

RANCANG BANGUN DC-DC *CONVERTER* TERKENDALI DALAM SISTEM PENGISIAN BATERAI PADA MODUL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) BERBASIS *FUZZY*

Kiki Andes Hariyanti¹, Mery Subito², Alamsyah³, Rudi⁴, Agustinus K⁵

¹Mahasiswa, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Tadulako

^{2,3,4,5}Dosen, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tadulako

¹Email : kikiandehariyanti@gmail.com

Abstract

The wind is one of the new renewable energy sources that can be used as a source of electrical energy. But the wind in nature has a speed that varies greatly with each time and place. This can be overcome by using the DC-DC Converter tool with a fuzzy method to produce a stable electrical voltage so that it becomes usable electrical energy. This tool uses a series of converters connected to the Arduino microcontroller. The DC-DC converter circuit in this study also uses a voltage sensor as feedback for the Fuzzy method to maintain the stability of the circuit output which varies from 2V-5V, so that it can maintain a voltage of 6.5V which is used as a 6V battery charging. This circuit has an average efficiency of 60% for the open-loop system and 63% for the closed-loop system.

Keywords: Wind, DC-DC Converter, Fuzzy Method.

I. Pendahuluan

Energi terbarukan dapat didefinisikan sebagai energi yang secara cepat dapat diproduksi kembali melalui proses alam. Energi terbarukan meliputi energi air, panas bumi, matahari, angin, biogas, bio mass serta gelombang laut. Salah satu energi terbarukan yang sedang berkembang pesat saat ini ialah energi angin selain fleksibel, energi angin juga sering dimanfaatkan untuk bidang pertanian, perikanan dan bahkan bisa untuk pembangkitan energi listrik[1].

Potensi energi angin di Indonesia dengan kecepatan angin rata-rata sekitar 3-5 m/s dan total daya yang dapat dibangkitkan sebesar 9.290 MW, ini merupakan salah satu potensi energi yang cukup besar, mengingat di Indonesia hanya memanfaatkannya sekitar 1% dari potensinya[2].

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) adalah sebuah pembangkit listrik yang sumber energi utamanya adalah angin (bayu). PLTB merupakan salah satu pembangkit listrik yang menggunakan

sumber energi baru terbarukan dimana angin yang bertiup bebas di alam dimanfaatkan untuk menggerakkan bilah kincir angin sehingga dapat memutar generator dan menghasilkan energi yang akan diproses oleh sebuah *controller* agar dapat men-*charger* baterai sebagai media penyimpanan energi listrik.

Potensi energi angin di Indonesia dengan kecepatan angin rata-rata sekitar 3-5 m/s dan total daya yang dapat dibangkitkan sebesar 9.290 MW, ini merupakan salah satu potensi energi yang cukup besar, mengingat di Indonesia hanya memanfaatkannya sekitar 1% dari potensinya

Angin yang ada di alam memiliki kecepatan yang berbeda-beda setiap waktu, sehingga tegangan yang dihasilkan oleh generator turbin angin memiliki nilai tegangan yang berbeda-beda pula, hal ini sangat berpengaruh dalam proses *charger* baterai. Dalam proses *charger* baterai dibutuhkan tegangan yang konstan untuk dapat mengisi baterai dengan maksimal.

Sehingga diperlukan sebuah pengontrol yang dapat mengatur tegangan masuk untuk mengisi baterai.

Dalam penelitian ini akan dirancang sebuah DC-DC *converter* terkendali yang dapat mengatur tegangan dari generator turbin angin untuk mendapatkan sebuah tegangan yang konstan sehingga dapat digunakan untuk mengisi baterai. Dalam penelitian ini, PLTB yang digunakan adalah sebuah modul PLTB yang ada di laboratorium distribusi Jurusan Teknik Elektro Universitas Tadulako, dimana energi yang dihasilkan adalah dari generator yang diputar oleh sebuah motor DC dengan kecepatan tertentu. Putaran motor DC ini dianggap perputaran angin di alam. Dalam sistem ini generator akan menghasilkan tegangan yang nantinya akan diatur oleh rangkaian DC-DC *converter* dimana *output* dari *converter* akan dikontrol menggunakan pengontrol *Fuzzy*.

