

***PROTOTYPE* GENERATOR DC DENGAN PENGGERAK
TENAGA ANGIN**

(Skripsi)

Oleh

Wan Novri Saputra



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

DC GENERATOR PROTOTYPE WITH DRIVING WIND FORCE

by

Wan Novri Saputra

The petroleum reserves in Indonesia decreased while its use is increasing. To reduce the use of petroleum we can harness wind energy sources. Wind energy source of electrical energy. To generate electricity from wind energy can be used alternator or generator to convert the mechanical energy to electrical energy. Therefore, it is necessary to design a prototype that can be used as a reference utilization of wind energy to generate electricity.

The design of this prototype using a propeller which is coupled to the generator and the main system. This main system consists of sensor Rotary Encoder, current sensors and voltage sensors. For its processing is used Arduino Uno module and data logger module as data storage. As for data acquisition using a motorcycle by utilizing the wind pressure when the motorcycle moving. This data acquisition is done 6 times, which is at 10km/h, 20km/h, 30km/h, 40km/h, 50km/h and 60km/h.

The test results obtained the equation related to between the ratio of experimental voltage to the calculated voltage of the rotor speed, which is $Y_{\text{experiment}} = 0,007X + 0,004$ and $Y_{\text{calculation}} = 0,011X - 2,844$ with percentage of average error 15.04%. Meanwhile, the ratio of experimental current to the calculated current of the rotor rotation speed (rpm) obtained equation $Y_{\text{experiment}} = 0,000X + 0,0415$ and $Y_{\text{calculation}} = 0,002X - 0,498$ with percentage of average error 31.09%. As for the relationship of the generator rotor rotation speed to motorcycle speed (for motorcycle speed 30 km/h) obtained equation $y = 25,40x - 342,9$.

Keywords: *Wind, Generator Prototype, Rotary Encoder, Arduino Uno, Data Logger.*

ABSTRAK

PROTOTYPE GENERATOR DC DENGAN PENGGERAK TENAGA ANGIN

Oleh

Wan Novri Saputra

Setiap tahunnya cadangan minyak bumi di Indonesia mengalami penurunan sedangkan penggunaannya meningkat. Untuk mengurangi penggunaan minyak bumi dapat memanfaatkan sumber energi angin. Angin merupakan salah satu sumber energi listrik. Untuk menghasilkan energi listrik dari angin dapat menggunakan alternator atau generator untuk mengonversi energi gerak menjadi energi listrik. Oleh karena itu, perlu dirancang sebuah *prototype* yang dapat digunakan sebagai referensi pemanfaatan sumber energi angin untuk menghasilkan energi listrik.

Rancangan *prototype* ini menggunakan baling-baling yang terkopel dengan generator dan sistem utama yaitu sensor *rotary encoder*, sensor arus, dan sensor tegangan. Untuk pemrosesannya menggunakan modul *Arduino Uno* dan penyimpanan data menggunakan modul *data logger*. Sedangkan untuk pengambilan data menggunakan sepeda motor dengan memanfaatkan tekanan angin pada saat sepeda motor berjalan. Untuk pengambilan data dilakukan sebanyak 6 kali, yaitu pada 10km/jam, 20km/jam, 30km/jam, 40km/jam, 50km/jam, dan 60km/jam.

Hasil pengujian didapatkan persamaan hubungan antara perbandingan tegangan uji dengan tegangan perhitungan terhadap kecepatan putaran rotor generator, yaitu $y_{uji} = 0,007x + 0,004$ dan $y_{perhitungan} = 0,011x - 2,844$ dengan persentase rata-rata eror adalah 15,04%. Untuk persamaan hubungan antara perbandingan arus uji dengan arus perhitungan terhadap kecepatan putaran rotor pada generator, yaitu $y_{uji} = 0,000x + 0,0415$ dan $y_{perhitungan} = 0,002x - 0,498$ dengan persentase rata-rata eror adalah 31,09%. Sedangkan untuk hubungan kecepatan putaran rotor generator terhadap kecepatan sepeda motor (untuk kecepatan sepeda motor 30 km/jam) didapatkan persamaan $y = 25,40x - 342,9$.

Kata Kunci : Angin, *Prototype Generator*, *Rotary Encoder*, *Arduino Uno*, *Data Logger*.

***PROTOTYPE* GENERATOR DC DENGAN PENGGERAK
TENAGA ANGIN**

Oleh

Wan Novri Saputra

Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

**Judul Skripsi : PROTOTYPE GENERATOR DC DENGAN
PENGGERAK TENAGA ANGIN**

Nama Mahasiswa : Wan Novri Saputra


Nomor Pokok Mahasiswa : 0815031094

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Dr. Eng. Dikpride Despa, S.T., M.T.
NIP 19720428 199803 2 001



Ir. Noer Soedjarwanto, M.T.
NIP 19631114 199903 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.
NIP 19731128 199903 1 005

MENGESAHKAN

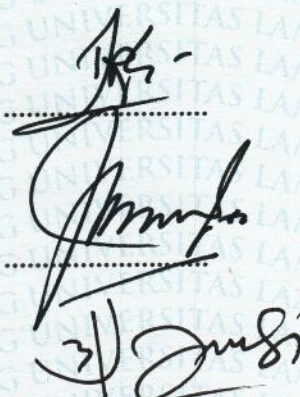
1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Eng. Dikpride Despa, S.T., M.T.**

Sekretaris : **Ir. Noer Soedjarwanto, M.T.**

Penguji

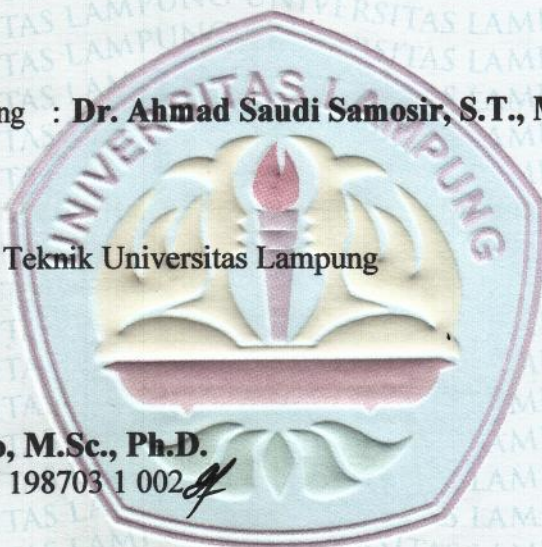
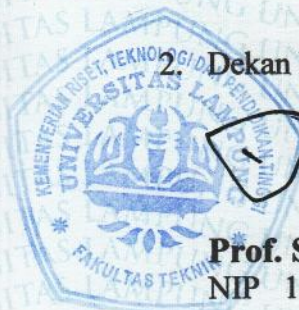
Bukan Pembimbing : **Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D.

NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **21 Desember 2015**

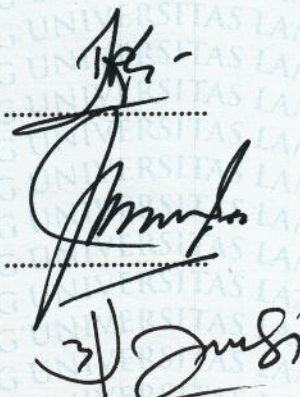
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Eng. Dikpride Despa, S.T., M.T.**

Sekretaris : **Ir. Noer Soedjarwanto, M.T.**

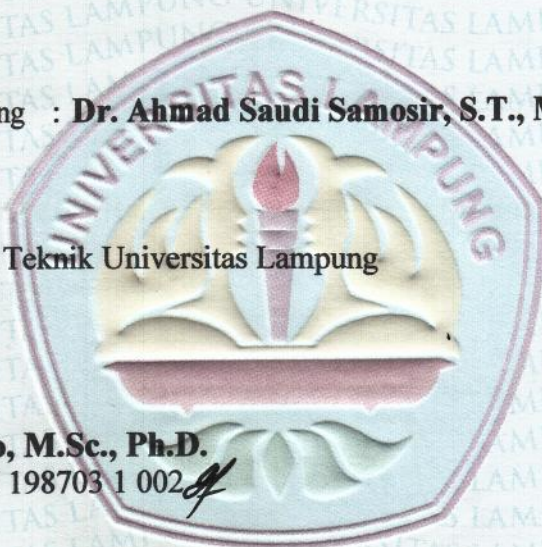
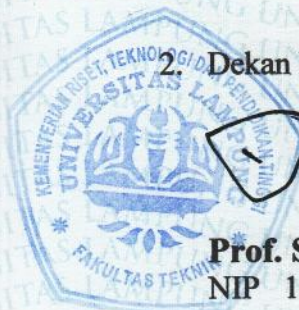
Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D.

NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **21 Desember 2015**

RIWAYAT HIDUP



Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Dilahirkan di Braja Harjosari, Lampung Timur pada tanggal 1 November 1989 dari pasangan Bapak Suwardi dan Ibu Siti Maryam dan diberi nama Wan Novri Saputra.

Riwayat pendidikan penulis dimulai dari Sekolah Taman Kanak-kanak (TK) Miftakhul Ulum Ibnu Sina dan lulus pada tahun 1996. Setelah lulus TK, penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Madrasah Ibtidaiyah Miftahul Ulum dan lulus pada tahun 2002. Setelah lulus Madrasah Ibtidaiyah, penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Braja Selehah. Setelah lulus pada tahun 2005, penulis melanjutkan kembali pendidikannya di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Way Jepara. Lulus SMA pada tahun 2008, penulis berhasil masuk ke Universitas Lampung dan mengambil jurusan Teknik Elektro melalui jalur SNMPTN. Penulis sendiri berhasil menyelesaikan kuliahnya di tingkat Universitas pada tahun 2015.

Selama menempuh pendidikan, penulis juga aktif mengikuti berbagai organisasi. Saat menempuh pendidikan SD dan SMP, penulis aktif di kegiatan Pramuka. Penulis juga terlibat aktif dalam organisasi OSIS, Karya Ilmiah Remaja (KIR), dan kegiatan pembinaan dan orientasi seni musik tradisional lampung saat jenjang SMA. Di level Universitas, penulis pernah mengikuti Angkatan Muda FOSSI (AMF) FT Jurusan Teknik Elektro pada periode 2008/2009, Pengurus Departemen Kerohanian Himatro Unila dan Departemen Kajian Syiar Islam FOSSI FT pada periode 2009/2010. Penulis melakukan kerja praktek di PT. Krakata Daya Listrik pada tahun 2012.

Persembahan

Alhamdulillah Hirobbil Alamin....

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas izin dan ridho-Nya, hingga selesai karya kecil dari perjalanan akademisku.

Persembahan Untuk:

Babe gue tersayang...

Atas doa dan pengorbanan yang tiada terhingga. Semoga semua jerih payah keringat dan harapan babe, Novri bisa jadi yang terbaik buat babe. Kelak Novri dapat meringankan langkah babe hingga akhir hidup Novri.

Ibu gue tercinta...

Terima kasih atas doa dan kasih sayang selama ini, dari Novri kecil hingga Novri dewasa tiada pernah berubah justru semakin bertambah baik. Aku akan menjadi yang terbaik buat ibu. Novri akan selalu mencoba membuat ibu bahagia.

Adik gue tersayang...

Terima kasih atas doa, semangat, dan kasih sayang selama ini. Saya do'akan semoga segera menyelesaikan perkuliahannya dengan cepat, lulus pertama diangkatan.

Kedua nenek gue tercinta...

Kedua nenekku inilah yang senantiasa selalu memanjatkan doa kesehatan dan kesuksesanku selama dalam menempuh perkuliahan.

I love you full nek

Almamater tercinta

Motto

***“Waktu yang mendesak berbanding lurus dengan usaha dan kreativitas”
(Wan Novri Saputra)***

“Senantiasa permudahkanlah jalan orang lain maka anda akan dipermudah juga jalannya, bukan saya atau anda yang akan mempermudah tetapi Allah SWT yang akan mempermudah jalan anda”

SANWACANA

Alhamdulillahirobbil'alamiin, puji syukur bagi Allah SWT atas nikmat kesehatan, telah diharapkan. Sholawat teriring salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW Sang kekasih Allah karena dengan suri tauladan dari beliau lah In Aya Allah bisa menjadi kesempatan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sesuai dengan waktu yang pedoman umat manusia hingga yaumul akhir nanti.

Skripsi ini berjudul "*prototype* generator dc dengan penggerak tenaga angin" yang disusun dalam rangka melengkapi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari iringan do'a, motivasi, bimbingan, semangat, pemikiran dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada yang terhormat Ibu Dr.Eng. Dikpride Despa, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama, Bapak Ir. Noer Soedjarwanto, M.T., selaku dosen pembimbing pembantu, Bapak Dr. Eng. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T., selaku dosen penguji atas arahan dan bimbingannya yang sangat bermanfaat bagi terselesaikannya skripsi ini, hanya doa yang dapat penulis berikan kepada beliau bertiga. Semoga ilmu yang telah diberikan

kepada penulis akan menjadi amal ibadah dan Allah SWT menganugerahkan limpahan rahmat, hidayah, serta kesehatan lahir bathin.

Pada kesempatan ini suatu kebanggaan penulis untuk memberikan ucapan terimakasih kepada :

1. Ibu dan bapakku tercinta, semangat hidupku, terima kasih atas kasih sayang, nasihat, doa, motivasi, dan perhatian yang begitu besar dan telah menjadikanku anak yang bersemangat.
2. Bulek In, Bulek Sum, Om Sur, Om Luk, Om Irul, Om Arit, dan Om Azit, yang telah memberikan do'a, motivasi, kepercayaan diri, dan semangat dalam menyelesaikan sekripsi.
3. Bapak Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., MSc., selaku kepala Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Eng. Lukmanul Hakim, S.t., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Para dosen Ibu Yetti, Ibu Nining, Ibu Diah, Ibu Despa, Ibu Endah, Ibu Herlina, Ibu Ratna, Pak Emir, Pak Charles, Pak Helmi, Pak Hendry, Pak Sumadi, Pak Arum, Pak Khomar, Pak Agus, Pak Ageng, Pak Alam, Pak Herman, Pak Osea, Pak Gigih, Pak Heri, dan para teknisi laboratorium yang telah memberikan ilmu selama duduk di bangku kuliah dan Mbak Ning beserta jajaran staf administrasi yang telah membantu dalam mengurus segala sesuatunya hingga tuntas.
6. Teman seperjuanganku, Ferdi Setiawan, Ujang, Nora, Kholil, Eko, Herdiawan, felix, Cipo, Cing, Kakek, Dapot, Una, Matul, Aris, Abi, Yustinus, dan teman-teman Lab. Digital terimakasih atas perhatian,

motivasi, kritik, saran, dan semangat selama kuliah dan menyelesaikan skripsi.

