

RANCANG BANGUN MODUL MESIN KONVERSI ENERGI BERTINGKAT

Lukman Nulhakim¹, Syafrizal², Mokhamad Is Subekti³, Ade Irvan Tauvana⁴, Widodo⁵, Mirza Yusuf⁶

^{1,2,3,4,5} Program Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Enjinering Indorama

Kembangkuning, Ubrug, Jatiluhur, Purwakarta, Jawa Barat, Indonesia - 41152

⁶ Program Teknologi Rekayasa Otomotif, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Gedung D Lantai Dasar Kampus Terpadu UMY JL. Brawijaya, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183

lukman.nulhakim@pei.ac.id ¹

Abstrak

Mesin konversi energi merupakan mesin yang merubah suatu energi menjadi energi yang lain. Pemanfaatan energi yang dihasilkan oleh mesin konversi energi dapat digunakan untuk menggerakkan mesin konversi energi yang lainnya. Penelitian ini membuat modul mesin konversi energi bertingkat dengan metode regeneratif energi, dimana energi listrik dari sel surya digunakan untuk menggerakkan pompa, debit air yang dihasilkan pompa digunakan untuk menggerakkan generator untuk menghasilkan energi listrik, dimana energi ini digunakan untuk menggerakkan motor listrik pada kipas angin. Pembuatan modul ini meliputi perancangan, pembuatan dan perkitan. Pengujian dilakukan 30 menit pada masing-masing mesin konversi energi, dimana sel surya menghasilkan tegangan rata-rata sebesar 20,9 V, pompa menghasilkan debit air rata-rata 3,53 l/m, dan tegangan yang dihasilkan oleh generator sebesar 12 V, sedangkan kecepatan udara yang dihasilkan oleh kipas angin rata-rata sebesar 22,8 m/s..

Kata kunci : energi, sel surya, pompa, generator, kipas angin.

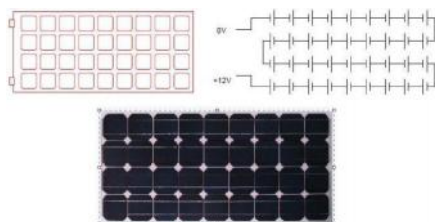
Abstract

An energy conversion machine is a machine that converts energy into other forms of energy. The utilization of energy produced by energy conversion machines can be used to drive other energy conversion machines. This study makes a multilevel energy conversion machine module with the energy regenerative method, where electrical energy from solar cells is used to drive a pump, the water discharge produced by the pump is used to drive a generator to produce electrical energy, and this energy is used to drive an electric motor on a fan. Making this module includes design, manufacture and assembly. Each energy conversion machine underwent a 30-minute test, during which the solar cells generated an average voltage of 20.9 V, the pump generated an average water flow of 3.53 l/m, the generator generated a voltage of 12 V, and the fan produced an average air speed of 22.8 m/s.

Key words : energy, solar cells, pumps, generators, fans.

PENDAHULUAN

Mesin konversi energi merupakan mesin yang digunakan untuk merubah suatu bentuk energi menjadi bentuk energi yang lain. Beberapa yang termasuk mesin konversi energi diantaranya turbin, pompa, sel surya, kompresor, motor bakar, generator, kompresor dan termoelektrik. Sel surya yang terlihat pada gambar 1 merupakan teknologi merubah cahaya dan panas matahari menjadi energi listrik arus searah yang memiliki tegangan dan arus berdasarkan material semikonduktor penyusun sel surya tersebut dalam mengkonversi energi matahari menjadi daya listrik [1]. Selain itu sel surya mempunyai kelebihan rendahnya biaya operasional umur dan pemanfaatannya yang rendah akan biaya operasional serta polusi [2]. Penggunaan sel surya menghasilkan energi listrik beberapa sudah dilakukan diantaranya dengan menggunakan kapasitas 50 WP menghasilkan energi listrik 125 s/d 130 Watt/jam, dimana energi yang dihasilkan digunakan untuk suplai energi listrik pada alat pengeang pupuk petani portabel [3].



