

PENGATURAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN SURYA MENGUNAKAN NI MYRIO

Angela Andriyanti Roberto

D3 Teknik Elektro Komputer Kontrol, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
angelaaroberto@gmail.com

Mustofa Amirullah

D3 Teknik Elektro Komputer Kontrol, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
mustofaamirullah24@gmail.com

Abstrak

Sumber energi listrik yang ada di Indonesia saat ini sebagian besar dihasilkan oleh bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui. Sedangkan hasil pembakaran bahan bakar fosil akan menghasilkan gas CO₂. Potensi alam yang dimiliki Indonesia ini dapat dimanfaatkan sebagai alternatif sumber energi untuk pembangkitan listrik. Baterai merupakan sumber energi listrik paling sering digunakan karena mudah dalam perawatan dan efisien. Akan tetapi, kapasitas baterai dapat habis seiring dengan waktu penggunaan. Proses pengisian ulang energi listrik ke dalam baterai memerlukan peralatan yang disebut battery charger.

Pada tugas akhir ini akan dibuat sistem battery charger menggunakan rangkaian boost converter untuk menaikkan tegangan DC sesuai dengan tegangan pengisian baterai sebesar 28,8 volt. Untuk menjaga agar tegangan output konstan maka diberikan kontrol melalui PWM (Pulse Width Modulation) yang dihasilkan oleh NI myRIO 1900 dengan feedback sensor tegangan. Selain itu, digunakan juga sensor arus sebagai feedback untuk menon-aktifkan relay pada sistem pengisian baterai agar baterai tidak overcharges. Kemudian relay akan aktif kembali atau baterai akan kembali diisi apabila kapasitas baterai telah tersisa 60%, yang dibaca oleh sensor tegangan.

Sistem ini dapat digunakan untuk mengisi baterai VRLA (Valve Regulated Lead Acid) berkapasitas 24 volt 7,2 Ah dengan tegangan dan arus pengisian sebesar 28,8 volt dan 1,44 ampere.

Kata Kunci: solar cell, turbin angin generator DC, battery charger, boost converter, PWM (Pulse Width Modulation), NI myRIO 1900

Abstract

The power energy used in Indonesia nowadays are mostly come from diesel, unrenewable sources of energy. Moreover, the burning process in order to produce power energy, can cause the air polution. Nature can be very potential to be used as alternative energy which also safe for the environment. Battery is one of common power energy storage because of its efficiency and easy maintenance. However, the capacity can easily run out periodically, so the recharge process will be needed to bring back the capacity to make it usable again. In this final project, energy from solar cell and wind turbine used as battery charger. The battery charger uses boost converter to raise the DC voltage, based on battery charging voltage 28,8 volts. To keep the output voltage constantly produced, a control is given by PWM of NI myRIO 1900 and feedback system. Current sensor also will be put on the system to notify when the battery need to be charged. Then relay will automatically switch ON when the capacity of the battery has reached the value of 60%.

This system can produce power energy from renewable energy, solar and wind. The output voltage can be used to charge battery with the charging voltage 28,8 volts and the current 1,44 amps.

Keywords: solar cell, wind turbine, battery charger, boost converter, PWM (Pulse Width Modulation), NI myRIO 1900, renewable energy

PENDAHULUAN

Sumber energi listrik yang ada di Indonesia saat ini sebagian besar dihasilkan oleh bahan bakar fosil seperti batu bara. Sebanyak 95% penduduk maupun sektor industri menggunakan fosil sebagai bahan bakar, dan tiap tahun jumlahnya meningkat sebesar 7%. Dari pembakaran fosil, dihasilkan emisi energi CO₂, yang hingga 2008 tercatat mencapai 351 juta ton. Menurut data ESDM (2006), jumlah

cadangan minyak bumi Indonesia hanya sekitar 9 miliar barel per tahun dan produksi Indonesia hanya sekitar 900 juta barel per tahun[3]. Fosil diketahui sebagai sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, yang berarti ketersediaannya terbatas. Dengan penggunaan fosil terus menerus akan dapat mengakibatkan kelangkaan bahan bakar.