7. Untuk Saudaraku satu kosan dan seperjuangan Ari Widayat dan Wahyuda Alfin yang selalu mengingatkan dalam kebaikan dan memotivasi untuk segera menyelesaikan skripsi, saya sangat bangga punya saudara seperti kalian.
8. Teman-teman angkatan 2008, terimakasih telah mengisi hari-hari selama kuliah, yang selalu ada saat susah maupun senang.

Dengan penuh kesadaran diri dan segala kerendahan hati, Penulis menyadari bahwa kesempurnaan hanya milik Allah Sang Pemilik Segalanya. Oleh karenanya, Penulis senantiasa mengharapkan kritik dan saran konstruktif dari semua pihak untuk kemajuan bersama.

Bandar Lampung, 7 Desember

2015

Penulis

Wan Novri Saputra

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
LEMBAR JUDUL	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
MOTTO	viii
SANWACANA.....	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xx
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Hipotesis	3

1.7	Sistematika Penulisan	4
-----	-----------------------------	---

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Generator Arus Searah (DC)	5
2.2	Konstruksi Generator Arus Searah	5
2.2.1.	Badan Generator (Rangka)	6
2.2.2.	Magnet Penguat dan Kumparan Penguat Medan	7
2.2.3.	Sikat	8
2.2.4.	Komutator	9
2.2.5.	Jangkar	10
2.2.6.	Belitan Jangkar	11
2.3	Prinsip Kerja Generator Arus Searah	13
2.4	Reaksi Jangkar	15
2.5	Sensor Arus Listrik ACS712	19
2.6	Rangkaian Pembagi Tegangan	21
2.7	Sensor <i>Rotary Encoder</i>	22
2.8	Mikrokontroler Atmega 328P	24
2.8.1.	Konfigurasi Pin	25
2.8.2.	Spesifikasi Atmega 328P	26
2.9	Arduino	28
2.9.1.	Arduino UNO	30
2.9.2.	<i>Software</i> Arduino	32
2.10.	Arduino Data Logger	33
2.11	Penelitian Terdahulu	35

III. METODE PENELITIAN

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	37
3.2	Alat dan Bahan	37
3.3	Blok Diagram	39
3.4	Metode Kerja.....	39
3.4.1	Studi Literatur	41
3.4.2	Spesifikasi Rancangan	41
3.4.3	Spesifikasi Alat.....	43
3.4.4	Rangkaian Sistem Prototype Generator dc dengan Penggerak Tenaga Angin	44
3.4.5	Rangkaian <i>Rotary Encoder</i>	45
3.4.6	Rangkaian Pembagi Tegangan	47
3.4.7	Rangkaian Penampil (LCD)	48
3.4.8	Rancangan Model Alat	49
3.4.9	Diagram Alir Kerja Alat	49
3.4.10	Pengujian Alat	50
3.4.11	Pengujian Sensor Tegangan.....	51
3.4.12	Pengujian Sensor Arus.....	52
3.4.13	Pengujian Sensor Kecepatan Putaran (Rpm).....	54
3.4.14	Pengujian Sumber Tegangan dc	56
3.5	Analisis dan Kesimpulan.....	58
3.6	Penulisan Laporan	58

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil	59
4.1.1. Prinsip Kerja Alat	59
4.1.2. Konstruksi Alat Keseluruhan	60
4.1.3. Hasil Uji Data Alat	61
4.2. Pembahasan.....	62
4.2.1. Kecepatan Sepeda Motor 30 Km/jam.....	63
4.2.2. Kecepatan Sepeda Motor 40 Km/jam.....	63
4.2.3. Kecepatan Sepeda Motor 50 Km/jam.....	64
4.2.4. Kecepatan Sepeda Motor 60 Km/jam.....	64
4.2.5. Nilai Uji Rata-rata Kecepatan Sepeda Motor 10 Km/jam – 60 Km/jam.....	65
4.2.6. Hubungan Antara Kecepatan Sepeda Motor Terhadap Putaran Rotor Generator.....	66
4.2.7. Hubungan Antara Putaran Rotor Generator dengan Tegangan Generator	67
4.2.8. Hubungan Antara Putaran Rotor Generator dengan Arus Generator	68
4.2.9. Mencari Nilai (Fluks).....	68
4.2.10. Hubungan Perhitungan Tegangan Terhadap Rpm Berdasarkan Rumus.....	69
4.2.11. Hubungan Perhitungan Arus yang Dihasilkan Terhadap Rpm Generator	70

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	75
5.2. Saran.....	76

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Konstruksi Generator Arus Searah.....	6
2.2. Rangka Generator Arus Searah.....	7
2.3. Konstruksi Kutub dan Penempatannya	8
2.4. Konstruksi Sikat.....	9
2.5. Konstruksi Komutator.....	9
2.6. Konstruksi Jangkar Generator Arus Searah	10
2.7. Bentuk Umum Belitan Jangkar	11
2.8. Kumbaran Progresif dan Kumbaran Retrogresif.....	12
2.9. Generator DC Sederhana	13
2.10. Diagram Skematik Generator dengan Penguat Terpisah	14
2.11. Diagram Skematik Generator Shunt	14
2.12. Diagram Skematik Generator Kompon	15
2.13. Proses Terjadinya Reaksi Jangkar.....	16
2.14. Proses Pergeseran Bidang Netral	17
2.15. Kurva Pemagnetan Ketika Terjadi Reaksi Jangkar.....	18
2.16. Konfigurasi Pin dari IC ACS712.....	19
2.17. Grafik Tegangan Keluaran Sensor ACS712 Terhadap Arus Listrik Yang Terukur.....	20

2.18. Rangkaian Pembagi Tega.....	21
2.19. Blok Penyusun <i>Rotary Encoder</i>	23
2.20. Rangkain Tipikal Penghasil Pulsa Pada <i>Rotary Encoder</i>	23
2.21. PDIP <i>Atmega 328P</i>	25
2.22. Diagram Blok Fungsional <i>Atmega 328P</i>	27
2.23. Tampak Atas Arduino Uno	30
2.24. Konfigurasi Pin Board Arduino Uno	31
2.25. Jendela Awal Software Arduino	33
2.26. Arduino Data Logger	34
2.27. Konfigurasi Data Logger dengan Arduino.....	34
3.1. Blok Diagram Sistem Alat	39
3.2. Diagram Alir Penelitian	40
3.3. Rangkaian Sistem Alat.....	45
3.4. Rangkaian Sensor <i>Rotary Encoder</i>	46
3.5. Piringan Derajat <i>Rotary Encoder</i>	46
3.6. Rangkaian Sensor Tegangan	47
3.7. Rangkaian Penampil (LCD).....	48
3.8. Desain Alat.....	49
3.9. Diagram Alir Kerja Alat.....	50
3.10. Pengujian Sensor Tegangan	51
3.11. Blok Diagram Pengujian Tegangan Generator	52
3.12. Blok Diagram Pengujian Sensor Arus	53
3.13. Blok Diagram Pengujian Arus Generator	55
3.14. Pengujian Sensor Kecepatan Putaran (Rpm)	56

3.15. Pengujian Sensor Kecepatan Putaran Generator	56
3.16. Pengujian Tegangan Battery	57
4.1. Konstruksi <i>Prototype</i>	60
4.2. Grafik Hubungan Anatar Kecepatan Sepeda Motor terhadap Putaran Rotor Generator	66
4.3. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Putaran Rotor Generator dengan Tegangan Generator	67
4.4. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Putaran Rotor Generator dengan Arus Generator)	68
4.5. Grafik Perbandingan Tegangan Uji dengan Perhitungan Terhadap Rpm Generator	73
4.6. Grafik Perbandingan Nilai Arus Uji dengan Perhitungan Terhadap Rpm Generator	74

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Tipe-tipe IC ACS712	20
3.1. Uji Tegangan Generator	52
3.2. Uji Arus Generator DC	54
3.3. Uji Sensor Kecepatan (rpm).....	56
3.4. Uji Sumber Tegangan DC	57
4.1. Hasil Uji Data Alat.....	61
4.2. Nilai Rata-rata pada Kecepatan 30 Km/jam.....	63
4.3. Nilai Rata-rata pada Kecepatan 40 Km/jam.....	63
4.4. Nilai Rata-rata pada Kecepatan 50 Km/jam.....	64
4.5. Nilai Rata-rata pada Kecepatan 60 Km/jam.....	65
4.6. Nilai Uji Rata-rata	65
4.7. Perbandingan Tegangan Uji dengan Perhitungan terhadap Kecepatan Rotor Generator	70
4.8. Perbandingan Nilai Arus Uji dengan Perhitungan terhadap Kecepatan Rotor Generator	72

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan bahan bakar minyak dalam kehidupan sehari-hari dapat diemukan dimana saja, seperti peralatan rumah tangga, alat perkantoran, pabrik, kendaraan, dan lain-lain. Dari sumber Ditjen MIGAS diketahui bahwa cadangan minyak bumi dan produksinya setiap tahunnya mengalami penurunan. Oleh sebab itu harus dapat menciptakan sumber energi baru untuk mengurangi penggunaan bahan bakar setiap harinya. Pada dasarnya sumber energi listrik tidak dapat diperbaharui, apabila manusia tidak dapat menggunakannya secara efektif dan efisien, maka energi listrik akan cepat habis. Semua peralatan yang menggunakan energi listrik akan membutuhkan energi lagi demi kelangsungan pemakaiannya.

Generator merupakan sebuah alat yang memproduksi energi listrik dari energi mekanik dan biasanya menggunakan induksi elektromagnet dalam sistem kerjanya. Generator terdiri dari berbagai jenis dan kegunaannya, salah satu diantaranya generator pada kendaraan yang disebut alternator. Alternator memiliki sistem kerja yang sama dengan generator, kinerja dari alternator melingkupi daerah proses

kerja pada sebuah kendaraan, dimana alternator berfungsi untuk mensuplay arus listrik untuk keperluan kendaraan. Dalam kendaraan bermotor baterai atau aki kendaraan tidak akan mampu menyuplai arus listrik kekendaraan sendirian. Sifat baterai adalah sebagai penampung listrik yang dihasilkan dari alternator. Pada saat mesin kendaraan dinyalakan, maka alternator akan bekerja untuk menghasilkan listrik menggantikan fungsi baterai atau aki.

Jadi untuk menghemat sumber energi listrik atau bahan bakar kita dapat memanfaatkan tenaga angin untuk memutar alternator, yaitu dengan energi gerak menjadi listrik. Energi listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari, juga tidak menimbulkan polusi dan ramah lingkungan.

1.2. Tujuan Penelitian

1. Dapat menjelaskan bagaimana energi listrik dapat dihasilkan oleh generator.
2. Dapat membuat sebuah *Prototype* generator DC dengan penggerak tenaga angin.
3. Untuk mendapatkan hubungan kecepatan putararan rotor generator (rpm) terhadap tegangan generator (Volt) dan arus generator (Ampere).

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat digunakan sebagai media untuk memperoleh informasi

hubungan kecepatan putar generator dengan nilai tegangan dan arus generator.

2. Dapat diberikan sebagai referensi pemanfaatan sumber energi alam (angin) untuk menghasilkan energi listrik.

1.4. Rumusan Masalah

Perumusan masalah dari penelitian ini adalah:

Bagaimana merancang sebuah *Prototype* generator dc dengan penggerak tenaga angin yang dapat kita ketahui nilai kecepatan putaran, nilai arusnya, dan nilai tegannya. Selanjutnya dapat ditampilkan pada LCD 2 x 16 dan tersimpan secara berkala pada MMC.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Generator yang digunakan adalah generator DC dengan spesifikasi 12 Volt dengan 500 rpm tanpa beban.
2. Masalah utama yang dibahas adalah hubungan antara kecepatan putaran, tegangan, dan nilai arus yang dihasilkan generator.

1.6. Hipotesis

Dengan mengetahui nilai kecepatan putaran, tegangan, dan nilai arus yang dihasilkan generator dalam penelitian ini adalah agar dapat digunakan untuk referensi beban yang akan digunakan berdasarkan kecepatan sepeda motor dan putaran generator.

1.7. Sistematika Penulisan

BAB I. Pendahuluan

Menjelaskan penelitian secara umum yang berisi latar belakang masalah, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II. Tinjauan Pustaka

Menjelaskan landasan teori yang digunakan dalam penelitian dan membahas penelitian yang telah dan akan dilakukan yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III. Metode Penelitian

Menjelaskan metode penelitian yang digunakan dimana berisi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, dan tahap-tahap perancangan.

BAB IV. Hasil dan Pembahasan

Membahas tentang pengujian dan analisa terhadap kinerja alat yang telah dirancang.

BAB V. Kesimpulan dan Saran

Memuat tentang kesimpulan dan saran tentang penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

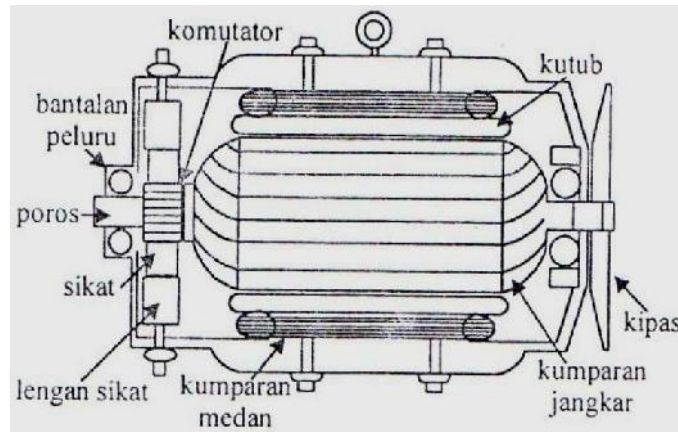
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Generator Arus Searah (DC)

Generator arus searah mempunyai komponen dasar yang umumnya hampir sama dengan komponen mesin-mesin listrik lainnya. Secara garis besar generator arus searah adalah alat konversi energi mekanis berupa putaran menjadi energi listrik arus searah. Energi mekanik dipergunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar di dalam medan magnet. Berdasarkan hukum Faraday, maka pada kawat penghantar akan timbul ggl induksi yang besarnya sebanding dengan laju perubahan fluksi yang dilingkupi oleh kawat penghantar. Bila kumparan kawat tersebut merupakan rangkaian tertutup maka akan timbul arus induksi. Perbedaan dari generator biasanya terletak pada komponen penyearah yang terdapat di dalamnya yang disebut dengan komutator dan sikat[3].

