

RANCANG BANGUN SQUARE WAVE FULL-BRIDGE INVERTER UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN MIKRO

Didi Istardi¹⁾, Agus Wirabowo²⁾

1) Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, Batam 29461, email: istardi@polibatam.ac.id

2) Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, Batam 29461

Abstract

The simple principle of wind power plant is use wind as main exciter to rotate the turbine. The turbine convert wind to electric energy. The output signal is alternating (AC) current. This current was changed to direct current (DC) by rectifier circuit. The DC current was used as charge the energy storage, battery. Next step, the DC current from battery convert to AC current using inverter circuit. The result of inverter shows that the error is 20% with 240V no load.

Keywords: inverter, full bridge, wind power, rectifier

Abstrak

Sistem kerja Pembangkit listrik Tenaga Angin ini secara sederhana memanfaatkan angin sebagai penggerak turbin kemudian dikonversikan menjadi energi listrik, namun listrik yang dihasilkan adalah berupa arus bolak balik karena menggunakan generator AC, oleh karena itu dibutuhkan rangkaian penyearah untuk merubah tegangan AC ke DC. Dengan demikian arus AC yang dihasilkan akan dikonversikan oleh rangkaian penyearah untuk mendapatkan arus searah dan berfungsi sebagai charger sebelum di masukkan ke baterai, sebagai media penyimpanan tegangan. Setelah itu arus DC dari baterai diubah kembali ke arus AC dengan menggunakan alat inverter, karena yang diinginkan adalah arus AC. Keluaran dari inverter masih ada error sebesar 20% dengan 240 V tanpa beban.

Kata Kunci: inverter, full bridge, PLTA, penyearah

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi dunia terus mengalami peningkatan. Menurut proyeksi Badan Energi Dunia (International Energy Agency-IEA), hingga tahun 2030 permintaan energi dunia meningkat sebesar 45% atau rata-rata mengalami peningkatan sebesar 1,6% pertahun. Sekitar 80% kebutuhan energi dunia tersebut dipasok dari bahan bakar fosil, utamanya BBM [1].

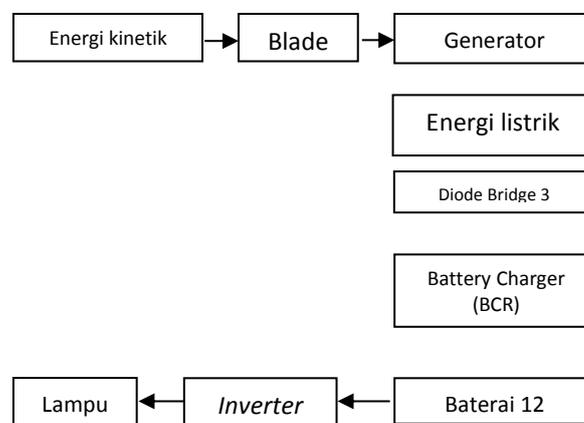
Untuk menghadapi meningkatnya kebutuhan hidup, makin berkurangnya bahan bakar fosil (batubara, gas, minyak) dan sumber daya manusia yang makin meningkat di masa depan maka diperlukan produksi energi listrik yang makin besar pula. Selain itu, pembakaran bahan bakar fosil menyebabkan pelepasan gas-gas efek rumah kaca yang membahayakan dan akan menyebabkan pemanasan global. Untuk itu, makin berkembangnya pembangunan dan penelitian tentang energi alternatif yang bertujuan untuk pengembangan energi berkelanjutan yang menghasilkan sedikit efek lingkungan, dampak kesehatan, dan memungkinkan untuk memproduksi listrik tersebut pada masa depan. Sistem kerja PLT Angin ini secara sederhana memanfaatkan angin sebagai penggerak turbin kemudian dikonversikan menjadi energi listrik, namun listrik yang dihasilkan adalah berupa arus bolak balik karena menggunakan generator AC, oleh karena itu dibutuhkan rangkaian penyearah untuk merubah tegangan AC ke DC.

