang ditampilkan pada layar, untuk melihat bentuk sinyal yang sedang diamati. Dengan Osiloskop maka kita dapat mengetahui berapa frekuensi, periode dan tegangan dari sinyal. Dengan sedikit penyetelan kita juga bisa mengetahui beda fasa antara sinyal masukan dan sinyal keluaran. Ada beberapa kegunaan osiloskop lainnya, yaitu:

- Mengukur besar tegangan listrik dan hubungannya terhadap waktu.
- Mengukur frekuensi sinyal yang berosilasi.
- Mengecek jalannya suatu sinyal pada sebuah rangkaian listrik.
- Membedakan arus AC dengan arus DC.
- Mengecek noise pada sebuah rangkaian listrik dan hubungannya terhadap waktu.

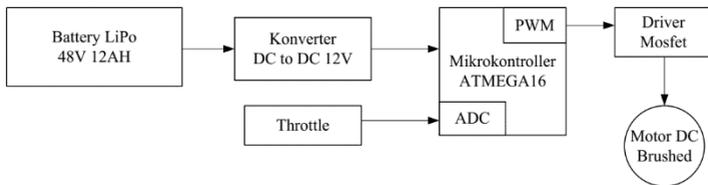
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini akan diuraikan metode penelitian, spesifikasi peralatan yang akan dipakai dalam pengujian, cara pengujian, dan data yang diambil.

3.1. Blok Diagram Sistem Kontroler Motor

Sebelum melakukan pembuatan sistem yang meliputi perangkat lunak dan perangkat keras, diperlukan diperlukan sebuah perencanaan sistem berupa blok diagram yang dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Blok diagram system Kontroler motor

Pada perancangan sistem ini perangkat keras yang digunakan yaitu baterai 3.7 volt 12 Ah yang dipasang secara seri 13 sehingga menjadi 48 volt, Konverter, minimum sistem Mikrokontroler ATMEGA 16, LCD 20x4, dan 1 buah motor DC. Pada sistem ini digunakan motor DC yang berfungsi sebagai penggerak utama pada mobil Nogogeni. Untuk mengatur besarnya tegangan yang diinputkan pada motor DC digunakan rangkaian Konverter. Besarnya tegangan keluaran akan berpengaruh pada besarnya kecepatan putar motor penggerak mobil tersebut. Sensor kecepatan untuk mendeteksi kecepatan yang berada pada putaran motor yang

nantinya akan ditampilkan pada speed meter yang digunakan untuk memonitoring berapa kecepatan mobil ketika dilakukan tes jalan.

Berdasarkan blok diagram, perancangan dan pembuatan perangkat keras dan lunak pada tugas akhir ini meliputi sebagai berikut :

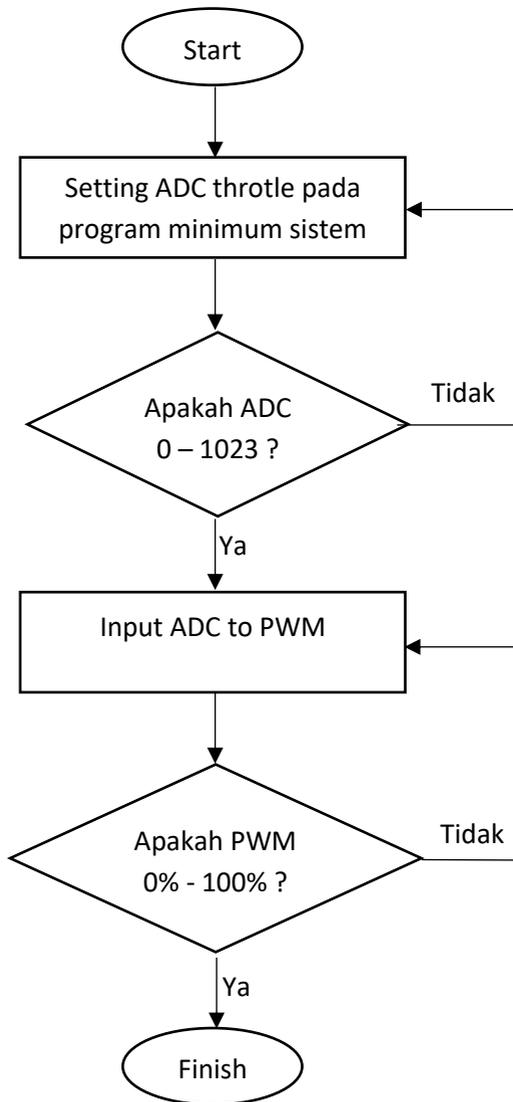
1. Pengambilan data karakteristik motor DC.
2. Perencanaan mekanik penggerak mobil.
3. Perencanaan *baterai (accumulator)*.
4. Perencanaan pembangkitan sinyal PWM menggunakan Mikrokontroler ATMEGA16.
5. Perencanaan dan pembuatan rangkaian *Gate Driver Mosfet* dengan menggunakan ic IR2110
6. Perencanaan dan pembuatan rangkaian Konverter.