2.2. Konstruksi Generator Arus Searah

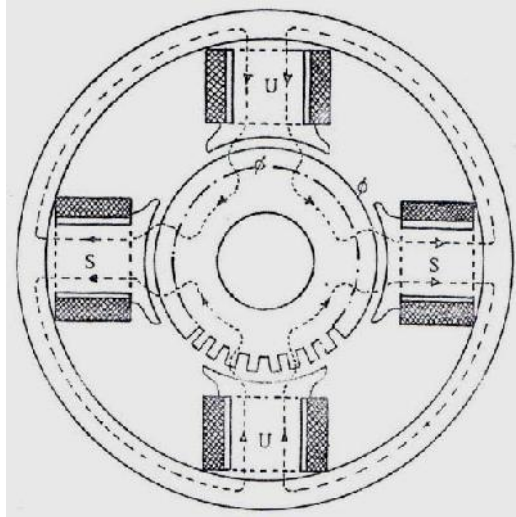
Generator arus searah memiliki konstruksi yang terdiri atas dua bagian yaitu bagian yang berputar (rotor) dan bagian yang diam (stator). Stator adalah rangka, komponen magnet dan komponen sikat. Sedangkan rotor adalah jangkar, kumparan jangkar dan komutator. Secara umum konstruksi generator arus searah adalah seperti gambar 2.1.



Gambar. 2.1. Konstruksi generator arus searah[3].

2.2.1. Badan Generator (Rangka)

Fungsi utama dari badan generator adalah sebagai bagian dari tempat mengalirnya fluks magnet yang dihasilkan kutub-kutub magnet, karena itu badan generator dibuat dari bahan ferromagnetik. Disamping itu badan generator ini berfungsi untuk meletakkan alat-alat tertentu dan melindungi bagian-bagian mesin lainnya. Oleh karena itu badan generator harus dibuat dari bahan yang kuat. Untuk memenuhi kedua persyaratan pokok di atas, maka umumnya badan generator untuk mesin-mesin kecil dibuat dari besi tuang. Sedangkan generator yang besar umumnya dibuat dari plat-plat campuran baja. Biasanya pada generator terdapat *name plate* yang bertuliskan spesifikasi umum atau data-data teknik dari generator. Selain *name plate* badan generator juga terdapat terminal box yang merupakan tempat-tempat ujung-ujung lilitan penguat magnet dan lilitan jangkar.



Gambar. 2.2. Rangka generator arus searah[3].

2.2.2. Magnet Penguat dan Kumbaran Penguat Medan

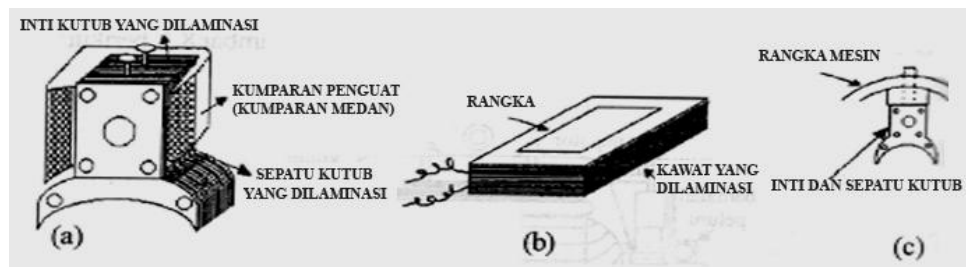
Sebagaimana diketahui bahwa fluks magnet yang terdapat pada generator arus searah dihasilkan oleh kutub magnet buatan yang dihasilkan dengan prinsip elektromagnetik. Magnet penguat terdiri dari inti kutub dan sepatu kutub (lihat gambar 2.3).

Adapun fungsi dari sepatu kutub adalah[3]:

- a. Menyebarkan fluks pada celah udara dan juga karena merupakan bidang lebar, maka akan mengurangi reluktansi jalur magnet.
- b. Sebagai pendukung secara mekanis untuk kumparan penguat atau kumparan medan.

Inti kutub terbuat dari lembaran-lembaran besi tuang atau baja tuang. Sepatu kutub dilaminasi dan di baut ke inti kutub. Sedangkan kutub (inti kutub dan sepatu kutub) dibaut atau dikeling ke rangka mesin (lihat gambar 2.3.c).

Kumparan penguat atau kumparan kutub terbuat dari kawat tembaga (berbentuk bulat atau strip / persegi) yang dililitkan sedemikian rupa dengan ukuran tertentu (lihat gambar 2.3.b).



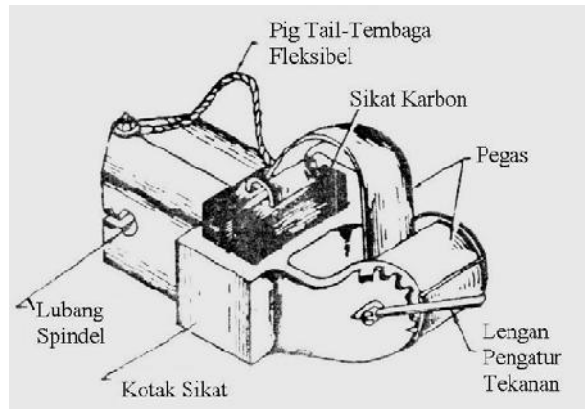
Gambar. 2.3. Konstruksi Kutub dan Penempatannya[3].

2.2.3. Sikat

Fungsi dari sikat adalah untuk jembatan bagi aliran arus dari lilitan jangkar dengan beban. Disamping itu sikat memegang peranan penting untuk terjadinya komutasi. Agar gesekan antara komutator-komutator dan sikat tidak mengakibatkan ausnya komutator, maka sikat lebih lunak daripada komutator.

Sikat terbuat dari karbon, grafit, logam grafit, atau campuran karbon-grafit, yang dilengkapi dengan pegas penekan dan kotak sikat. Besarnya tekanan pegas dapat diatur sesuai dengan keinginan. Permukaan sikat ditekan ke permukaan segmen komutator untuk menyalurkan arus listrik. Karbon yang ada diusahakan memiliki konduktivitas yang tinggi untuk mengurangi rugi-rugi listrik, dan koefisien gesekan yang rendah untuk

mengurangi keausan. Adapun bagian-bagian dari sikat ini dapat dilihat pada gambar 2.4

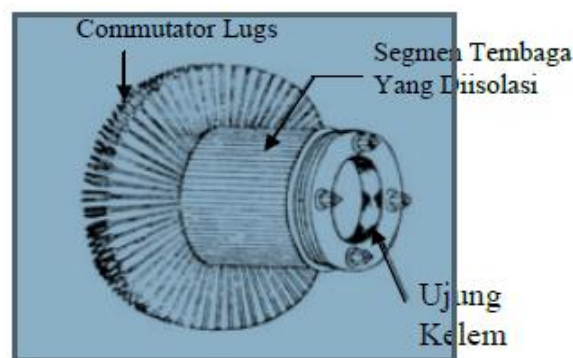


Gambar. 2.4. Konstruksi sikat[3].

2.2.4. Komutator

Sebagaimana diketahui komutator berfungsi sebagai penyearah mekanik, yaitu untuk mengumpulkan arus listrik induksi dari konduktor jangkar dan mengkonversikannya menjadi arus searah melalui sikat yang disebut komutasi. Agar menghasilkan penyearahan yang lebih baik maka komutator yang digunakan hendaknya dalam jumlah yang besar.

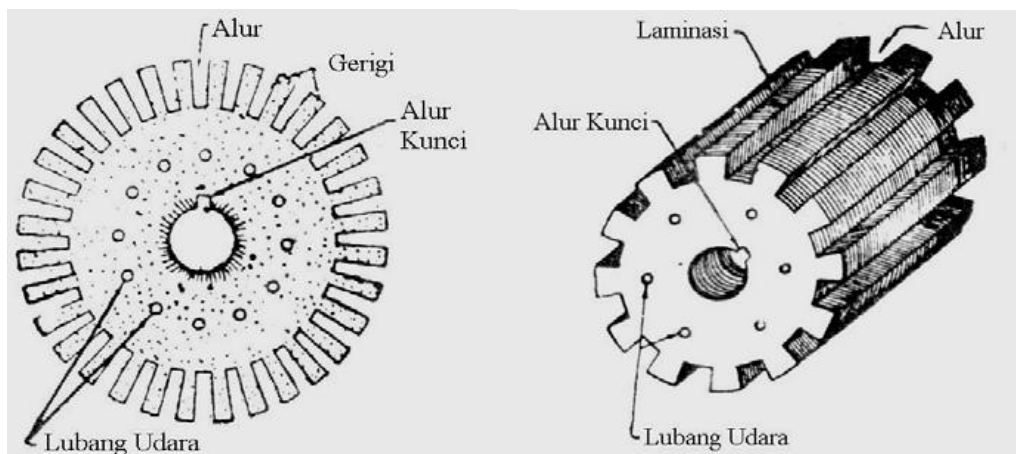
Komutator terbuat dari batangan tembaga yang dikeraskan, yang diisolasi dengan bahan sejenis mika (lihat gambar 2.5).



Gambar. 2.5. Konstruksi komutator[3].

2.2.5. Jangkar

Jangkar yang umum digunakan dalam generator arus searah adalah yang berbentuk silinder yang di beri alur-alur pada permukaannya untuk tempat melilitkan kumparan-kumparan tempat terbentuknya ggl induksi. Jangkar dibuat dari bahan ferromagnetik, dengan maksud agar lilitan jangkar terletak dalam daerah yang induksi magnetnya besar, supaya ggl induksi yang terbentuk dapat bertambah besar. Konstruksi dari jangkar generator arus searah dapat di lihat seperti pada gambar 2.6.

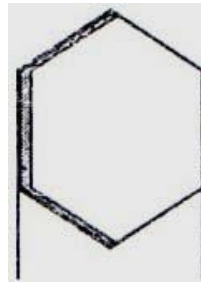


Gambar 2.6 konstruksi jangkar generator arus searah[3].

Seperti halnya inti kutub magnet, maka jangkar dibuat dari bahan berlapis-lapis tipis untuk mengurangi panas yang terbentuk karena adanya arus pusar (*eddy current*). Bahan yang digunakan untuk jangkar ini sejenis campuran baja silicon. Pada umumnya alur tidak hanya diisi satu sisi kumparan, tetapi diisi lebih dari satu sisi kumparan yang disusun secara berlapis[3].

2.2.6. Belitan Jangkar

Pada generator arus searah, belitan jangkar berfungsi sebagai tempat terbentuknya ggl induksi. Umumnya kumparan jangkar (rotor) berbentuk seperti permata, seperti pada gambar 2.7. berikut :



Gambar 2.7 Bentuk Umum Belitan Jangkar[3].

Adapun jumlah konduktor dalam belitan jangkar tersebut[3]:

$$Z = 2CN \dots \dots \dots (2.1)$$

Di mana : C = jumlah belitan pada rotor atau segmen komutator pada rotor

N = jumlah lilitan setiap belitan .

Normalnya bentangan belitan adalah 180° listrik, yang berarti ketika sisi belitan yang satu berada di tengah suatu kutub, sisi lainnya berada di tengah kutub yang berbeda polaritasnya. Sedangkan secara fisik kutub yang ada tidak saling terletak 180° mekanis. Adapun untuk menentukan hubungan sudut dalam derajat mekanis dan derajat listrik, dapat digunakan formula berikut[3]:

$$\theta_{\text{Listrik}} = \frac{P}{2} \theta_{\text{Mekanis}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana : θ_{Listrik} = Sudut dalam derajat listrik

P = jumlah kutub

θ_{Mekanis} = Sudut dalam derajat

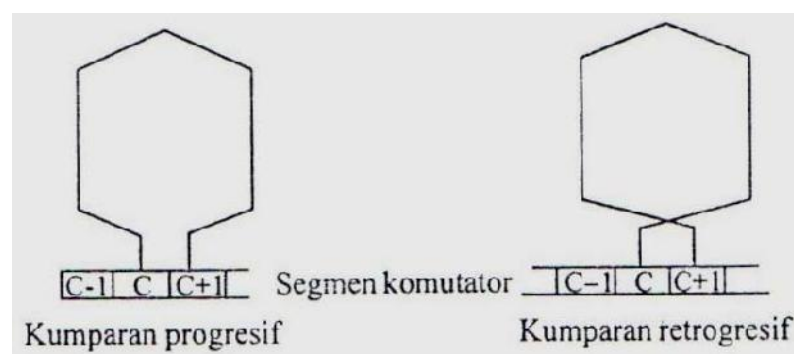
Belitan yang membentang 180° listrik memiliki tegangan yang sama antar sisi-sisinya dan berlawanan arah setiap waktu. Belitan ini disebut sebagai kumparan kisar penuh (*full-pitch coil*).

Sedangkan belitan yang bentangnya kurang dari kisaran kutubnya (180° listrik) disebut sebagai belitan kisar fraksi (*fractional-pitch coil*) atau kumparan tali busur (*chorded winding*).

Adapun hubungan antara kumparan rotor dengan segmen komutatornya terbagi atas 2 macam[3] :

1. Kumparan Progresif (*Progressive winding*) adalah belitan yang sisi belakangnya dihubungkan ke sebuah segmen komutator mendahului kumparan sebelumnya.
2. Kumparan Retrogresif (*Retrogressive winding*) adalah kumparan yang sisi belakangnya dihubungkan ke sebuah segmen komutator membelakangi belitan sebelumnya.

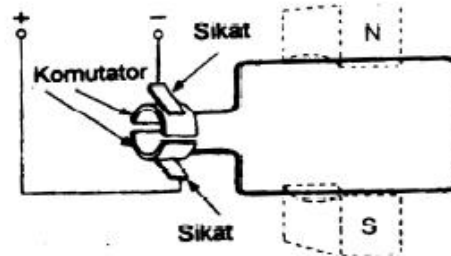
Bentuk umum dari kumparan progresif dan kumparan retrogresif dapat di lihat pada gambar 2.8. dibawah ini :



Gambar 2.8 Kumparan Progresif dan Kumparan Retrogresif[3].

2.3. Prinsip Kerja Generator Arus Searah

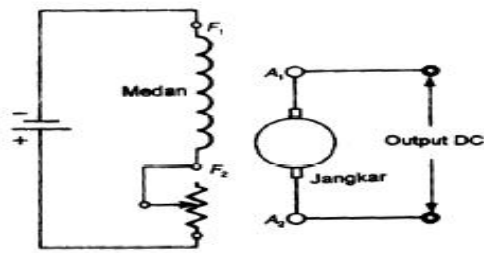
Suatu generator arus searah bekerja berdasarkan prinsip induksi magnetis sesuai dengan Hukum Faraday. Bila ada sepotong penghantar dalam medan magnet yang berubah-ubah terhadap waktu, maka pada penghantar tersebut akan terbentuk GGL induksi. Demikian pula sebaliknya bila sepotong penghantar digerak-gerakkan dalam medan magnet, dalam penghantar tersebut juga terbentuk GGL induksi. Suatu penghantar yang diputar dalam medan magnet dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Generator dc sederhana[11].

Sikat-sikat diletakkan sehingga menghubungkan singkat kumparan jangkar ketika kumparan tidak memotong pada medan magnet. Pada saat itu tidak ada aliran arus dan tidak ada bunga api pada sikat-sikat. Generator dc lebih banyak yang menggunakan kumparan medan elektromagnet dibandingkan magnet permanen. Arus searah yang dihasilkan untuk memberikan energi pada kumparan medan disebut arus penguat. Generator arus searah diklasifikasikan menurut metode di mana arus diberikan pada kumparan medan. Dua klasifikasi utama yaitu generator penguatan terpisah dan generator bepenguatan sendiri[11].

