

Penerapan *Charger Controller* type PWM pada Pembangkit Listrik Tenaga PikoHidro

Wijaya Kusuma^{*a)}, Anang Dasa Novfowan^{a)}, Harrij Mukti K^{a)}

(Artikel diterima: September 2022, direvisi: Oktober 2022)

Abstract: *This study aims to design a PWM type charger controller, to discover the performance of the PWM type controller, to determine the compatibility of the PWM type charger controller and MPPT, and to analyze the performance of the PWM type charger controller in the PLTPH in JLC. The method of analysis of this study uses field data and is tested on the PWM type charger controller and the MPPT type charger controller. From the data, the two charger controllers are compared. The results showed that the PWM and MPPT charger controller performed well to cut off the load current when the battery was full, the PWM and MPPT charger controller performed well to disconnect the load when the battery began to run out. The PWM and MPPT charger controllers have the same charging speed, and the MPPT charger controller has good efficiency in the PLTPH system.*

Keywords : *Alternative Energy, Charger Controller, PWM Type.*

1. Pendahuluan

Energi listrik adalah bagian penting dalam kehidupan manusia, karena hampir semua aktivitas manusia selalu membutuhkan energi listrik. Di zaman yang semakin modern ini, kebutuhan energi listrik semakin meningkat, hal ini berbanding terbalik dengan jumlah energi yang tersedia saat ini. Di sisi lain, penggunaan bahan bakar fosil yang selama ini digunakan untuk membangkitkan energi listrik, seiring dengan berkembangnya jaman juga akan habis. Oleh karena itu, perlu adanya pemecahan masalah dari masalah tersebut, salah satunya adalah penggunaan energi alternatif untuk membangkitkan energi listrik. Potensi energi alternatif seperti biomasa, panas bumi, energi matahari, energi air, energi angin dan energi samudera, sampai saat ini masih belum banyak dimanfaatkan, padahal potensi energi ini tersedia dan berpotensi di beberapa daerah di Indonesia. Berdasar pada latar belakang tersebut maka penulis mengambil judul Penelitian "Implementasi Charge Controller Tipe PWM pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga PikoHidro di Javan Langur Center."

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga PikoHidro

Pembangkit Listrik Tenaga PikoHidro (PLTPH) merupakan suatu pembangkit yang dapat menghasilkan energi listrik yang diklasifikasikan sebagai pembangkit berskala kecil. Prinsip pembangkitan tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu sehingga air tersebut akan memutar turbin lalu turbin akan memutar generator yang sudah dikopel dengan turbin sehingga generator dapat menghasilkan listrik.

Keunggulan menggunakan PLTPH sebagai pembangkit berskala kecil adalah energi air yang tersedia tidak akan habis atau berkelanjutan selagi siklus dapat kita jaga dengan baik, mengurangi tingkat konsumsi energi fosil, dan ukurannya yang kecil cocok digunakan di daerah pedesaan yang belum terjangkau aliran listrik PLN.

Kelemahan menggunakan PLTPH sebagai pembangkit berskala kecil adalah daya yang bisa di produksi tergantung pada

ketersediaan air sepanjang hari. Bila terjadi pada musim kemarau dan debit airnya akan menurun, akibatnya cadangan air akan sangat berkurang. Hal tersebut berpengaruh secara otomatis terhadap penurunan kapasitas listrik yang dihasilkan sedangkan aktivitas tetap berjalan dengan kebutuhan seperti biasanya. Selain itu biaya investasi untuk Pembangkit Listrik Tenaga PikoHidro masih tinggi.

Pada pemakaian PLTPH juga mempunyai kekurangan seperti sumber pembangkit berupa air, besarnya listrik yang dihasilkan PLTPH bergantung pada tinggi jatuhnya air dan volume air. Pada musim kemarau kemampuan PLTPH akan menurun karena jumlah air biasanya berkurang dan ukuran generator tidak menunjukkan kemampuan produksinya karena semuanya tergantung pada jumlah air dan ketinggian jatuh air sehingga ukuran generator bukan penentu utama kapasitas PLTPH.

2.2 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke battery dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian – karena baterai sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Solar charge controller menerapkan teknologi Pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya / solar cell 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt. Jadi tanpa solar charge controller, battery akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 - 14.7 Volt.

Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

- Mengatur arus untuk pengisian ke battery, menghindari overcharging.
- Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar battery tidak 'full discharge dan overloading.
- Monitoring temperatur baterai

Untuk membeli solar charge controller yang harus diperhatikan adalah:

* Korespondensi: wijaya@polinema.ac.id

a) Prodi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Polinema.
Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141

- a. Voltage 12 Volt DC / 24 Volt DC.
- b. Kemampuan (dalam arus searah) dari controller. Misalnya 5 Ampere, 10 Ampere, dsb.
- c. Full charge dan low voltage cut.

Seperti yang telah disebutkan di atas solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila battery sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya / solar cell berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan batere. Solar charge controller akan mengisi battery sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali.

Solar Charge Controller biasanya terdiri dari: 1 input (2 terminal) yang terhubung dengan output panel surya / solar cell, 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan baterai / aki dan 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan beban (load). Arus listrik DC yang berasal dari battery tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada 'diode protection' yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya / solar cell ke baterai, bukan sebaliknya. Charge Controller bahkan ada yang mempunyai lebih dari 1 sumber daya, yaitu bukan hanya berasal dari matahari, tapi juga bisa berasal dari tenaga angin ataupun mikro hidro. Di pasaran sudah banyak ditemui charge controller 'tandem' yaitu mempunyai 2 input yang berasal dari matahari dan angin.

Untuk ini energi yang dihasilkan menjadi berlipat ganda karena angin bisa bertiup kapan saja, sehingga keterbatasan waktu yang tidak bisa disuplai energi matahari secara full, dapat disupport oleh tenaga angin. Bila kecepatan rata-rata angin terpenuhi maka daya listrik per bulannya bisa jauh lebih besar dari energi matahari.

2.3 Cara kerja Solar Charge Controller

Dalam charging mode, umumnya baterai diisi dengan metoda three stage charging:

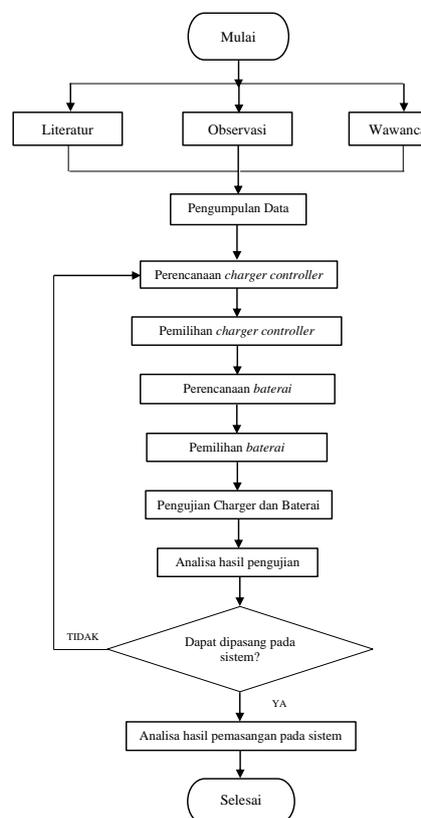
- a. Charging mode: Mengisi battery (kapan baterai diisi, menjaga pengisian kalau battery penuh).
- b. Operation mode: Penggunaan battery ke beban (pelayanan battery ke beban diputus kalau baterai sudah mulai 'kosong').
- c. Fase bulk: baterai akan di-charge sesuai dengan tegangan setup (bulk – antara 14.4 - 14.6 Volt) dan arus diambil secara maksimum dari panel surya / solar cell. Pada saat baterai sudah pada tegangan setup (bulk) dimulailah fase absorption.
- d. Fase absorption: pada fase ini, tegangan baterai akan dijaga sesuai dengan tegangan bulk, sampai solar charge controller timer (umumnya satu jam) tercapai, arus yang dialirkan menurun sampai tercapai kapasitas dari baterai.
- f. Fase float: baterai akan dijaga pada tegangan float setting (umumnya 13.4 - 13.7 Volt). Beban yang terhubung ke baterai dapat menggunakan arus maksimum dari panel surya / solar cell pada stage ini.

Untuk solar charge controller yang dilengkapi dengan sensor temperatur baterai. Tegangan charging disesuaikan dengan temperatur dari baterai. Dengan sensor ini didapatkan optimum dari charging dan juga optimum dari usia baterai. Apabila solar charge controller tidak memiliki sensor temperatur baterai, maka tegangan charging perlu diatur, disesuaikan dengan temperatur lingkungan dan jenis baterai.

