

**PEMANFAATAN ENERGI ANGIN PADA SEPEDA MOTOR BERGERAK
UNTUK MENYALAKAN LAMPU**

(SKRIPSI)

Oleh

Fitri Anggraini



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

PEMANFAATAN ENERGI ANGIN PADA SEPEDA MOTOR BERGERAK UNTUK MENYALAKAN LAMPU

Oleh

Fitri Anggraini

Menyalakan lampu sepeda motor di siang hari merupakan penerapan pasal 107 ayat 2 UU No 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan untuk kepentingan keselamatan publik pengendara sepeda motor di jalan raya. Dalam pelaksanaannya, menyalakan lampu sepeda motor di siang hari menimbulkan dampak dari beberapa segi. Dibutuhkan alternatif untuk mengatasi masalah tersebut. Dinamo merupakan salah satu komponen mesin yang mengubah energi mekanik (gerak) dari mesin menjadi energi listrik dengan perantara induksi medan magnet. Pada penelitian ini telah dibuat sebuah alat pemanfaatan energi angin pada sepeda motor bergerak untuk menyalakan lampu. Alat ini menggunakan dinamo sebagai penghasil energi listrik yang dibutuhkan untuk menyalakan lampu, baling-baling kipas sebagai pembangkit listrik, rangkaian penerangan sepeda untuk menstabilkan tegangan. Proses kerja alat dimulai saat sepeda motor berjalan dan membuat baling-baling kipas bergerak memutar dinamo yang kemudian menghasilkan energi listrik untuk menyalakan lampu. Pada alat ini mendapatkan keluaran tertinggi 11,5 volt pada kecepatan 50 km dan daya terbesar yang dihasilkan oleh dinamo adalah sebesar 6,96 watt pada kecepatan 50 km untuk menyalakan lampu.

Kata kunci: Baling-baling, dinamo, rangkaian penerangan sepeda.

ABSTRACT

THE UTILIZATION OF WIND ENERGY IN THE MOTORCYCLE TO TURN ON THE LIGHTS

By

Fitri Anggraini

Turn lights of motorcycles during the day is the application of Article 107, paragraph 2 of Constitution number 22 of 2009 on Road Traffic and Road Transport in the interests of public safety of motorcyclists on the road. In the implementation, turn the lights on motorcycles during the day have an impact on several aspects. An alternative is needed to resolve the issue. Dynamo is one component of a machine that converts mechanical energy (motion) of the engine into electrical energy by magnetic field induction intermediaries. In this study, it has been made a tool of wind energy utilization in the motorcycle to turn on the lights. The tool uses a dynamo as a producer of electrical energy needed to power the lights, fan blades as power plants, bicycle lighting circuit to stabilize the voltage. Work process of the tools begins when the motorcycle runs and make moving fan blades rotate dynamo which produces electrical energy to light. In this tool to get the highest output of 11.5 volts is at a speed of 50 km/hours and the largest power generated by the dynamo is at 6.96 watts at a speed of 50 km/hours to turn on the lights.

Keywords: *Bicycle lighting circuit, dynamo, fan blade.*

**PEMANFAATAN ENERGI ANGIN PADA SEPEDA MOTOR BERGERAK
UNTUK MENYALAKAN LAMPU**

Oleh

FITRI ANGGRAINI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi : **PEMANFAATAN ENERGI ANGIN
PADA SEPEDA MOTOR BERGERAK
UNTUK MENYALAKAN LAMPU**

Nama Mahasiswa : **Fitri Anggraini**

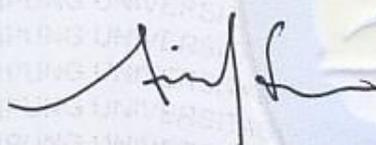
Nomor Pokok Mahasiswa : **0917041030**

Jurusan : **Fisika**

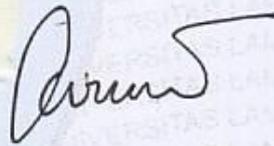
Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

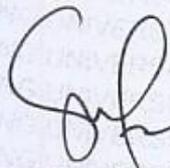


Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.
NIP 19710909 200012 1 001



Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.
NIP 19801010 200501 1 002

2. Ketua Jurusan Fisika



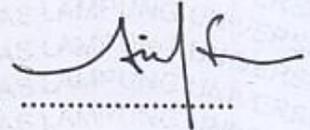
Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si.
NIP 19751219 200012 2 003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

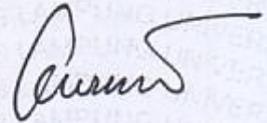
Ketua

: Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.



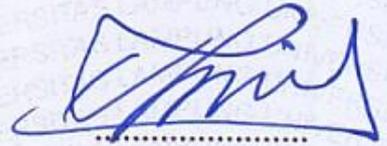
Sekretaris/Anggota

: Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.



Penguji Utama

: Drs. Amir Supriyanto, M.Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Suharso, Ph.D.

NIP 19690530 199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 5 Februari 2016

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebut dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Februari 2016



Fitri Anggraini
NPM. 0917041030

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Fitri Anggraini, dilahirkan di kota Bandar Lampung pada tanggal 9 April 1991. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak Suyanto dan Ibu Wagiyati. Penulis bertempat tinggal di Jalan KH. Ahmad Dahlan Gang Cendana No. 4 Kecamatan Teluk Betung Utara Kota Bandar Lampung.

Adapun pendidikan yang ditempuh penulis dimulai dari Taman Kanak-Kanak Al-Qur'an Al-Hidayah Kelurahan Kupang Raya, Bandar Lampung. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di Sekolah Dasar Negeri 1 Kupang Teba Kecamatan Teluk Betung Utara Kota Bandar Lampung, kemudian lulus pada tahun 2003. Penulis melanjutkan sekolah ke jenjang berikutnya di SMP Negeri 16 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2006. Penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 4 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2009. Penulis diterima sebagai mahasiswi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Fisika di Universitas Lampung (Unila) pada tahun 2009 melalui jalur SNMPTN. Pada bulan Juni sampai Agustus tahun 2012 penulis menyelesaikan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Lampung di Desa Kasui Kabupaten Way Kanan. Selanjutnya penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Bandar Udara Radin Inten II Lampung Selatan pada bulan Agustus sampai September 2012.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

Bahwa tiada yang orang dapatkan, kecuali yang ia usahakan, dan bahwa usahanya akan kelihatan nantinya (Q.S. An Najm ayat 39-40).

“Manusia hebat ialah manusia yang bisa mengendalikan diri saat dikuasai amarah, tenang saat dipermalukan, tersenyum saat diremehkan, bersabar saat menemui cobaan dan bersyukur untuk semua kekurangan dan kelebihannya karena Allah tidak akan menguji cobaan diluar batas kemampuan hamba-Nya, “sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan” (QS. Al-Insyirah : Ayat 6 dan 7) dan “sungguh nikmat Tuhan yang mana lagi yang mampu kau dustakan” (QS. Ar-Rahman : Ayat 13)”

“Learn from the past, live for today and plan for tomorrow”.

Persembahan

Setiap goresan tinta ini adalah wujud dari keagungan dan kasih sayang yang diberikan Allah SWT kepada umatnya.

Setiap detik waktu menyelesaikan karya tulis ini merupakan hasil do'a kedua orang tua, saudara dan orang-orang terkasih yang mengalir tiada henti.

Setiap semangat dalam penulisan ini merupakan dorongan dan dukungan dari sahabat-sahabat tercinta.

KATA PENGANTAR

Pantaslah kiranya pada kesempatan ini penulis memanjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir dengan judul **“Pemanfaatan Energi Angin pada Sepeda Motor Bergerak untuk Menyalakan Lampu”**. Dalam menyusun laporan tugas akhir ini, penulis telah mendapatkan bantuan, saran dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada.

1. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng. selaku dosen Pembimbing Akademik sekaligus dosen Pembimbing Pertama yang telah membimbing penulis dari awal sampai akhir penelitian. Terima kasih telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, nasehat, pengarahan dan motivasi demi terwujudnya laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T. selaku dosen Pembimbing Kedua yang telah membantu memberikan bimbingan, pengarahan dan semangat dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Drs. Amir Supriyanto, M.Si. selaku dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam perbaikan laporan tugas akhir ini.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada orang-orang terdekat penulis yang telah memberikan dukungan baik moral maupun materil selama kuliah di Jurusan Fisika Fakultas MIPA Unila, terutama untuk:

1. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan motivasi, perhatian, kasih sayang, do'a yang tak pernah putus kepada penulis.

2. Adik tersayang, Rama Danny yang telah memberikan do'a, dukungan dan semangat.
3. Teman-teman Fisika 2009, Zaitun, S.Si., Riezka Rosalia, S.Si. Kak Agustiawan S.Si., Kak Imam Nasiqin, S.Si dan adik-adik tingkat Siti Kholifah, S.Si., Trunggana yang telah membantu, memberikan dukungan dan semangat yang tiada henti kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian.
4. Teman-teman terdekat Maya Utari, S.I.P., M.M., Bagus Sadam Yekti, SH., MH., Sari Khairunnissa, Evan Okta Setiawan, SE., Wina Sepliana, S.A.B., Ziaulhaq, SE., Anna, Tedi Rustandi, Lina Apriani dan Wahyu Widianoro, SE. Terima kasih atas dukungan dan semangat yang telah diberikan.
5. Alden Imawan Nugroho S.Pt, terima kasih atas do'a, dukungan, semangat dan kesabaran yang selalu diberikan kepada penulis. *thanks for everything*.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dorongan baik secara langsung maupun tidak langsung atas kelancaran penyusunan tugas akhir ini.

Penulis sadar dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan sebagai masukan yang berharga.

Semoga segala dukungan, bantuan, bimbingan dan pengorbanan yang telah diberikan dari berbagai pihak di dalam penulisan laporan tugas akhir ini mendapat balasan yang lebih dari Allah SWT. Akhirnya penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Bandar Lampung, Februari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
I. ABSTRAK.....	i
II. ABSTRACT	ii
III. HALAMAN JUDUL	iii
IV. HALAMAN PERSETUJUAN	iv
V. HALAMAN PENGESAHAN	v
VI. SURAT PERNYATAAN	vi
VII. RIWAYAT HIDUP	vii
VIII. MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	viii
IX. KATA PENGANTAR.....	ix
X. DAFTAR ISI	xi
XI. DAFTAR GAMBAR.....	xiii
XII. DAFTAR TABEL	xv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	

A. Potensi Energi Angin	6
B. Hasil Penelitian Terkait	7
C. Teori Dasar	
1. Dinamo	8
2. Konsep Dasar Induksi Magnet	16
3. Rangkaian Penerangan Sepeda	23
4. IC 555	24
5. Turbin Angin / Baling – baling Angin	27
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	35
B. Alat dan Bahan	35
C. Metode Pengambilan Data	37
D. Prosedur Penelitian	
1. Studi literatur	39
2. Perancangan alat	39
3. Pembuatan alat	45
4. Analisa data	48
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Data Dinamo Sepeda	50
B. Hasil Pengujian	
1. Pengujian Dinamo sebagai Generator	51
2. Pengujian rangkaian penerangan sepeda	55
3. Pengujian baling-baling dengan dinamo pada lampu	57
C. Hasil pengukuran alat pada kendaraan	
1. Posisi Pengambilan Data	59
2. Data Pengamatan	59
3. Hasil Pengamatan	60
D. Analisis kerja alat secara keseluruhan	61
V. KESIMPULAN	
A. Kesimpulan	64
B. Saran	64