1. Generator Penguatan Terpisah



Gambar 2.10. Diagram skematik generator dengan penguat terpisah[11].

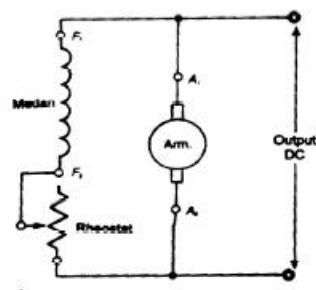
Generator dengan penguatan secara terpisah merupakan generator dc yang mempunyai arus medan sendiri yang disuplai oleh sumber luar (contoh: baterai). Keluaran generator dapat diubah dengan pengaturan arus pada kumparan medan.

2. Generator Penguatan Sendiri

Generator dengan penguatan sendiri menggunakan sebagian arus yang dibangkitkan untuk memperkuat medan. Generator yang diberi penguat sendiri dikelompokkan menurut metode dimana kumparan medan dihubungkan yaitu secara seri, paralel, atau dihubungkan gabungan.

a. Generator shunt

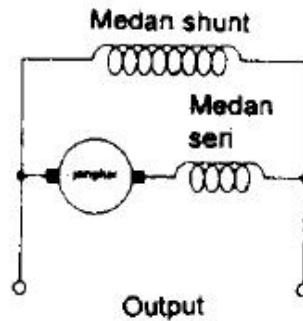
Pada generator shunt, kumparan medan shunt dihubungkan secara paralel dengan jangkar.



Gambar.2.11. Diagram skematik generator shunt[11].

Kumparan medan shunt terdiri dari banyak lilitan dengan kawat yang relatif kecil dan hanya menggunakan sebagian kecil dari arus yang dibangkitkan.

b. Generator kompon



Gambar.2.12. Diagram skematik generator kompon[11].

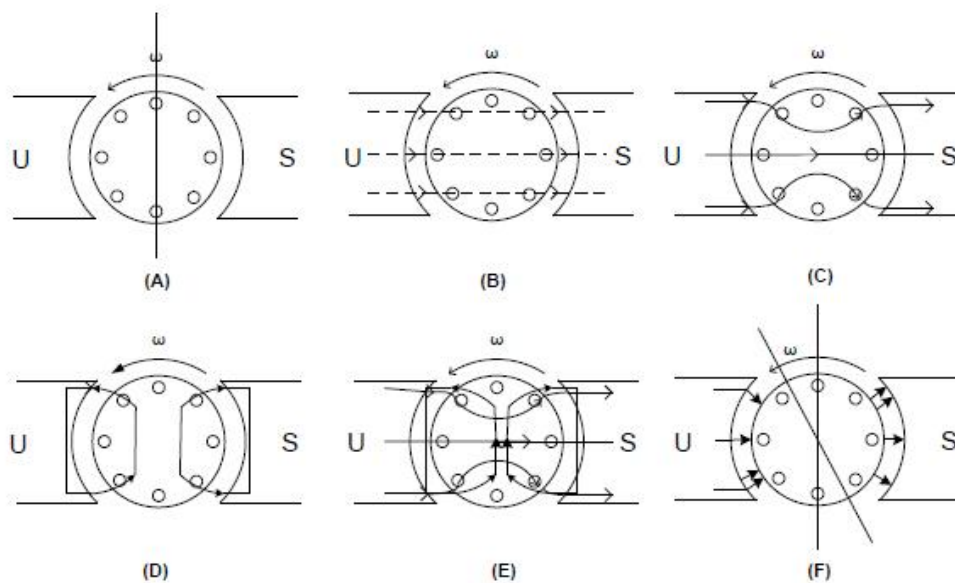
Pada generator ini hampir sama dengan generator shunt yang membedakan adalah generator mempunyai tambahan kumparan. Medan yang dihubungkan seri dengan jangkar. Kumparan medan seri tersebut dipasang atau ditempatkan pada kutub yang sama dengan kumparan medan shunt, dibuat dengan sedikit dari kawat besar untuk mengalirkan arus jangkar. Generator ini dikembangkan untuk mencegah tegangan terminal generator dc dari penurunan dengan penambahan beban. Apabila generator bekerja dalam keadaan tanpa beban, arus pada kumparan seri adalah nol[11].

2.4. Reaksi Jangkar

Jika generator arus searah dihubungkan ke beban melalui terminal out-put, maka arus listrik akan mengalir pada kumparan jangkarnya. Aliran arus ini akan menghasilkan fluksi medan magnet sendiri, yang akan mempengaruhi (*distort*) fluksi medan magnet yang telah ada sebelumnya dari kutub mesin. Pada keadaan ini fluks yang dihasilkan oleh generator akan menjadi

berkurang karena arah kedua vektor fluksi magnetis tadi saling berlawanan. Adanya pengaruh fluksi magnetik yang ditimbulkan akibat arus beban ini dinamakan reaksi jangkar. Reaksi jangkar ini akan menimbulkan dua masalah yakni[3]:

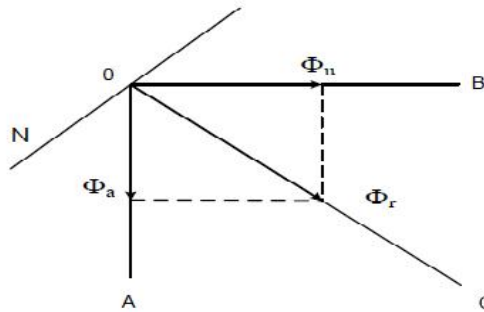
- Masalah pertama yang disebabkan oleh reaksi jangkar adalah pergeseran bidang netral (*neutral plane*).
- Bidang netral magnetis didefinisikan sebagai bidang di dalam mesin dimana kecepatan gerak kumparan rotor benar-benar paralel dengan garis fluks magnet, sehingga induksi ggl pada bidang konduktor tersebut benar-benar nol.



Gambar 2.13. Proses Terjadinya Reaksi Jangkar[3].

Pada saat belum dibebani, sumbu sikat terletak pada garis netral magnetik yang tegak lurus terhadap fluksi utama, yaitu menurut garis OA. Sedangkan fluks utama ϕ pada generator digambarkan menurut garis OB. Setelah

generator dibebani, maka akan timbul arus jangkar yang menimbulkan fluksi jangkar Φ_a yang searah dengan vektor OA. Akibat interaksi kedua fluksi tersebut menimbulkan fluksi resultante Φ_r yang searah dengan vektor OC.

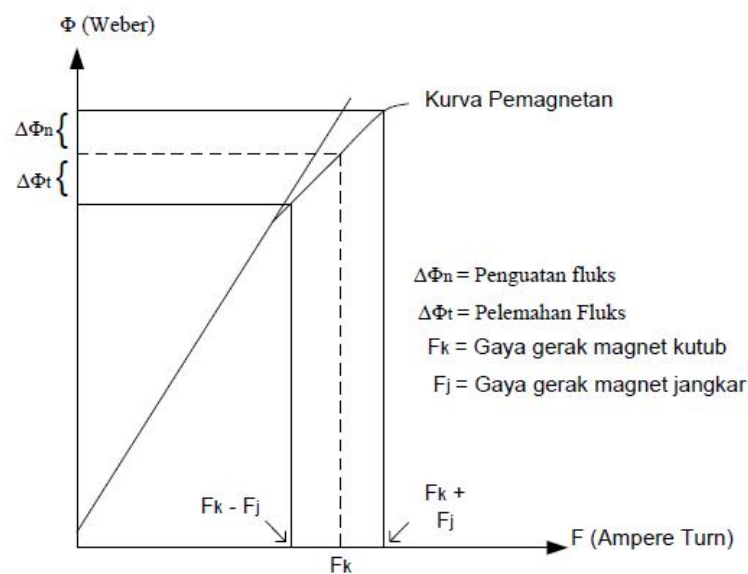


Gambar 2.14. Proses Pergeseran Bidang Netral[3].

Dengan timbulnya fluksi resultante Φ_r ini, maka garis netral magnetik yang seharusnya tegak lurus fluksi utama OB, kini berubah menjadi tegak lurus terhadap garis OC; yaitu searah garis ON. Kalau keadaan ini dibiarkan maka akan timbul bunga api pada sikat. Untuk menghilangkannya, maka sikat harus digeser posisinya sehingga sumbu sikat kembali menjadi tegak lurus terhadap arah vektor fluks utama. Namun akibatnya fluks utama akan berkurang dan terjadi *demagnetizing effect* jika sikat digeser berlawanan dengan arah putaran mesin. Bila setiap terjadi perubahan beban sehingga sikat harus digeser tentunya sangat tidak diinginkan. Untuk mengatasinya maka dibuatlah kutub komutasi dan kumparan kompensasi.

Masalah kedua akibat reaksi jangkar adalah pelemahan fluks. Hal ini dapat dijelaskan pada gambar 2.15. Kebanyakan mesin listrik bekerja pada

kerapatan fluks yang dekat dengan titik jenuhnya, karenanya pada lokasi di permukaan kutub dimana gaya gerak magnet (ggm) rotor menambahkan ggm kutub, terjadi sedikit peningkatan kerapatan fluks ($\Delta\Phi_n$). Tetapi pada lokasi permukaan kutub di mana ggm rotor mengeleminir ggm kutub, terdapat penurunan kerapatan fluks ($\Delta\Phi_t$) yang lebih besar, sehingga penjumlahan rata-rata kerapatan fluks yang terjadi adalah kerapatan fluks kutub yang semakin berkurang.

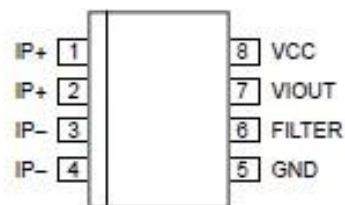


Gambar 2.15. Kurva pemagnetan ketika terjadi reaksi jangkar[3].

Akibat pelemahan fluks ini pada generator arus searah adalah pengurangan nilai pasokan tegangan oleh generator ke beban. Pada motor arus searah pengaruh yang ditimbulkan menjadi lebih serius, dimana pelemahan fluks akan menyebabkan motor arus searah, khususnya motor arus searah shunt akan berputar demikian cepatnya hingga tak terkendali[3].

2.5. Sensor Arus Listrik ACS712

Allegro ® ACS712 menyediakan solusi ekonomis dan tepat untuk pengukuran arus AC atau DC di dunia industri, komersial, dan sistem komunikasi. Perangkat ini terdiri dari rangkaian sensor efek-hall yang linier *low-offset* dan p sisi. Saat arus mengalir dijalur tembaga pada bagian pin 1-4 pada gambar 2.16, maka rangkaian sensor efek-hall akan mendeteksinya dan mengubahnya menjadi tegangan yang proporsional[10].



Gambar 2.16. Konfigurasi pin dari IC ACS712[10].

Berikut ini adalah karakteristik dari sensor suhu ACS712[10]:

- Memiliki sinyal analog dengan sinyal-gangguan rendah *low-noise*
- Ben-bandwidth* 80 kHz
- Total output error 1.5% pada $T_a = 25^\circ\text{C}$
- Memiliki resistansi dalam 1.2 in Ω
- Tegangan sumber operasi tunggal 5.0V
- Sensitivitas keluaran: 66 sd 185 mV/A
- Tegangan keluaran proporsional terhadap arus AC ataupun DC
- Fabrikasi kalibrasi
- Tegangan *offset* keluaran yang sangat stabil

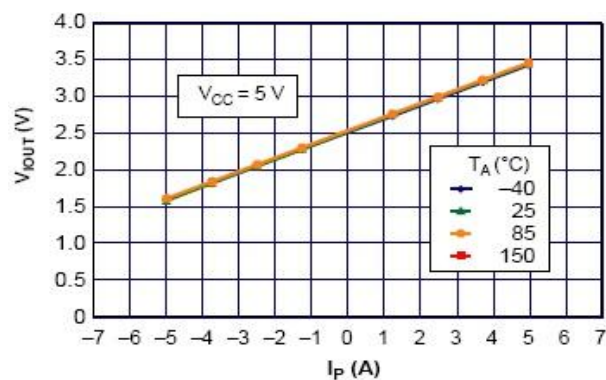
- Hysterisis akibat medan magnet mendekati nol
- Rasio keluaran sesuai tegangan sumber.

ACS712 produksi Allegro ini diproduksi dengan tiga varian pembacaan arus.

Tabel 2.1. Tipe-tipe IC ACS712

Part Number	TA ($^{\circ}\text{C}$)	Jangkauan	Sensitivitas (mV/A)
ACS712ELCT R-05B-T	-40 TO 85	± 5	185
ACS712ELCT R-20A-T	-40 TO 85	± 20	100
ACS712ELCT R-20A-T	-40 TO 85	± 30	66

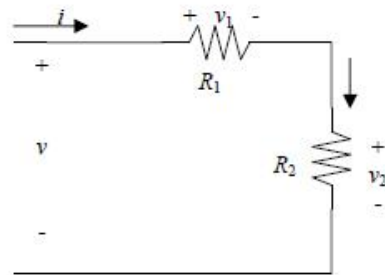
Sensor ACS712 ini pada saat tidak ada arus yang terdeteksi, maka keluaran sensor adalah 2,5 V. Dan saat arus mengalir dari IP+ ke IP-, maka keluaran akan $>2,5$ V. Sedangkan ketika arus listrik mengalir terbalik dari IP- ke IP+, maka keluaran akan $<2,5$ V.



Gambar 2.17. Grafik Tegangan Keluaran Sensor ACS712 Terhadap Arus Listrik Yang Terukur[10].

2.6. Pembagi Tegangan

Pada dasarnya rangkaian pembagi tegangan terdiri dari dua buah resistor yang dirangkai secara seri. Rangkaian pembagi tegangan dapat dilihat pada gambar 2.18. berikut.



Gambar 2.18. Rangkaian Pembagi Tegangan[5].

Aturan pembagi tegangan sangat sederhana, yaitu tegangan input dibagi secara proposional sesuai resistansi dua resistor yang dirangkai secara seri. Dari gambar.