Pada mode operasi ini, baterai akan melayani beban. Apabila ada over-discharge atau over-load, maka baterai akan dilepaskan dari beban. Hal ini berguna untuk mencegah kerusakan dari baterai.

3. Metode Penelitian

Pengerjaan penelitian ini dilaksanakan dengan melalui beberapa langkah agar dapat dikerjakan secara efektif dan efisien. Adapun secara garis besar langkahnya ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

4. Pembahasan

Pemanfaatan energi alternatif yaitu aliran air berskala kecil, berfungsi untuk memutar sudu-sudu turbin dengan kapasitas kecil yang seporos dengan generator dan menghasilkan putaran pada generator. Putaran generator inilah dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan daya listrik berskala kecil sekitar 500W. Daya listrik yang dihasilkan generator dengan kapasitas kecil tersebut tidak dapat disalurkan langsung dengan beban dikarenakan oleh faktor air yang memutar sudu turbin mempunyai daya yang tidak menentu, oleh karena itu dibutuhkan aki untuk menyimpan energi listrik. Energi yang dihasilkan dari putaran generator dimanfaatkan untuk pengisian aki. Pengisian aki tersebut juga dilengkapi dengan pengontrolan pengisian aki dan proteksi untuk mengatur kelebihan daya yang disuplai dari pengisian generator serta proteksi terhadap kelebihan daya yang dipakai untuk beban. Alat proteksi tersebut disebut Charger Controller. Energi yang disimpan dalam aki kemudian disalurkan ke inverter yang berfungsi untuk mengkonversi dari tegangan aki 12volt DC menjadi tegangan PLN 220volt AC 50Hz yang kemudian energi listrik dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan pengguna.

Perencanaan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro di Javan Langur Center dapat di uraikan sebagai berikut :

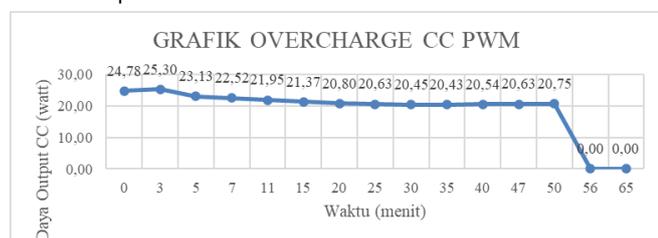
Untuk membuat sistem PLTPH pada Javan Langur Center bekerja dengan maksimal dan berkontinuitas, dibutuhkan alat yang sesuai dengan kebutuhan. Sehingga spesifikasi dari peralatan harus diperhitungkan dengan tepat.

Sedangkan untuk charger controller perlu beberapa pengujian. Percobaan tersebut antara lain yaitu:

- Pengujian overcharge charger controller.
- Pengujian overdischarge charger controller.
- Pengujian komparasi waktu pengisian baterai.
- Pengujian efisiensi charger controller.
- Pengujian Charging Baterai di PLTPH.

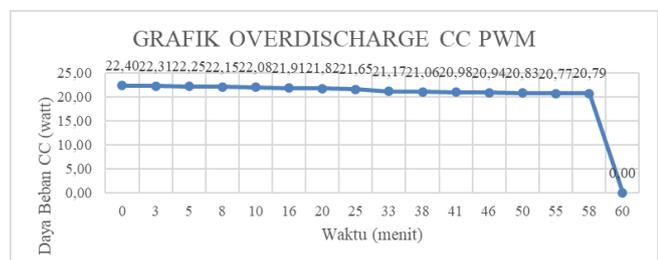
Maka pada penelitian ini, dilakukan percobaan di dua tempat yaitu di Javan Langur Center dan di Lab. Teknik Listrik Polinema.

Berikut merupakan gambar dari grafik overcharge charger controller tipe PWM.



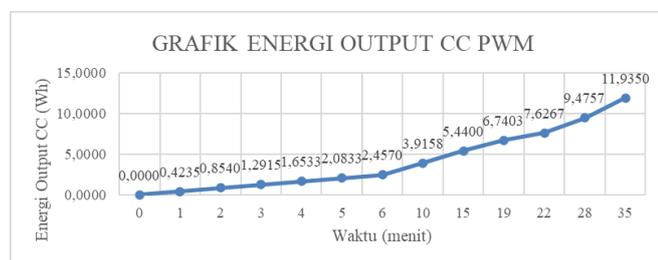
Gambar 2 Grafik Overcharge Charger Controller tipe PWM

Berikut merupakan grafik pengujian overdischarge charger controller tipe PWM.