1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

Pembangkit Listrik Tenaga Angin atau sering juga disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) adalah salah satu pembangkit listrik energi terbarukan yang ramah lingkungan. PLTB memiliki efisiensi kerja yang baik jika dibandingkan dengan pembangkit listrik energi terbarukan lainnya. Salah satu Alumnus ITB Kadek Fendy Sutrisna menerangkan, prinsip kerja PLTB memanfaatkan energi kinetik angin yang masuk ke dalam area efektif turbin untuk memutar baling-baling/kincir angin, kemudian energi putar ini diteruskan ke generator untuk membangkitkan energi listrik[3].

1.2 Modul Lab-Volt Solar/Wind Energy Training System 46801-J0

Modul Lab-Volt *Solar/Wind Energy Training System* terdiri dari rangka baja yang kokoh dan dilas yang dicat menggunakan cat berlapis bubuk untuk permukaan yang tahan lama. Unit dipasang pada empat kastor putar dengan mekanisme penguncian yang memungkinkan gerakan mudah dan operasi yang stabil. Workstation mencakup dua permukaan kerja berlubang untuk modul instalasi dan operasi.



Gambar 1. Rangka Modul Lab-Volt Solar/Wind Energy Training System 46801-J0

1.3 DC-DC Converter

Converter adalah suatu alat untuk mengkonversikan daya listrik dari satu bentuk ke bentuk daya listrik lainnya[4]. Converter terbagi menjadi 5 jenis:

- Konverter AC – DC (*Rectifier*)
- Konverter AC – AC (*Cycloconverter*)
- Konverter DC – DC (*DC Chopper*)
- Konverter DC – AC (*Inverter*)
- Penyearah: rangkaian penyearah diode mengubah tegangan ac ke tegangan dc tetap. Tegangan masukan ke penyearah dapat bersifat satu fasa ataupun tiga fasa.

1.4 Arduino

Arduino menurut situs resminya di www.arduino.cc didefinisikan sebagai sebuah platform elektronik terbuka (*open source*), berbasis pada *hardware* dan *software* yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditujukan untuk para

seniman, desainer, *hobbies*, dan setiap orang yang tertarik dalam membuat obyek atau lingkungan yang interaktif.



Gambar 2. Arduino Uno

Arduino didefinisikan sebagai sebuah platform komputasi fisik (Physical Computing) yang open source, yang terdapat pada board input output sederhana. Platform komputasi fisik sendiri mempunyai makna yang berarti sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan software dan hardware yang dapat mendeteksi dan merespon situasi dan kondisi yang ada di dunia nyata[5].

1.5 Sensor

Sensor adalah alat untuk mendeteksi / mengukur sesuatu yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik[6].



Gambar 2. Modul sensor tegangan

2.1.1 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini Kabel data, laptop, *software diptrace*, *software PSIM* dan *Proteus*, Ttang, obeng set, bor, dan solder.

2.1.2 Bahan Penelitian

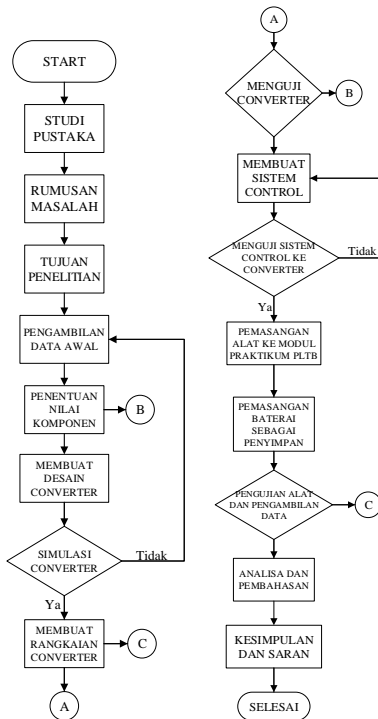
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Modul paktikum PLTB, Baterai dan mikrokontroler.

