

RANCANG BANGUN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN PEMBARUAN MENGGUNAKAN TENAGA GENERATOR AC

¹Gunawan

Universitas Harapan Medan, Jln HM Joni No 70C, email: gunawanaditya007@gmail.com

²Muhammad Safril

Universitas Sumatera Utara, Jln Dr. Masyur, e-mail: muhammad.safril.unhar@gmail.com

Abstract

Advances in technology, especially electricity and electronics, always provide benefits for mankind. Electronic and computer technology is developing very rapidly along with advances in various fields. No less than that, discoveries in the field of renewable energy power conversion systems are also very rapid. Of the many types of generators, the wind energy conversion system is one of the simplest, most efficient and inexpensive systems. This tool uses an AC Generator which functions to convert mechanical energy into alternating electric power. This tool uses a rectifier that functions as a rectifier of electric waves. This tool uses a regulator that functions as a voltage stabilizer. This tool uses a battery that functions as a store of electric current. This tool uses LED that function as to indicate the status of electronic devices. The working principle of this tool. When the wind drives the wind turbine. Then the wind turbine rotates the generator and transmission. The transmission converts the motion of the wind into electrical voltage. The results of the conversion from the generator will be stabilized by the regulator. To store the electrical energy stored in the battery to turn on a 100 watt incandescent lamp.

Keywords:

Air Conditioning Generators; Rectifier; Regulators; Battery; Led.

Abstrak

Kemajuan di bidang teknologi khususnya elektro dan listrik selalu memberikan keuntungan bagi umat manusia. Teknologi elektronika dan komputer berkembang sangat pesat seiring kemajuan di berbagai bidang. Tidak kalah dari itu, penemuan di bidang sistem konversi tenaga energi terbarukan juga sangat pesat. Dari banyak nya jenis pembangkit tersebut sistem konversi energi angin merupakan salah satu sistem yang paling sederhana dan efisien serta murah. Alat ini menggunakan Generator AC yang berfungsi sebagai mengubah energi mekanis menjadi tenaga listrik bolak balik. Alat ini menggunakan penyearah yang berfungsi sebagai menyearahkan gelombang listrik. Alat ini menggunakan regulator yang berfungsi sebagai menstabilkan tegangan. Alat ini menggunakan baterai yang berfungsi sebagai penyimpan arus listrik. Alat ini menggunakan LED yang berfungsi sebagai untuk menunjuk kan status perangkat elektronik. Prinsip kerja alat ini. Pada saat angin menggerakkan turbin angin. Maka turbin angin memutarakan generator dan transmisi. Transmisi mengubah gerak angin menjadi tegangan listrik. Hasil dari konversi dari generator akan di stabilkan oleh regulator. Untuk menyimpan energi listrik tersebut di simpan di dalam baterai untuk menghidup kan lampu pijar 100 watt.

Kata Kunci:

Generator AC; Penyearah; Regulator; Baterai; Led.

1. PENDAHULUAN/INTRODUCTION

Kemajuan di bidang teknologi khususnya elektro dan listrik selalu memberikan keuntungan bagi umat manusia. Teknologi elektronika dan komputer berkembang sangat pesat seiring kemajuan di berbagai bidang. Tidak kalah dari itu, penemuan di bidang sistem konversi tenaga energi terbarukan juga sangat pesat. Pembangkit listrik tenaga angin merupakan salah satu jenis pemanfaatan energi terbarukan yang pengembangannya mulai digalakkan lagi seiring dengan keterbatasan bahan bakar fosil. Jenis pembangkit ini sesuai jika digunakan pada skala kecil untuk memenuhi kebutuhan energi di pemukiman-pemukiman terpencil yang jauh dari akses listrik konvensional, terutama pada desa-desa pantai yang memiliki potensi angin memadai [1]. Konversi Energi seperti panas bumi, kecepatan angin, arus sungai dan cahaya matahari kerap dimanfaatkan untuk sistem pembangkit listrik ukuran mikro. Dari banyaknya jenis pembangkit tersebut sistem konversi energi angin merupakan salah satu sistem yang paling sederhana dan efisien serta murah.