Potensi alam yang dimiliki Indonesia ini dapat dimanfaatkan sebagai alternatif sumber energi untuk

pembangkitan listrik. Hasil pemetaan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan) pada 120 lokasi menunjukkan, beberapa wilayah memiliki kecepatan angin di atas 5 m/detik, masing-masing Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan, dan Pantai Selatan Jawa. Adapun kecepatan angin 4 m/detik hingga 5 m/detik tergolong berskala menengah dengan potensi kapasitas 10-100 kW[1].

Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut sebagai berikut: untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m² /hari dengan variasi bulanan sekitar 10%; dan di Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m² /hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Dengan demikian, potensi surya rata-rata Indonesia sekitar 4,8 kWh/m² /hari dengan variasi bulanan sekitar 9%[2].

Baterai merupakan energi cadangan yang paling sering digunakan karena mudah dalam perawatan dan efisien. Akan tetapi, kapasitas baterai dapat habis seiring dengan waktu penggunaan. Dengan memanfaatkan tegangan yang berasal dari cahaya matahari yang ditangkap oleh panel surya dan angin yang dapat memutar turbin angin, kapasitas baterai dapat terisi kembali. Proses pengisian ulang energi listrik ke dalam baterai memerlukan peralatan yang disebut battery charger.

Battery charger merupakan rangkaian listrik yang berfungsi untuk mentransfer energi listrik dari sumber DC (Direct Current) ke dalam baterai agar kapasitas baterai kembali penuh dan dapat digunakan [4]. Untuk Tugas Akhir ini pengisian baterai dilakukan secara otomatis menggunakan panel surya dan turbin angin sebagai supply sistem battery charger. Selain itu terdapat rangkaian Boost Converter yang digunakan sebagai regulator yang dapat menghasilkan tegangan pengisian sebesar 28.8 Volt untuk baterai 24V / 7.2Ah. Sistem kerja battery charger dilengkapi dengan rangkaian pemutus arus, dimana arus pengisian akan terputus ketika kapasitas baterai telah penuh agar terhindar dari kondisi overcharging. Seluruh kerja sistem diatur oleh sebuah alat pengendali yang diprogram menggunakan software LabVIEW.

METODE

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan metodologi, yaitu, studi literatur, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak, integrasi dan pengujian sistem, analisis data, dan penyusunan laporan berupa buku Tugas Akhir.

Pada tahap studi literatur data – data dan dasar teori yang dikumpulkan berkaitan dengan cara kerja panel surya dan turbin angin, battery charger, sensor tegangan dan sensor arus ACS 712, rangkaian elektronika daya, dan

pemrograman menggunakan LabVIEW. Pada tahap perancangan perangkat keras dilakukan perancangan rangkaian boost converter, sensor tegangan, sensor arus ACS 712, rangkaian pemutus arus, dan rangkaian totempole sebagai driver mosfet, sementara pada perancangan perangkat lunak dilakukan pemrograman pada NI MyRIO yaitu pembangkitan PWM (Pulse With Modulation) yang masuk ke kaki Gate Mosfet, menampilkan pembacaan sensor tegangan dan sensor arus ACS 712, serta untuk mengatur kerja dari rangkaian pemutus arus menggunakan LabVIEW. Kemudian sistem akan diuji secara keseluruhan, baik perangkat keras maupun perangkat lunak, serta dilakukan perbaikan apabila terjadi kesalahan pada sistem. Di tahap analisa data dilakukan analisa terhadap data – data yang diperoleh dari pengujian perangkat keras, perangkat lunak, dan sistem secara keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian seluruh sistem dilakukan untuk mengetahui performa sistem, apakah sistem telah bekerja dengan baik dan sesuai dengan perancangan. Dalam pengujian sistem ini, seluruh komponen diintegrasikan sesuai dengan Gambar 1. Pengujian seluruh sistem bertempat di halaman belakang gedung AA 107 D3 Teknik Elektro.