3.2. Blok Diagram Pengujian Parsial

Adapun metode penelitian dengan sistem partial tes untuk mengetahui spesifik dari setiap komponen seperti yang dijelaskan berikut ini:

3.2.1. Pengujian Minimum Sistem Atmega16

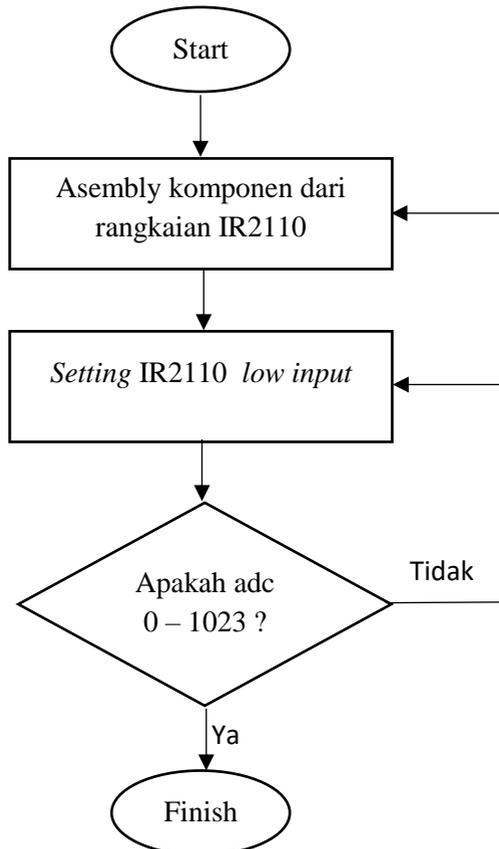
Pada pengujian minimum sistem ini dijelaskan bagaimana cara pengambilan data dari minimum sistem yang meliputi duty cycle dan tegangan output menggunakan osiloskop yang ditunjukkan pada gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Flowchart Pengujian Mikrokontroler

3.2.2. Pengujian Gate Driver Mosfet IC IR2110

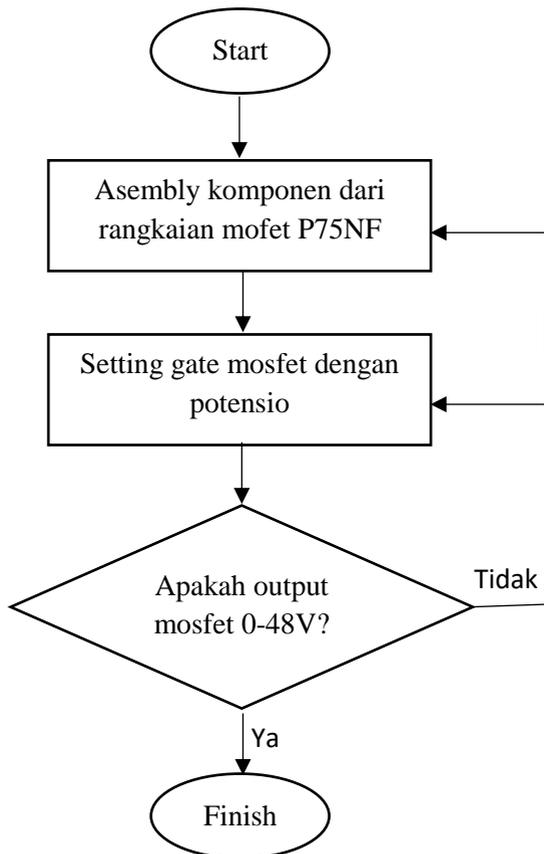
Pada pengujian gate driver mosfet IC IR2110 ini dijelaskan bagaimana cara pengambilan data output dari IC IR2110 yang meliputi duty cycle dan tegangan output menggunakan osiloskop:



Gambar 3. 3 Flowchart Pengujian *Gate Driver Mosfet*

3.2.3. Pengujian Konverter Mosfet P75NF

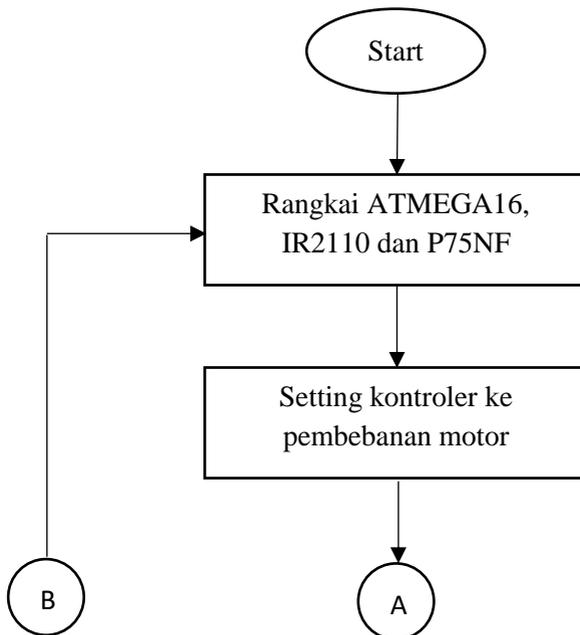
Pada pengujian konverter mosfet P75NF ini dijelaskan bagaimana cara pengambilan data output dari P75NF yang meliputi tegangan output dapat mengeluarkan tegangan hingga 48V yang di ukur mrnggunakan avo meter.