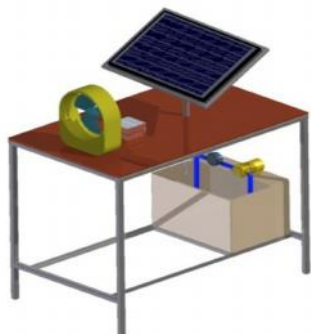
Gambar 1 Modul Sel Surya [3]

Pemanfaatan sinar matahari dengan menggunakan sel surya kapasitas 50 WP sebanyak 600 buah dapat memenuhi kebutuhan listrik hingga 120 kWh per hari [4]. Sel surya dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga surya dengan menggunakan 36 sel surya dengan jenis semitransparan dipasang pada gedung bertingkat sebagai dinding yang memungkinkan penghuni gedung dapat melihat pemandangan diluar kaca jendela selain sebagai penghasil energi listrik, 36 sel surya tersebut dihubungkan secara seri-paralel menghasilkan daya rata-rata sebesar 6,5 kWh [5]. Mesin konversi energi selain sel surya juga ada

pompa, dimana penggunaan pompa jenis sentrifugal untuk kebutuhan air di kawasan industri Kabupaten Karawang menghasilkan debit hingga $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$ [6]. Pompa air jenis semi jetpump digunakan sebagai kebutuhan rumah tangga dimana debit yang dihasilkan mencapai 41, 5 liter/menit dengan daya listrik yang dibutuhkan sebesar 0,464 kW [7]. Selain itu menggunakan pompa air tegangan DC menghasilkan debit hingga $4,2 \text{ m}^3/\text{jam}$ untuk dimanfaatkan kebutuhan suplai air masyarakat Banjar Bukit Lambuh [8]. Generator salah satu yang termasuk dalam mesin konversi energi, dimana penggunaan generator dengan memanfaatkan aliran air terjun di bendungan Batu Putu menghasilkan tegangan rata-rata 128, 92 V dengan kuat arus sebesar 1,69 A [9]. Selain itu Aris dkk dengan memanfaatkan kecepatan angin yang ada disekitar gedung Vocational Training Center dengan menggunakan turbin ventilator sehingga putaran yang dihasilkan diteruskan ke generator DC menghasilkan tegangan maksimal sebesar 9,7 V dengan arus 1,1 mA dengan kecepatan angin $5,4 \text{ m/s}$ [10]. Sehingga menarik untuk dilakukan perancangan dan pembuatan modul mesin konversi energi bertingkat dimana alat ini menggunakan 4 buah mesin konversi energi yang berbeda dengan regeneratif energi, mulai dari sel surya diteruskan ke pompa lalu memanfaatkan aliran air yang dihasilkan pompa digunakan untuk menggerakkan generator, tegangan yang dihasilkan oleh generator digunakan untuk menggerakkan motor listrik pada kipas angin. Manfaat adanya modul ini sebagai penunjang media pada mata kuliah mesin konversi energi. seperti yang sudah dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya [8], [11], [12]. Pemanfaatan debit aliran air yang dihasilkan pompa untuk menggerakkan generator sehingga menghasilkan energi listrik DC tersimpan dalam baterai dan digunakan untuk menggerakkan motor listrik pada kipas angin, modul ini dapat dijadikan sebagai media pembelajaran tentang pemanfaatan energi untuk menghasilkan energi yang lainnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dari perancangan, pembuatan dan pengujian. Proses perancangan beserta letak setiap mesin konversi energi sesuai yang telah ditampilkan pada gambar 2, dimana sel surya dengan model *monocrystalline* dengan maksimum *power* 50 W dan kipas angin DC dipasangkan bagian atas meja lalu untuk generator dan pompa dipasang diatas tutup *box* air dengan kapasitas daya tampung air 70 liter, dimana letak *box* air berada dibawah meja. Tegangan yang dihasilkan oleh sel surya disimpan dalam baterai dengan kapasitas tegangan dan kuat arus sebesar 12 V dan 6 A. Energi listrik yang disimpan pada baterai digunakan untuk menggerakkan pompa air DC dengan spesifikasi tegangan dan kuat arus yaitu 12 V dan 2,2 A, debit yang dihasilkan oleh pompa digunakan untuk menggerakkan generator DC dengan keluaran daya maksimal 10 W dan tegangan 12 V. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator DC disimpan pada baterai dengan spesifikasi tegangan *input* dan *output* sebesar 5 V dan kapasitasnya 6000 mAh untuk menggerakkan kipas angin dengan daya 1,2 W, tegangan 5 V dan mempunyai dimensi 149,8 x 96 x 146,5 mm.