Dengan adanya Perancangan Rangkaian Inverter untuk PLT Angin ini maka tegangan DC yang dihasilkan oleh Aki dapat diubah menjadi tegangan AC sehingga dapat menghidupkan Lampu dengan stabil.

2. PRINSIP KERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN

Pembangkit listrik tenaga angin adalah energi baru terbarukan yang menggunakan sumber tenaga angin sebagai penggerak generatornya untuk menghasilkan listrik. Dalam perancangan suatu PLT Angin beberapa komponen utama yang diperlukan adalah generator, baling-baling, inverter, battery charger, baterai/aki untuk penyimpanan arus listrik, tiang/menara dan instalasi kebel listrik.

Energi listrik yang dihasilkan oleh generator, berupa tegangan yang fluktuatif atau tidak konstan akibat fluktuasi masukan yakni kecepatan angin yang berubah-ubah di sepanjang waktu. Agar tegangan tersebut menjadi "layak pakai", fluktuasinya harus dibuat sekecil mungkin (konstan). Hal tersebut dapat dicapai dengan menggunakan media-antara berupa baterai/aki. Tegangan AC fluktuatif di terminal generator, disearahkan (bentuk tegangan dikonversi dari AC ke DC) lalu kemudian disimpan ke dalam baterai melalui sistem penyearah dan penyimpanan (rectifier dan charger). Selanjutnya, beban DC dapat memperoleh suplai energi yang sudah konstan secara langsung dari terminal baterai. Beban yang membutuhkan tegangan AC, harus mendapatkan suplai daya dari sistem pengubah bentuk tegangan DC ke AC (inverter). Dengan demikian inverter tersebut akan menghasilkan arus AC yang dapat digunakan untuk men-suplai sebuah beban AC.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Inverter adalah perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC (Direct Current) menjadi tegangan AC (Alternating Current). Output suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (sine wave), gelombang kotak (square wave) dan sinus modifikasi (sine wave modified). Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan baterai, tenaga angin, atau sumber tegangan DC yang lain. Inverter dalam proses mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan multivibrator.

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik satu atau lebih rangkaian listrik satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gendeng magnet berdasarkan prinsip induksi-elektromagnet.

Transformator terdiri dari 3 komponen pokok yaitu: kumparan pertama (primer) yang bertindak sebagai input, kumparan kedua (sekunder) yang bertindak sebagai output, dan inti besi yang berfungsi untuk memperkuat medan magnet yang dihasilkan.

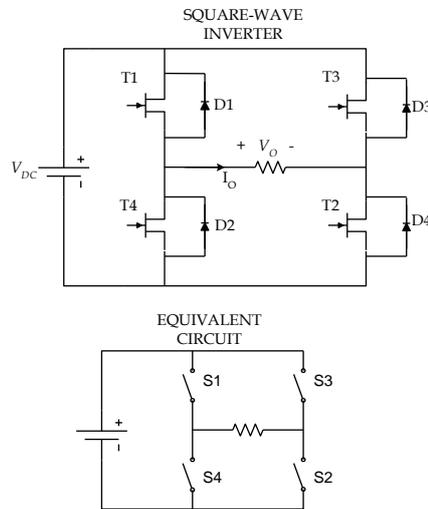
Aki adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Fungsi Aki adalah sebagai alat untuk menghimpun tenaga listrik (dipakai pada mesin mobil dsb), penghasil dan penyimpan daya listrik hasil reaksi kimia, dan peranti untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga kimia atau sebaliknya.

Baterai secara umum di kategorikan dalam 2 jenis, yakni baterai basah dan kering. Baterai basah, media penyimpan arus listrik ini merupakan jenis paling umum digunakan. Baterai jenis ini masih perlu diberi air aki yang dikenal dengan sebutan accu zuur.