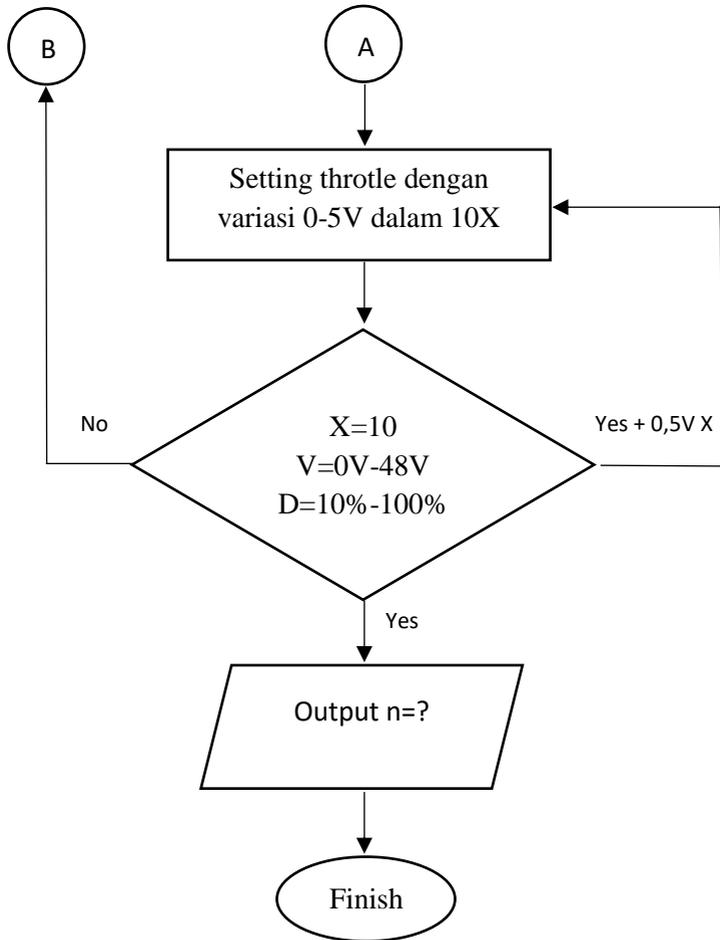


Gambar 3. 4 Flowchart Pengujian Konverter

3.3. Blok Diagram Pengujian Integrasi

Pada pengujian itegrasi ini dijelaskan bagaimana cara pengambilan data output berupa rpm yaitu dengan merangkai semua part yang telah teruji parsial dan dihubungkan kepada motor dc dan baterai dengan tegangan 48V 12AH. pengujian dilakukan dengan mengukur kecepatan motor menggunakan tachometer dan joulemeter untuk memonitoring. Beikut adalah gambar flowchart bagaimana metode pengujian integrasi.





Gambar 3. 5 Integrasi Tes

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

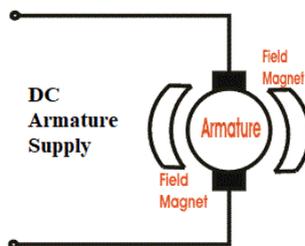
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab IV ini akan dibahas pengujian data dari sistem yang telah dibuat serta analisisnya. Adapun perencanaan pembuatan kontroler motor dc brush dan pengambilan data disertai dengan parameter eksperimen, karakteristik data, skenario uji coba. Selanjutnya akan diuraikan tentang tiap poin dari sistematika penelitian. Adapun metode pengujian data dapat dijelaskan pada sub berikut ini.

4.1. Pengambilan Data Karakteristik Motor

Pada pengambilan data karakteristik motor yang digunakan pada mobil nogogeni yang diketahui dari label motor adalah daya motor 350W dan tegangan 48V. Adapun pengambilan data secara aktual untuk mengetahui tipe motor, respon motor dan rpm.

Setelah dilakukan pengambilan data untuk mengetahui tipe motor didapatkan hasil motor menggunakan magnet permanen dan brush pada stator sebagai sistem komutasi sedangkan lilitan dirangkaian pada rotor dengan model 1 fasa sehingga diketahui tipe motor adalah motor dc brush 1 fasa dengan magnet terpisah.



Adapun data yang diambil dari motor tersebut dengan motor dirangkai menggunakan kontroler buatan pabrikan sebagai

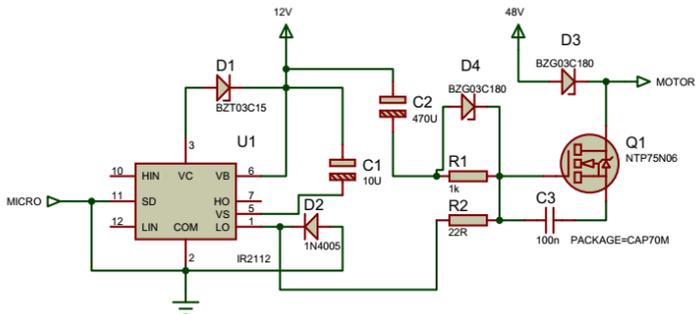
reversi output dalam pembuatan kontroler dalam bentuk output rpm yang ditunjukkan pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Pengujian Putaran Motor