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Bagian utama alternator	9
2.2. Dinamo sepeda ontel	10
2.3. Tipe dinamo 1 <i>phase</i>	11
2.4. Bagian dinamo AC	12
2.5. Bagian dinamo DC	13
2.6. Magnet batang sederhana	16
2.7. Garis medan magnet batang sederhana	16
2.8. Ggl ketika sebuah kawat digerakkan melalui suatu medan magnet	18
2.9. Sebuah generator AC	20
2.10. GGL yang diinduksi pada bagian ab dan cd	22
2.11. Prinsip terjadinya induksi listrik	22
2.12. Rangkaian penerangan sepeda	23
2.13. IC NE 555 8 pin DIP dan 14 pin DIP	24
2.14. Kondisi Fisik IC NE 555	25
2.15. Turbin angin propeller dan darrieus	29
2.16. Turbin savonius dan darrieus	30
2.17. Sudu kincir angin pada turbin sumbu horizontal	31

2.18. Sudu kincir	32
2.19. Kecepatan angin melalui suatu luasan	32
3.1. Diagram alir prosedur kerja	38
3.2. Diagram alir perancangan alat	39
3.3. Rangkaian penerangan sepeda	40
3.4. Rancang grafik pengamatan.....	48
4.1. Pengujian dinamo sebagai generator menghasilkan tegangan AC	52
4.2. Baling kipas dipasang pada dinamo	52
4.3. Rotor pada dinamo sepeda	54
4.4. Stator pada dinamo sepeda.....	54
4.5. Hasil uji coba rangkaian pada proto board.....	55
4.6. Hasil uji coba rangkaian dengan menggunakan sumber baterai	56
4.7. Hasil uji coba rangkaian menggunakan sumber <i>function generator</i>	56
4.8. Pengujian baling-baling dengan dinamo sepeda	57
4.9. Simulasi rangkaian led	58
4.10. Rangkaian led sebenarnya.....	59
4.11. Grafik hubungan antara tegangan keluaran dinamo dengan kecepatan sepeda motor.....	62
4.12. Pengujian rangkaian led pada sepeda motor	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Nilai Logika IC NE 555	26
3.1. Rancangan hasil pengamatan	48
4.1. Spesifikasi Rotor Dinamo Sepeda.....	50
4.2. Spesifikasi Stator Dinamo Sepeda	51
4.3. Pengukuran kecepatan motor dengan tegangan	59

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sepeda motor adalah sebuah alat transportasi yang banyak digunakan oleh masyarakat negara berkembang termasuk Indonesia. Pemerintah menetapkan peraturan mengenai kendaraan sepeda motor untuk menyalakan lampu di siang hari. Penerapan pasal 107 ayat 2 UU No 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan untuk kepentingan keselamatan publik pengendara sepeda motor di jalan raya. Dalam pelaksanaannya menyalakan lampu sepeda motor di siang hari menimbulkan dampak dari beberapa segi. Dari segi ekonomi secara teknis umur bola lampu mempunyai nilai tertentu. Menyalakan lampu motor siang dan malam akan memperpendek umur bola lampu tersebut. Mengganti bola lampu menyebabkan biaya perawatan kendaraan otomatis bertambah. Menyalakan lampu juga berpengaruh terhadap pemborosan yang tersimpan di aki. Aki harus sering *discharge* dan umurnya pun bertambah pendek.

Pada sistem penerangan sepeda motor arus listrik yang dibutuhkan untuk menyalakan lampu kepala didapat dari arus *Alternating Current* (AC) dan arus *Direct Current* (DC). Arus AC mengambil arus listrik dari *lighting coil* alternator melalui regulator, sedangkan arus DC mengambil arus listrik dari

baterai. Arus listrik yang berasal dari arus AC menghasilkan listrik ketika sepeda motor berjalan. Sepeda motor berjalan memerlukan tenaga mesin. Mesin kendaraan menghasilkan tenaga dengan menggunakan bahan bakar bensin. Menyalakan lampu motor siang dan malam akan menyebabkan pemborosan terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM). Lampu depan dinyalakan, maka lampu belakang dan lampu indikator juga ikut menyala. Hal ini menambah beban bagi mesin sepeda motor yang kompensasinya ke bahan bakar dan berakibat pada pemborosan BBM (Sembiring, 2010). Disisi lain cadangan BBM negara Republik Indonesia terus menyusut dan diperkirakan 20 tahun lagi sumber energi ini akan terkuras habis (DESDM, 2005).

Akibat lain menyalakan lampu motor di siang hari adalah menyumbang bagi pemanasan global. Hal tersebut dikarenakan kerja lampu bukan hanya mengubah energi listrik menjadi energi cahaya tetapi sebagian energi akan berubah menjadi energi panas (Culp, 1990). Selain pemanasan juga ikut mempercepat kerusakan onderdil sehingga akan meningkatkan volume sampah bola lampu dan aki motor yang ikut mencemari lingkungan.

Penelitian Sembiring (2010) melaporkan persentase peningkatan pemakaian bahan bakar akibat penyalan lampu antara 1.3% sampai dengan 1.8% dengan rata-rata sebesar 1.6%. Persentase ini sangat kecil untuk satu sepeda motor. Apabila ada 10 juta sepeda motor yang mengkonsumsi 1 Liter BBM setiap hari dengan penyalan lampu, maka dalam satu bulan terjadi peningkatan 4,8 juta Liter atau sebesar 21,6 miliar rupiah akibat dari menyalakan lampu motor pada

siang hari. Jumlah besar untuk pemborosan BBM yang disebabkan penyalaan lampu (Sembiring, 2010).

Alternatif yang telah dilakukan sebelumnya oleh Rijanto (2004) adalah dibuatnya rancang bangun kendaraan hibrid retrofit untuk memberikan solusi penghematan energi dan mereduksi polusi. Beberapa teknik-teknik modifikasi sistem penggerak mula untuk menghemat BBM, diantaranya peningkatan tekanan udara masuk ke ruang bakar, pendinginan udara ruang bakar, penggunaan katalisator BBM, penggunaan *electronic gas booster*, penggunaan *magnetic resonance ionizer* dan pemanas BBM. Dari hasil uji yang dilakukan, disimpulkan bahwa penghematan BBM dapat dicapai melalui modifikasi dengan memanfaatkan berbagai variasi kombinasi teknik modifikasi antara 46,8% sampai 55,6%. Angka yang fantastis tetapi perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efek yang mungkin buruk bagi mesin, seperti terjadi karamelisasi yang menempel di saluran bahan bakar dan lain-lain (Ichwan, 2002).

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini memanfaatkan energi angin pada sepeda motor bergerak dengan menggunakan baling-baling kipas angin yang menggerakkan dinamo sepeda agar dapat menghasilkan energi listrik untuk menyalakan lampu. Harapannya adalah dapat mengurangi beban yang harus ditanggung oleh sepeda motor tersebut dan menghemat penggunaan BBM. Umumnya daya lampu sepeda motor sebesar 25 watt. Untuk itu dinamo

yang digerakkan dengan energi angin diharapkan dapat menghasilkan daya listrik minimal 25 watt.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. bagaimana merancang dan mengaplikasikan baling-baling kipas angin dengan dinamo pada sepeda motor untuk menyalakan lampu?
2. berapakah daya dan tegangan yang dihasilkan oleh dinamo?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan energi angin pada sepeda motor bergerak dengan menggunakan kincir angin yang menggerakkan dinamo untuk menyalakan lampu.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. penelitian ini menggunakan baling-baling kipas angin dan dinamo sepeda ontel tipe *Elephant* 12 volt 6 watt dengan memanfaatkan energi angin sebagai sumber energi alternatif untuk menyalakan lampu;
2. penelitian ini mengupayakan dinamo agar dapat menghasilkan arus listrik untuk menyalakan lampu.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah memberikan contoh pemakaian energi angin untuk menyalakan lampu sebagai sumber energi alternatif ramah lingkungan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Potensi Energi Angin

Angin merupakan sumber energi yang dapat diperbarui dan sangat potensial. Pemanfaatan angin sebagai sumber energi sudah lama dilakukan oleh manusia (Hofman dan Harun, 1987). Angin dianggap sebagai salah satu sumber energi paling praktis dan sempurna karena bebas emisi dan gratis. Sisi terbaiknya adalah angin dapat mengurangi beban listrik 50% hingga 80%. Pemanfaatan energi angin masih belum maksimal dikarenakan sumber energi minyak masih melimpah. Saat ini bahan bakar minyak harganya melambung tinggi sehingga sumber energi alternatif termasuk angin menjadi populer (Supriyo dan Suwarti, 2013).

Secara keseluruhan potensi energi angin di Indonesia rata-rata tidak besar. Berdasarkan survei dan pengukuran data angin yang telah dilakukan sejak 1979, banyak daerah yang prospektif karena memiliki kecepatan angin rata-rata sebesar 3.4 sampai 7 m/detik. Potensi ini sudah dapat dimanfaatkan untuk pembangkit energi listrik skala kecil sampai 10 kW (LAPAN, 2005).

Pemanfaatan sumber daya energi terbarukan seperti energi angin sebagai bahan baku produksi energi listrik memiliki kelebihan antara lain:

1. relatif mudah didapat;
2. dapat diperoleh dengan gratis, berarti biaya operasional sangat rendah;
3. tidak mengenal problem limbah;
4. proses produksinya tidak menyebabkan kenaikan temperatur bumi dan tidak terpengaruh kenaikan harga bahan bakar (Jarass, 1980).

B. Hasil Penelitian Terkait

Sembiring (2010) melakukan penelitian mengenai Pengaruh Penyalaan Lampu Sepeda Motor pada Siang Hari terhadap Pemakaian BBM. Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh presentase peningkatan pemakaian bahan bakar akibat penyalaan lampu pada semua sampel sepeda motor. Volume pemakaian bahan bakar ditetapkan sebesar 50 ml. Diperoleh laju volume peningkatan pemakaian bahan bakar sebesar 1,3% sampai dengan 1,8% dengan rata-rata sebesar 1,6% untuk 1 sepeda motor. Pada 30 sampel sepeda motor yang diujikan diperoleh rata-rata presentase peningkatan pemakaian bahan bakar sebesar 1,6004%.

Penelitian tentang Pembangkit Listrik Tenaga Air dengan menggunakan Dinamo Sepeda dilakukan oleh Pramudya tahun 2012. Pramudya membuat alat pengkonversi energi air menjadi energi listrik menggunakan energi potensial dari air yang menggerakkan kincir sebagai turbin penggerak generator (dinamo). Berdasarkan hasil uji coba dinamo menurut kecepatan putarnya didapat kenaikan arus rata-rata yang masuk ke dalam baterai kurang lebih sebesar 0,02 A

permenit. Energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk mengisi baterai hingga penuh dengan kapasitas baterai sebesar 7,5 A. Dari hasil pengujian diketahui baterai dapat terisi penuh selama kurang lebih 7 jam.

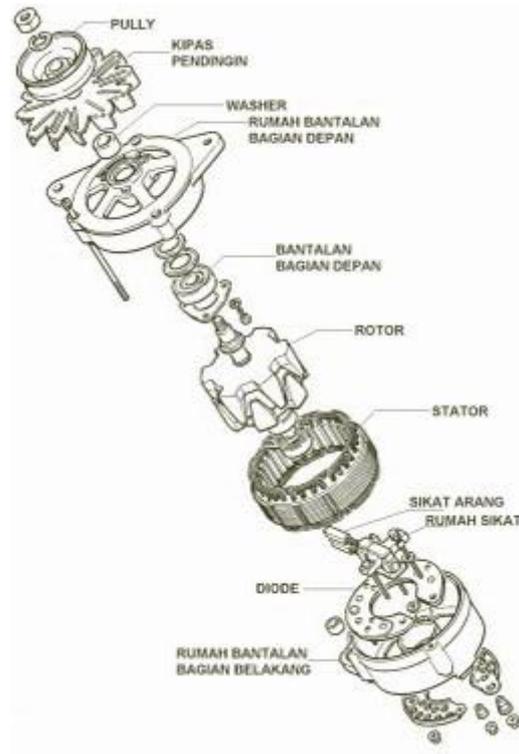
Penelitian lain juga dilakukan Hatmojo dkk. (2007), yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Angin untuk Menggerakkan Peralatan Mesin Sederhana. Penelitian ini dilakukan sebagai usaha untuk memberikan kontribusi terhadap pengadaan tenaga listrik yang murah. Hasil uji yang dilakukan diperoleh daya listrik mencapai 1500 watt mampu menggerakkan peralatan selama 30 menit.