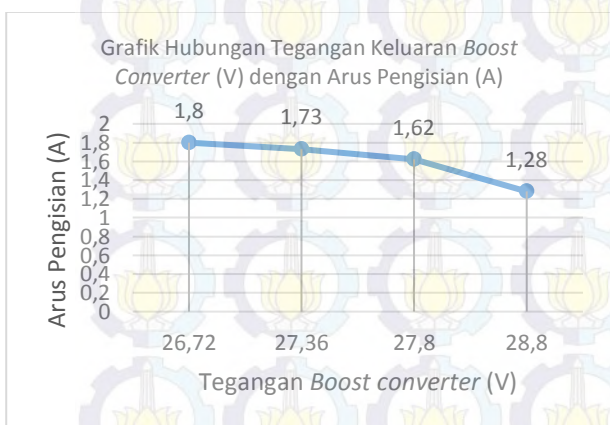
Gambar 1. Pengujian Keseluruhan Sistem Tugas Akhir di Halaman Belakang Gedung AA 107 D3 Teknik Elektro

Tabel 1 merupakan data hasil pengujian seluruh sistem dengan menggunakan kontroler NI myRIO 1900. Pengambilan data dimulai saat sistem memulai pengisian baterai sampai baterai telah terisi penuh. Sistem mulai melakukan pengisian baterai saat tegangan baterai terbaca sebesar 24,48 volt tepat pukul 11:30 WIB dan berhenti ketika arus pengisian turun sampai 1,28 ampere tepat pukul 12:00 WIB. Ketika awal pengisian, besar tegangan keluaran boost converter untuk pengisian baterai sebesar 26,72 volt dan arus sebesar 1,8 ampere.

Tabel 1 Pengujian Sistem Pada Kondisi Pengisian

Vin Boost (V)	Vout Boost (V)	I out Boost (A)	Daya (Watt)	Jam	Ket.
14,30	26,72	1,80	48,09	11:30	Cerah dengan kecepatan angin rendah

Vin Boost (V)	Vout Boost (V)	I out Boost (A)	Daya (Watt)	Jam	Ket.
14,35	27,36	1,73	47,33	11:40	Cerah dengan kecepatan angin rendah
14,42	27,80	1,62	45,03	11:50	Cerah dengan kecepatan angin rendah
14,50	28,80	1,28	36,86	12:00	Cerah dengan kecepatan angin rendah



Gambar 2. Grafik Hubungan Tegangan Keluaran Boost Converter dengan Arus Pengisian

Sesuai dengan hasil pengujian, ketika dilakukan pengambilan data dengan interval waktu 10 menit, maka arus pengisian dan tegangan keluaran *boost converter* mengalami perubahan. Arus pengisian semakin menurun seiring waktu pengisian, namun sebaliknya tegangan keluaran *boost converter* mengalami kenaikan hingga 28,8 volt. Hubungan antara arus pengisian dan tegangan keluaran *boost converter* ini ditampilkan pada grafik Gambar 2. Nilai arus harus dibatasi sebesar 1,28 amper untuk menghindari baterai dari kondisi *overcharge*. Nilai tegangan dan arus pengisian baterai ditampilkan pada *interface* LabVIEW.



Gambar 3. Tampilan Interface kondisi Standby Mode Menggunakan LabVIEW

Gambar 3. merupakan tampilan *interface* LabVIEW pada saat kondisi *standby mode*, artinya sistem belum melakukan pengisian baterai. Saat kondisi ini, sistem akan

memonitoring tegangan keluaran dari panel surya dan turbin angin, tegangan masukan *boost converter*, tegangan keluaran *boost converter*, dan tegangan baterai tegangan baterai. Nilai *duty cycle* adalah nol saat kondisi *standby mode*, artinya tidak ada pembangkitan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) ke kaki *gate* MOSFET.

Kondisi *standby mode* akan terus terjadi sampai tegangan baterai discharge sampai 60% atau sekitar tegangan baterai sebesar 24,48 volt. Setelah tegangan baterai telah mencapai nilai 24,48 volt, sistem akan mulai melakukan pengisian ulang baterai yang ditandai dengan aktifnya relay untuk menyambung tegangan keluaran *boost converter* dengan baterai dan juga indikator charging mode akan aktif pada *interface* LabVIEW. Nilai *duty cycle* akan langsung diatur sebesar 45%, dengan nilai tegangan pengisian sebesar 26,72 volt. Jika tombol auto add *duty cycle* pada *interface* LabVIEW ditekan, nilai *duty cycle* akan bertambah secara otomatis hingga mencapai nilai 50%. Tampilan *interface* LabVIEW pada saat charging mode dapat dilihat pada Gambar 4.