No.	Tegangan (V)	Arus (A)	Kecepatan (rpm)
1	0	0	0
2	5	0,04	54
3	10	0,08	108
4	15	0,12	167
5	20	0,16	228
6	25	0,2	277
7	30	0,24	343
8	35	0,28	390
9	40	0,32	445
10	45	0,36	498
11	52	0,41	580

4.2. Perencanaan dan Pembuatan Konverter

Konverter pada perencanaan laporan akhir ini digunakan untuk mengatur tegangan *output* sesuai dengan perubahan kecepatan putar motor DC dengan tegangan *input* yang berasal dari baterai. Perencanaan desain Konverter dapat ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Skematik Konverter

Rangkaian Konverter seperti ditunjukkan pada Gambar 19. pada tugas akhir ini menggunakan 1 buah mosfet P75NF.

Parameter yang diperlukan untuk mendesain Konverter agar didapatkan tegangan keluaran maksimal dari Konverter sebesar 48V DC :

- a) Tegangan masukan (V_{in}) = 48 V
- b) Tegangan keluaran (V_{out}) = 48 V
- c) Efisiensi (η) = 90 %
- d) Daya keluaran (P_o) = 350 W
- e) Daya masukan (P_{in}) = $\frac{P_o}{\eta} = \frac{350}{0,9} = 288,8 W$
- f) Arus keluaran = $I_o = \frac{P_o}{V_o} = \frac{350 w}{48 v} = 7,291A$
- g) Frekuensi Switching = 40 KHz

a) Menentukan Nilai Tahanan Beban

$$R = \frac{V_o}{I_o} = \frac{48}{7,291} = 6,583 \Omega$$

b) Menentukan Nilai Duty cycle

$$V_{out} = -V_s \min \left(\frac{D}{1-D} \right)$$

$$D = \frac{-V_{out}}{V_s \min - V_{out}}$$

$$D = \frac{-(-48)}{48 - (-48)} = 0,5$$

Dengan :

V_{in} = tegangan *input* Konverter (V)

D = *duty cycle* (%)

V_o = tegangan *output* Konverter (V)

c) Menentukan Nilai Kapasitor *Output*

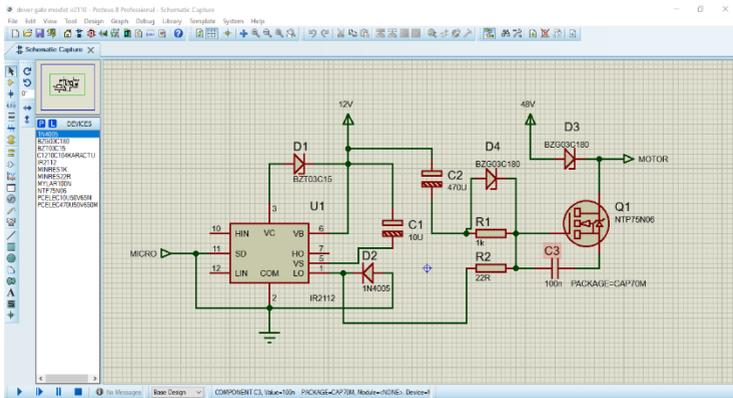
$$\Delta V_o = 0.1\% \times V_o = 0,1\% \times 48 = 0,048 \text{ V}$$

$$C = \frac{V_{oxD}}{R_x \Delta V_{oxf}} \text{ dimana } R = \frac{V_o}{I_o} = \frac{48}{7,291} = 6,583 \Omega$$

$$C = \frac{48 \times 0,5}{6,83 \times 0,048 \times 40k} = 1830 \mu\text{F}$$

4.3. Pembuatan Design Wiring

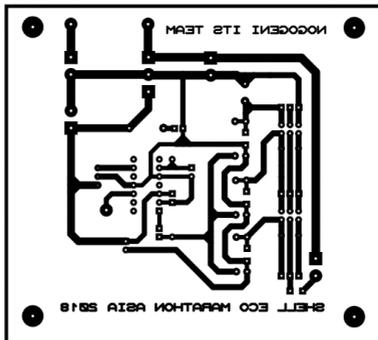
Untuk membuat sebuah sistem kelistrikan di perlukan sebuah software untuk membuat wiring yang akan dirancang dan dapat disimulasikan yaitu dengan menggunakan software proteus. Proteus dapat membuat sebuah wiring diagram kelistrikan yang nantinya dapat disimulasikan dengan memasukkan program data sebuah Mikrokontroler. Selain itu proteus juga dapat digunakan untuk membuat sebuah layout pcb. Dimana nanti komponen akan terpasang pada sebuah design pcb yang telah di buat. Gambar 4.2 menunjukkan wiring konverter yang digunakan.