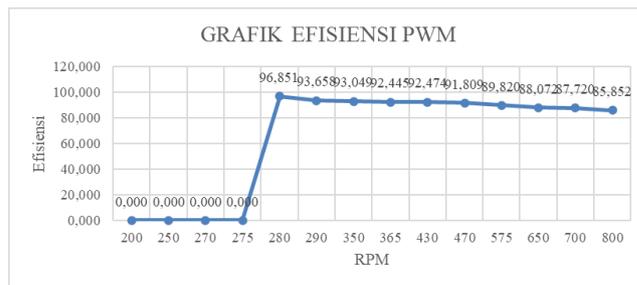
Gambar 3 Pengujian Overdischarge Charger Controller Tipe PWM

Berikut gambar grafik pengujian komparasi waktu pengisian charger controller tipe PWM.



Gambar 4 Grafik Pengujian Waktu Pengisian Charger Controller Tipe PWM

Berikut gambar grafik efisiensi charger controller tipe PWM.



Gambar 5 Grafik Efisiensi Charger Controller Tipe PWM

5. Kesimpulan

Dari serangkaian pengujian alat, pengambilan data dan analisa hasil percobaan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Berdasarkan hasil perhitungan dan perencanaan, maka dipilih charger controller tipe PWM yang sesuai dengan kebutuhan dan tersedia dipasaran dengan rating arus 20 Ampere dan tegangan kerja 12 Volt.
- Setelah dilakukan pengujian overcharge diketahui bahwa kinerja charger controller tipe PWM dapat memutus arus pengisian pada menit ke 80. Setelah dilakukan pengujian overdischarge diketahui bahwa charger controller tipe PWM dapat memutus beban pada menit ke 60.
- Berdasarkan hasil pengujian waktu pengisian, charger controller tipe PWM mempunyai waktu pengisian 45 menit dari tegangan 12 volt sampai 13,20 volt.
- Berdasarkan hasil pengujian efisiensi, charger controller tipe PWM pada putaran generator dibawah 275 rpm nilai efisiensi adalah nol karena arus pengisian belum ada (putaran generator dibawah putaran minimumnya), sedangkan pada putaran 280 rpm generator mulai mengisi batere dengan efisiensi charger controller 96,85% dan efisiensi charger controller mengalami penurunan karena kenaikan putaran generator sampai putaran maksimum generator yaitu 800 rpm dengan efisiensi charger controller terendah sebesar 85,85%.

6. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami tujukan kepada Politeknik Negeri Malang yang telah memberi dana penelitian dengan dana DIPA Nomer: SP DIPA 023.18.2.677606 / 2020 dengan Surat Perjanjian No. 5397/PL2.1./HK/2020 Politeknik Negeri Malang. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

Daftar Pustaka

- Chan, T. F., and L. L. Lai. "An axial-flux permanent-magnet synchronous generator for a direct-coupled wind-turbine system." IEEE Transactions on Energy Conversion 22.1 (2007): 86-94.
- Ciko,Setiawan, dan Prabandharu Wahyu Maryanto. 2018. PerencanaanUlang Dan Implementasi Charger Controller Dan BateraiPadaPembangkitListrikTenagaBayuMenggunakanTur binDarrieus Di PoliteknikNegeri Malang. Malang : Politeknik

Negeri Malang

- [3] Howey, D. A. "Axial flux permanent magnet generators for pico-hydropower." Proceedings of the Engineers Without Borders UK Research Conference. The Royal Academy of Engineering, 2009.
- [4] MA, Sumanto. 1884. Mesin Arus Searah. Yogyakarta : Andi Offset, 1984.
- [5] Pratama, Yudha, M. Kholidin Amirulloh dan Ichwan Bayu Kusuma. 2015. Rancang Bangun Kontrol Pengisi Aki Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Di Politeknik Negeri Malang. Malang : Politeknik Negeri Malang
- [6] Rashid, Muhammad H., ed. Power electronics handbook. Butterworth-Heinemann, 2017.
- [7] Retrieved April 22, 2019, from <http://www.panelsurya.com/index.php/id/solar-controller/12-solar-charge-controller-solar-controller>
- [8] Retrieved June 02, 2019, from "Battery - Definition of battery by Merriam-Webster". merriam-webster.com.
- [9] Von Meier, Alexandra, (2006). Electric Power Systems: A Conception Introduction. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. pp. 92–95. ISBN 978-0-471--17859-0.