2.18. didapat persamaan pembagi tegangan sebagai berikut[5]:

$$v_2 = R_2 i = R_2 \frac{v}{R_1 + R_2}$$

Atau
$$v_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v$$

dan dengan cara yang serupa, tegangan melintasi R_1 adalah[5].

$$v_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v$$

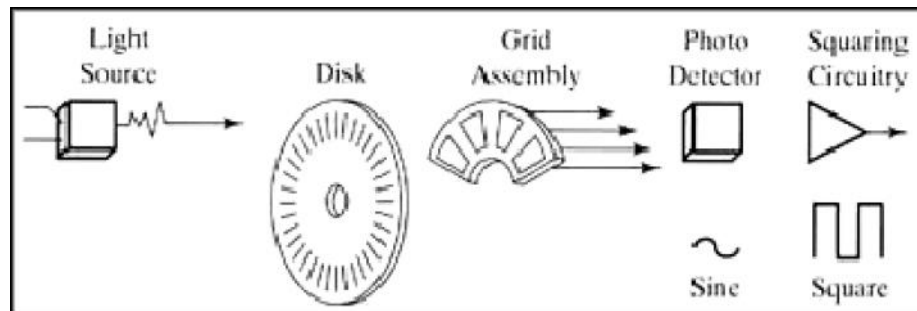
Bila jaringan pada gambar 2.18. digeneralisir dengan menggantikan R_2 dengan R_2, R_3, R_N yang berhubungan seri, maka didapat hasil umum pembagian tegangan melintasi suatu untai N tahanan seri[5].

$$v_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + \dots + R_N} v$$

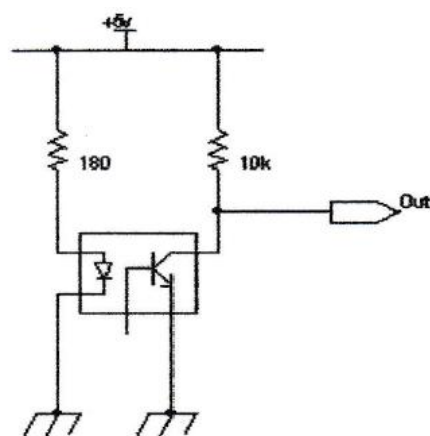
2.7. Sensor *Rotary Encoder*

Rotary encoder adalah peralatan elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. *Rotary encoder* umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah. Sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh *rotary encoder* untuk diteruskan oleh rangkaian kendali. *rotary encoder* umumnya digunakan pada pengendalian robot, motor *drive*, dsb.

Rotary encoder tersusun dari suatu piringan tipis yang memiliki lubang-lubang pada bagian lingkaran piringan. LED ditempatkan pada salah satu sisi piringan sehingga cahaya akan menuju ke piringan. Disisi yang lain suatu *photo-transistor* diletakkan sehingga *photo-transistor* ini dapat mendeteksi cahaya dari LED yang berseberangan. Piringan tipis tadi dikopel dengan poros motor, atau divais berputar lainnya yang ingin kita ketahui posisinya, sehingga ketika motor berputar piringan juga akan ikut berputar. Apabila posisi piringan mengakibatkan cahaya dan LED dapat mencapai *photo-transistor* melalui lubang-lubang yang ada, maka *photo-transistor* akan mengalami saturasi dan akan menghasilkan suatu pulsa gelombang persegi.



Gambar 2.19. Blok penyusun *rotary encoder*[4].



Gambar 2.20. Rangkaian tipikal penghasil pulsa pada *rotary encoder*[4].

Terdapat dua jenis *rotary encoder* yang digunakan, *absolute rotary* yaitu *encoder* dan *incremental rotary encoder*.

Persamaan kecepatan benda[4]:

$$V = w \times r \quad (2.2)$$

$$V = 2\pi f \times r \quad (2.3)$$

$$V = f \times 2\pi r \quad (2.4)$$

karena pada gerak putar, $f = rps$ (2.5)

$$V = rps \times 2\pi \quad (2.6)$$

dengan,

$V =$ Kecepatan Benda (m/s)

$\omega =$ Kecepatan Sudut(rad/s)

$r =$ jari — jari (m)

$f =$ frekuensi putaran gerak benda (hz)

$rps =$ jumlah 1 rotasi per detik

Persamaan frekuensi putaran piringan optik dengan banyak celah[4]:

$$rps = \frac{f_2}{M} \quad (2.7)$$

dengan,

$rps =$ jumlah 1 rotasi per detik

$f_2 =$ jumlah pulsa dalam 1 detik dengan 1 putaran banyak celah

$M =$ Celah Maksimum

Persamaan kecepatan Rotary Encoder³:

$$V = \frac{f_2}{M} 2\pi r \quad (2.8)$$

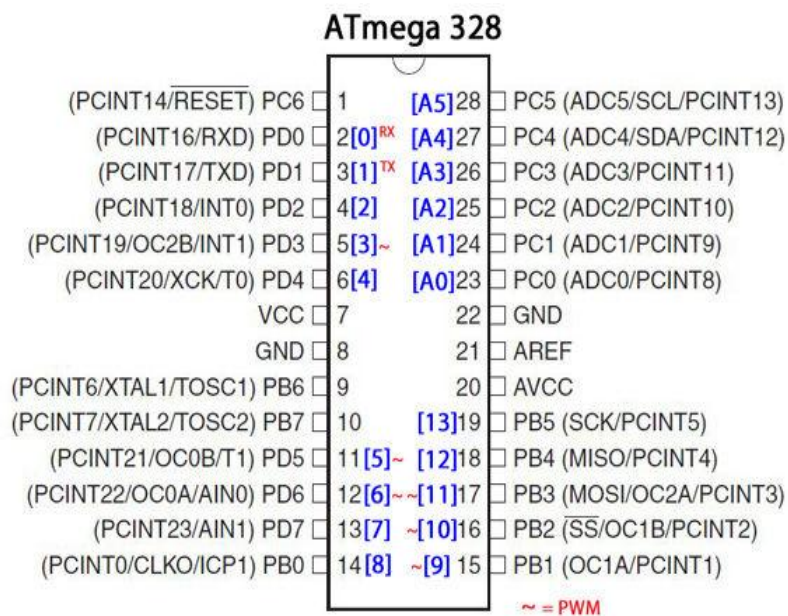
2.8. Mikrokontroler ATmega 328 P

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem mikroprosesor dimana di dalamnya sudah terdapat *Central Proccesssing Unit* (CPU), *Random Access Memory* (RAM), *Electrically Erasable Programmable Read Only Memori* (EEPROM), *I/O*, *Timer* dan peralatan internal lainnya

yang sudah saling terhubung terorganisasi dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu *chip* yang siap pakai. Umumnya mikrokontroler memiliki instruksi manipulasi bit, akses ke I/O secara langsung serta proses interupsi yang cepat dan efisien. Penggunaan mikrokontroler sudah banyak ditemui dalam berbagai peralatan elektronik, seperti telepon digital, *microwave oven*, televisi, dan lain-lain. Mikrokontroler juga dapat digunakan untuk berbagai aplikasi dalam industri seperti: sistem kendali, otomasi, dan lain-lain[1].

2.8.1. Konfigurasi Pin

Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega 328 adalah sebagai berikut.



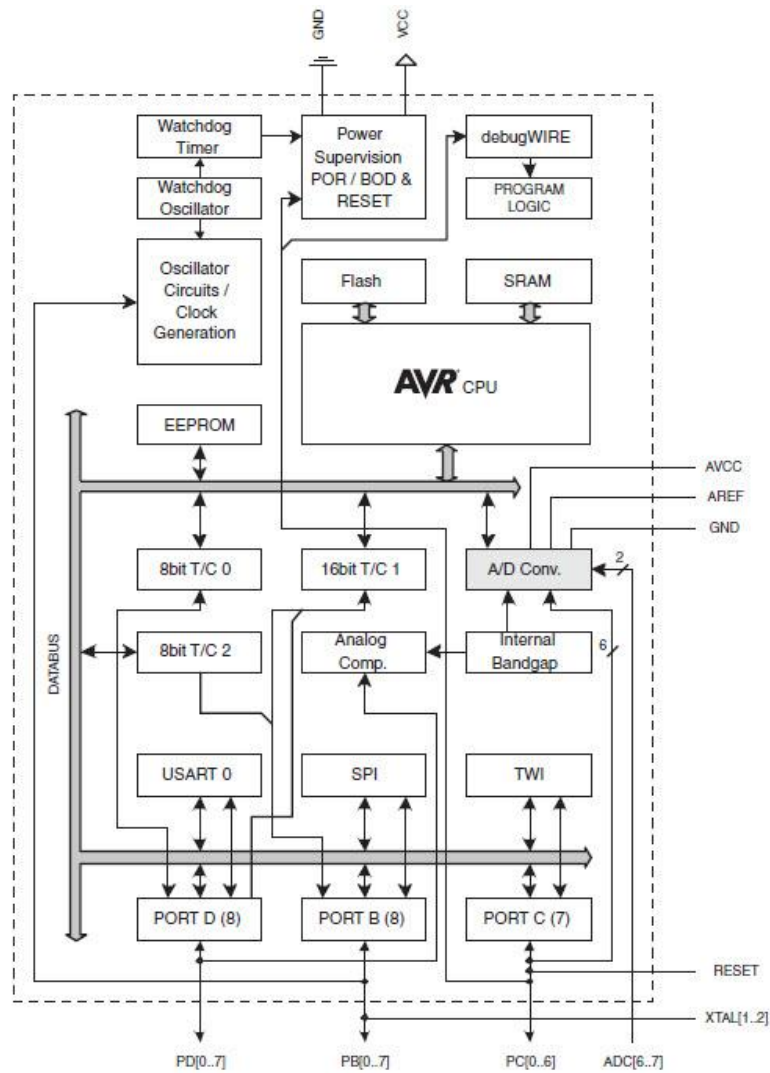
Gambar 2.21. PDIP ATmega 328[1].

Untuk melihat konfigurasi ATmega 328 dapat dilihat pada gambar 2.21 sebagai berikut[1]:

- a. VCC merupakan pin yang digunakan sebagai masukan sumber tegangan.
- b. GND merupakan pin untuk *Ground*
- c. Port B (PBO:PB7) XTAL1/ XTAL 2/TOSC1/TOSC2 merupakan port I/O dengan *internal pull-up* resistor. Untuk XTAL digunakan sebagai pin *external clock*.
- d. Port C (PCO:PC6) merupakan pin I/O dan merupakan pin masukan ADC. Terdapat juga pin *RESET* yang digunakan untuk mengembalikan kondisi mikrokontroler seperti semula.
- e. Port D (PDO:PD7) merupakan pin I/O sinyal analog.
- f. AVCC adalah pin masukan untuk tegangan ADC.
- g. AREF adalah pin masukan untuk tegangan referensi eksternal ADC.

2.8.2. Spesifikasi ATmega 328 P

Mikrokontroler ATmega 328P memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM internal, *Timer/Counter*, *Watchdog Timer*, PWM, Port I/O, komunikasi serial, Komparator). Dari Gambar 2.22. dapat dilihat bahwa Atmega 328P memiliki bagian sebagai berikut[1]:



Gambar 2.22. Diagram blok fungsional atmega 328P[1].

- a. Saluran I/O sebanyak 23 buah, yaitu *Port B*, *Port C*, dan *Port D*.
- b. ADC 10 bit sebanyak 6 saluran.
- c. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan pembandingan
- d. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
- e. *Watchdog Timer* dengan *osilator internal*.
- f. SRAM sebesar 1 Kbyte.
- g. Memori *Flash* sebesar 32 Kbyte dengan kemampuan *Read While*

Write.

- h. Unit interupsi internal dan eksternal
- i. *Port* antarmuka *SPL*
- j. 6 *PWM channel*
- k. Tegangan kerja 1,8 sampai 5,5 V.
- l. Range suhu -40°C sampai 85°C.
- m. Terdapat 28 pin PDIP.
- n. Konsumsi daya rendah saat 1 MHz; 1,8V; 25°C untuk ATmega 328P.

2.9. Arduino

Arduino merupakan sebuah *platform* komputasi fisik yang *open source* pada *board* masukan dan keluaran sederhana. *Platform* komputasi merupakan sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan merespon situasi dan kondisi yang ada di dunia nyata. (Massimo, 2011)

Nama arduino tidak hanya digunakan untuk menamai *board* rangkainnnya saja tetapi juga untuk menamai bahasa dan *software* pemrogramannya, serta lingkungan pemrogramannya IDE-nya (IDE = *Integrated Development Environment*). Ada beberapa jenis modul arduino yang bisa digunakan, pada penelitian ini menggunakan *board* Arduino Uno sebagai mikrokontroler yang menghubungkan dan *hardware* ke *interface* komputer. Jenis-jenis dari arduino sangatlah banyak salah satunya Arduino Uno. Arduino Uno adalah

piranti mikrokontroler menggunakan ATmega328, merupakan penerus Arduino Duemilanove, Arduino Uno memiliki 14 pin *input/output* digital (6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Arduino juga mempunyai *compiler* sendiri, bahasa pemrograman yang dipakai adalah C/C++ tetapi sudah menggunakan konsep pemrograman berbasis objek / *Object Oriented Programming* (OOP). *Compiler* bersifat *free*, dan dapat diunduh di *website* arduino.cc. Kelebihan lain dari *compiler* arduino ini adalah dia bersifat *cross-platform* atau dapat berjalan di semua *operating system*, sehingga walaupun pengguna *Windows*, *Linux*, ataupun *Macintos* bisa menggunakan *device* ini. Kelebihan Arduino dan *platform hardware* mikrokontroler lain adalah[1].

- a. IDE Arduino merupakan *multiplatform*, yang dapat dijalankan diberbagai sistem operasi, seperti *windows*, *macintos*, dan *linux*.
- b. Pemrograman arduino menggunakan kabel yang terhubung dengan *port* USB, bukan *port* serial.
- c. Arduino adalah *hardware* dan *software open source*, pembaca bisa mengunduh *software* dan gambar rangkaian arduino tanpa harus membayar ke pembuat arduino.
- d. Tidak perlu perangkat *chip* programmer karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani upload program dari komputer.
- e. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop

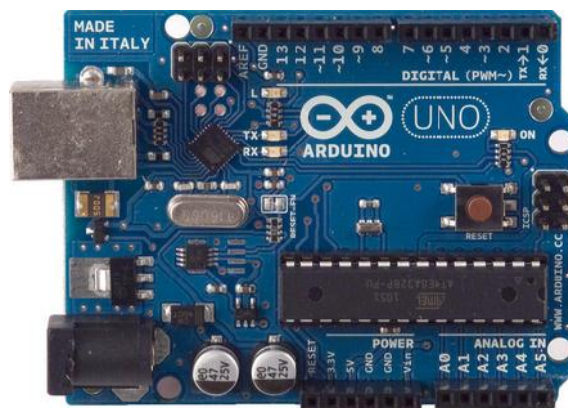
yang tidak memiliki *port* serial/RS323 bisa menggunakannya.

f. Bahasa pemrograman relatif mudah karena *software* Arduino dilengkapi dengan kumpulan *library* yang cukup lengkap.

g. Memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada *board* Arduino. Misalnya *shield* GPS, Ethernet, SD Card, dll.

2.9.1. Arduino UNO

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack* power, ICSP header, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya.



Gambar 2.23. Tampak atas Arduino Uno[1].

Nama "Uno" berarti *satu* dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi

dari Arduino.