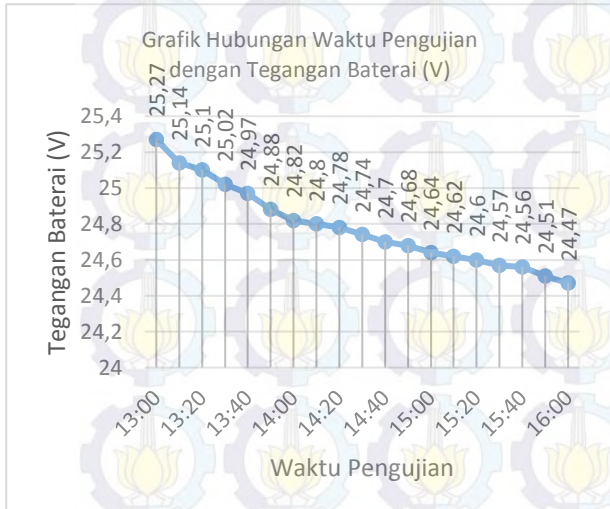
Gambar 4. Tampilan Interface Kondisi Charging Mode Menggunakan LabVIEW

Setelah terisi hingga penuh, baterai kemudian dihubungkan pada beban berupa lampu LED 24 volt DC. Pengujian ini dilakukan untuk menguji ketahanan baterai pada saat mencatu beban. Sensor tegangan yang terpasang pada baterai akan mengukur tegangan baterai, seiring pembebanan dilakukan. Hasil dari pengujian ini ditampilkan pada Tabel 2. Hasil pengujian Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin lama pencatutan dilakukan, maka tegangan baterai semakin berkurang. Baterai kembali memerlukan pengisian setelah 3 jam mencatu beban lampu. Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5 . menunjukkan hubungan antara waktu pengujian dan tegangan baterai.

Tabel 2 Pengujian Pembebanan Baterai Menggunakan Lampu

NO	Jam	V Baterai (V)
1	13:00	25,27
2	13:10	25,14
3	13:20	25,10
4	13:30	25,02
5	13:40	24,97
6	13:50	24,88
7	14:00	24,82
8	14:10	24,80
9	14:20	24,78
10	14:30	24,74
11	14:40	24,70
12	14:50	24,68
13	15:00	24,64

NO	Jam	V Baterai (V)
14	15:10	24,62
15	15:20	24,60
16	15:30	24,57
17	15:40	24,56
18	15:50	24,51
19	16:00	24,47



Gambar 5 Grafik Hubungan Waktu Pengujian dan Tegangan Baterai

Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem telah dapat bekerja baik dalam kondisi pengisian baterai menggunakan tegangan gabungan dua sumber, maupun ketika baterai dipakai untuk mencatu beban berupa lampu. Daya tahan baterai mencapai 3 jam, sementara waktu pengisian adalah 30 menit.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil pengujian sistem pengaturan pembangkit listrik tenaga angin dan surya menggunakan NI myRIO, dapat diambil kesimpulan bahwa pada turbin angin dibutuhkan jumlah putaran generator sebanyak 1439 rpm untuk menghasilkan tegangan sebesar 15 volt. Selanjutnya, pada pengujian panel surya dapat disimpulkan bahwa tegangan yang dihasilkan panel surya bergantung pada intensitas cahaya matahari yang diterima; dimana semakin tinggi intensitas cahaya maka semakin tinggi pula tegangan yang dihasilkan oleh panel surya. Kenaikan 60 lux intensitas cahaya setara dengan 0,5 volt. Pada pengujian rangkaian boost converter, disimpulkan bahwa keluaran tegangan telah sesuai dengan parameter pengisian baterai, yakni tegangan sebesar 28,8 Volt dan arus pengisian 1,28 Ampere. Seperti yang telah dibahas pada bagian perancangan boost converter, parameter tegangan pengisian adalah 120% dari kapasitas baterai dan arus pengisian adalah 10-20% dari ampere hours baterai. Pada pengujian sistem saat kondisi pengisian, dua buah baterai berkapasitas 12 volt dihubungkan secara seri dihubungkan dengan sistem. Dapat disimpulkan bahwa baterai secara