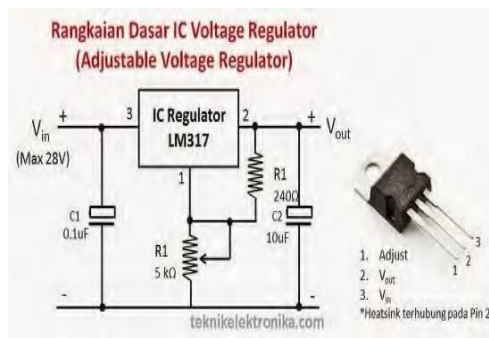
Pada kesempatan kali ini si penulis memanfaatkan energi angin untuk dikembangkan sebagai konversi energi mikro. Pembangkit listrik tenaga angin atau PLTB adalah salah satu sistem yang mengubah energi untuk menggerakkan generator. Umumnya sebuah PLTB memiliki konstruksi berbentuk kincir angin atau baling-baling adalah untuk menyerap energi gerak *linear* angin dan diubah menjadi gerak rotasi agar dapat memutar generator. Kecepatan angin akan memutar kincir dengan kecepatan tertentu dan karena kecepatan angin adalah rendah. Maka dibutuhkan transmisi untuk mengubah putaran menjadi lebih tinggi. Putaran tersebut digunakan untuk memutar generator dan generator berfungsi mengubah gerak mekanis menjadi listrik. Output yang dihasilkan dapat berupa arus bolak-balik maupun searah bergantung jenis generator yang digunakan. Pada rancangan PLTB yang akan dibangun menggunakan generator AC.

Generator adalah alat yang digunakan untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik [2]. Generator AC adalah generator yang menghasilkan listrik dengan tegangan bolak-balik. Prinsip dasar generator AC (arus bolak-balik) menggunakan hukum Faraday yang menyatakan jika sebatang penghantar berada dalam medan magnet yang berubah-ubah, maka pada penghantar tersebut akan terbentuk gaya gerak listrik. Dapat dilihat Gambar 1:



Gambar 1 Generator AC

IC jenis ini memiliki range tegangan output tertentu sehingga dapat disesuaikan kebutuhan rangkaiannya. IC ini juga memiliki 2 jenis yaitu *Positif Adjustable Voltage Regulator* dan *Negatif Adjustable Voltage Regulator*. Contoh IC *Positif Adjustable Voltage Regulator* yaitu LM317 yang memiliki range tegangan 12 volt DC - 37 volt DC sedangkan contoh IC *Negatif Adjustable Voltage Regulator* yaitu LM337 yang memiliki range yang sama dengan LM317. Dapat dilihat pada Gambar 2:



Gambar 2 Rangkaian Dasar IC LM 317

Baterai adalah perangkat yang tidak dapat dipisah kan dalam system satelit. Sistem ini akan menyediakan daya listrik untuk misi yang pendek atau sebagai *back-up* untuk misi yang panjang. Baterai litium ion merupakan jenis baterai sekunder yang artinya dapat dipakai berkali – kali jika dayanya sudah mulai habis dengan cara diisi ulang, dimana baterai ini terdiri dari empat komponen penting yaitu elektroda positif (katoda), elektroda negatif (anoda), elektrolit dan separator. Penggunaan material anoda yang biasanya digunakan dalam pembuatan baterai ion litium berupa karbon, salah satunya dapat dijadikan karbon adalah tumbuhan hayati seperti kangkung air (Ipomoea Aquatica) [3]. Dalam mempertimbangkan posisi peletakannya maka aki kering tidak mempunyai kendala, lain halnya dengan aki basah. Aki konvensional kandungan timbalnya (Pb) juga masih tinggi sekitar 2,5% untuk masing-masing sel positif dan negatif. Sedangkan jenis hybrid kandungan timbalnya sudah dikurangi menjadi masing-masing 1,7%, hanya saja sel negatifnya sudah ditambahkan unsur calcium. Dapat dilihat pada Gambar 3:



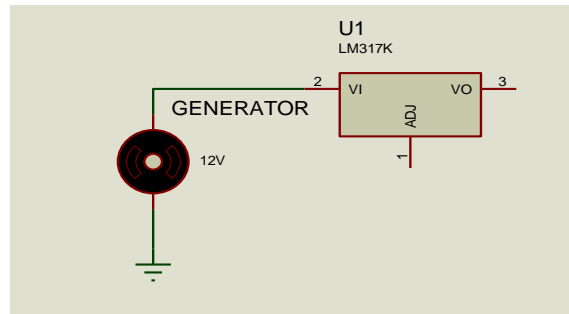
Gambar 3 Baterai

Bahan dan peralatan digunakan dalam pembuatan alat pembangkit listrik tenaga angin dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1 Daftar Bahan dan Peralatan