Adapun spesifikasi Arduino Uno adalah sebagai berikut[1]:

a. Daya

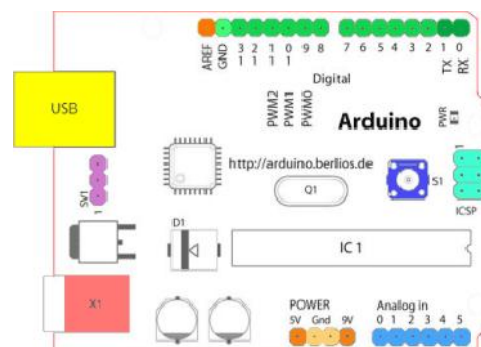
Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal (otomatis). Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk *board* Uno adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak *board* Uno.

b. Memori

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader), 2 KB dari SRAM dan 1 KB.

c. Input dan Output

Konfigurasi pin pada arduino uno dapat dilihat pada gambar 2.10. dibawah ini:



Gambar 2.24. Konfigurasi Pin Board Ardiono UNO[1].

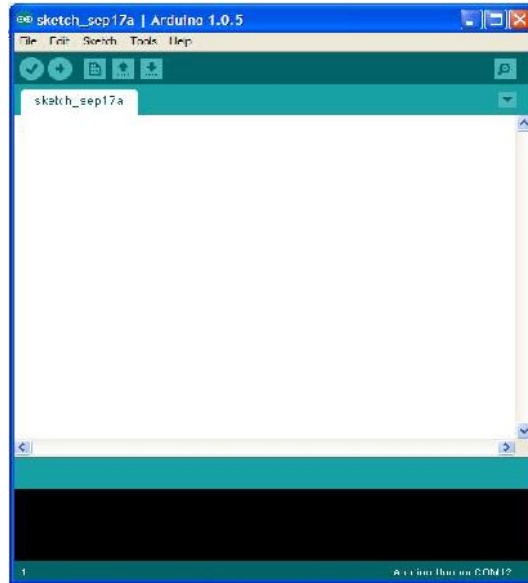
Masing-masing dari 14 pin digital di Uno digunakan sebagai *input* atau *output*, dan 6 pin digunakan sebagai *input* analog.

d. Komunikasi

Arduino UNO memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroller lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia dipin digital 0 (RX) dan (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai *port virtual com* untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* U2 menggunakan *driver* USB standar COM, dan tidak ada *driver eksternal* yang diperlukan. Namun, pada *Windows* diperlukan, sebuah file inf. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari board Arduino. LED RX dan TX dipapan arduino akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dengan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

2.9.2. Software Arduino

Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun dapat mempelajarinya dengan cukup mudah. Untuk membuat program Arduino dan *upload* program ke dalam *board* Arduino membutuhkan *software* Arduino IDE (*Integrated Development Enviroment*) yang bisa di *download* gratis di <http://arduino.cc/en/Main/Software>. Tampilan awal dari *software* arduino dapat dilihat pada gambar 2.25.



Gambar 2.25. Jendela awal software arduino[1].

Ada tiga bagian utama dari *software* arduino yaitu[1]:

Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.

- a. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroller tidak akan bisa memahami bahasa *processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroller adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
- b. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam *memory* di dalam papan Arduino.

2.10. Arduino Data Logger

Data logger merupakan data penyimpanan ke external memory atau ke SD Card, penggunaan data logger ini biasanya untuk menganalisa atau

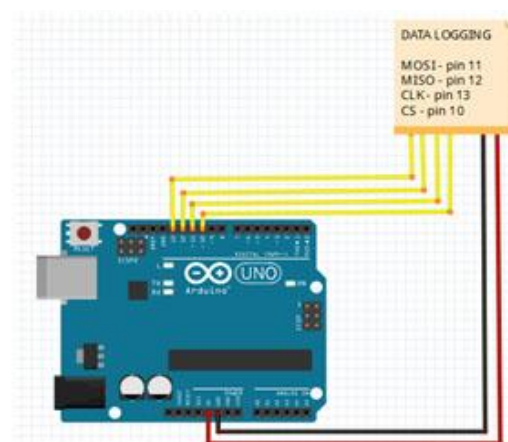
mendapatkan data dari suatu kondisi di tempat tertentu. Misal untuk perubahan suhu per satuan waktu ditempat tertentu.



Gambar 2.26. Arduino Data Logger[13].

Selain data logger, Modul ini juga langsung ada RTC (Real Time Clock) untuk pencatat waktu. Mancoba data logger, Konfigurasi data logger dengan arduino menggunakan koneksi SPI, maka untuk pin di arduino UNO bisa menggunakan pin sebagai berikut:

- a. MOSI - pin 11
- b. MISO - pin 12
- c. CLK - pin 13
- d. CS - pin 10



Gambar. 2.27. Konfigurasi data logger dengan Arduino[13].

2.11. Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini adalah

1. Pengaruh Alternator Terhadap Daya Pada Rancang Bangun

Mobil Listrik TMUG01. Mobil listrik ini menggunakan penggerak motor listrik DC berkapasitas 48 V 30 A, maka *accumulator* yang dibutuhkan juga harus sama besar dengan kapasitas mesin tersebut yaitu 12 volt 5 ampere dengan dipasang secara 3 seri dan 3 parallel agar mendapatkan kapasitas listrik yang sama besar untuk mensuplai daya yang dibutuhkan oleh mesin. Penggunaan alternator pada mobil listrik TMUG01 dapat meningkatkan daya sehingga jarak tempuh lebih jauh dan waktu pemakaian yang dapat lebih lama dibandingkan sebelum menggunakan alternator. Beban yang lebih ringan dengan kecepatan lebih rendah dapat menghemat daya mobil listrik.

2. Pemanfaatan Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Listrik

Tenaga Angin. Bahwa alternator mobil dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga angin, dengan tegangan rata-rata yang dikeluarkan alternator mobil selama satu jam menghasilkan tegangan sebesar 10,64 volt. Untuk pengambilan data pengukuran masih dilakukan dengan manual, yaitu dengan menggunakan multimeter.

3. Pemanfaatan Alternator DC Dengan Inverter Pada

(PLTMh) Sebagai Penyedia Daya Listrik Produktif Di Dusun Singosaren Imogiri Yogyakarta. Alternator berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Pada alternator terdapat sebuah komponen IC yang berfungsi

mengatur pengisian accu secara otomatis. Pada tahap pengujian kapasitas daya oada PLTMh, dilakukan pengujian di lapangan menggunakan alat ukur yaitu dengan menggunakan oscilloscope sebagai pengukur frekuensi, utuk pengukuran tegangan dan arus menggunakan multimeter, dan pengukuran kecepatan putaran dengan tachometer. Pengaturan besaran tegangan output alternator diatur melalui air yang ditransmisikan melalui poros kincir, sehingga besarnya tegangan yang dihasilkan melalui inverter akan berpengaruh pada arus beban. Frekuensi listrik yang dihasilkan oleh alternator harus sebanding dengan kecepatan putaran alternator. Pada putaran adalah salah satu faktor yang penting yang memberi pengaruh besar terhadap keluaran tegangan dan besarnya arus bolak-balik yang timbul.

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dan pembuatan tugas akhir ini akan dilaksanakan pada:

Waktu : April s/d Desember 2015

Tempat : Laboratorium Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro,
Gedung Laboratorium Terpadu Teknik Elektro

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan penelitian mencakup berbagai instrument, komponen, perangkat kerja serta bahan-bahan yang digunakan dalam proses penelitian, diantaranya:

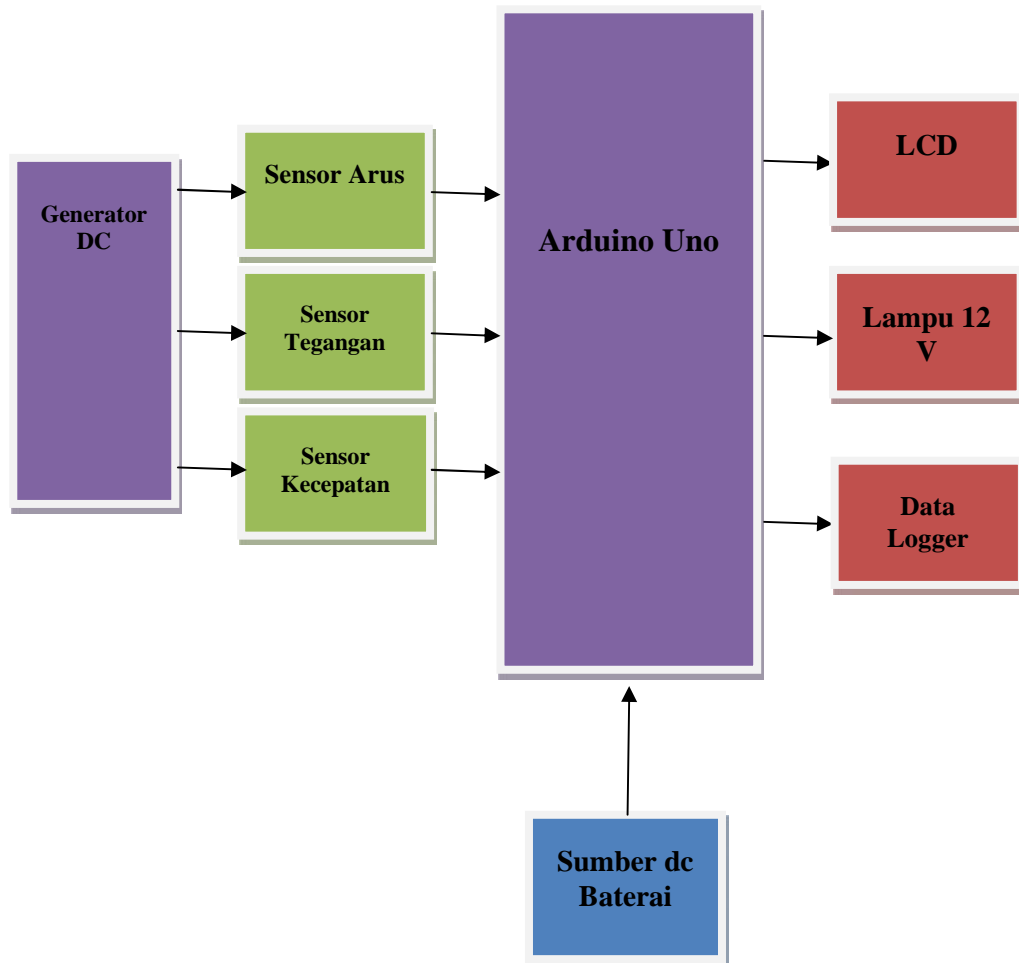
1. Instrument, yang terdiri dari:
 - a. Multimeter
 - b. Tachometer
2. Komponen, yang terdiri dari:
 - a. *Board* Arduino UNO
 - b. LCD 16x2
 - c. Generator DC 12 Volt
 - d. Arduino Data Logging RTC Shield

- e. ACS712
 - f. DIV-REV1 (*Rotary Encoder*)
 - g. *Header*
 - h. *Black housing*
 - i. Kabel Pelangi
 - j. Battery Lipo Turnigy 3s 20c-40c
 - k. Lampu 12 Volt
3. Perangkat kerja, yang terdiri dari
- a. PC
 - b. Solder, Timah, dan Pembersih Solder
 - c. Tang
 - d. Bor
4. Perangkat lunak yang digunakan:
- a. Perangkat lunak Arduino 1.0.5
 - b. Google Sketchup 8.0

3.3. Blok Diagram

Secara garis besar sistem yang dibuat dapat dilihat pada gambar 3.1.

berikut :

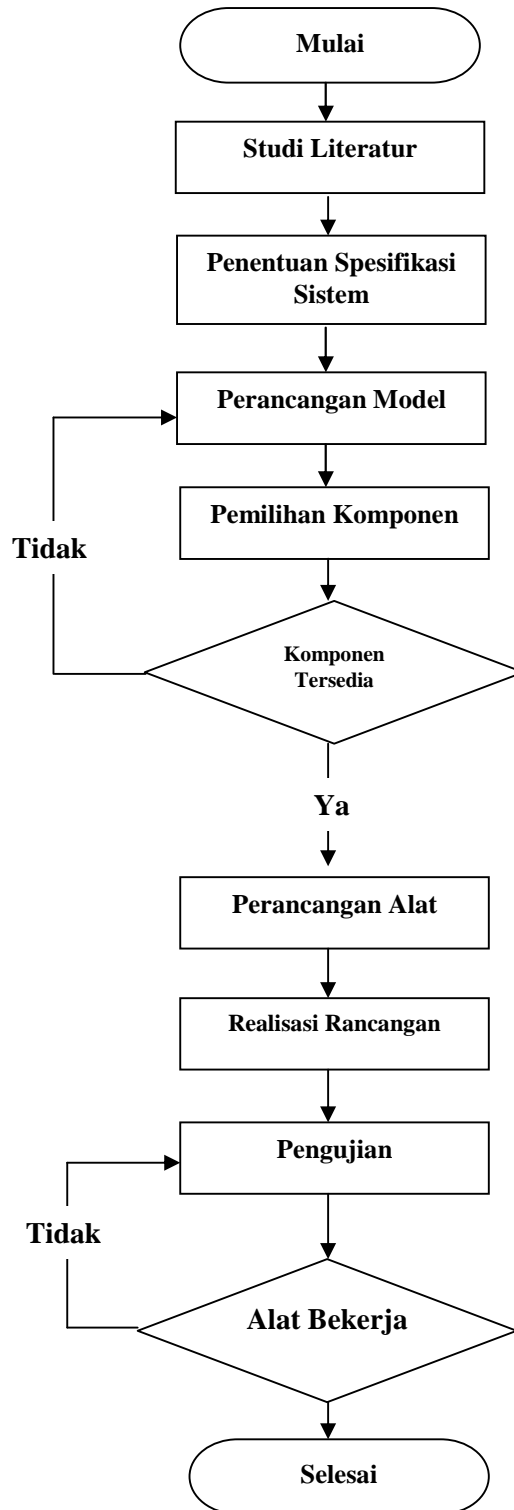


Gambar 3.1. Blok diagram sistem alat

3.4. Metode Kerja

Proses penyelesaian tugas akhir ini melalui beberapa langkah yang dilakukan, secara umum langkah-langkah tersebut

digambarkan dalam diagram alir yang terlihat pada gambar 3.2. di bawah ini :



Gambar 3.2. Diagram alir penelitian.