Baterai kering, baterai jenis ini tidak memakai cairan, mirip seperti batere telpon selular. Baterai ini tahan terhadap getaran dan suhu rendah. Baterai jenis ini sama sekali tidak butuh perawatan, tetapi rentan terhadap pengisian berlebih dan pemakaian arus yang sampai habis, karena bisa merusak sel-sel penyimpanan arusnya.

3. PERANCANGAN SQUARE WAVE FULL BRIDGE INVERTER

Rangkaian inverter gelombang penuh dengan bentuk gelombang keluaran kotak dapat dilihat pada gambar 2 di bawah.



Gambar 2. Rangkaian Dasar Square Wave Inverter

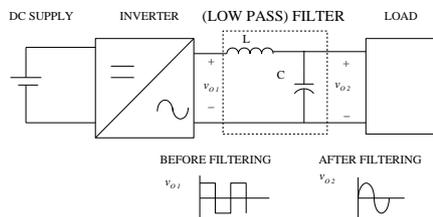
Dari gambar 2 terlihat bahwa digunakan 4 buah MOSFET sebagai saklarnya, dimana pada waktu operasi hanya akan aktif dua buah MOSFET pada setiap kondisi. Pada kondisi polaritas positif MOSFET T1 dan T2 yang akan aktif sedangkan T3 dan T4 akan off. Demikian juga sebaliknya, pada saat polaritas negatif T3 dan T4 akan aktif. Dioda pada MOSFET digunakan sebagai pengaman MOSFET pada saat perpindahan operasi dari on ke off atau sebaliknya. Tegangan keluaran dari inverter ini yaitu

$$V_o = V_{DC} \dots \dots \dots (1)$$

Keluaran dari inverter diatas masih memiliki gangguan harmonik yang akan menurunkan efisiensi dari inverter. Gangguan harmonik ini bisa dikurangi dengan menambahkan filter setelah inverter. Filter yang digunakan menggunakan sebuah filter LC *low pass filter* yang akan mengurangi gangguan harmonik pada frekuensi tinggi seperti pada gambar 3.

Perhitungan gangguan harmonik dapat menggunakan persamaan fourier untuk gelombang kotak sebagai berikut:

$$f(v) = \frac{1}{2} a_o + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\theta + b_n \sin n\theta)$$



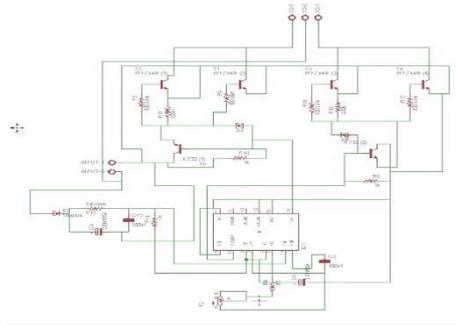
Gambar 3. Penempatan Rangkaian Filter

Dan total harmonic distorsinya (THD) dapat dihitung dengan:

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} (V_{n,RMS})^2}}{V_{1,RMS}}$$

$$= \frac{\sqrt{V_{2,RMS}^2 + V_{3,RMS}^2 + \dots + V_{n,RMS}^2}}{V_{1,RMS}}$$

Pembuatan rangkaian *inverter* berfungsi sebagai alat pengubah tegangan 12 VDC menjadi 220-240VAC dengan menggunakan transformer atau yang lebih dikenal dengan trafo. Sistem inverter yang dibuat menggunakan IC 4047 sebagai pembangkit pulsa 50 Hz yang diset sebagai astable multivibrator. Rangkaian ini merupakan bagian akhir yang berfungsi memberikan tegangan induksi ke *transformer step-up* sehingga timbul tegangan induksi yang bernilai 220 Volt AC.