Kenaikan harga BBM mendorong masyarakat mencari alternatif baru yang murah dan mudah didapat untuk mendapatkan tenaga mekanik menjadi tenaga listrik. Hal ini dijadikan penelitian dan dimanfaatkan untuk tenaga penggerak generator listrik sehingga menghasilkan arus listrik (Setyoko, 2007).

C. Teori Dasar

1. Dinamo

Dinamo merupakan salah satu komponen mesin yang mengubah energi mekanik dari mesin menjadi energi listrik dengan perantara induksi medan magnet. Energi mekanik dari mesin diterima melalui sebuah *pulley* yang memutar rotor dan membangkitkan arus bolak-balik pada stator (Alamsyah, 2007). Gambar 2.1 di bawah ini merupakan bagian utama dari dinamo.



Gambar 2.1. Bagian utama dinamo (Darianto, 2011).

Komponen-komponen dinamo pada Gambar 2.1 adalah sebagai berikut.

1. *Pulley*: penggerak untuk menjalankan suatu hantaran (daya).
2. *Fan*: kipas pendingin untuk menghasilkan sirkulasi udara.
3. *Spacer / washer*: peralatan pengkondisi udara.
4. *Front frame*: rumah bantalan bagian depan.
5. Rotor: gabungan kutub magnet (bagian dari dinamo yang bergerak).
6. *Bearing*: bantalan bagian depan yang berfungsi untuk memperhalus putaran rotor sehingga rotor lebih tahan lama digunakan.
7. Stator: gulungan kawat yang sifatnya diam/stabil.
8. *Brush*: sikat arang.
9. *Brush holder*: rumah sikat.

10. *Rectifier*: rangkaian dioda yang mengkonversi tegangan AC menjadi tegangan DC.
11. *Rear frame*: rumah bantalan bagian belakang, terdapat saluran udara untuk meningkatkan efisiensi pendinginan.

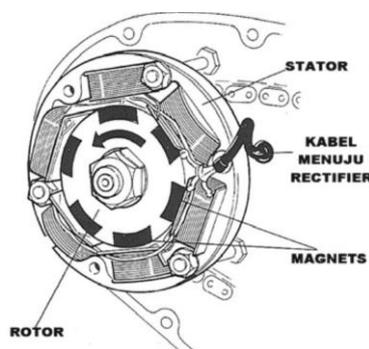


Gambar 2.2. Dinamo sepeda ontel (Pramudya, 2012).

Gambar 2.2 menunjukkan sebuah contoh gambar dinamo sepeda ontel. Dinamo terdiri atas kumparan pembangkit (stator) dan magnet permanen (rotor) yang berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari putaran mesin menjadi tenaga listrik arus bolak-balik AC (Nugraha, 2005). Rotor dari dinamo digerakkan oleh mesin yang dikopel dengan *crankshaft*. Dinamo menghasilkan *output* listrik ketika mesin sedang berjalan. Besarnya *output* tegangan dari alternator bervariasi sesuai dengan kecepatan mesin. *Output* yang dihasilkan oleh dinamo adalah tegangan AC dan dikonversi menjadi tegangan DC oleh baterai. Nilai tegangan yang dihasilkan oleh dinamo yang bagus dan normal adalah pada kisaran 13,4 volt sampai 14,8 volt. (Setiyo, 2010).

a. Prinsip Kerja Dinamo

Prinsip kerja dinamo sama dengan generator, yaitu memutar kumparan di dalam medan magnet atau memutar magnet di dalam kumparan. Arus listrik dibangkitkan pada saat magnet diputar di dalam kumparan dan besarnya tergantung pada kecepatan putaran magnet. Kumparan menghasilkan elektromagnet melalui proses induksi elektromagnet. Semakin cepat kumparan memotong garis-garis gaya magnet semakin besar kumparan membangkitkan gaya gerak listrik. Tegangan yang dihasilkan berubah-ubah tergantung pada kecepatan putaran magnet (Alamsyah, 2007). Jenis arus listrik yang dibangkitkan adalah arus bolak-balik dengan arah aliran secara konstan berubah-ubah. Gambar 2.3 merupakan tipe dinamo 1 phase menghasilkan arus AC satu gelombang.



Gambar 2.3. Tipe dinamo 1 *phase* (Alamsyah, 2007).

b. Fungsi utama Dinamo

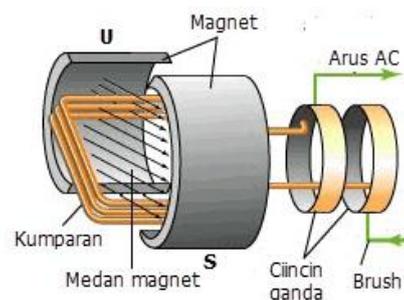
Ada dua fungsi utama dinamo pada sepeda motor, yaitu:

1. sebagai penyedia sumber listrik untuk menjalankan aksesoris kelistrikan pada motor;

2. sebagai pengisi ulang daya kembali ke aki (*charger* aki). *Dynamo ampere* disebut juga dengan alternator. Sebuah peranti yang berfungsi sebagai generator penghasil arus listrik AC sekaligus mengubahnya menjadi arus DC.

c. Jenis-Jenis Dinamo

Dinamo dibedakan menjadi dua jenis, yaitu dinamo arus searah (DC) dan dinamo arus bolak-balik (AC). Pada dinamo DC kumparan jangkar ada pada bagian rotor dan terletak diantara kutub-kutub magnet yang tetap di tempat dan diputar oleh tenaga mekanik. Dinamo AC konstruksinya kebalikan dari dinamo DC, yaitu kumparan jangkar disebut juga kumparan stator karena berbeda pada tempat yang tetap. Sedangkan kumparan rotornya bersama-sama dengan kutub magnet diputar oleh tenaga magnetik. Gambar 2.4 berikut merupakan gambar bagian dinamo AC (Zuhal, 1988).



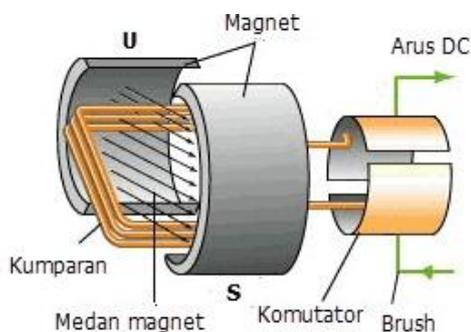
Gambar 2.4. Bagian dinamo AC (Zuhal, 1988).

Bagian utama dinamo AC terdiri atas magnet permanen (tetap), kumparan (solenoida), cincin ganda dan sikat. Dinamo AC mengalami perubahan garis gaya magnet dengan cara memutar kumparan di dalam medan

magnet permanen. Perputaran kumparan menimbulkan gerak gaya listrik (GGL) induksi AC karena dihubungkan dengan cincin ganda. Arus induksi yang ditimbulkan berupa arus AC. Sebagaimana percobaan faraday, GGL induksi yang ditimbulkan oleh dinamo AC dapat diperbesar dengan cara:

- a. memperbanyak lilitan kumparan;
- b. menggunakan magnet permanen yang lebih kuat;
- c. mempercepat perputaran kumparan dan menyisipkan inti besi lunak ke dalam kumparan.

Dinamo AC yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah dinamo sepeda. Sebuah lampu sepeda dipasang pada kabel yang menghubungkan kedua ujung kumparan, maka lampu tersebut akan dialiri arus induksi AC. Lampu akan makin menyala terang jika perputaran magnet tetap makin cepat (laju sepeda makin kencang) (Asy'ari dkk, 2012). Dinamo AC dapat diubah menjadi dinamo DC dengan menggunakan cincin belah (komutator) seperti pada motor listrik. Gambar 2.5 menunjukkan sebuah gambar dinamo arus searah (Zuhal, 1988).



Gambar 2.5. Bagian dinamo DC (Zuhal, 1988).

Bekerjanya dinamo DC berdasarkan pengaruh timbal balik antara medan-medan magnetik dari stator dan rotor. Di dalam lilitan stator, arus tiga fase yang dihubungkan membangkitkan medan magnetik yang berputar. Oleh karena itu, terjadi medan magnetik di dalam rotor sehingga di dalam lilitan-lilitan yang dihubungkan dengan singkat akan mengalir arus. Arus ini mengubah medan rotornya sedemikian rupa sehingga rotor itu berputar. Di medan rotor dan medan stator selalu harus ada perubahan, sebab jika tidak begitu mesinnya tidak dapat bekerja. Rotor tidak akan pernah berputar sinkron dengan medan rotor. Saat motornya berputar, rotor itu berputar mengikuti medan stator. Perbedaan antara putaran rotor dan medan stator disebut selip dan dinyatakan dengan proses dan putaran sinkron. Bila rotor ini berputar lebih cepat dan pada medan stator, maka mesinnya bekerja sebagai generator. Tegangan yang dihasilkan adalah sefase dengan tegangan jaringan (Alamsyah, 2007).

- Karakteristik Dinamo

Dinamo yang digunakan adalah jenis dinamo sepeda dengan karakteristik sebagai berikut:

- 1) tegangan yang dihasilkan dan arus maksimum yang mampu diberikan.
Arus maksimum yang tergantung kepada rugi-rugi kawat tembaga dinamo;
- 2) beban yang diberikan ke dinamo akan mempengaruhi kecepatan rotor dinamo;

3) makin besar beban yang diberikan pada dinamo, maka makin turun kecepatan rotor.

- Efisiensi pada Dinamo

Mutu sebuah dinamo sangat ditentukan oleh besarnya efisiensi dinamo tersebut. Makin besar efisiensi sebuah dinamo, maka dikatakan dinamo tersebut makin bagus. Besarnya efisiensi dinamo dihitung berdasarkan perbandingan antara daya keluaran dinamo terhadap daya masukan awal dinamo (Alamsyah, 2007).

$$\begin{aligned}
 P_{OUT} &= I_L \times Z_L \\
 P_{CU} &= I_A^2 \times R_A \\
 P_{IND} &= P_{OUT} \times P_{CU} \\
 P_{IN} &= P_{IND} \times P_{ROT} \\
 \text{efisiensi}(\eta) &= \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \times 100\% \quad (2.1)
 \end{aligned}$$

yang mana:

P_{OUT} = daya keluaran pada terminal dinamo (watt)

Z_L = impedansi pada beban dinamo (ohm)

P_{CU} = rugi-rugi tembaga pada dinamo (watt)

P_{ROT} = rugi-rugi untuk memutar rotor (watt)

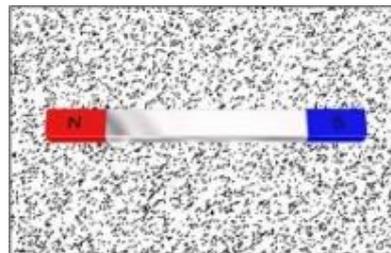
P_{IND} = daya yang dibangkitkan dinamo (watt)

P_{IN} = daya masukan pada rotor dinamo (watt).

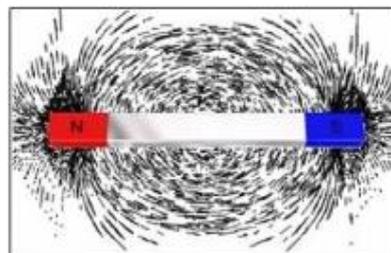
2. Konsep Dasar Induksi Magnet

A. Medan Magnet

Medan magnet adalah ruang disekitar megnet dimana tempat benda-benda tertentu mengalami gaya magnetik. Gaya magnetik dapat ditimbulkan dari benda-benda yang bersifat magnetik dan juga arus/muatan listrik yang bergerak. Magnet memiliki dua kutub, yaitu utara (U) dan selatan (S). Medan magnet dapat digambarkan dengan garis-garis gaya magnetik. Gaya magnetik didefinisikan sebagai garis khayal yang merupakan lintasan kutub utara magnet-magnet kecil apabila dapat bergerak dengan bebas. Garis gaya magnetik selalu memancar dari kutub utara ke kutub selatan, seperti terlihat pada gambar 2.6 (Anthony, 2006).