3.4.1. Studi Literatur

Pada studi literatur dilakukan pengumpulan informasi dan literatur yang menunjang dalam penelitian antara lain:

- a. Mempelajari prinsip generator dc yang akan digunakan pada *prototype*
- b. Mempelajari penggunaan mikrokontroler dan modul-modul pendukung yang terdapat pada Arduino.
- c. Mempelajari penggunaan *Rotary Encoder* yang berfungsi sebagai sensor putaran pada jangkar generator.
- d. Mempelajari metode pembagi tegangan yang berfungsi sebagai sensor tegangan.
- e. Mempelajari penggunaan ACS712 yang berfungsi sebagai pembacaan nilai arus atau sensor arus.
- f. Mempelajari penggunaan LCD 2x16 yang berfungsi untuk menampilkan nilai rpm, arus, dan tegangan.
- g. Mempelajari penggunaan *Arduino Data Logging RTC Shield* yang berfungsi sebagai tempat *Multi Media Card* (MMC) yaitu untuk menyimpan nilai-nilai yang didapatkan.

3.4.2. Spesifikasi Rancangan

Sistem yang akan direalisasikan, yaitu untuk mendapat hubungan tegangan generator dan arus generator terhadap kecepatan putaran jangkar generator. Nilai-nilai yang didapat dalam pengambilan data akan dibandingkan dengan data

perhitungan menggunakan rumus E.M.F Generator yaitu sebagai berikut[2]:

$$emf \text{ generator} = \frac{d\phi}{dt} (\text{volt})$$

Perpotongan fluks dalam satu rotasi = $d\phi = \phi P (Wb)$

waktu untuk satu putaran , $dt = 60/N$

Jadi:

$$emf = \frac{d\phi}{dt} = \frac{\phi PN}{60} \text{ volt}$$

$$emf = \frac{\phi PN}{60} \text{ volt}$$

Keterangan[2]:

- ϕ = nilai fluks
- P = jumlah kutub
- N = putaran jangkar permenit (rpm)
- Emf = tegangan generator

Untuk mencari hubungan kecepatan putaran rotor generator terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan mempunyai 2 tahapan sebagai berikut:

a. Mencari hubungan rpm dengan tegangan (volt) dengan persamaan

$$emf = \frac{d\phi}{dt} = \frac{\phi PN}{60} \text{ volt}$$

$$emf = \frac{\phi PN}{60} \text{ volt}$$

b. Mencari hubungan rpm dengan arus (ampere) dengan persamaan terbagi menjadi 2 tahapan:

- Mencari Arus pada beban lampu

$$P = V \times I$$

$$I = \frac{P}{V}$$

- Mencari nilai R (ohm) pada beban lampu

$$R = \frac{V}{I}$$

3.4.3. Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat yang digunakan untuk membuat prototype ini adalah :

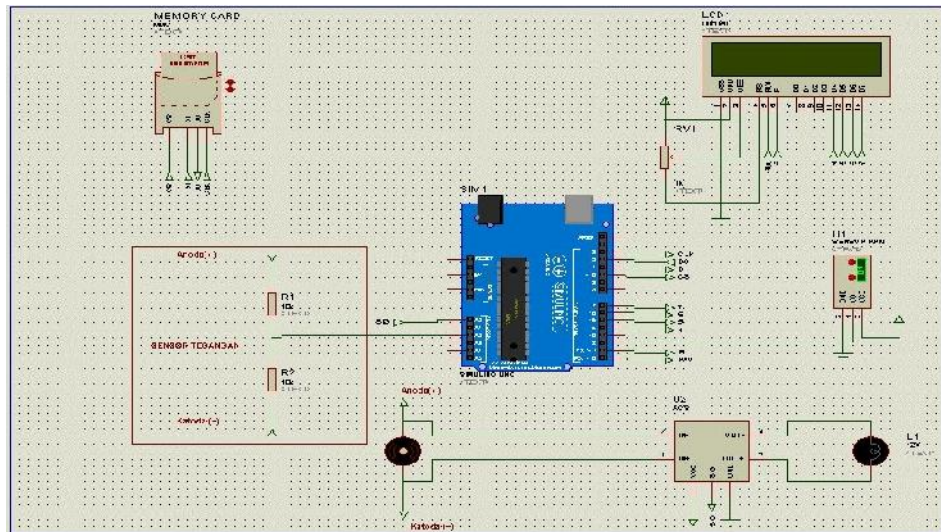
- Baling-baling berukuran 16 inch dan memiliki 3 buah blade, berfungsi untuk memutar jangkar generator, yaitu dengan cara mengkopel baling-baling pada bagian ujung rotor. Saat baling-baling berputar karena tekanan angin maka jangkar generator akan berputar sehingga generator dapat menghasilkan tegangan.
- Generator dc dengan spesifikasi 12 volt dengan kecepatan putaran rotor 500 rpm saat tanpa beban dan daya yang mampu dihasilkan sebesar 15 watt.
- Sensor *rotary encoder* berfungsi untuk membaca putaran yang dihasilkan pada jangkar generator.
- Menggunakan ACS712 5 Ampere, berfungsi sebagai pembaca arus yang dihasilkan generator saat ada beban lampu.
- Rangkaian pembagi tegangan digunakan sebagai sensor

tegangan, yaitu berfungsi sebagai pembaca tegangan yang dihasilkan generator.

- f. Menggunakan *Liquid Crystal Display* (LCD) 16x2 sebagai penampil data.
- g. Menggunakan modul *Arduino Data Logging RTC Shield* yang berfungsi untuk menyimpan data yang telah diolah pada mikrokontroler.
- h. *Device* pengendali menggunakan modul *Arduino Uno*, berfungsi untuk membaca masukan dari sensor kecepatan, sensor tegangan dan sensor arus. Untuk menampilkan nilai rpm, tegangan, dan arus pada LCD dan data yang telah terbaca akan disimpan pada *Arduino Data Logging RTC Shield*.

3.4.4. Rangkain Sistem *Prototype* Generator dc dengan Penggerak Tenaga Angin

Dalam penelitian ini, sebelum memulai pembuatan *prototype* diperlukan rancangan rangkaian terlebih dahulu, sehingga memudahkan untuk membuatnya. Rancangan rangkaian ini dibuat menggunakan *software* Proteus 7.8. rangkaian *prototype* dapat dilihat pada gambar. 3.3. berikut.



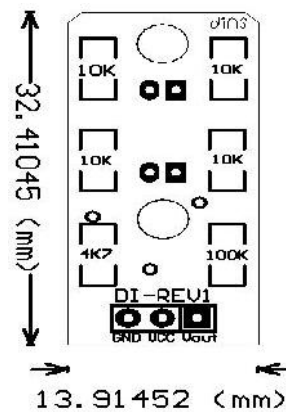
Gambar. 3.3. Rangkain sistem alat

Dari rangkain di atas dapat diketahui sistem kerja alat adalah saat generator menghasilkan daya, maka aliran daya yang dihasilkan di hubungkan dengan sensor arus. Arus dapat terbaca oleh sensor arus dengan syarat generator terhubung oleh beban lampu. Kemudian dihubungkan dengan sensor tegangan yaitu berfungsi sebagai pembaca tegangan yang dihasilkan oleh generator. Sedangkan sensor rpm terhubung langsung dengan arduino data tidak perlu diolah dalam mikrokontroler karena sudah berbentuk digital berbeda dengan sensor tegangan dan arus. Setelah data terbaca oleh semua sensor dan diolah dalam mikrokontroler data akan di tampilkan pada LCD dan tersimpan pada MMC.

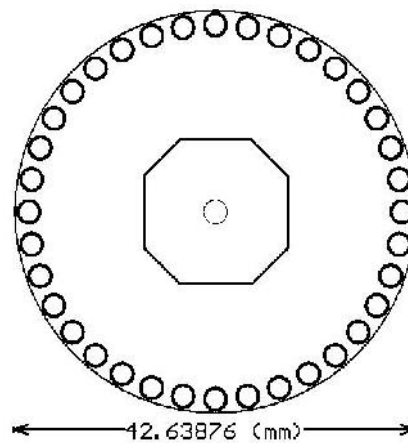
3.4.5. Rangkain *Rotary Encoder*

Rotary encoder merupakan sensor kecepatan putaran pada jangkar generator. Pada rangkain sensor putaran ini adalah perangkat modul. Gambar. 3.4 berikut ini adalah gambar

rangkaian sensor putaran *rotary encoder*.



Gambar.3.4 Rangkaian sensor *rotary encoder*[4].



Gambar.3.5. Piringan derajat *rotary encoder*[4].

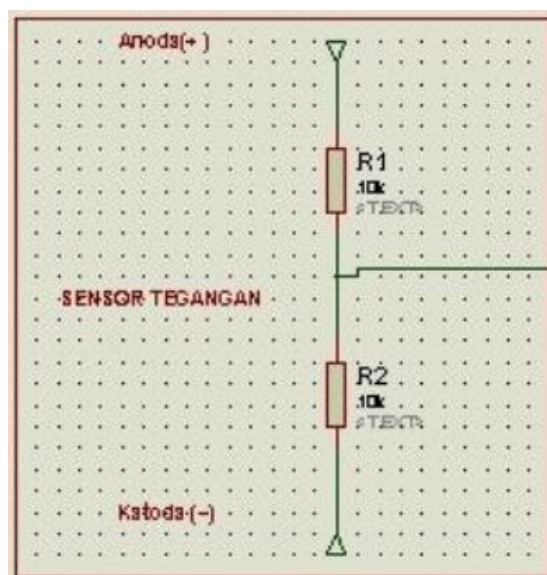
Terdiri dari dua bagian utama[4]:

1. Piringan derajat dengan 36 lubang pada kelilingnya dengan sudut antara dua lubang yang berdampingan terhadap titik tengahnya adalah 10° .
2. Rangkaian sensor pembaca putaran yang menggunakan optocoupler tipe celah sebagai sensor pembaca perubahan posisi lubang piringan derajat.
 - a. Tegangan-tegangan operasi:
 - Sumber (VCC): 3,5 – 5,5V
 - Logika output '0': 0 – 0,5V

- Logika output '1': 3 – 5V (VCC – 0,5V)
- b. Logika output:
- 0: Saat celah sensor terhalang
 - 1: Saat celah sensor tanpa-halangan
- c. Kecepatan baca sensor:
- Kondisi logika *toggle* (0/1): 1500Hz
 - Rotasi dengan 36 lubang: 2500RPM

3.4.6. Rangkaian Pembagi Tegangan

Pada rangkaian sensor tegangan digunakan dua buah resistor yang berfungsi sebagai tegangan. Pada rangkaian sensor tegangan ini memiliki tegangan output yang linier terhadap tegangan yang diukur. Gambar. 3.6. berikut ini adalah gambar rangkaian sensor tegangan :



Gambar. 3.6. Rangkaian sensor tegangan

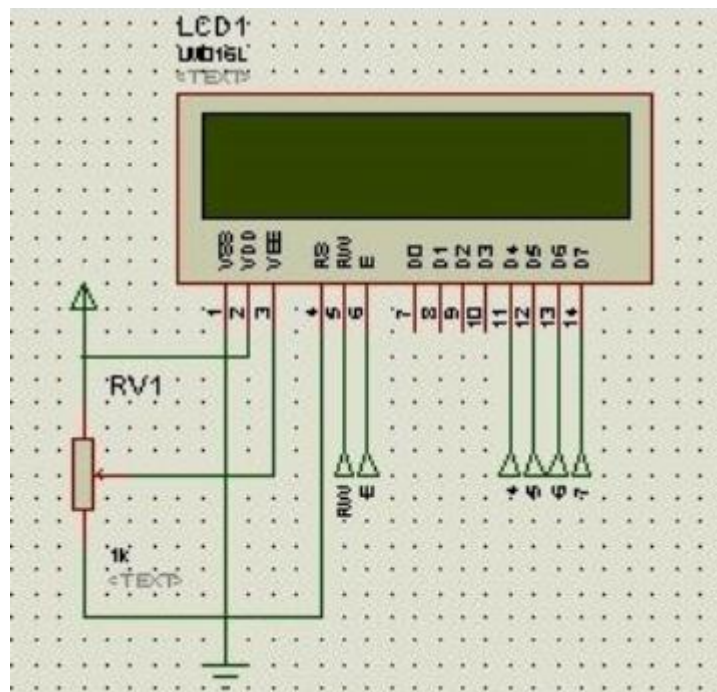
$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_2 + R_1}$$

Keterangan :

- V_{out} = nilai tegangan yang akan dibaca mikrokontroler
- V_{in} = Nilai Tegangan yang diukur
- $R_1 = 10 \text{ K}\Omega$
- $R_2 = 10 \text{ K}\Omega$

3.4.7. Rangkaian Penampil (LCD)

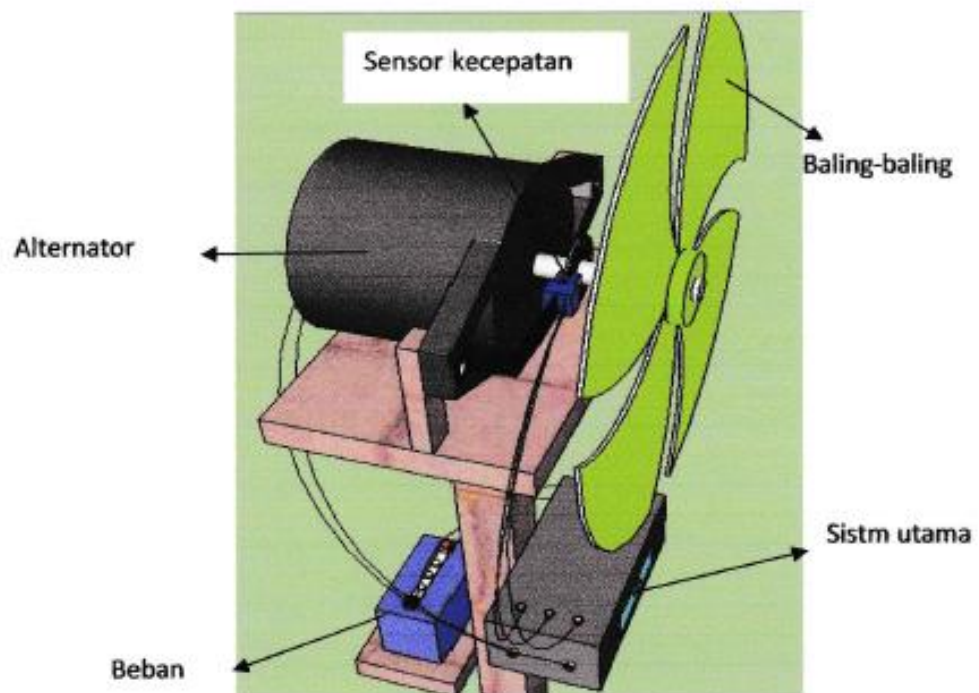
Modul tampilan yang digunakan berupa LCD (*Liquid Crystal Display*). Informasi yang ditampilkan berupa karakter huruf dan angka yang dapat menampilkan karakter 2 X 16 digit. Rangkaian tampilan LCD dapat dilihat pada gambar. 3.7. di bawah ini :



Gambar. 3.7. Rangkaian penampil (LCD)

3.4.8. Rancangan Model Alat

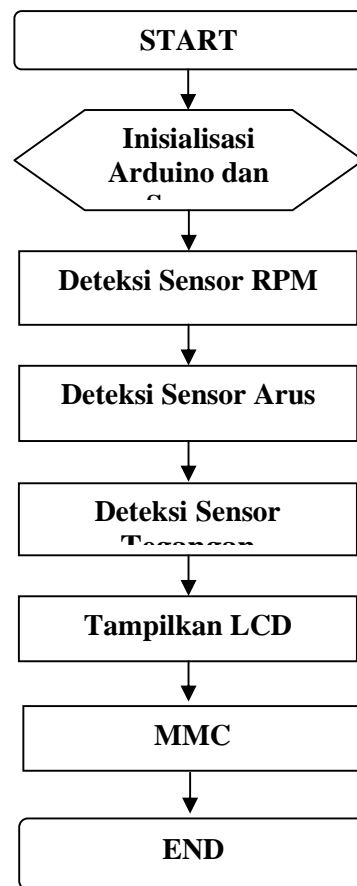
Perancangan desain alat menggunakan software Google Sketchup 8. Rancangan dibuat tiga dimensi untuk memperjelas bentuk rancangan. Adapun desain alatnya dapat dilihat pada gambar 3.8. sebagai berikut:



Gambar 3.8. Desain alat

3.4.9. Diagram Alir Kerja Alat

Rancangan kerja *prototype* ini melalui beberapa langkah, yaitu start, inisialisasi arduino, kemudian pembacaan sensor sampai end (selesai). Untuk diagram alir kerja alat dapat dilihat pada gambar. 3.9. berikut.