Gambar 4. Schematic Rangkaian Inverter

Komponen tersebut mempunyai landasan penggunaan pada perancangan inverter ini adapun alasan penggunaan dari masing-masing komponen ini adalah:

C2 dan C3 100µf/25v kapasitor polar sebagai berfungsi sebagai filter pada sebuah rangkaian inverter inputan dari baterai, yang maksud disini adalah kapasitor sebagai ripple filter, disini sifat dasar kapasitor yaitu dapat menyimpan muatan listrik yang berfungsi untuk memotong tegangan ripple. D3 1N4004 yaitu pada rangkaian inverter ini sebagai penyearah dan diode di sini juga sebagai penahan arus balik ke baterai. T5 dan T6 A733 sebagai saklar on/off sehingga dapat terbentuk gelombang kotak sinus soidal. T1, T2, T3, T4 IRFZ44N di rangkaian inverter soidal untuk mendapatkan gelombang AC 220 V.

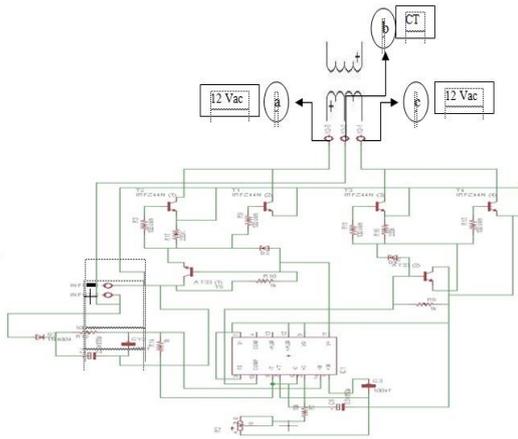


Gambar 5. Rangkaian Inverter

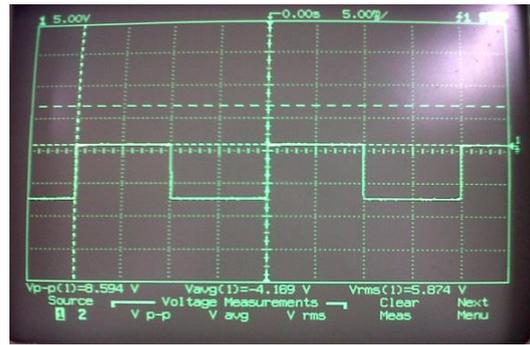
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada proyek akhir ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang di buat sesuai dengan alat yang telah dibuat atau tidak. Pada pengujian alat ini dilakukan juga untuk mendapatkan data, yang kemudian hasil dari pengolahan alat tersebut dibandingkan dengan data kuantitatif maupun teori yang berhubungan dengan prinsip kerja alat tersebut. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian rangkaian dan pengujian fungsional. Alat ukur yang digunakan dalam pengujian ini adalah multitester bermerek Sanwa dengan jenis digital dan oscilloscope bermerek Hewlett Packard berjenis digital.

Pengujian keluaran inverter dilakukan agar penulis dapat mengetahui tegangan keluar dan tegangan masuk pada rangkaian inverter.

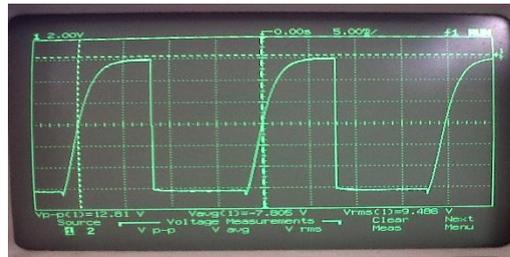


Gambar 6. Titik Tempat Pengukuran



Gambar 7. Keluaran IC 4047

Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa gelombang keluaran dari IC 4047 melalui pin 11 didapat data V_{p-p} sebesar 8,594 V dengan V_{ag} sebesar 4,196 V dan V_{rms} sebesar 5, 874 V. Dari Gelombang keluaran IC 4047 ini dapat di analisa bahwa gelombang keluaran berasal dari rangkaian comparator yang ada didalam IC tersebut.



Gambar 8. Gelombang Keluaran Inverter

Pada Gambar 8 dapat dijelaskan bahwasannya gelombang keluaran inverter ini adalah jenis gelombang square wave (gelombang kotak) namun gelombang yang dihasilkan cacat. Dalam pengambilan data tersebut dengan tanpa beban. Data yang didapat adalah V_{p-p} yang didapat adalah 12, 81 V, V_{ag} adalah 7,805 V dan V_{rms} adalah 9,486 V.