Gambar 2.6. Magnet batang sederhana (Anthony, 2006).



Gambar 2.7. Garis medan magnet batang sederhana (Anthony, 2006).

Garis medan magnetik memiliki karakteristik tertentu, yaitu:

- a. mulai pada kutub utara dan berakhir pada kutub selatan;

- b. kontinu dan selalu membentuk loop yang melengkung;
- c. tidak pernah memotong;
- d. cenderung memendek sendiri karena garis magnet diantar kutub yang berbeda menyebabkan kutub yang ditarik lebih dekat;
- e. masuk dan keluarnya material magnet pada sisi kanan permukaan;
- f. melewati semua material (magnet atau bukan magnet).

B. Induksi gaya magnetik

- Gaya magnetik

Gaya yang bekerja antar arus listrik. Sebuah muatan yang bergerak mengalami magnetik apabila bergerak parallel dengan medan magnetnya. Gaya magnetik terhadap muatan yang bergerak itu maksimum apabila gerakannya tegak lurus terhadap medan magnetnya.

- Induksi magnetik

Induksi magnetik dibatasi sebagai gaya terhadap muatan yang bergerak dengan persamaan:

$$B = \frac{F}{qv \sin \Phi} \text{ Newton/ampere} - m \quad (2.2.)$$

Induksi magnetik adalah besaran vector.

dengan:

B = induksi magnetik

$v \sin \Phi$ = kecepatan normal

F = gaya magnetik tegak lurus

- Fluks magnetik

Induksi magnetik digambarkan sebagai garis-garis induksi sejajar dengan medan magnet yang disebut dengan fluks magnetik. Induksi magnetik disebut juga rapat *flux*, sebab induksi magnetik adalah *flux* persatuan luas, maka:

$$B = \frac{\Phi}{A} \quad (2.3)$$

keterangan:

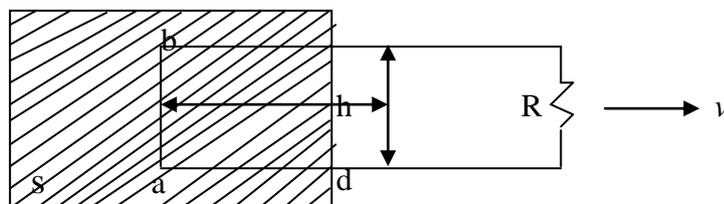
Φ = weber

$B = \text{wb}/\text{m}^2$

$A = \text{m}^2$

- Ggl pada dinamo

Pada dinamo ggl muncul ketika sebuah kawat digerakkan melalui suatu medan magnet serba sama B yang arahnya tegak lurus bidang kertas dengan hambatan beban R . Loop kawat ditarik dengan kelajuan v , maka muatan pada kawat ab akan mengalami gaya magnetik dengan komponen vertikalnya sebesar qvB yang menghasilkan arus listrik di dalam loop tersebut searah dengan arah gerak jarum jam.



Gambar 2.8. Ggl ketika sebuah kawat digerakkan melalui suatu medan magnet (Wiyanto, 2008).

Ggl yang dihasilkan oleh gerakan loop didalam medan magnet tersebut adalah:

$$\varepsilon = \oint \mathbf{f}_m \cdot d\mathbf{l} = vBh \quad (2.4)$$

dengan:

f = gaya persatuan muatan

ε = *electromotive force* (emf) / ggl

Interaksi elektro-mekanika antara penghantar yang berada dalam perubahan medan magnet fluks membangkitkan emf sehingga medan magnet fluks (Φ) yang melalui loop adalah:

$$\Phi = \oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} \quad (2.5)$$

$d\mathbf{A}$ = vektor elemen luas tegak lurus pada permukaan s

Pada gambar 2.8 loop berbentuk persegi panjang memiliki persamaan:

$$\Phi = Bhs \quad (2.6)$$

Ketika loop ditarik terjadi perubahan fluks terhadap waktu sehingga:

$$\frac{d\Phi}{dt} = Bh \frac{ds}{dt} = -Bhv \quad (2.7)$$

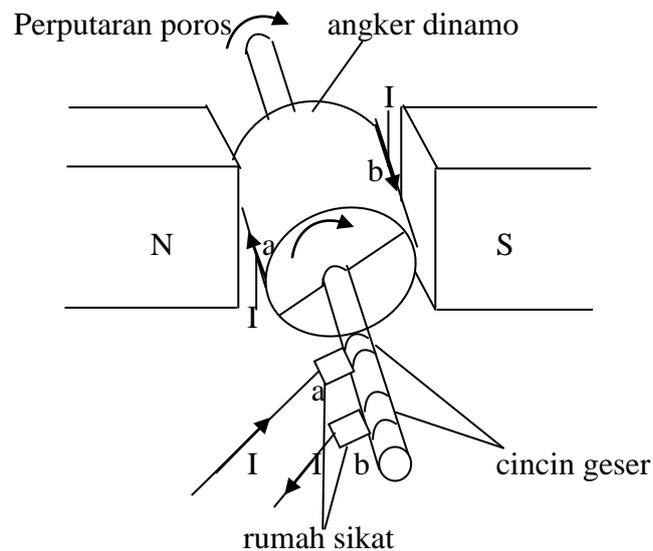
Emf atau ggl yang terinduksi dalam suatu luasan (loop) sama dengan nilai negative laju perubahan fluks magnet melalui luasan ataupun turunan fluks magnet kewaktu. Sehingga dapat dirumuskan

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (2.8)$$

Persamaan tersebut disebut dengan aturan fluks untuk ggl oleh loop yang bergerak (Wiyanto, 2008).

C. Hukum Faraday

Hampir semua alat yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik menggunakan hukum Faraday sebagai prinsip operasinya. Menurut hukum Faraday, suatu gradient potensial listrik ditimbulkan dalam konduktor listrik yang dikenakan gaya tegak lurus terhadap suatu medan magnet (Culp, 1996). Hasil yang paling penting dari pengembangan eksperimen Faraday adalah generator listrik atau dinamo. Sebuah generator mengubah energi mekanis menjadi energi listrik merupakan kebalikkan dari fungsi motor. Diagram sederhana dari sebuah generator ac ditunjukkan oleh Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Sebuah generator AC (Giancoli, 1988).

Generator terdiri atas banyak kumparan gulungan kawat dinamo yang dapat berotasi pada sebuah medan magnet. Poros dinamo dapat dibangkitkan oleh beberapa cara mekanis. GGL pada dinamo menyebabkan rotasi di dalam gulungan sehingga arus listrik keluar dari sebuah generator. Dalam gambar 2.9 menunjukkan lingkaran kawat yang

diputar keliling poros dinamo. Selama setengah putaran ab memotong garis dari atas ke bawah dalam arah yang berlawanan. Demikian terjadi gaya gerak listrik dan arus listrik sewaktu melalui garis netral dan berbalik arah. Arus listrik akan mengalir selama lingkaran kawat diputar.

Pada Gambar 2.9 loop bergerak searah dengan jarum jam pada medan magnet seragam dengan kecepatan putar konstantan ω . Dari hukum Faraday “perubahan sudut antara induksi magnetik B dan arah bidang normal dapat menimbulkan ggl induksi” dengan persamaan:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{d}{dt} \int B \cdot dA = -\frac{d}{dt} [BA \cos \theta] \quad (2.9)$$

dengan:

A adalah luas daerah loop

θ adalah sudut antara B dan A

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \quad (2.10)$$

dimana $\theta = \theta_0 + \omega t$

Sehingga θ_0 menjadi 0, maka

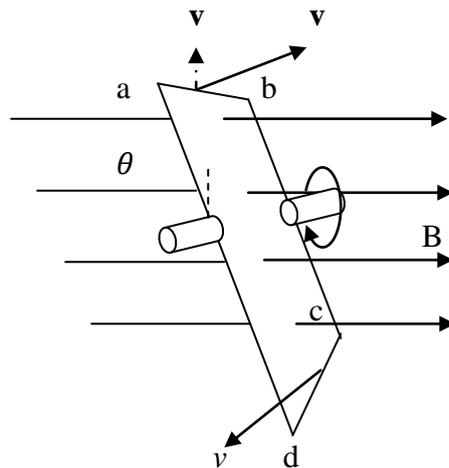
$$\varepsilon = -BA \frac{d}{dt} (\cos \omega t) = BA \sin \omega t \quad (2.11)$$

Kumparan berputar mengandung loop N, sehingga persamaannya menjadi:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= NBA\omega \sin \omega t \\ &= \varepsilon_0 \sin \omega t \end{aligned} \quad (2.12)$$

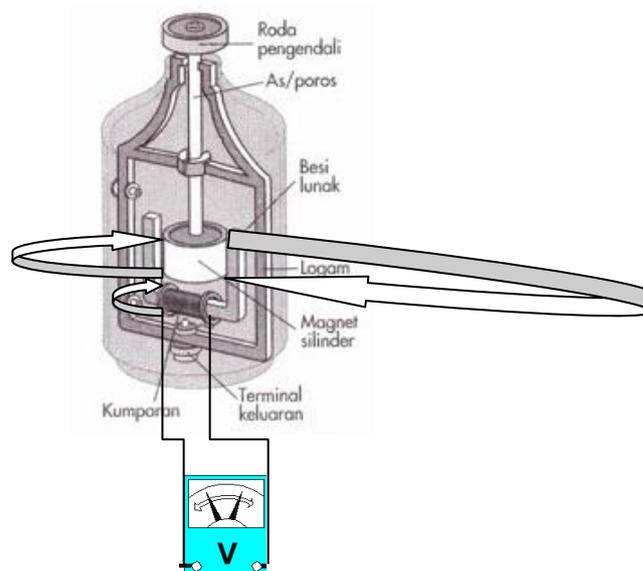
Demikian keluaran ggl adalah sinusoida dengan amplitudo $\varepsilon_0 = NBA\omega$.

Kumparan berputar dalam medan magnet adalah prinsip operasi dasar dari sebuah generator AC.



Gambar 2.10. Ggl yang diinduksi pada bagian ab dan cd (Giancoli, 1988).

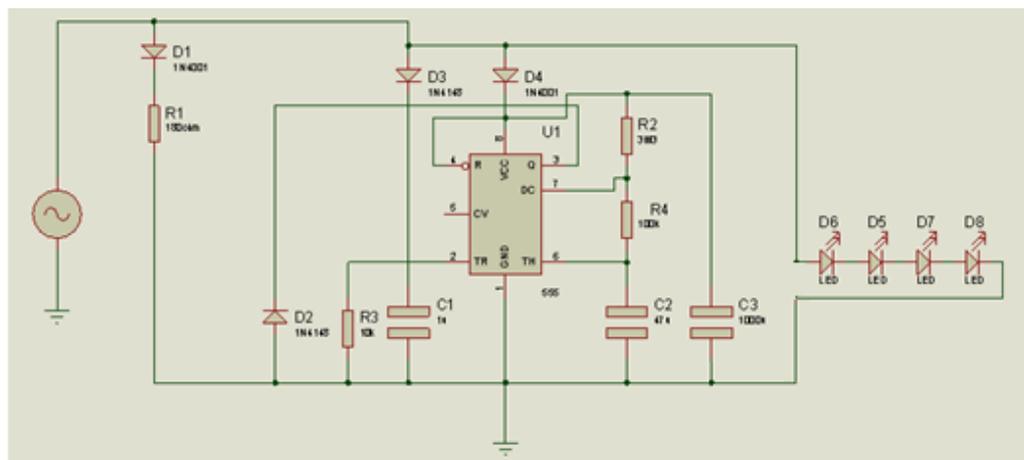
Gambar 2.10 menunjukkan ggl ini diinduksi di bagian ad dan cd yang kecepatan komponennya tegak lurus terhadap bidang B sama dengan $v \sin \theta$ (Giancoli, 1988). Dinamo akan menimbulkan energi listrik pada suatu penghantar. Berikut merupakan gambar prinsip terjadinya induksi listrik pada suatu kawat penghantar.