otomatis mulai diisi apabila telah mencapai 60 % dari kapasitasnya, yaitu sebesar 24,48 volt sesuai dengan state of charge baterai. Pada pengujian sistem saat kondisi mencatu beban, dapat disimpulkan bahwa baterai mampu mencatu beban berupa lampu LED 24 volt DC serta rangkaian elektrik seperti NI myRIO, rangkaian totempole, dan rangkaian sensor arus selama 3 jam. Hal ini telah mendekati perancangan beban yang telah dibahas pada bagian sebelumnya.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dalam perancangan turbin angin harus mempertimbangkan pemilihan komponen seperti jenis bahan baling-baling, perbandingan roda gigi antara baling-baling dengan generator, dan juga jenis generator yang dipakai sesuai dengan data kecepatan angin yang ada pada daerah yang dijadikan tempat pengambilan data, agar saat diimplementasikan dan diuji turbin angin dapat menghasilkan tegangan keluaran yang lebih baik. Selain itu, pertimbangan terhadap catu daya rangkaian pengendali juga perlu dilakukan, agar daya tahan baterai dapat meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahman, A., *Analisis dan Pemetaan Potensi Energi Angin di Indonesia*, Skripsi, Universitas Indonesia, Depok, 2012.
- [2] Yandi, V.R., *Prospek Pengembangan Energi Surya Untuk Kebutuhan Listrik di Indonesia*, Jurnal Ilmiah, Vol. 4, No. 1, Politeknik Universitas Andalas, Padang, 2012.
- [3] —, *Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi*, <http://www.alpensteel.com/article/121-107-energi-bio-gas/3701--direktorat-jenderal-listrik-dan-pemanfaatan-energi>. (diakses tanggal 11 Januari 2016)
- [4] Zulviana, A.R., *Battery Charger Dengan Konverter Boost*, Tugas Akhir, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 2015.
- [5] Saputri, R.W., *Charger Baterai Dengan Konverter Buckboost Untuk Beban Lampu LED*, Tugas Akhir, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 2015.
- [6] Solar Surya Indonesia, *VRLA Baterai*, <http://solarsuryaindonesia.com/info/vrla-baterai> (diakses tanggal 28 Maret 2016)
- [7] Ardiansyah, Z. dan Rahmawaty, *Perancangan Poros Roda Gigi Sebagai Pengatur Gerak Maju Mundur Untuk Mobil Harapan*, Jurnal Ilmiah, Vol. 5, No. 001, Sekolah Tinggi Teknik Harapan Medan, Medan, 2014.

- [8] ____, **ACS 712: Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor**, Datasheet, Allegro MicroSystems, LLC., Massachussets, 2013.
- [9] ____, **GNM 31: DC Motors with Permanent Magnet Field**, Datasheet, ENGEL ElektroMotoren GmbH., Deutsch, Tanpa tahun.
- [10] ____, **User Guide & Specification NI myRIO-1900**, National Instruments, Unites States, 2013.
- [11] ____, **Panasonic LC-P127R2P**, Datasheet, Panasonic, Tanpa tahun.
- [12] Masruro, R. dan D. Setiawan, **Rancang Bangun Kontroler Baterai Charger Untuk Solar Cell, Tugas Akhir**, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2015.
- [13] Murdoch University, **Photovoltaics**, <http://www.see.murdoch.edu.au/resources/info/Tech/pv/>. (diakses tanggal 22 Mei 2016)
- [14] Barnard, M., **Vertical Axis Wind Turbines: Great In 1890, Also-rans In 2014**, <http://cleantechnica.com/2014/04/07/vertical-axis-wind-turbines-great-1890-also-rans-2014/> (diakses pada 22 Mei 2016)
- [15] Prayogo, R., **Pengaturan PWM (Pulse Width Modulation) Dengan PLC**, Tugas Mata Kuliah, Universitas Brawijaya, Malang, 2012.
- [16] ____, **TLP250: TOSHIBA Photocoupler GaAlAs Ired & Photo-IC**, Datasheet, TOSHIBA, United States, 2007.
- [17] Fajar, R.M dan Avonthea S., **Monitoring Kondisi Baterai dan Solar Cell Pada Lampu Penerangan Menggunakan Android**, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2015.
- [18] Iskandar, A.P., **Analisa Karakteristik Induktor Toroid Pada Rangkaian Boost Converter**, Skripsi, Universitas Indonesia, Depok, 2012
- [19] Competitive Magnetics, **Tips to obtain better knowledge in current transformer**, <http://www.custompowertransformer.com/tips-in-current.html> (diakses pada 22 Juni 2016)
- [20] ____, **Hall Effect Sensor**, <http://www.alselectro.com/hall-effect-sensor.html> (diakses pada 22 Juni 2016)