Gambar 4. 2 Software Desain Wiring

4.4. Pembuatan PCB

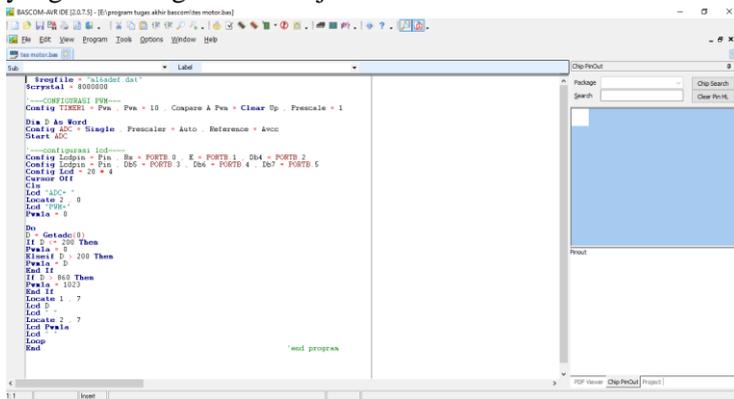
Setelah pcb selesai di desain oleh software proteus seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3 dibawah ini. Gambar yang telah jadi dicetak dalam sebuah kertas yang nantinya akan disablon pada lembaran tembaga pcb polos. Selanjutnya pcb akan dilarutkan dalam zat kimia yaitu fericlride.



Gambar 4. 3 Layout PCB

4.5. Pemrograman Pada Sistem Mikrokontroler

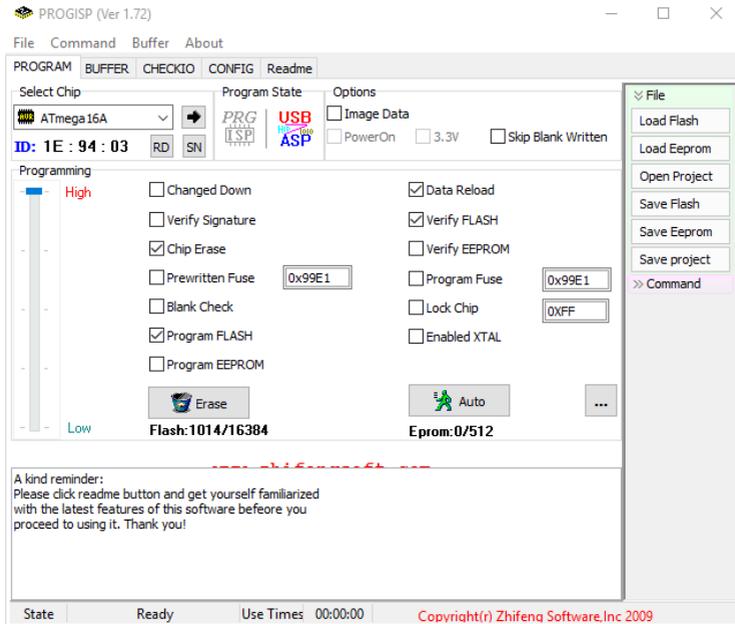
Pemrograman dilakukan dengan menggunakan software bascom-avr seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.4. Mengapa bascom avr, karena dengan penggunaannya yang cukup mudah dan karena Mikrokontroler berbasis avr dengan software Bascom-AVR sangat cocok dalam pengaplikasiannya, berikut adalah program yang dirancang untuk menjalankan motor DC:



Gambar 4. 4 Software Program Bascom-AVR

4.6. Uploading Program

Setelah komponen terpasang seluruhnya dan program telah dibuat maka akan dilakukan uploading program ke minimum sistem avr dengan menggunakan software progisp seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.5. Progisp adalah software yang membantu kita dalam hal interface data dari komputer menuju ke minimumsistem dengan bantuan alat yang bernama downloader programeble.



Gambar 4. 5 Software Upload Program Prog-ISP

4.7. Pengujian Parsial

Adapun pengujian parsial dari sistem yang dilakukan meliputi beberapa pengujian:

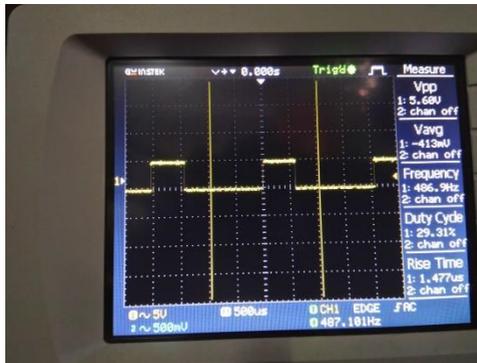
1. Pengujian motor DC
2. Pengujian rangkaian *gate driver* MOSFET dengan ic IR2110.
3. Pengujian rangkaian *converter* dengan tipe mosfet P75NF.

Berdasarkan beberapa poin di atas, digunakan untuk mengetahui apakah parameter-parameter dari sistem pengambilan data dan pengujian Kontroler ini sudah sesuai dan tercapai.

4.8. Pengujian Rangkaian *Gate driver MOSFET*

Keluaran PWM dari Mikrokontroler untuk penyulutan MOSFET untuk *konverter* harus ditambahi rangkaian driver MOSFET IR2110 sebagai rangkaian *gate driver MOSFET*. Rangkaian ini digunakan untuk mengamankan rangkaian Mikrokontroler. Seperti yang ditunjukkan pada adalah minimum sistem dari ATMEGA16 selanjutnya output PWM dihubungkan dengan osiloskop untuk mengetahui gelombang frekuensi keluaran dari minimum sistem seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.6.