2.2 Cara Penelitian

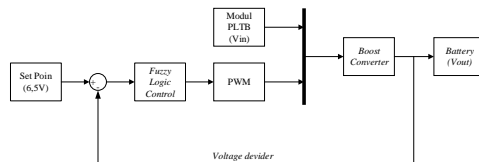
Dalam melakukan penelitian ini, dibuat rancangan tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan. Adapun tahap-tahap ini meliputi mendesain rangkaian, menghitung, dan mensimulasikan rangkaian. Setelah itu, dilakukan percobaan, pengujian, dan pengamatan data-data yang diperlukan di dalam penelitian ini. Berikut merupakan diagram blok sistem yang dibutuhkan dalam merancang dan mendesain DC-DC Converter berbasis Fuzzy. Adapun metode-metode yang dilakukan dalam penelitian ini dijelaskan pada *flowchart* gambar 4.

II. Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan Penelitian



Gambar 4. Flowchart Penelitian



Gambar 5. Diagram Blok Sistem Penelitian

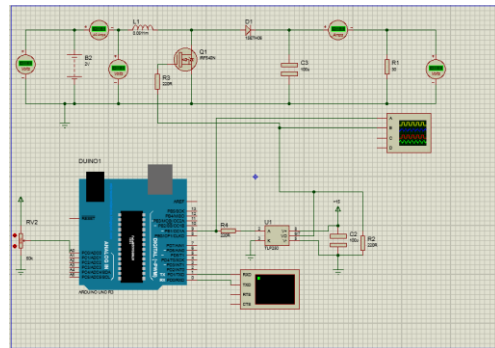
III. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian yang berjudul Rancang Bangun DC-DC Converter Terkendali dalam sistem Pengisian Baterai pada Modul Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Berbasis Fuzzy, maka penulis dapat menyajikan dalam bentuk alat, data, maupun analisa data. Berikut hasil perancangan dan penelitian yang telah dilakukan.

3.1 Pengujian Alat

Pengujian dilakukan untuk melihat kinerja alat apakah telah sesuai dengan

ancangan awal. Pada penelitian kali ini dilakukan beberapa kali pengujian, antara lain pengujian secara simulasi, pengujian hardware dengan input power supply dan pengujian menggunakan modul PLTB.



Gambar 6. Gambar simulasi alat menggunakan aplikasi Proteus



Gambar 7. Gambar alat tampak atas

Berikut data perbandingan nilai V_{out} dengan sistem *close loop* antara simulasi dan *hardware*. Pengujian dilakukan dengan melakukan variasi *input* dan variasi nilai beban.

Tabel 1. Perbandingan nilai V_{out} dengan Variasi Tegangan *input*

V_{in} (Volt)	R (Ohm)	A	B	C
2	100	6,5	6,57	6,6
2,5	100	6,5	6,57	6,6

3	100	6,5	6,45	6,5
3,5	100	6,5	6,49	6,5
4	100	6,5	6,49	6,5
4,5	100	6,5	6,46	6,5
5	100	6,5	6,46	6,5
5,5	100	6,5	0	6,5

Keterangan :

A : Simulasi (*Close Loop*) (Volt)

B : *Hardware (Close Loop)* dengan Modul PLTB (Volt)

C : *Hardware (Close Loop)* dengan *Power Supply* (Volt)

Berdasarkan tabel 1 bahwa ketika rangkaian DC-DC Converter pada penelitian ini diberi tegangan *input* bervariasi mulai dari 2V-5V dan beban yang konstan 100 ohm, ketika diuji coba pada simulasi menggunakan aplikasi *Proteus* nilai *output* yang dihasilkan akan konstan di tegangan 6,5V. Sedangkan jika diuji secara *hardware* akan menghasilkan nilai yang bervariasi. Namun variasi tegangan *output* tampak jelas terlihat pada uji coba dengan menggunakan modul *Lab-Volt Solar/Wind Energy Training System 46801-J0*, hal ini terjadi karena putaran generator pada modul ini bekerja tidak maksimal.