Gambar 2 Desain Modul Mesin Konversi Energi Bertingkat

Proses pembuatan rangka meja dilakukan dengan proses pemotongan, diantaranya proses pemotongan dan proses pengelasan untuk menggabungkan potongan-potongan besi yang sudah terpotong. Proses penyambungan rangka besi menggunakan proses pengelasan merupakan proses pembentukan ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair dengan menggunakan energi [13], [14]. Rangka meja ini menggunakan material besi berlubang kotak ukuran 30 x 30 mm, seperti terlihat pada gambar 3. Sedangkan gambar 4 menunjukkan proses perakitan untuk semua komponen yang digunakan, dimana sel surya dan kipas angin terpasang diatas meja sedangkan pompa

dan generator dipasang pada bagian bawah meja dengan memanfaatkan tutup *box* tempat menampung air.



Gambar 3 Proses Pembuatan Modul Mesin Konversi Energi Bertingkat



Gambar 4 Proses Perakitan Modul Mesin Konversi Energi Bertingkat

Pengujian dilakukan selama 30 menit untuk masing-masing mesin konversi energi, dimana pengujian yang dilakukan pada sel surya dengan mengukur tegangan yang dihasilkan. Debit air yang dihasilkan oleh pompa, tegangan yang dihasilkan oleh generator dan kecepatan aliran udara yang dihasilkan oleh kipas angin. Gambar 5 menunjukan pengujian sel surya dilakukan pada saat pagi hari dimana pada saat itu merupakan intensitas cahaya terbesar yang terjadi tepatnya pada pukul 09.00 wib [15]. Pengujian pompa dilakukan dengan menggunakan tegangan input sebesar 12 V, aliran air yang dihasilkan oleh pompa dimanfaatkan untuk menggerakkan generator, dimana tegangan yang dihasilkan oleh generator disimpan pada baterai lalu digunakan untuk menggerakkan kipas angin.



Gambar 5 Pengujian Sel Surya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan meja dengan ukuran 110 x 60 x 90 m membutuhkan besi kotak ukuran 30 x 30 mm berlubang dengan tebal 3 mm sebanyak 12 m. Pengujian sel surya menghasilkan tegangan rata-rata sebesar 20,9 V, sedangkan pengujian pompa terlihat menghasilkan debit rata-rata 3,53 l/m, pengujian generator menghasilkan tegangan rata-rata 11,1 V, dan kipas angin menghasilkan kecepatan rata-rata 22,8 m/s.

Sel surya dengan seri menghasilkan tegangan maksimal 22,4 V lalu mengalami penurunan hingga 21,2 V, sedangkan pompa, generator dan kipas angin mengalami naik turun tetapi tidak signifikan hampir dikatakan stabil. Generator antara *input* dan *output* mengalami penurunan tegangan sekitar 1 V.