Gambar 2.11. Prinsip terjadinya induksi listrik (Anthony, 2006).

Sebuah kawat penghantar dililitkan pada inti besi dinamo didekatnya bergerak sebuah magnet. Pada saat baling-baling kipas memutar dinamo, maka timbul energi listrik pada kawat tersebut (jarum multimeter bergerak). Timbulnya energi listrik tersebut hanya terjadi saat ujung magnet mendekati dan menjauhi inti besi. Pada alat yang dibuat induksi listrik terjadi bila magnet dalam dinamo sepeda bergerak ketika baling-baling kipas berputar. Saat ujung magnet mendekati inti besi garis gaya magnet yang mempengaruhi inti besi akan menguat, dan sebaliknya. Perubahan kekuatan garis gaya magnet inilah yang menimbulkan induksi listrik.

3. Rangkaian Penerangan Sepeda



Gambar 2.12. Rangkaian penerangan sepeda (Prihono, 2010).

Gambar 2.12 merupakan gambar rangkaian penerangan sepeda menggunakan *Integrated Circuit* (IC) 555. Rangkaian ini bekerja ketika generator menghasilkan arus listrik. Arus listrik yang mengalir dari generator kemudian menuju D1 dan R1. Arus listrik yang mengalir dari D1 dan R1 lalu mengalir menuju ke D2 dan masuk ke dalam IC 555 kaki tiga untuk dihubungkan

menuju ke *output*. Pada kaki dua IC 555 menandakan bahwa proses *timing* dimulai. Hasil *output* dari rangkaian tersebut akan meyalakan lampu. Pada rangkaian ini terdapat rangkaian penstabil daya yang berfungsi sebagai penstabil tegangan untuk mengatur tegangan yang berasal dari rangkaian filter (Prihono, 2010). IC 555 digunakan sebagai penunda pewaktu dan multivibrator dengan kemampuan tegangan catu (V_{cc}) sebesar 4,5 hingga 15 volt. Arus catu ($V_{cc} = +5$) yang dihasilkan dari IC 555 adalah 3 hingga 6 mA, sedangkan untuk arus catu ($V_{cc} = +15$) dihasilkan 10 hingga 15 mA. Arus keluaran maksimum yang dihasilkan dari IC 555 sebesar 200 mA.

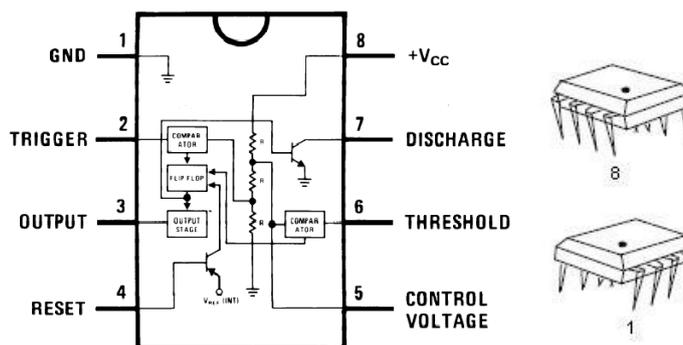
4. IC 555

IC 555 adalah IC pewaktu (rangkaian *timer*). Suatu rangkaian multivibrator (pembangkit frekuensi/pulsa) yang dapat mengendalikan waktu untuk nyala ataupun mati. Rangkaian ini dipakai untuk menentukan waktu tunda dengan tepat. IC 555 hanya dapat memberikan tegangan *output* tinggi atau rendah. Tegangan untuk kaki V_{cc} nya adalah antara 5-12 V. Urutan kaki IC 555 dari 1 sampai dengan 8 atau sampai dengan 14 atau sampai dengan 16. Dilihat dari atas IC tersebut adalah berlawanan dengan arah putaran jam. Hitungan tersebut dimulai dari ujung yang ada coakan atau titik. Berikut merupakan bentuk fisik IC 555.



Gambar 2.13 . IC NE 555 8 pin DIP dan 14 pin DIP (www.st.com).

Pada kaki IC 555 no 2 (*trigger*) adalah aktif rendah sehingga untuk mengaktifkan harus diberi logika nol. Kaki no 4 (*reset*) merupakan kaki dengan kondisi aktif *low*. Saat logika *low* IC akan *restart* dan dalam rangkaian biasanya terhubung pada V_{cc} . *Output* berada pada kaki no 3.



Gambar 2.14. Kondisi Fisik IC NE 555 (www.ti.com).

Pada Gambar 2.14 merupakan rangkaian internal IC NE 555. Rangkaian internal IC NE555 yang kecil tersebut terdiri atas 2 buah komparator (pembanding tegangan), 3 buah resistor sebagai pembagi tegangan, 2 buah transistor (dalam praktek dan analisis kerjanya, transistor yang terhubung pada pin 4 biasanya langsung dihubungkan ke V_{cc}), 1 buah Flip – flop S - R yang akan mengatur *output* pada keadaan logika tertentu, dan 1 buah inverter. Tegangan kerja IC 555 bisa bervariasi antara 5 sampai 15 V DC. Tingkat keakuratan waktu (*timing*) yang dihasilkan tergantung dari nilai dan toleransi dari resistor dan kapasitor eksternal yang digunakan. Nilai logika dari IC NE 555 ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Nilai Logika IC NE 555 (www.ti.com).

Threshold Voltage (V_{th}) (PIN 6)	Trigger Voltage (V_{tr}) (PIN 2)	Reset (PIN 4)	Output (PIN 3)	Discharging Tr (PIN 7)
Don't care	Don't care	Low	Low	ON
$V_{th} > 2 V_{cc} / 3$	$V_{th} > 2 V_{cc} / 3$	High	Low	ON
$V_{cc} / 3 < V_{th} < 2V_{cc} / 3$	$V_{cc} / 3 < V_{th} < 2V_{cc} / 3$	High	-	-
$V_{th} < V_{cc} / 3$	$V_{th} < V_{cc} / 3$	High	High	OFF

Dengan melihat Gambar 2.14 dan Tabel 2.1 secara umum cara kerja internal IC ini dapat dijelaskan bahwa, Pin 1 (*Ground*) merupakan titik referensi untuk seluruh sinyal dan tegangan pada rangkaian IC 555, baik rangkaian internal maupun rangkaian eksternalnya. Pin 2 (*Trigger*) berfungsi untuk membuat *output high*, ini terjadi pada saat level tegangan pin *trigger* dari *High* menuju $< 1/3 V_{cc}$. Sebagai tanda proses *timing* dimulai. Pin 4 sebagai reset diberi tegangan 0V atau logika *low* (0), maka *ouput* pada pin 3 pasti akan berlogika *low* juga. Ketika pin 4 (reset) yang diberi sinyal atau logika *high* (1), maka *output* NE555 ini akan berubah sesuai dengan tegangan *threshold* (pin 6) dan tegangan *trigger* (pin 2) yang diberikan. Pin 3 akan berlogika *high* (1) ketika tegangan *threshold* pada pin 6 melebihi $2/3$ dari *supply voltage* (V_{cc}). Transistor internal (Tr) akan *turn-on* sehingga akan menurunkan tegangan *threshold* menjadi kurang dari $1/3$ dari *supply voltage*. Selama interval waktu ini, *output* pada pin 3 akan berlogika *low* (0). Pada saat sinyal input atau *trigger* pin 2 berlogika *low* (0) mulai berubah dan mencapai $1/3$ dari V_{cc} , maka transistor internal (Tr) akan *turn-off*. *Switching* transistor yang *turn-off* ini akan menaikkan tegangan *threshold*. Menyebabkan *output* IC NE555 yang semula berlogika *low* (0) akan kembali berlogika *high* (1) (Prabowo dan Suryasa, 2013).

5. Turbin Angin / Baling-Baling Angin

Kincir angin yang digunakan pada mesin pembangkit listrik sering disebut dengan turbin angin. Pada dasarnya cara kerja turbin angin tidak jauh berbeda dengan turbin-turbin lainnya.

Turbin adalah mesin putar (*rotary engine*) yang mengubah energi dari aliran suatu zat (air, gas, uap, dan angin) menjadi energi mekanik yang dapat memutar turbin tersebut. Energi penggerak turbin angin adalah aliran udara.

Turbin angin sederhana terdiri atas sebuah roda atau rotor yang dilengkapi dengan baling-baling (*propeller*) atau sudu-sudu (*blade*). Baling-baling atau sudu-sudu berfungsi untuk menangkap energi angin sehingga membuat roda atau rotor turbin tersebut berputar.

Energi putaran rotor turbin kemudian digunakan untuk menjalankan dinamo sepeda. Adapun komponen-komponen utama pada mesin pembangkit listrik tenaga angin adalah sebagai berikut.

- Rotor, yaitu komponen yang berfungsi untuk mengubah energi angin menjadi energi gerak atau mekanik.
- Dinamo, yaitu komponen yang berfungsi untuk mengubah energi gerak atau mekanik menjadi energi listrik.

1) Mekanisme Turbin Angin

Sebuah pembangkit listrik tenaga angin dapat dibuat dengan menggabungkan beberapa turbin angin yang menggerakkan dinamo sehingga menghasilkan listrik. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh dinamo/alternator dialirkan melalui kabel transmisi. Tenaga listrik digunakan untuk melayani arus ke peralatan sepeda motor, seperti lampu utama (depan), lampu belakang, lampu indikator dan lain-lain. Turbin angin bekerja berlawanan dengan kipas angin. Kipas angin menggunakan listrik untuk menghasilkan angin, maka turbin angin menggunakan angin untuk menghasilkan listrik. Prinsipnya kincir angin bekerja sebagai penerima energi. Kincir angin menerima energi kinetik dari angin dan merubahnya menjadi energi lain yang dapat digunakan seperti listrik. Angin yang datang akan menumbuk sayap kincir (baling-baling) sehingga sayap kincir akan berputar. Angin yang mengenai sayap kincir akan memutar sudut kincir. Perputaran kincir menyebabkan dinamo ikut berputar sehingga membentuk energi mekanik. Di dalam dinamo energi mekanik yang dihasilkan oleh kincir angin diubah menjadi energi listrik. Energi listrik dari dinamo mengalir menuju transformer untuk menaikkan tegangan. Listrik dapat didistribusikan ke tempat yang membutuhkan.

2) Jenis Turbin Angin

Berdasarkan sumbu putarnya turbin angin didesain dalam dua tipe besar, yaitu:

1. turbin angin Propeller (turbin dengan sumbu putar horizontal);

2. turbin angin Darrieus (turbin dengan sumbu putar vertikal).



Gambar 2.15. Turbin angin Propeller dan Darrieus (Alamsyah, 2007).

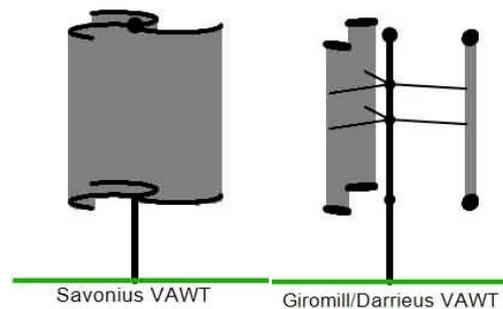
1. Turbin angin sumbu horizontal.