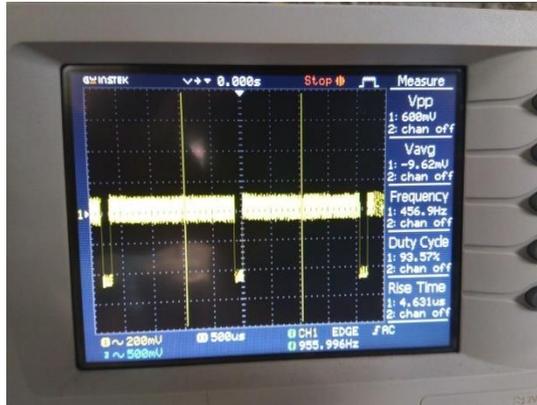
Gate driver MOSFET digunakan untuk meneruskan sinyal low power *input* dari Mikrokontroler ATMEGA16 menuju kaki *gate* pada MOSFET *konverter*. Pengujian rangkaian *gate driver MOSFET* ini dilakukan untuk mengetahui apakah sinyal *output* dari rangkaian *gate driver* sesuai dengan sinyal *output* PWM dari Mikrokontroler. Selain itu, pengujian ini juga dilakukan untuk mengetahui bentuk sinyal PWM atau Duty cycle dari *output* rangkaian *gate driver MOSFET* ketika dibebani oleh MOSFET.



Gambar 4. 6 Hasil Osiloskop Duty Cycle Atmega16

Rangkaian *gate driver MOSFET* digunakan untuk penyulutan MOSFET dengan frekuensi *switching* sebesar 40 kHz yang dihasilkan oleh Mikrokontroler dimana *dutycycle* diatur menggunakan perintah TIM3->CCR1.

PWM ini digunakan sebagai *input gate driver MOSFET* dan *IR2110* dimana keluaran driver dihubungkan langsung dengan kaki *gate* dan *source* MOSFET P750NF dimana hasil keluaran dari driver gate mosfet dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Hasil Osiloskop Gate Driver Mosfet Ir2110

Hasil keluaran sinyal PWM Mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 4.6 dan hasil keluaran *driver MOSFET* dapat dilihat pada Gambar 4.7 dimana satu gelombang penuh terdapat 2,5 kotak. Time/Div yang digunakan yaitu $500\mu\text{s}$ mendapatkan hasil *frequency* 456,9hz

4.9. Pengujian rangkaian konverter

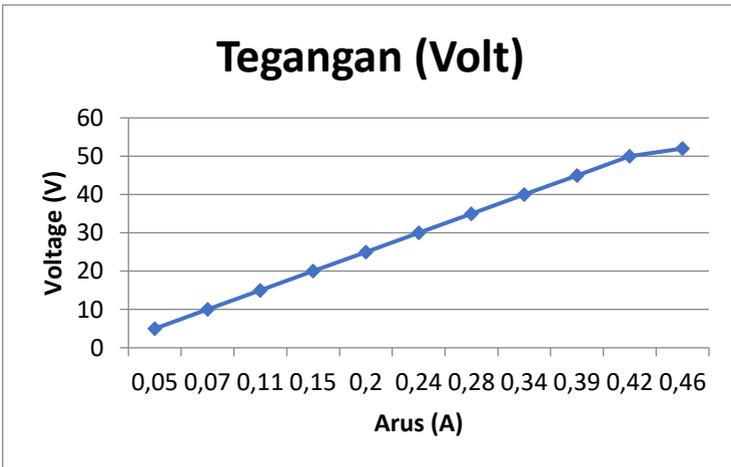
Rangkaian *konverter* digunakan untuk mengatur kecepatan motor DC. Pada laporan akhir ini digunakan 1 buah *konverter*, dimana *konverter* tersebut digunakan untuk mengemudikan motor dc 48 Volt hingga 500W. Pada pengujian konverter ini digunakan baterai LiPo 48V 12AH dan konverter dirangkai langsung menggunakan motor listrik DC dan dibaca oleh joulemeter untuk mengetahui arus dan keamanan dari rangkaian konverter.

Pengujian parsial ini dilakukan dengan menggunakan beban mekanik atau motor di beri beban gesekan unuk menambahkan beban dari Kontroler untuk menentukan beban maksimal dari Kontroler sehingga

didapatkan arus maksimal yang mampu ditahan oleh konverter. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil seperti pada tabel 4.2 dan grafik pada gambar 4.8 dibawah ini.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Konverter Tanpa Kontroler

No.	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Kecepatan putar (rpm)
1.	5	0,05	59
2.	10	0,07	105
3.	15	0,11	167
4.	20	0,15	230
5.	25	0,20	280
6.	30	0,24	345
7.	35	0,28	397
8.	40	0,34	446
9.	45	0,39	499
10.	50	0,42	570
11.	52	0,46	597



Gambar 4. 8 Grafik Pengujian Konverter

4.10. Pengujian Integrasi Sistem

Pada bagian ini akan dijelaskan integrasi sistem berdasarkan blok diagram yang telah ada. Dimana pengujian sistem integrasi kontrol dilakukan ketika pengujian parsial telah dilakukan dengan benar. Pada bagian ini digunakan sistem kontrol dari pengujian parsial dirangkai menjadi satu rangkaian kontrol dengan suplai dari baterai LiPo 48V 12AH dan dibebani motor dc dengan kondisi mobil diam (jack stand).