Tabel 1 Hasil Pengujian Modul Mesin Konversi Energi Bertingkat

| Waktu (menit) | Sel surya (Volt) | Pompa (l/m) | Generator (Volt) | Kipas angin (m/s) |
|---------------|------------------|-------------|------------------|-------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 22,4 | 3,4 | 11,1 | 22 |
| 2 | 22,4 | 3,4 | 11,1 | 23 |
| 3 | 22,2 | 3,4 | 11,1 | 23 |
| 4 | 22,2 | 3,4 | 11,3 | 22 |
| 5 | 22,2 | 3,4 | 11,2 | 22 |
| 6 | 22,1 | 3,4 | 11,1 | 23 |
| 7 | 22 | 3,4 | 11,1 | 23 |
| 8 | 22 | 3,5 | 11,1 | 23 |
| 9 | 22 | 3,5 | 11,2 | 22 |
| 10 | 21,8 | 3,5 | 11,1 | 22 |
| 11 | 21,8 | 3,6 | 11,1 | 23 |
| 12 | 21,6 | 3,6 | 11,1 | 23 |

| | | | | |
|----|------|-----|------|----|
| 13 | 21,6 | 3,6 | 11,1 | 23 |
| 14 | 21,6 | 3,5 | 11,2 | 24 |
| 15 | 21,6 | 3,6 | 11,1 | 23 |
| 16 | 21,6 | 3,6 | 11,1 | 23 |
| 17 | 21,6 | 3,6 | 11,1 | 23 |
| 18 | 21,5 | 3,6 | 11,1 | 24 |
| 19 | 21,5 | 3,6 | 11 | 23 |
| 20 | 21,5 | 3,6 | 11 | 23 |
| 21 | 21,5 | 3,6 | 11,1 | 23 |
| 22 | 21,5 | 3,5 | 11,1 | 22 |
| 23 | 21,5 | 3,6 | 11,1 | 23 |
| 24 | 21,4 | 3,6 | 11,1 | 23 |
| 25 | 21,3 | 3,6 | 11,1 | 23 |
| 26 | 21,3 | 3,6 | 11,2 | 22 |
| 27 | 21,3 | 3,6 | 11,1 | 22 |
| 28 | 21,3 | 3,6 | 11,1 | 23 |
| 29 | 21,3 | 3,6 | 11,1 | 23 |
| 30 | 21,2 | 3,6 | 11,1 | 23 |

Dari hasil tersebut dapat dimanfaatkan energi listrik dari sel surya untuk menggerakkan pompa karena tegangan input pompa sebesar 12 V dengan penambahan hambatan, tetapi aliran air yang dihasilkan pompa masih relatif kecil sehingga energi yang dihasilkan oleh generator masih relatif kecil juga yang mengakibatkan proses pengisian ke baterai sedikit lama untuk mencapai penuh.

KESIMPULAN

Penelitian tentang rancang bangun modul mesin konversi energi bertingkat sudah dilakukan, dimana modul ini menghasilkan tegangan rata-rata sebesar 20,9 V pada sel surya, debit aliran air dari pompa sebesar 3,53 l/m, generator menghasilkan tegangan rata-rata 11,1 V dan kecepatan aliran udara yang dihasilkan oleh kipas angin rata-rata sebesar 22,8 m/s. Modul ini dapat digunakan sebagai penunjang pembelajaran tentang mesin konversi energi serta kedepan dapat dilakukan penelitian dengan menambahkan alat/mesin konversi energi yang lainnya, seperti termoelektrik generator, termoelektrik pendingin atau yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. I. Tauvana, W. Widodo, F. Rachmanu, and ..., "Pelatihan Pengelasan Smaw Ig Smk Se-Kabupaten Purwakarta, Karawang Dan Bogor," BERNAS J. ..., vol. 2, no. 2, pp. 546–551, 2021, doi: 10.31949/jb.v2i2.955.
- [2] A. Sakura, A. Supriyanto, and A. Surtono, "Rancang Bangun Generator Sebagai Sumber