Turbin angin sumbu horizontal memiliki poros rotor dan generator listrik di bagian puncak menara. Sumbu ini diarahkan pada arah angin. Kebanyakan sudu turbin menghadap ke arah angin yang datang untuk menghindari turbulensi akibat terhalang oleh menara turbin. Beberapa tipe dari turbin sumbu horizontal mencakup kincir angin dan turbin angin modern.

- Tipe yang pertama pada umumnya memiliki empat sudu yang terbuat dari kayu. Tipe ini biasa digunakan untuk memompa air.
- Tipe yang kedua biasanya memiliki tiga sudu dan dapat diarahkan dengan sistem kendali. Turbin ini memiliki kecepatan dan efisiensi yang tinggi. Turbin jenis ini telah dikembangkan secara komersial untuk menghasilkan listrik.

Beberapa keuntungan turbin jenis sumbu horizontal adalah stabilitas yang baik. Pusat gravitasinya disamping sudu, kemampuannya untuk mengatur sudu sehingga *angle of attack* yang terbaik dapat diperoleh.

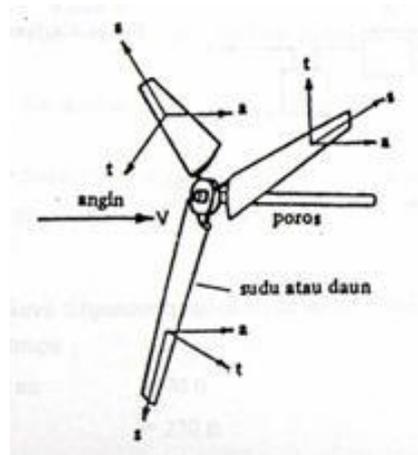
2. Turbin sumbu vertikal memiliki poros rotor yang berputar secara vertikal. Keuntungannya adalah generator dan gearbox dapat diletakkan di bawah sehingga beban menara lebih ringan. Turbin juga tidak perlu diarahkan sesuai arah angin. Akan tetapi selama perputaran dapat terjadi gaya berbalik dan gaya *drag*. Selain itu penempatan di atas menara lebih sulit, sehingga harus dipasang di tempat yang agak rendah. Berarti ekstraksi energinya juga lebih rendah. Beberapa jenis dari turbin sumbu vertikal mencakup kincir angin dengan layar berputar, turbin Darrieus dan Savonius. Gambar 2.16 menunjukkan gambar turbin savonius dan darrieus.



Gambar 2.16. Turbin Savonius dan Darrieus (Latif, 2013).

- Tipe pertama merupakan penemuan yang relatif baru terbuat dari layar dan dapat membangkitkan listrik pada kecepatan 2 m/s. Turbin Darrieus memiliki efisiensi yang cukup tinggi tetapi menghasilkan ripple torka yang besar. Torka awal dari turbin ini sangat rendah sehingga umumnya perlu turbin lain untuk menggerakkan turbin sampai pada kecepatan tertentu. Turbin

Savonius relatif sederhana dan terdiri dari dua atau lebih mangkuk.



Gambar 2.17. Sudu kincir angin pada turbin sumbu horizontal (web.ipb.ac.id).

Pada prinsipnya gaya-gaya angin yang bekerja pada sudu-sudu kincir sumbu horizontal terdiri atas tiga komponen, yaitu:

- Gaya aksial mempunyai arah sama dengan angin, gaya ini harus ditampung oleh poros dan bantalan.
- Gaya sentrifugal s meninggalkan titik tengah. Bila kipas bentuknya simetris, semua gaya sentrifugal s akan saling meniadakan atau resultannya sama dengan nol.
- Gaya tangensial t menghasilkan momen, bekerja tegak lurus pada radius dan yang merupakan gaya produktif.

3) Kontruksi Kincir Angin

Secara umum kontruksi kincir angin terdiri atas sudu, dinamo, penyimpan energi.

a. Sudu kincir angin

Sudu kincir angin merupakan bagian dari sebuah kincir angin berupa pelat yang rata. Sudu kincir angin berfungsi untuk menangkap energi angin yang akan dikonversi menjadi gerak turbin. Bentuk sudu kincir angin sangat berpengaruh terhadap daya mekanis yang dihasilkan. Besarnya luas bidang kincir dihitung dari panjang sudu kincir dengan menggunakan rumus:

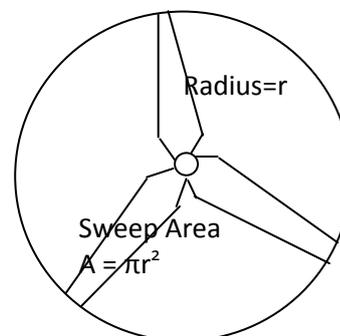
$$A = \pi r^2 \quad (2.13)$$

dengan:

A = luas penampang

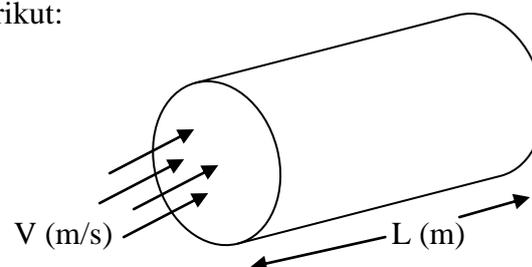
r = jari-jari

Jari-jari untuk panjang kincir ditunjukkan oleh gambar di bawah ini:



Gambar 2.18. Sudu kincir (Hau, 2005).

Besarnya energi angin yang tersedia dapat dihitung sebagai berikut:



Gambar 2.19. Kecepatan angin melalui suatu luasan (Hau, 2005).

Kecepatan tertentu yang melalui suatu luasan besarnya massa udara adalah:

$$m = Av\rho \text{ (Hau, 2005)} \quad (2.14)$$

dengan:

m = massa (kg)

A = luas penampang (m^2)

v = kecepatan angin (m/s)

ρ = kerapatan (kg/m^3)

Setiap angin yang berhembus dapat dihitung energi kinetiknya melalui rumus:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \text{ (Nm)} \quad \text{(Hau, 2005)} \quad (2.15)$$

Besarnya daya angin yang dihasilkan persatuan waktu adalah:

$$P = \frac{1}{2}\rho v^3 \pi r^2 \text{ Watt} \text{ (Hau, 2005)} \quad (2.16)$$

Pada persamaan di atas menunjukkan bahwa daya angin (P dengan satuan Watt) bergantung terhadap faktor-faktor seperti aliran massa angin (m dengan satuan kg/s), kecepatan angin (v dengan satuan m/s), densitas udara (ρ dengan satuan kg/m^3), luas permukaan area efektif turbin (A dengan satuan m^2) (Hau, 2005). Menurut Hofman (1987) efisiensi daya dari kincir dapat dihitung dengan rumus:

$$\eta_{kincir} = \frac{\text{dayayangdihasilkan}}{\frac{1}{2}\rho Av^3} \quad (2.17)$$

Hasil yang maksimal akan didapat dari sebuah kincir angin dengan memperhatikan beberapa hal sebagai berikut (Hofman, 1987).

1. Bentuk sudu seperti sekerup atau memuntir, sehingga aerodinamisnya semakin baik.
2. Energi akan semakin besar jika sayap–sayap dipasang langsung pada rotor.
3. Sudu yang ideal berjumlah 3 buah sudu, karena menghasilkan pembagian gaya dan keseimbangan yang lebih baik.

b. Penyimpanan energi

Keterbatasan ketersediaan energi angin, maka ketersediaan listrik pun tidak menentu. Oleh karena itu digunakan alat penyimpan energi yang berfungsi sebagai *back-up* energi listrik. Beban penggunaan daya listrik masyarakat meningkat ketika kecepatan angin suatu daerah sedang menurun. Menyebabkan kebutuhan permintaan akan daya listrik tidak dapat terpenuhi. Oleh karena itu perlu menyimpan sebagian energi yang dihasilkan ketika terjadi kelebihan daya. Pada saat turbin angin berputar kencang atau saat penggunaan daya pada masyarakat menurun. Penyimpanan energi ini diakomodasi dengan menggunakan alat penyimpan energi.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Agustus 2014 sampai dengan bulan Maret 2015. Perancangan alat penelitian dilakukan di Laboratorium Elektronika Dasar dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Kincir angin: berfungsi untuk menghasilkan energi listrik.
- b. Sepeda motor dengan spesifikasi sebagai berikut.

Merk/Tipe : Yamaha/14D (AL 115C/Mio Soul)

Jenis/Model : Sepeda Motor

Tahun Pembuatan : 2009

Tahun Perakitan : 2009

Isi Silinder : 113 CC

Bahan Bakar : Bensin

- c. Dinamo sepeda ontel merk Elephant: berfungsi sebagai penyedia sumber listrik.
- d. Multimeter: berfungsi untuk mengukur besarnya keluaran tegangan yang dihasilkan.
- e. Bor listrik: berfungsi untuk melubangi PCB.
- f. Solder listrik: alat pemanas timah yang berfungsi menghubungkan kaki komponen menyatu dengan papan PCB.
- g. Sedotan timah: sebagai penyedot timah ketika ada kesalahan penyolderan.

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian.

- a. Rangkaian Led: berfungsi sebagai sistem penerangan.
- b. Kabel Penghubung: berfungsi sebagai penghubung perangkat elektronik.
- c. Baterai: berfungsi sebagai penyimpan tenaga listrik yang dihasilkan oleh sistem pengisian.
- d. Komponen aktif dan pasif, yaitu:
 - 1. IC 555: berfungsi sebagai regulator, penguat daya, penguat awal (*driver*), prosessor, *memory*, dll;
 - 2. resistor: berfungsi sebagai penahan arus yang mengalir dalam suatu rangkaian;
 - 3. kapasitor: berfungsi untuk menyimpan muatan listrik sementara waktu;

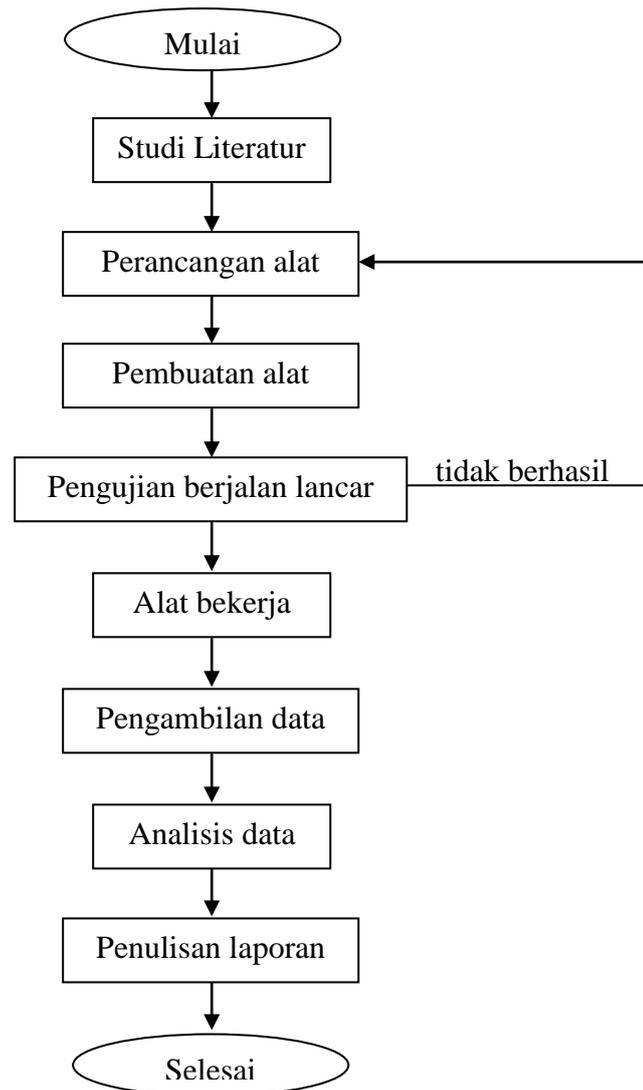
4. dioda: berfungsi sebagai penyearah arus, penyetabil tegangan dan sebagai saklar.
- e. PCB: berfungsi sebagai penyangga komponen secara mekanis.
- f. Timah: digunakan untuk melapisi logam lainnya untuk mencegah karat.
- g. Papan PCB: sebagai tempat merangkai komponen elektronika.
- h. Pelarut FeCl_3 : untuk membuat jalur-jalur pada PCB.

C. Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Dalam penelitian ini data yang akan diambil berupa data tegangan *output* dari dinamo sepeda (alternator). Data tersebut diperoleh setelah alat yang dibuat dapat bekerja dan melakukan pengujian alat dengan pengaturan kecepatan sepeda motor yang bervariasi untuk melihat hasil *output* yang didapat.

D. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan. Adapun tahapan-tahapan penyelesaian masalah dalam pemanfaatan baling-baling kipas dengan dinamo pada sepeda motor bergerak untuk menghidupkan lampu dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1. Diagram alir prosedur kerja.

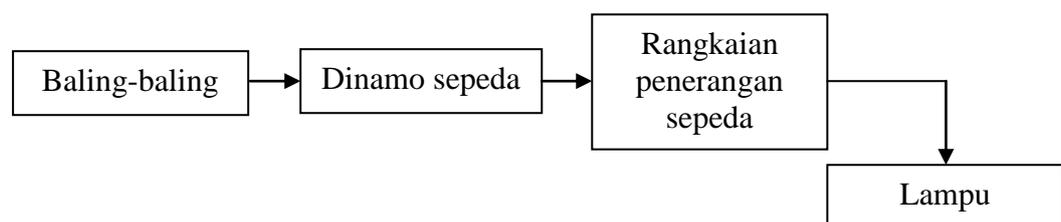
Gambar 3.1 merupakan diagram alir prosedur kerja yang akan dilakukan. Pembuatan diagram alir sangat penting dilakukan sebelum melakukan suatu pengujian maupun analisis data. Diagram alir bertujuan untuk memudahkan dalam melakukan proses tersebut. Pada Gambar 3.1 diagram alir prosedur kerja dimulai dari proses pengambilan data secara langsung serta menganalisa data untuk menghasilkan suatu *output* tertentu.

1. Studi Literatur

Studi literatur pada penelitian ini, yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mempelajari berbagai skripsi, hasil penelitian, jurnal, berbagai artikel yang diperoleh dari internet yang berhubungan dengan pemanfaatan energi angin untuk membangkitkan listrik, makalah ilmiah dan sumber bacaan lain yang menunjang penelitian.

2. Perancangan Alat

Pada prosedur ini dilakukan perancangan keseluruhan alat yang akan dibuat. Pemanfaatan energi angin pada sepeda motor bergerak yang dibuat pada penelitian ini, terdiri atas baling-baling sebagai pembangkit listrik yang menggerakkan dinamo sepeda. Sesuai fungsinya, dinamo sepeda sebagai penyedia sumber listrik dan sebagai pengisi ulang daya, sekaligus sebagai generator yang menghasilkan arus listrik AC dan merubahnya kedalam arus listrik DC. Rangkaian penerangan sepeda digunakan sebagai rangkaian pengatur tegangan dan pemutus arus. Lampu sebagai sumber penerangan. Diagram alir rancangan alat dapat dilihat pada Gambar 3.2

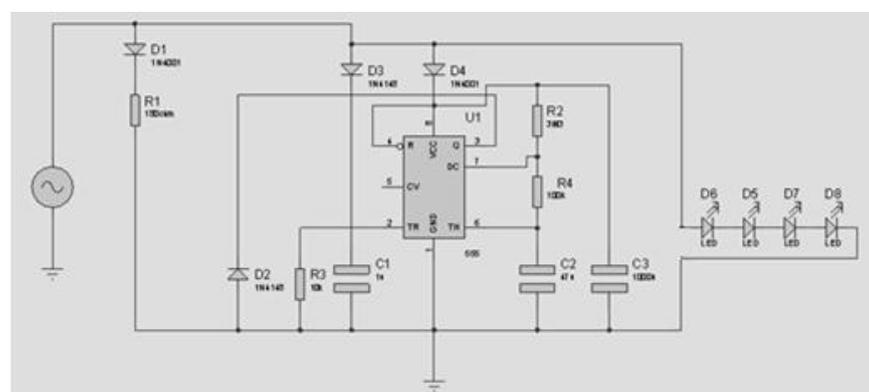


Gambar 3.2. Diagram alir perancangan alat.

Gambar 3.2 merupakan gambaran umum keseluruhan rancangan alat yang akan dibuat. Prinsip kerja dari diagram blok diatas adalah pembangkitan

energi mekanis menjadi energi listrik dengan jalan menghubungkan sebuah baling-baling dan dinamo sepeda. Tahapan sistem kerja pemanfaatan sumber angin, antara lain sebagai berikut. Angin yang disebabkan oleh sepeda motor bergerak mengenai baling-baling kipas sehingga energi dari angin memutar baling-baling. Perputaran baling-baling menyebabkan rotor dinamo ikut berputar dan membentuk energi mekanik. Di dalam dinamo energi mekanik yang dihasilkan oleh baling-baling diubah menjadi energi listrik. Kecepatan putar dari baling-baling akan mempengaruhi putaran rotor dari dinamo. Putaran rotor pada dinamo menyebabkan munculnya arus dan tegangan. Pengukuran perlu dilakukan untuk mengetahui berapa besarnya tegangan dan daya listrik yang dihasilkan. Rangkaian pengatur tegangan diperlukan untuk menghindari kecepatan sepeda motor yang berubah-ubah karena kondisi permukaan jalan tidak rata, yang berpengaruh terhadap keluaran dinamo. Arus listrik yang dihasilkan oleh dinamo digunakan untuk menhidupkan lampu.

- Penentuan komponen rangkaian penerangan sepeda
 - a. Skema rangkaian



Gambar 3.3. Rangkaian Penerangan sepeda

b. Daftar komponen

1. $R_1 = 180 \Omega$
2. $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$
3. $R_3 = 10$ dan $R_4 = 3 \text{ k}\Omega$
4. $D_1 = D_4 = 1\text{N}4001$
5. $D_2 = D_3 = 1\text{N}4148$
6. $C_1 = 1 \mu\text{F}/16 \text{ V}$
7. $C_2 = 47 \mu\text{F}/16 \text{ V}$
8. $C_3 = 1000 \mu\text{F}/16 \text{ V}$
9. IC 1 = 555

c. Perhitungan nilai komponen rangkaian penerangan sepeda

Gambar 2.12 merupakan sebuah rangkaian penerangan sepeda. Rangkaian tersebut dibuat untuk mengatur tegangan yang berasal dari dinamo sepeda. Pada prinsipnya rangkaian ini adalah rangkaian pembangkit pulsa dengan operasi rangkaian *astable* yang komponen utamanya adalah IC 555. Rangkaian yang beroperasi dengan rangkaian *astable* dianggap bahwa *output* (pin 3) yang awalnya bernilai *high* dan transistor internal (TR1) dalam keadaan tidak menghantar arus listrik. Kapasitor (C2) akan mulai mengisi dengan arus yang disuplai melalui resistor seri R_2 dan R_4 . Ketika tegangan pada masukan threshold (pin 6) melebihi dua pertiga dari tegangan output dari komparator (pin 2) atas akan mengubah keadaan dan *astable* akan ter-reset karena transisi tegangan yang muncul pada

masukkan R penahan RS. Hal ini menyebabkan output menjadi tinggi, mengubah TR1 (pin 6) pada waktu yang sama. Terjadi pembalikan *buffer* pada *output* dari hasil akhir (pin 3) akan menjadi low. Kapasitor (C2) men-*discharge* dengan arus yang mengalir melalui R_4 ke kolektor TR1 (pin 6). Pada titik tertentu, tegangan yang muncul pada input *trigger* (pin 2) akan jatuh kembali ke sepertiga dari tegangan suplai. Titik komparator bawah akan mengubah keadaan dan transisi tegangan pada pin 5 akan mengembalikan *astable* ke kondisi set aslinya. *Output* kemudian menjadi low, TR1 non aktif dan *output* (pin 3) menjadi *high*. Setelah itu siklus *charge/discharge* akan diulang tanpa batas. Berdasarkan rangkaian tersebut, dapat ditentukan nilai frekuensi, perioda *high*, perioda *low* dan perioda total.

Tahap pertama dalam rangkaian pembangkit pulsa adalah dengan mencari *positive time interval* / perioda *high* (t_1).

$$t_1 = 0,693 \times (R_2 + R_4) \times C_2 \quad (3.1)$$

Nilai t_1 didapatkan dari nilai resistansi 2, resistansi 4 dan kapasitor 2. Nilai R_2 sebesar 10 k Ω , nilai R_4 sebesar 3 k Ω dan C_2 sebesar 47 μ F menghasilkan nilai t_1 sebesar 0,423 *second* sesuai persamaan 3.1.

Tahap selanjutnya adalah mencari nilai *negative time interval* / perioda *low* (t_2) dengan persamaan

$$t_2 = 0,693 \times (R_4) \times C_2 \quad (3.2)$$

Nilai t_2 didapatkan dari perkalian antara resistansi 4 (R_4) dengan kapasitor 1 (C_1) yang menghasilkan waktu sebesar 0,097 *second*.

Periode total (T) digunakan untuk mencari frekuensi sinyal pembangkit pulsa. Nilai dari periode total didapat dari penjumlahan t_1 dan t_2 . Periode yang didapat adalah

$$T = t_1 + t_2$$

$$T = 0,693 \times (R_1 + 2R_2) \times C_2 \quad (3.3)$$

Nilai dari t_1 sebesar 0,423 *second* dan nilai t_2 sebesar 0,097 *second* digunakan untuk menentukan besarnya total periode (T), yaitu sebesar 0,521 *second*.

Nilai dari periode total kemudian digunakan untuk mencari besarnya frekuensi sinyal pembangkit pulsa (f)

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{0,693 \times (R_1 + 2R_2) \times C_2}$$

$$f = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2) \times C_1} \quad (3.4)$$

Dengan nilai periode (T) sebesar 0,521 *second* maka didapatkan frekuensi sebesar 1,914 Hz.

Sebagaimana nilai periode yang dihasilkan dari sinyal IC 555 yaitu sebesar 0,521 *second* ini akan mempengaruhi tegangan yang

dihasilkan oleh dinamo sepeda. Tegangannya hanya akan muncul setiap 0,52 *second* dengan frekuensi sebesar 1,914 Hz.

Besarnya nilai komponen yang digunakan dalam rangkaian penerangan sepeda digunakan untuk memperoleh frekuensi pembangkit pulsa sebesar 1,914 Hz dengan periode total dibawah 1 *second*, yaitu sebesar 0,521 *second*.

D1 dan D4 yang digunakan dalam rangkaian yaitu dioda dengan tipe 1N4001 sebagai penyearah arus listrik yang mengalir dari dinamo sepeda. Dioda 1N4001 memiliki *Current Forward* (CF) yaitu arus maju maksimal sebesar 1 A. Sebuah dioda tipe 1N4001 memiliki *Peak Inverse Voltage* (PIV) yaitu puncak tegangan berbalik maksimal ketika diode difungsikan sebagai penyearah dari AC ke DC. Dalam penyearah setengah gelombang besarnya tegangan berbalik adalah sebesar tegangan maksimal hasil penyearahan (V_{max}) yaitu $V_{AC} \times 1,41$ maka diode yang digunakan harus mempunyai PIV yang angkanya berada diatas itu. Dioda tipe 1N4001 juga memiliki *Voltage Forward Drop* (VFD) yaitu tegangan jatuh maju yang ada pada dioda. Tegangan yang muncul pada dioda ini mengurangi tegangan yang dihantarkan oleh dioda. D2 dan D3 adalah dioda dengan tipe 1N4148, yaitu sebuah diode silicon standar berkecepatan tinggi untuk aplikasi pengalihan (*switching*).