Adapun pengujian integrasi kontrol dengan tes uji jalan di sirkuit kenjeran dengan panjang lintasan 1500 m dengan 8 kali putaran dengan kondisi semua komponen pada mobil telah terpasang dengan benar. Adapun hasil yang didapat ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Pengujian Kontrol Dengan Tes Jalan

No.	Duty cycle (%)	Tegangan (V)	Arus (A)	Kecepatan mobil (km/h)
1.	10	5,25	0,43	3
2.	20	10,51	0,87	6
3.	30	15,76	1,30	9
4.	40	21,01	1,74	12
5.	50	26,26	2,17	15
6.	60	31,52	2,61	18
7.	70	36,77	3,04	21
8.	80	42,02	3,47	23
9.	90	47,27	3,91	26
10.	100	52,8	4,30	29

Dari pengujian diatas dapat dianalisa hasil dari tes uji jalan kontroler menggunakan motor dc bertipe brush untuk sistem komutasi dan menggunakan rangkaian jenis magnet permanen dengan daya 350W dan tegangan 48V yaitu dengan mengubah variasi pada duty cycle dari 0% hingga 100% menggunakan program pada mikrokontroler dapat mengatur kecepatan pada

motor. Dengan bertambahnya nilai duty cycle maka bertambah pula nilai tegangan output pada gate driver mosfet dari 0V hingga 12 V dan pada konverter tegangan output dari 0V hingga 48V sehingga didapatkan kesimpulan bahwa duty cycle dapat mengubah range output tegangan lebih spesifik untuk dapat mengatur kecepatan motor linier.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melalui beberapa proses perencanaan, pembuatan, pengujian alat dan pengambilan data yang didapat dari pengujian Tugas Akhir ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal yaitu sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan penelitian terhadap motor dc yang digunakan untuk mengetahui karakteristik motor dc dengan cara membongkar konstruksi motor didapatkan data bahwa motor dc ber tipe brush dengan jenis motor sumber terpisah dengan magnet permanen pada rotor.
2. Kontroler didesain menggunakan mikrokontroler ATmega16 dengan bervariasi duty cycle dari 0% hingga 100% untuk dihubungkan ke driver mosfet IR2110 untuk mengubah output 5V dari kontroler ke 12V untuk membuka gate mosfet P75NF agar kontroler dapat mengeluarkan tegangan hingga 48V
3. Pengujian sistem kontroler menggunakan sistem parsial dengan diukur menggunakan osiloskop dan pengujian integrasi yang dilakukan dengan uji jalan didapatkan hasil bahwa kontroler mampu menggerakkan motor dc brush hingga 590 rpm dan mampu menggerakkan mobil dengan transmisi perbandingan sproket 18:44 yaitu 29 km/jam pada saat dilakukan tes jalan di sirkuit kenjeran

5.2. Saran

Dalam pengerjaan dan penyelesaian Proyek Akhir ini tentu tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kesalahan, baik itu pada perancangan sistem atau dalam proses pembuatan alat. Untuk memperbaiki kekurangan tersebut dan masukan untuk perbaikan sistem menjadi lebih sempurna, maka perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut :

1. Untuk sistem pemrograman Mikrokontroler lebih diperhatikan variable untuk mengatur kecepatan motor.

2. Dalam pengujian karakteristik motor, motor masih dapat divariasikan kecepatan lebih tinggi dengan tegangan input lebih tinggi sehingga sangat direkomendasikan untuk digunakan Kontroler backboost konverter untuk meningkatkan efisiensi motor dan daya output motor dapat digunakan dengan maksimal.