Tabel 1 Tegangan keluaran *inverter* dan trafo tanpa beban

No	Vo Inverter kanan	Vo Inverter kiri	Vo Trafo
1	12, 54 Vac	12,54 Vac	240 Vac

Tabel 2 Pengujian Inverter dengan Beban Lampu

No	Benda yang di uji	Tegangan tanpa beban	Tegangan dengan beban	Frekuensi	Kondisi Beban
1	Lampu Hemat Energi (18 Watt)	240 Vac	184 Vac	50 Hz	Hidup
2	Lampu Hemat Energi (8 Watt)	240 Vac	194 Vac	50 Hz	Hidup
3	Lampu Hemat Energi (14 Watt)	240 Vac	185 Vac	50 Hz	Hidup

Pada Tabel 2 dapat kita ketahui bahwasannya terjadi drop tegangan yang terjadi ketika dengan beban seharusnya berdasarkan teori serta referensi yang dipelajari tidak ada drop tegangan apabila dengan beban ataupun tanpa beban.

Untuk power suplay inverter dibutuhkan tegangan 12 Volt DC. Namun pada rangkaian ini menggunakan suplai tegangan input 12 Volt DC. Dari beberapa pengujian yang dilakukan dapat dikatakan bahwa rangkaian inverter bekerja. Namun dari data yang didapat pada table 4.2 telah terjadi drop tegangan.

Dapat dianalisa dari table 4.2 tersebut bahwa pengaruh drop tegangan disebabkan beban yang besar, sehingga menyebabkan drop tegangan pada keluaran inverter. Faktor error yang didapat pada inverter ini adalah salah satunya penyebab pada trafo, karena trafo memiliki rugi daya. Berikut ini rugi daya yang terdapat pada trafo Kerugian tembaga. Kerugian $I^2 \cdot R$ dalam lilitan tembaga yang ada pada trafo disebabkan oleh resistansi tembaga dan arus listrik yang mengalirinya.

Gelombang keluaran inverter yang dihasilkan pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa output gelombang adalah jenis square wave (gelombang kotak) namun ada kecacatan dalam bentuk gelombang dan hal ini belum dapat dianalisa.

5. SIMPULAN

Setelah dilakukan proses perencanaan, pembuatan dan pengujian alat serta dengan membandingkan dengan teori - teori penunjang, dan dari data yang telah di dapat maka dapat disimpulkan:

1. Hasil dari output pada inverter telah berhasil yaitu dapat mengubah tegangan DC menjadi AC.
2. Hasil data pada rangkaian inverter yang dibuat secara keseluruhan di dapat 20% persen error dikarenakan trafo yang digunakan kurang sesuai karena lilitan pada trafo yang tidak bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Jusuf, Staf Khusus Presiden bidang Pangan dan Energi [online], Available: (<http://www.setkab.go.id/artikel-6277-.html>)
- [2]. Prinsip kerja Pembangkit Listrik Tenaga Angin [online], Available : (www.containedenergy.com)
- [3]. Zuhaili, Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 1993.
- [4]. Saiful Anwar, Muhammad (2008). *Rancang Bangun Sistem Pengisian Pembangkit Listrik Tenaga Angin Pada Stasiun Pengisian Accu*. Tugas Akhir. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Tidak Dipublikasikan.
- [5]. Istardi, Didi (2010). Analisa Penggunaan Energi Angin untuk Penerangan di Area Taman Kampus Politeknik Batam. Seminar Modern Electrical Engineering Technology and Its Applications 2010-Bandung
- [6]. Aswardi, (2010). Elektronika Daya dan Power Inverter. Makalah. Publikasi
- [7]. M. Irwansyah, Didi Istardi, Pompa Air Aquarium menggunakan solar panel, Jurnal Integrasi Vol. 5 No. 1, 2013, hal 85-90.