- Energi Listrik Nanohidro,” Univ. Lampung, vol. 05, no. 02, pp. 129–134, 2017.
- [3] A. Senen, “Perancangan Pemanfaatan Tenaga Surya untuk Penyaluran Air Bersih Bagi Pesantren Attuma’ninah Kab. Lebak, Banten,” Terang, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2020, doi: 10.33322/terang.v3i1.1035.
- [4] A. Suryadi, P. T. Asmoro, and R. Raihan, “Pemanfaatan Turbin Ventilator sebagai Pembangkit Listrik Alternatif,” Pros. Semin. Nas. Teknoka, vol. 4, no. 2502, pp. 15–19, 2019, doi: 10.22236/teknoka.v4i0.4124.
- [5] C. Rizal, “Penggunaan Solar Sel Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” J. Tek. Elektro, vol. 7, no. 2, pp. 7–17, 2017, [Online]. Available: <https://jurnal.unpal.ac.id/index.php/jte/article/view/228>.
- [6] D. Dahliya, S. Samsurizal, and N. Pasra, “Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin,” Sutet, vol. 11, no. 2, pp. 71–80, 2021, doi: 10.33322/sutet.v11i2.1551.
- [7] E. A. Nugroho, “IMPLEMENTASI PROPORSIONAL INTEGRAL (PI) PADA SISTEM MAXIMUM POWER POINT TRACKER (MPPT) UNTUK OPTIMALISASI ENERGI MATAHARI PADA SEL SURYA,” ELEKTRA, vol. 3, no. 1, pp. 55–64, 2018.
- [8] Eka Nurdiana; Sudirman; Zulramadhanie; Suhraeni Syaifei; Louis; Heru Eka Prawoto, “ANALISIS EFISIENSI MESIN POMPA AIR UNTUK PEMANFAATAN RUMAH TANGGA,” SNTEM, vol. 1, pp. 819–827, 2021.
- [9] K. B. Kusuma, C. G. I. Partha, and I. W. Sukerayasa, “Perancangan Sistem Pompa Air Dc Dengan Plts 20 kWp Tianyar Tengah Sebagai Suplai Daya Untuk Memenuhi Kebutuhan Air,” J. SPEKTRUM, vol. 7, no. 2, pp. 46–56, 2020.
- [10] M. N. Qosim and R. Hariyati, “Kajian Kelayakan Finansial Fotovoltaik Terintegrasi On Grid Dengan Kapasitas 20 kWp,” Kilat, vol. 10, no. 1, pp. 1–9, 2021, doi: 10.33322/kilat.v10i1.544.
- [11] S. Aryza, H. Hermansyah, A. P. U. Siahaan, S. Suherman, and Z. Lubis, “Implementasi Energi Surya Sebagai Sumber Suplai Alat Pengereng Pupuk Petani Portabel,” It J. Res. Dev., vol. 2, no. 1, pp. 12–18, 2017, doi: 10.25299/itjrd.2017.vol2(1).642.
- [12] S. Harahap and M. I. Fakhrudin, “Perancangan Pompa Sentrifugal Untuk Water Treatment Plant Kapasitas 0.25 M3/S Pada Kawasan Industri Karawang,” Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2018, pp. 1–9, 2018.
- [13] S. Mikro, P. Baja, J. I. S. Ss, J. H. S. Ronggowaluyo, T. Timur, and K. Barat, “Program Studi Teknik Mesin , Fakultas Teknik , Universitas Singaperbangsa Karawang 24 Desmon , Semuel ; Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Kombinasi Smaw Dan Gtaw Terhadap Pengujian Kekerasan , Kekuatan Impak Serta Pengamatan Struktur Mikro Pada Baj,” vol. 8, no. 1, pp. 24–33, 2022.
- [14] T. J. Pramono, E. Erlina, Z. Arifin, and J. Saragih, “Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Gedung Bertingkat,” Kilat, vol. 9, no. 1, pp. 115–124, 2020, doi: 10.33322/kilat.v9i1.888.
- [15] Z. Arifin, A. J. Tamamy, and N. Islahu, “Perancangan Mesin Pompa Air Tenaga Surya untuk Mengurangi Konsumsi Listrik Skala Rumah,” J. Nas. Tek. Elektro, vol. 9, no. 2, p. 79, 2020, doi: 10.25077/jnte.v9n2.758.2020.