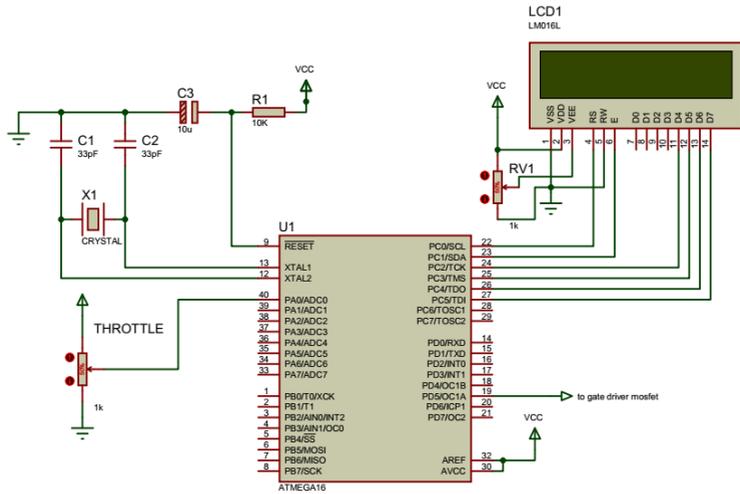
DAFTAR PUSTAKA

1. Datasheet IR2110, 2015, Data Sheet IR2110, International Rectifier, www.irf.com/product-info/datasheets/data/ir2110.
2. Datasheet P75NF, 2015, Data Sheet P75NF, International Rectifier, www.irf.com/product-info/datasheets/data/p75nf. hal.1.
3. Datasheet ATMEGA16, 2015, Data Sheet ATMEGA16, International Rectifier, www.irf.com/product-info/datasheets/data/atmega16.
4. Abadi, Erlanda Setia. 2016. *Rancang Bangun Alat Pemotong Padi* : Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
5. Mashudi, Nanang. 2014. DESAIN CONTROLLER MOTOR BLDC UNTUK MENINGKATKAN PERFORMA (DAYA OUTPUT) SEPEDA MOTOR LISTRIK. Surabaya : Program Studi D3 Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri ITS

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

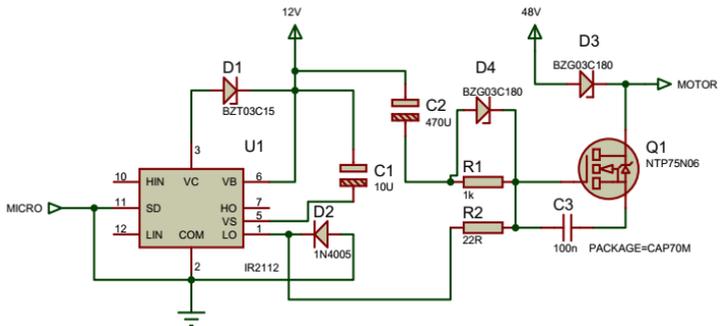
LAMPIRAN

Wiring Kelistrikan minimum sistem ATMEGA16



Wiring gate driver mosfet dan konverter

Pemrograman Kontroler



```
'---program kontrol motor bdc----
```

```
$regfile = "m16adef.dat"
```

```
$crystal = 8000000
```

```
'---CONFIGURASI PWM---
```

```
Config Timer1 = Pwm , Pwm = 10 , Compare A Pwm = Clear Up ,
```

```
Prescale = 1
```

```
Dim D As Word
```

```
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
```

```
Start Adc
```

```
'---figurasi lcd---
```

```
Config Lcdpin = Pin , Rs = Portb.0 , E = Portb.1 , Db4 = Portb.2
```

```
Config Lcdpin = Pin , Db5 = Portb.3 , Db6 = Portb.4 , Db7 = Portb.5
```

```
Config Lcd = 20 * 4
```

```
Cursor Off
```

```
Cls
```

```
Lcd "ADC= "
```

```
Locate 2 , 0
```

```
Lcd "PWM="
```

```
Pwm1a = 0
```

```
Do
```

```
D = Getadc(0)
```

```
If D <= 180 Then
```

```
Pwm1a = 0
```

```
Elseif D > 180 Then
```

```
Pwm1a = D
```

```
End If
```

```
If D > 860 Then
```

```
Pwm1a = 1023
```

```
End If
```

```
Locate 1 , 7
```

```
Lcd D
```

```
Lcd " "
```

```
Locate 2 , 7
```

Lcd Pwmla

Lcd " "

Loop

End

'end program

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BIODATA PENULIS



Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara yang dilahirkan pada tanggal 22 maret 1996 di Jombang, Provinsi Jawa Timur. Pendidikan formal yang pernah ditempuh meliputi SDN 3 Sumobito Jombang masuk pada tahun 2002 dan dinyatakan lulus pada tahun 2008 selanjutnya penulis melanjutkan jenjang sekolah smp di SMPN 1 Sumobito Jombang pada tahun 2008 hingga dinyatakan lulus pada tahun 2011 setelah itu penulis juga melanjutkan pada sekolah jenjang SMA kejuruan di SMKN 3 Jombang jurusan Elektronika pada tahun 2011 hingga dinyatakan lulus pada tahun 2014 saat itu penulis pernah mengikuti lomba karya cipta tingkat nasional dan mendapatkan juara 2. Setelah itu penulis meneruskan pendidikan tingkat perguruan tinggi di Program Studi D3 Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan mengambil bidang studi Manufaktur. Selama masa pendidikan di perkuliahan penulis aktif mengikuti kegiatan di kampus, terutama kegiatan yang berhubungan dengan keilmiahan. Penulis ikut bergabung dengan Tim Riset Mobil Listrik yang dimiliki oleh Departemen Teknik Mesin Industri. Disana penulis menjabat sebagai koordinator *Electrical And Propulsion Sytem*. Penulis juga telah mengikuti lomba sebagai tim inti yang berangkat dalam Kontes Mobil Listrik Hemat Energi tingkat Nasional di Jogja mendapatkan juara 2 dan Shell Eco Marathon tingkat Asia di Singapura juga mendapatkan juara 3. Bagi pembaca yang ingin lebih mengenal penulis dan ingin berdiskusi lebih luas lagi dapat menghubungi E-mail : aditya.elektroboy01@gmail.com