Gambar. 3.9. Diagram alir kerja alat

3.4.10. Pengujian Alat

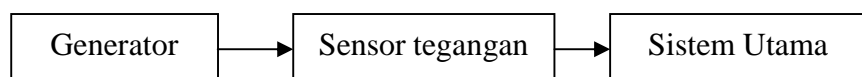
Pengujian dilakukan untuk melihat kinerja alat sehingga diketahui apakah rangkaian yang telah dibuat sesuai dengan yang diharapkan.

Berikut adalah tahapan pengujian :

1. Pengujian sensor tegangan
2. Pengujian sensor arus
3. Pengujian sensor kecepatan putaran (rpm)
4. Pengujian sumber tegangan dc
5. Pengujian alat keseluruhan

3.4.11. Pengujian Sensor Tegangan

- a. Tujuan untuk mengetahui perbandingan karakteristik tegangan pada alat dengan multimeter.
- b. Hasil yang diinginkan, yaitu besarnya sensor tegangan sesuai dengan pembacaan pada multimeter
- c. Peralatan yang digunakan
 - o Multimeter digital
 - o Generator dc
 - o Sumber dc baterai 11 volt
 - o Sistem alat utama terdiri dari sensor tegangan yang telah terangkai dengan arduino, *data logger RTC shield* dan lcd
 - o Bor untuk memutar jangkar generator
- d. Prosedur pengujian
 - o Merangkai alat pengujian seperti blok diagram gambar 3.10.
 - o Mengopel bor dengan ujung jangkar generator
 - o Menghubungkan sumber dc pada sistem utama
 - o Memberikan tegangan yang berbeda dengan menghidupkan bor
 - o Mengamati dan mencatat setiap perubahan tegangan keluaran sensor yang terjadi pada multimeter digital
 - o Membandingkan hasil keluaran sensor dengan hasil keluaran pada multimeter.



Gambar. 3.10. Blok diagram pengujian sensor tegangan

Pengujian tegangan generator ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan tegangan yang terbaca oleh sensor tegangan dengan tegangan yang terbaca oleh multimeter dapat dilihat pada gambar 3.11. dibawah ini:



Gambar. 3.11. Pengujian Tegangan Generator

Tabel 3.1. Uji tegangan Generator

Parameter	Alat	Multimeter
Tegangan	12.14 Volt	12.18 Volt

Dari tabel 3.1. di atas nilai alat ukur pada multimeter dengan alat yang telah dibuat tidak memiliki perbedaan yang jauh yaitu sekitar 0,04 Volt. Dengan demikian pengujian Tegangan pada generator sudah sesuai.

3.4.12. Pengujian Sensor Arus

- a. Tujuan untuk mengetahui perbandingan karakteristik arus pada alat dengan panel amper meter.
- b. Hasil yang diinginkan, yaitu besarnya sensor arus sesuai dengan pembacaan pada amper meter
- c. Peralatan yang digunakan

- Panel amper meter
 - Generator dc
 - Sumber dc baterai 11 volt
 - Beban lampu 12 volt
 - Sistem alat utama terdiri dari sensor arus yang telah terangkai dengan arduino, *data logger RTC shield* dan lcd
 - Bor untuk memutar jangkar generator
- d. Prosedur pengujian
- Merangkai alat pengujian seperti blok diagram gambar 3.12.
 - Mengopel bor dengan ujung jangkar generator
 - Menghubungkan sumber dc pada sistem utama
 - Memberikan putaran rpm yang berbeda dengan menghidupkan bor
 - Mengamati dan mencatat setiap perubahan arus keluaran sensor yang terjadi pada amper meter
 - Membandingkan hasil keluaran sensor dengan hasil keluaran pada amper meter.



Gambar. 3.12. Blok diagram pengujian sensor arus

Pengujian arus ini untuk mengetahui pebandingan antar nilai pada alat ukur ampere meter dengan alat yang telah dibuat. Pengujian dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar. 3.13. Pengujian Arus Generator DC

Tabel 3.2. Uji Arus Generator DC

Parameter	Alat	Alat Ukur
Arus	1.43 Ampere	1.4 Ampere

Dari tabel 3.2. di atas nilai alat ukur pada multimeter dengan alat yang telah dibuat tidak memiliki perbedaan yang jauh yaitu sekitar 0,03 ampere. Dengan demikian pengujian Arus pada generator sudah sesuai.

3.4.13. Pengujian Sensor Kecepatan Putaran (Rpm)

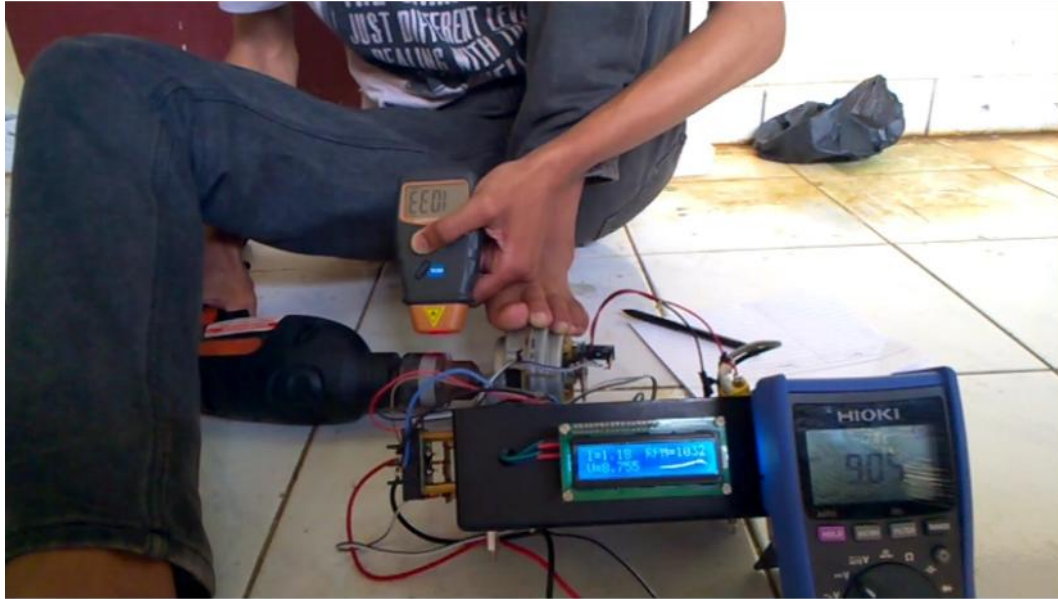
- a. Tujuan untuk mengetahui perbandingan karakteristik rpm pada alat dengan rpm pada Tachometer
- b. Hasil yang diinginkan, yaitu besarnya sensor rpm sesuai dengan pembacaan pada Tachometer
- c. Peralatan yang digunakan
 - o Tachometer

- Generator dc
 - Sumber dc baterai 11 volt
 - Sistem alat utama terdiri dari sensor rpm yang telah terangkai dengan arduino dengan *data logger RTC shield* dan lcd
 - Bor untuk memutar jangkar generator
- d. Prosedur pengujian
- Merangkai alat pengujian seperti blok diagram gambar 3.14.
 - Mengopel bor dengan ujung jangkar generator
 - Menghubungkan sumber dc pada sistem utama
 - Memberikan putaran rpm yang berbeda dengan menghidupkan bor
 - Mengamati dan mencatat setiap perubahan rpm keluaran sensor yang terjadi pada tachometer dan alat
 - Membandingkan hasil keluaran sensor rpm dengan hasil keluaran pada *tachometer*.



Gambar. 3.14. Blok diagram pengujian sensor kecepatan putaran (Rpm)

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan nilai kecepatan alat dengan *tachometer*, dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar. 3.15. Pengujian sensor kecepatan (Rpm)

Tabel 3.3. Uji Sensor Kecepatan (Rpm)

Parameter	Alat	Tachometer
Kecepatan putaran	1032 rpm	1033 rpm

Dari tabel 3.3. di atas dapat diketahui bahwa perbedaan nilai pada alat yang telah dibuat dengan alat ukur tachometer tidak terlalu jauh yaitu berkisarh 10 rpm. Jadi pembacaan alat masih sesuai.

3.4.14. Pengujian Sumber Tegangan dc

- a. Tujuan untuk mengetahui perbandingan karakteristik tegangan pada baterai dengan multimeter
- b. Hasil yang diinginkan, yaitu besarnya nilai baterai sesuai yang diinginkan
- c. Peralatan yang digunakan
 - o Sumber dc baterai 11 volt

- o Multimeter
- d. Prosedur pengujian
- o Menghubungkan multimeter ke baterai
 - o Mengamati dan mencatat perbandingan antara nilai pada spesifikasi baterai dengan nilai pada multimeter
 - o Membandingkan hasil spesifikasi baterai dengan hasil pada multimeter

Pengujian sumber tegangan ini dilakukan untuk membandingkan tegangan yang dihasilkan *battery* dengan spesifikasi keterangan kemasan. Pengujian dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar. 3.16. Pengujian tegangan *battery*

Tabel 3.4. Uji Sumber Tegangan DC

Parameter	Spesifikasi	Multimeter
Tegangan	11.00 Volt	12.24 olt

Dari tabel 3.4. di atas dapat diketahui bahwa sumber tegangan pada *battery* lippo yang telah di ukur dengan alat ukur multimeter adalah

12,24 Volt. Perbedaan selisih dengan spesifikasi kemasan berkisar 1,2 Volt, yaitu di karenakan *baterry lippo* telah *dicharge* penuh.

3.5. Analisis dan Kesimpulan

Setelah pembuatan alat selesai, langkah selanjutnya adalah menganalisis data yang didapat dari pengujian alat dan sistem. Proses analisa dari pengujian alat ini dilakukan agar mengetahui kelebihan dan kekurangan sistem untuk mengambil kesimpulan.

3.6. Penulisan Laporan

Dalam tahap ini dilakukan penulisan laporan dari data yang diperoleh dari hasil pengujian. Data yang dihasilkan dianalisa dan dilakukan pengambilan simpulan dan saran.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan adalah :

1. Penelitian ini membuat sebuah *prototype* generator dc dengan penggerak tenaga angin yang telah diuji pada variasi kecepatan 10 km/jam – 60 km/jam.
2. Pada saat kecepatan 10 km/jam dan 20 km/jam saat kondisi berbeban, baling-baling yang terkopel dengan generator belum dapat bergerak sehingga belum dapat mengeluarkan putaran, tegangan, dan arus generator.
3. Hubungan kecepatan putaran rotor generator terhadap kecepatan sepeda motor *prototypedengan* persamaan $y = 25,40x - 342,9$ hanya berlaku pada kecepatan 30 Km/jam.
4. Hubungan antara perbandingan tegangan uji dengan tegangan perhitungan terhadap kecepatan putaran rotor generator (rpm), *prototypedengan* persentase rata-rata eror adalah 15,04% dan didapatkan persamaan $y_{uji} = 0,007x + 0,004$ dan $y_{perhitungan} = 0,011x - 2,844$.
5. Hubungan antara perbandingan arus uji dengan arus perhitungan terhadap kecepatan putaran rotor pada generator (rpm), *prototype* dengan persentase rata-rata eror adalah 31,09% dan didapatkan persamaan $y_{uji} =$

$0,000x+0,0415$ dan $y_{\text{perhitungan}} = 0,002x-0,498$. Dari persentase eror yang didapat memungkinkan *prototype* ini belum bekerja secara maksimal dikarenakan pembacaan pada sensor yang belum akurat.

5.2. Saran

Saran dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengoptimalkan *prototype* ini diperlukan generator dengan putaran rendah tetapi dapat menghasilkan tegangan dan arus yang besar. Juga diperlukan sensor dengan pembacaan yang akurat dan teliti
2. *Prototype* ini dapat digunakan untuk aplikasi lain yang menggunakan angin sebagai sumber utama penggerak putaran generator.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arduino, *Arduino ATmega 328*, <http://arduino.cc/en/Main>, diakses pada tanggal 9 Januari 2015
- [2]. Theraja, B. L., 'Electrical Technology', S. Chand & Company Ltd, 1978
- [3]. Generator, Generator Arus Searah, <http://repository.usu.ac.id>, diakses pada tanggal 25 Oktober 2015.
- [4]. Laboratorium Konversi Energi Elektrik, *Sekilas Rotary Encoder*, ITB, Bandung, 2009
- [5]. Laboratorium Teknik Pengukuran Elektrik, Modul Praktikum Rangkaian Listrik, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 2010.
- [6]. Chapman, S. J, 'Electric Machinery Fundamentals', McGraw-Hill, 2005
- [7]. Setiono, Puji, *Pemanfaatan Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin*. Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2006
- [8]. Audli, Ridho, *Rancang Bangun Alat Ukur Portble 9 Titik Kecepatan Aliran Sungai (Open Channel) Nirkable Berbasis PC*, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 2014
- [9]. Allegromicro, ACS712 Datasheet - Allegro MicroSystems, diakses pada tanggal 9 Januari 2015
- [10]. Suyanto, Muhammad. dan Widyastuti, Naniek, *Pemanfaatan Alternator DC Dengan Inverter Pada (PLTMh) Sebagai Penyedia Daya Listrik Produktif Di Dusun Singosaren Imogiri Yogyakarta*, Universitas Kristen Styta Wacana, Yogyakarta, 2014