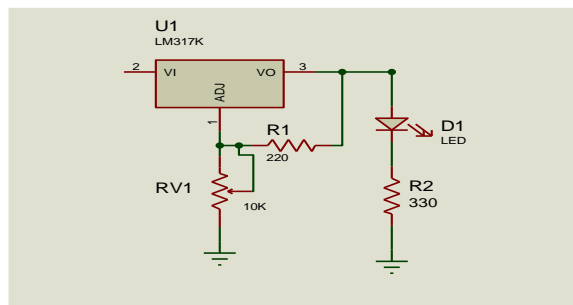
Nama Peralatan dan Bahan	Jumlah
Amper Meter	1
Voltmeter	1
Anemometer Digital	1
Toolset atau perkakas listrik	1
Software dan sebagainya	1
Generator AC 12 V	1
Turbin Angin, Kipas	1
Bearing	1
Bell	1
Baterai 12 V	1
Buck-boost konverter modul	1
IC LM 317	1
Transistor NPN	1
Kapasitor	1
Resistor	1
Dioda	1

Generator AC adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengubah bentuk energi putaran menjadi energi listrik. Generator AC akan mengubah putaran menjadi listrik arus bolak balik. Listrik yang dihasilkan berbanding lurus dengan putaran pada statornya. Makin cepat putaran stator makin besar pula tegangan keluaran nya. Arus yang dikeluarkan oleh generator tidak lah stabil karena bergantung pada kecepatan angin dan kecepatan angin bersifat tidak kontinu. Untuk itu dibutuhkan alat penstabil tegangan agar listrik yang dihasilkan dapat distabilkan. Output genreator akan dihubungkan pada sebuah regulator. Rangkaian Generator AC dapat di lihat pada Gambar 4:



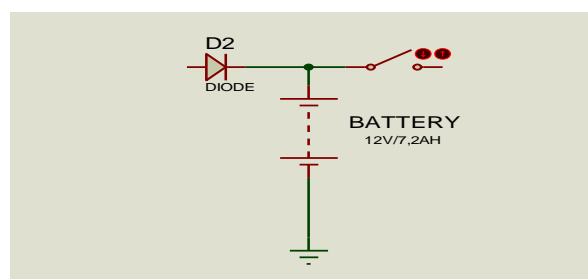
Gambar 4 Rangkaian Generator AC

Regulator merupakan rangkaian yang sangat dibutuhkan untuk menstabilkan tegangan. Tipe regulator yang digunakan adalah tipe IC yaitu LM317. LM317 dapat menstabilkan tegangan dengan prinsip regulasi yaitu membandingkan tegangan output dengan setpoint dan mengaturnya agar tetap mencapai tegangan setpoint. Pada rancangan ini regulator digunakan untuk mengatur tegangan keluaran agar tidak lebih dari 14,4V. Jika tegangan dari Generator melebihi 14,4 V, LM317 akan meregulasi nya menjadi 14,4V. Rangkaian regulator dapat di lihat pada Gambar 5:



Gambar 5 Rangkaian Regulator

Tipe baterai yang digunakan adalah baterai kering dengan bahan Lead Acid. Batere ini memiliki kemampuan isi ulang yang sangat baik dan durasi yang baik juga Baterai adalah sebuah media penyimpanlistrik yaitu energi listrik. Kebutuhan baterai adalah untuk menyimpan energi dalam bentuk muatan listrik, hal ini dibutuhkan karena kondisi angin yang tidak stabil sehingga tegangan yang dikeluarkan juga tidak stabil. Pada kondisi ini, energi yang dihasilkan tidak dapat digunakan untuk menghidupkan beban. Dengan alasan tersebut, baterai dibutuhkan agar ketersediaan energi tetap ada. Kapasitas Baterai yang digunakan adalah 7,2 AH 12V. Tegangan saat baterai terisi penuh adalah 14,4 Vsedangkan pada saat kosong tegangan baterai dibawah 11 V. Pada rancangan ini baterai digunakan untuk menghidupkan beban 12V seperti lampu LED dan sebagainya. Rangkaian baterai dapat di lihat pada Gambar 6:



Gambar 6 Rangkaian Baterai

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Pengujian Generator AC

Untuk menguji generator harus secara langsung dengan memberikan input dan mengukur output yang dihasilkan. Pada pengujian ini akan diukur kecepatan angin yang merupakan masukan pada generator dan mengukur tegangan yang dihasilkan oleh generator. Prosedur pengujian adalah menghidupkan sebuah kipas angin untuk mendorong baling-baling generator. Kecepatan angin diatur dari rendah hingga maksimal. Variasikan jarak antara sumber angin dengan baling-baling Generator untuk memperoleh kecepatan yang berbeda-beda misalnya 5km/h, 10km/h dan seterusnya. Kemudian ukur tegangan keluaran Generator tiap perubahan kecepatan tersebut. Dalam pembangkitan tenaga listrik, kestabilan tegangan merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan karena dapat mempengaruhi sistem kelistrikan. Perubahan tegangan keluaran sebuah generator dipengaruhi oleh berbagai macam faktor diantaranya adalah beban dinamis dan tegangan penguat magnet (tegangan eksitasi) [4]. Dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2 Hasil Uji Generator AC dari Motor Stepper