Tabel 2. Perbandingan nilai *V out* dengan variasi nilai Beban

Vin (Volt)	R (Ohm)	A	B	C
2	100	6,59	6,51	6,5
2	90	6,5	6,41	6,5
2	80	6,5	6,41	6,5
2	70	6,5	6,2	6,5
2	60	6,5	6,08	6,5
2	50	6,5	5,93	6,5
2	40	6,5	5,9	6,5
2	30	6,5	0	5,4
2	20	6,47	0	4,5

Keterangan :

A : Simulasi (*Close Loop*) (Volt)

B : *Hardware (Close Loop)* dengan Modul PLTB (Volt)

C : *Hardware (Close Loop)* dengan *Power Supply* (Volt)

Berdasarkan tabel 2, rangkaian diuji dengan nilai *input* konstan 2V dan nilai beban bervariasi dari 100 Ohm-20 Ohm. Ketika dilakukan simulasi dengan menggunakan aplikasi *Proteus*, nilai tegangan *output* akan drop ketika pada beban 20 Ohm. Namun ketika diuji menggunakan modul *Lab-Volt Solar/Wind Energy Training System 46801-J0* tegangan *output* yang dihasilkan akan mengalami penurunan terus menerus dan drop tegangan mulai pada beban 60 Ohm.

Setelah diuji coba menggunakan beban resistif, selanjutnya rangkaian diuji coba untuk mengisi daya baterai 6V. Ketika *output* rangkaian DC-DC Converter dihubungkan ke baterai (*accu*) dengan kapasitas 6V 4,5 AH, arus yang *output* dari DC-DC Converter adalah sebesar 0,075 AH. Hal ini berarti dengan kondisi daya baterai rendah, rangkaian DC-DC Converter dapat mengisi baterai 6V 4,5 AH akan terisi penuh selama sekitar ±72 jam. Besar kecilnya arus yang dihasilkan rangkaian DC-DC converter dipengaruhi oleh besarnya daya yang masuk pada rangkaian, serta efisiensi dari DC-DC Converter sendiri.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian studi Rancang Bangun Dc-Dc Converter Terkendali Dalam Sistem Pengisian Baterai Pada Modul Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Berbasis *Fuzzy* maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Rangkaian DC-DC converter pada penelitian ini merupakan rangkaian yang dapat menaikkan tegangan input

- yang bervariasi dari 2V-5V menjadi tegangan 6,5V yang dapat digunakan untuk mengisi baterai 6V.
2. Rangkaian *DC-DC converter* pada penelitian ini memiliki efisiensi rata-rata 60% untuk sistem rangkaian open loop dan 63% untuk sistem close loop.
 3. Rangkaian pada penelitian kali ini dapat mengisi baterai dengan kapasitas 6V, 4,5AH dalam waktu ± 72 jam.
 4. Algoritma *Fuzzy* dapat menjaga tegangan output konstan pada 6,5V dengan variasi tegangan input dan variasi beban.

Sistem Pengisian *Battery Lead Acid* Secara *Adaptive*, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Surabaya.

- [8] Dhamat, Meenal an Dr. Mahor, Amita. 2015. *Designing Modeling and Simulation of a Closed-Loop Buck-Boost Converter*, NRI Institute of Science And Technology. India.
- [9] Hariati. 2016. *Desain Dan Pemodelan DC-DC Boost Converter Dengan Kendali PID Berbasis Matlab Simulink*, Universitas Tadulako. Palu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Daut, M. Irwanto, Suwarno, Y, M Irwan, N. Gomesh, N. S. Ahmad. 2010. *Potential of Wind Speed for Wind Power Generation In Perlis*, (UniMAP).Malaysia.
- [2] Y Daryanto. 2007. *Kajian Potensi Angin untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Neural Computing and Robotics*, Balai PPTAG-UPT-LAGG. Yogyakarta.
- [3] Sutrisna Fendy. 2011. *Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Angin*, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [4] Djatmiko, Istanto, W. 2010. *Bahan Ajar Elektronika Daya*, Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- [5] Banzi Massimo. Shiloh Michael. 2011. *Getting Started With Arduino*.
- [6] George Loveday. 1992. *Intisari Elektronika*, PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia. Jakarta.
- [7] Adityawan, Aurino. P, *et all*. 2011.