- Spesifikasi teknis diode 1N4148

$V_{RRM} = 100 \text{ V}$ (*maximum repetitive reverse voltage*)

$I_0 = 200 \text{ mA}$ (*average rectified forward current*)

$I_F = 300 \text{ mA}$ (*maximum direct forward voltage*)

$V_F = 1.0 \text{ V}$ at 10 mA

$I_{FSM} = 1.0 \text{ A}$ (*pulse width = 1s*), 4.0 A (*pulse width = 1μs*) (*non repetitive peak forward surge current*)

$P_D = 500 \text{ mW}$ (*power dissipation*)

C1 yaitu kapasitor sebesar 1 μF/16 V berfungsi untuk mengatur waktu delay. C2 yaitu kapasitor sebesar 47 μF/16 V sebagai pemfilter arus listrik dan sebagai penstabil tegangan listrik. C3 yaitu kapasitor sebesar 1000 μF/16 V memiliki tegangan max sebesar 16 volt dengan kapasitansi sebesar 1000 μF untuk menentukan berapa lama pengisian dan pengosongan muatan pada sebuah kapasitor tersebut.

3. Pembuatan Alat

Adapun tahap-tahap pembuatan alat dalam pemanfaatan kincir angin dan dinamo untuk menghidupkan lampu utama sepeda motor, yaitu:

- a. pemilihan komponen;
- b. menentukan jenis sudu baling-baling;
- c. menentukan kecepatan angin dengan *speedometer*;
- d. mengaplikasikan alat;

- e. pengujian rangkaian penerangan;
- f. pengambilan data.

a. Pemilihan Komponen.

Pemilihan komponen peralatan pendukung merupakan langkah awal dalam pembuatan alat. Komponen yang dipilih haruslah sesuai dan berfungsi dengan baik karena komponen elektronika yang banyak terdapat di pasaran adalah komponen kelas 2.

b. Menentukan jenis sudu baling-baling

Sudu merupakan bagian dari sebuah baling-baling berupa pelat yang rata. Jumlah sudu baling-baling yang digunakan pada penelitian ini memiliki tiga buah sudu. Jenis baling-baling dengan tiga buah sudu merupakan jenis turbin angin sumbu horizontal. Memiliki kecepatan dan efisiensi tinggi. Baling-baling jenis ini telah dikembangkan secara komersial untuk menghasilkan listrik.

c. Menentukan kecepatan angin dengan *speedometer*

Besarnya kecepatan sepeda motor digunakan sebagai pembaca kecepatan angin ketika motor bergerak. Kecepatan motor yang digunakan pada penelitian ini, yaitu 10 km, 20 km, 30 km, 40 km dan 50 km.

d. Mengaplikasikan alat

Adapun langkah kerja pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

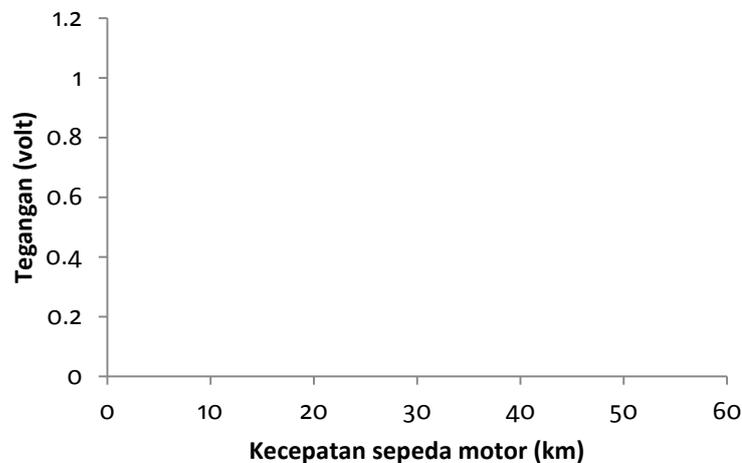
1. memasang baling-baling di bagian plat depan sepeda motor;

2. menghubungkan baling-baling dengan dinamo sepeda;
 3. menyambungkan terminal positif dinamo ke terminal positif rangkaian;
 4. menyambungkan terminal negatif dinamo ke ground rangkaian. Lalu menyambungkan terminal positif dari *output* rangkaian ke terminal terminal positif multimeter dan lampu (led);
 5. menyambungkan terminal negatif ke rangkaian ke terminal negatif multimeter dan lampu (led);
 6. mengamati gejala dari pengukuran indikasi;
 7. mencatat setiap gejala yang muncul pada alat ukur, dengan mencatat besarnya tegangan yang dihasilkan dinamo;
 8. mencatat gejala yang muncul pada tiap alat ukur yang telah dipasang;
 9. menarik kesimpulan dari apa yang telah diperoleh dari hasil pengamatan.
- e. Pengujian rangkaian penerangan
- Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui rangkaian penerangan yang dibuat bekerja dengan baik atau tidak.
- f. Pengambilan data
- Data yang akan diambil pada penelitian ini adalah:
1. kecepatan sepeda motor;
 2. tegangan yang dihasilkan oleh dinamo sepeda.

Tabel 3.1. Rancangan hasil pengamatan

No	Kecepatan sepeda motor (km/jam)	V1 (volt)	V2 (volt)	V3 (volt)	R (ohm)	P (watt)
1	10					
2	20					
3	30					
4	40					
5	50					

Rancang grafik pengamatan

**Gambar 3.4. Rancang grafik pengamatan.**

5. Analisa Data

Teknik analisis data dengan menggunakan metode analisis deskriptif pada tiap rancangan dengan melakukan perbandingan antara karakteristik dinamo. Pengamatan atau pengukuran hasil penelitian selanjutnya dilakukan analisa. Apabila terjadi penyimpangan, maka perlu dilakukan identifikasi dari dinamo atas penyimpangan tersebut. Adapun analisis yang dilakukan terhadap hasil eksperimen adalah sebagai berikut.

1. Analisa Tegangan Normal Dinamo

Tegangan yang dihasilkan berdasarkan variasi kecepatan putar dinamo.

2. Analisa Aliran Arus terhadap Variasi Kecepatan

Adapun aliran arus pengisian ini berdasarkan sistem pengaturan regulator terhadap variasi kecepatan, yaitu pada saat putaran rendah <500rpm.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. tegangan terkecil yang dihasilkan dinamo sebesar 2,2 volt pada kecepatan 20 km sedangkan tegangan keluaran terbesar yang dihasilkan dinamo sebesar 11,5 volt pada kecepatan 50 km;
2. daya terbesar yang dihasilkan oleh dinamo adalah sebesar 6,96 watt pada kecepatan 50 km;
3. semakin tinggi kecepatan sepeda motor maka semakin besar tegangan listrik yang dihasilkan oleh dinamo sepeda.

B. Saran

Beberapa saran yang diperlukan untuk perbaikan selanjutnya adalah.

1. menambahkan jumlah baling-baling dan dinamo sepeda agar menghasilkan tegangan yang lebih besar;
2. menambahkan variasi kecepatan sepeda motor agar dapat melihat karakteristik dari masing-masing dinamo;
3. memvariasikan letak posisi dinamo sepeda dan baling-baling agar tepat mengenai baling-baling yang memutar dinamo.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Heri. 2007. Pemanfaatan Turbin Angin Dua Sudu Sebagai Penggerak Mula Alternator pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin. (*Skripsi*). Universitas Negeri Semarang: Fakultas Teknik.
- Anthony, Zuriman. 2006. *Pengenalan Mesin Listrik*. Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Padang. Sisfo.itp.ac.id.
- Asy'ari, Hasyim., Jatmiko dan Adriyatmoko, Azis. 2012. Desain generator magnet permanen kecepatan rendah untuk pembangkit listrik tenaga angin atau BAYU (PLTB). *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2012 (SNATI 2012)*. Universitas Muhammadiyah: Fakultas Teknik.
- Culp, Archie W. 1996. *Prinsip-Prinsip Konversi Energi*. Terjemahan Drawin Sitompul. Jakarta. Erlangga. Glora Aksara Pratama.
- Dariantio. 2011. *Sistem Kelistrikan Motor*. Bandung. PT. Sarana Tutorial Nurani Sejahtera.
- Daryanto. 2002. *Pengetahuan Teknik Listrik*. Jakarta. Bumi Aksara.
- DESDM. 2005. *Rasio Cadangan Dibanding Produksi Minyak Bumi di Indonesia dalam Kurun Waktu 18 tahun*. Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Giancoli, Douglas C. 1988. *Physics For Scientists And Engineers Second Edition*. Prentice Hall.
- Hatmojo S., Darmanto S., dan Setioko B. 2007. Pembangkit Listrik Tenaga Angin untuk Penggerak Peralatan Mesin Sederhana. *Riptek, Vol.1 No.1, Hal.:19-26*

Hau, Eric. 2005. *Wind Turbines Fundamentals Technology, Application, Economic*. Page 811.

Hofman, H. dan Harun. 1987. *Energi Angin*. Jakarta. Binacipta.

Ichwan, Mochamad. 2002. Modifikasi Sistem Penggerak Mula Kendaraan Bermotor Yang Beredar Di Masyarakat: Alternatif Solusi Menghemat BBM. Kasus: Multi Purpose Vehicle Bermotor Diesel, *Majalah Berita IPTEK Pengembangan Mobil Listrik Peluang, Tantangan dan Harapan*, pp. 55-65, Tahun ke-43, No.3. Jakarta. LIPI.

LAPAN. 2005. Data Kecepatan Angin di Pulau Jawa. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.

Latif, Melda. 2013. Efisiensi Prototipe Turbin Savonius pada Kecepatan Angin Rendah. *Jurnal Rekayasa Elektrika Vol. 10, No. 3, April 2013*.

Jarass. 1980. *Strom aus Wind-Integration einer regenerativen Energie Quelle*, Springer-Verlag, Berlin. Pinske, J.D., 1993, *Electrische Energieerzeugung*, 2. vollst. ueberarb. Aufl., BG. Teubner, Stuttgart.

Nugraha, Beni Setya. 2005. *Sistem Pengisian dan Penerangan*. Fakultas Teknik UNY. Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif.

Pramudya, Y. S. 2012. Pembangkit Listrik Tenaga Air menggunakan Dinamo Sepeda. Fakultas Teknologi Industri. Jurusan Teknik Elektro. Depok: Universitas Gunadarma. *Jurnal*.

Prihono. 2010. *Jago Elektronika Secara Otodidak*. Jakarta Selatan. Kawan Pustaka.

Rijanto, Estiko. 2004. Kendaraan Hibrid Retrofit: Pengantar Kendali Distribusi Daya. *Prosiding Konferensi Nasional Tenaga Listrik dan Mekatronik*. Hlm. 95.

Sembiring, David, JM. 2010. *Pengaruh Penyalaan Lampu Sepeda Motor Pada Siang Hari Terhadap Konsumsi BBM*. Medan. STT Poliprosesi.

Supriyo dan Suwarti, 2013. Model Turbin Angin Penggerak Pompa Air. *Jurnal Teknik Energi Vol 9 No. 2 Mei 2013 ; 61- 68 61.*

Setiyo, Muji. 2010. *Menjadi Mekanik Spesialis Kelistrikan Sepeda Motor (Dalam Kajian Teori dan Terapan)*. Bandung. Alfabeta. Hal. 142-145.

Setyoko, Bambang. 2007. Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal untuk Penerangan Rumah Tangga. Teknik Mesin Fakultas Teknik Undip. *Jurnal Vol. 28 No. 1 Tahun 2007, ISSN 0852-1697*

Wiyanto. 2008. *Elektromagnetik*. Yogyakarta. Graha Ilmu.

www.st.com. 2008. *NE555-SA555-SE555*. STMicroelectronics.

www.ti.com. 2000. *Lm555*. Texas Instruments Incorporated.

Zuhal. 1988. *Dasar Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya*. Jakarta. Gramedia.