Percobaan	Kecepatan angin (km/j)	Output Generator AC (V)
1	5	0,8
2	11	2.9
3	14	10.2
4	18	14.5
5	21	17.1
6	27	19.3
7	32	22.1
8	35	25.3
9	41	30.5
10	42	31.2

2.2 Pengujian Rangkaian Boost Kontroler

Rangkaian boost kontroler adalah rangkaian yang berfungsi menaikkan tegangan dengan prinsip switching. Untuk menguji rangkaian ini dibutuhkan sumber tegangan yang dapat diatur. Tegangan keluaran untuk rangkaian di set pada tegangan 12V. Pada Pengujian ini akan dilakukan pengukuran terhadap input dan output rangkaian boost kontroler. Rangkaian akan menaikkan tegangan input beberapa kali lipat sesuai pengaturan. Pada pengujian ini tegangan diperoleh dari sumber Generator AC. Output dan input diukur dengan voltmeter digital. Berikut adalah hasil pengukuran yang dilakukan pada rangkaian boost kontroler. Dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3 Hasil Pengukuran Tegangan Input dan Output Boost Kontroler

Input (V)	Output (V)
3,0	11,6
3,1	12,2
3,2	12,6
3,3	12,7
3,4	12,7
3,5	12,7
3,6	12,8

2.3 Pengujian Generator dengan Beban

Pengujian dilakukan dengan 3 kecepatan angin yang berbeda pada beban resistor. Prosedurnya adalah dengan menggunakan kipas angin untuk memproduksi aliran udara untuk mendorong atau memutar kincir. Kecepatan angin diatur pada speed kipas angin yaitu 3 kecepatan. Ukur tegangan tiap kecepatan dengan beban yang berbeda nilainya. Dengan mengetahui tegangan dan tahanan beban maka dapat dicari arus dan daya yang dikeluarkan oleh generator. Berikut adalah hasil pengukuran yang dilakukan. Dapat dilihat pada Tabel 4.a:

Tabel 4.a Pengujian Generator dengan Beban Resistor 10 Ohm

Kec.angin (km/j)	V out generator (V)	Arus Generator (mA)	Daya Generator (mW)
14,2	0,81	79,3	64,23
17,3	1,37	133,2	182,48
19,8	2,29	228,2	522,57

Arus generator dihitung dengan rumus:

$$I = V/R$$

Dimana:

I = Arus Listrik (A)

V = Tegangan Listrik (V)

R = Hambatan (Ohm)

Tabel 4.b Pengujian Generator dengan beban resistor 100 Ohm

Kec.angin (km/j)	V out generator (V)	Arus Generator (mA)	Daya Generator (mW)
13,9	3,53	36,1	127,43
16,8	5,19	50,8	263,65
18,7	8,03	79,5	638,38

Tabel 4.c Pengujian Generator dengan beban resistor 1000 Ohm

Kec.angin (km/j)	V out generator (V)	Arus Generator (mA)	Daya Generator (mW)
13,2	5,78	5,75	32,02
14,7	8,78	8,66	76,03
16,9	19,17	19,09	365,95

2.4 Pengujian Rangkaian Regulator LM317

Tujuan pengujian rangkaian regulator adalah untuk mengetahui apakah rangkaian tersebut berfungsi dengan baik atau tidak. Rangkaian regulator digunakan untuk menstabilkan tegangan pada satu tegangan tertentu. Dalam rancangan ini regulator ditentukan untuk menstabilkan tegangan 12,4V. Untuk pengujian ini digunakan power supply yang dapat diatur tegangan nya mulai dari nol hingga maksimal. Input dan output regulator diukur dengan voltmeter. Tegangan input dibuat berubah-ubah oleh power supply. Pengukuran dimulai dari 5V. Berikut adalah tabel hasil pengujian regulator LM317. Dapat dilihat Tabel 5:

Tabel 5 Hasil Pengujian Tegangan pada Regulator LM317

Vin (V)	Vout(V)
5,0	2,29
6,0	3,88
7,0	4,11
8,0	5,09
9,0	6,47
10,0	8,03

2.5 Pengujian Baterai Sel Litium Ion

Kecepatan angin yang tidak stabil mengakibatkan tegangan yang dihasilkan oleh generator tidak stabil sehingga berpengaruh terhadap umur baterai. Dalam pengisian baterai, hal yang mendasar adalah bagaimana mengatur proses pengisian baterai sesuai dengan karakteristik pengisian baterai, sedangkan karakteristik baterai adalah non-linier, sehingga dibutuhkan rangkaian yang dapat mengontrol proses pengisian dengan baik [5]. Untuk mendapatkan tegangan yang cukup agar dapat menghidupkan beban seperti lampu maka beberapa baterai Litium diseri sebanyak 3 buah, hal ini karena sebuahsel baterai Litium Ion hanya bertegangan 3,7V hingga 4,2V. Dengan demikian membutuhkan 3 buah baterai yang diserikan agar menjadi 12 V. Pengujian baterai dilakukan dengan mengisi terlebih dahulu hingga penuh kemudian mengurasnya hingga kosong. Dengan demikian baterai harus di cas dulu dengan charger yang ada. Dapat dilihat pada Tabel 6:

Tabel 6 Proses Pengisian Baterai

Waktu(Jam)	Tegangan (V)	Arus (A)
0	10,6	0,36
1	10,9	0,28
2	11,2	0,26
3	11,6	0,22
4	11,7	0,21
5	11,8	0,19
7	12,1	0,18
8	12,4	0,17

3. SIMPULAN

1. Sebuah Sistem pembangkit listrik tenaga angin atau PLTB dapat dirancang dengan menggunakan beberapa komponen seperti kincir angin, Generator, Boost controller, Regulator dan baterai. Kincir mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik bentuk putaran kemudian dikonversi menjadi listrik oleh generator. Listrik yang dihasilkan distabilkan oleh boost kontroler dan regulator yang kemudian disimpan pada baterai. Angin yang mengalir akan memutar kincir yang berupa daun kipas dan putaran tersebut digunakan untuk memutar Generator dengan perantara transmisi belt. Putaran tersebut akan mengakibatkan generator menghasilkan listrik yang berbanding lurus dengan kecepatan angin. Kestabilan tegangan dapat diatur dengan 2 rangkaian yaitu boost kontroler dan regulator. Boost kontroler akan menaikkan tegangan generator ke level tertentu kemudian regulator akan meregulasi tegangan menjadi 12 Volt yang stabil.
2. Dalam pengujian Generator AC dari motor stepper kecepatan angin 5 km/ jam sampai 42 km/ jam. Dengan output generator AC dari 0,8 volt sampai 31,2 volt. Dalam pengujian boost kontroler input tegangan mulai dari 3 volt sampai 3,6 volt. Dan output tegangan mulai dari 11,6 volt sampai 12,8 volt. Pengujian regulator dengan input tegangan mulai dari 5 volt sampai 10 volt. Output tegangan mulai dari 2,29 volt sampai 8,03 volt.
3. Dalam perkembangan pembangkit listrik tenaga angin ini dapat sebuah inovasi baru yang bisa dikembangkan lagi dan berguna untuk masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Hernowo, “Rancang bangun turbin angin sumbu horizontal sederhana dengan panjang sudu 1 meter sigit hernowo,” *J. Voering*, vol. 5, no. 1, 2020.
- [2] R. Ricky and J. Windarta, “Analisis Komparasi Perhitungan Teori dan Aktual Terhadap Daya Aktif dan Daya Reaktif Steam Turbine Generator 2.0 Pada PT Indonesia Power Semarang,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 1, no. 1, 2020, doi: 10.14710/jebt.2020.8133.
- [3] E. D. Pratiwi, S. Haryati, and N. Syarif, “Pengaruh Variasi Binder, Elektrolit dan Pemakaian Emulsi terhadap Kinerja Baterai Litium Ion Berbasis Karbon Batang Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*),” *Syntax Lit. ; J. Ilm. Indones.*, vol. 7, no. 2, 2022, doi: 10.36418/syntax-literate.v7i2.6308.
- [4] A. S. Arman Jaya, Irianto, “Implementasi Kontroler PID Pada AVR (Automatic Voltage Regulator) UNTUK Pengaturan Tegangan Eksitasi Generator Sinkron 3 Fasa,” *J. Tek.*, 2011.
- [5] S. R, “DESAIN RANGKAIAN KENDALI PENGISIAN DAN PEMAKAIAN ENERGI BATERAI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32,” *Skripsi Fak.* , 2014.