

# Studi Eksperimen Kinerja Sistem Pompa Air Tenaga Surya Skala Rumah Tangga

Mustaqim<sup>1)</sup>, Hadi Wibowo<sup>2)</sup>, Novri<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Universitas Pancasakti Tegal - Indonesia

[banktaqim@gmail.com](mailto:banktaqim@gmail.com)

## Abstrak

Telah dilakukan penelitian dalam memanfaatkan energi surya sebagai suplai energi pada sistem pompa air Direct Current (DC) untuk menyediakan kebutuhan air skala rumah tangga. Rangkaian sistem pompa air DC energy surya dibangun dengan komponen utama adalah panel surya jenis Polikristalin dengan kapasitas 100 Watt Peak (Wp), pompa air tipe pompa DC (pompa hisap) merek YORK 12 volt, baterai merek Solite SMF – NSGO kapasitas 50 AH, dan inverter/ solar charge control 12 – 24 V. Untuk mengukur intensitas radiasi matahari digunakan Power meter SM 206 Digital Solar Power Meter Sun Light. Dalam penelitian ini diuji pengaruh sudut kemiringan panel surya pada 30°, 60°, 90° terhadap Tegangan (V) dan Arus (I) keluaran panel surya. Selanjutnya diuji posisi sudut kemiringan panel surya optimal yang memberikan daya output terbaik dan diuji juga debit air yang mampu dikeluarkan pompa dengan tinggi head 4 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa radiasi matahari di wilayah pantura Tegal rata-rata sebesar 844,6 watt/m<sup>2</sup> pada cuaca cerah. Penyerapan energy matahari oleh panel surya optimal terjadi pada 50°–60° miring kearah utara terhadap sudut datang cahaya matahari. Dengan perangkat system pompa air tenaga surya yang dipasang debit rata-rata per-jam yang dikeluarkan sekitar 0,0001894 m<sup>3</sup>/detik (11,364 liter/menit atau 681,84 liter/jam) dan efisiensi energy rata-rata 61%. Dengan demikian system pompa air tenaga surya ini mampu menyediakan air bersih untuk skala rumah tangga. Jadi system pompa air energy surya layak untuk digunakan sebagai system pompa air yang hemat energy dan ramah lingkungan

**Kata kunci :** energy surya, pompa air, panel surya

## Pendahuluan

Selama ini pemenuhan kebutuhan energy di Indonesia masih didominasi dari energi fosil seperti minyak bumi dan batu bara, padahal diketahui bahwa sumber energi tersebut jumlahnya terbatas dan bisa habis sewaktu-waktu. Selain itu penggunaan bahan bakar fosil dalam pemenuhan energy akan banyak melepaskan karbon dioksida yang juga menjadi penyebab utama pemanasan global. Negara Indonesia yang berada digaris khatulistiwa memiliki keunggulan tersendiri yaitu sinar matahari di negara Indonesia sangat melimpah dan memancar sepanjang tahun. Hal ini merupakan potensi energy hijau bagi Negara Indonesia. Energi surya (solar energy) adalah energi yang diserap dari sinar dan panas matahari, penggunaan energi ini dapat dimanfaatkan secara langsung maupun tidak langsung dengan mengubah cahaya atau panas matahari menjadi menjadi bentuk energi lain (energy listrik) dengan menggunakan teknologi. Menurut Direktur Perencanaan dan Pembangunan Infrastruktur Energi Terbarukan dan Konversi Energi (DPPIETKE) Kementerian ESDM, M.Arifin, bahwa pemanfaatan energi surya di Indonesia baru sebesar 0,05 persen dari potensi yang ada, sehingga masih banyak tantangan dan peluang yang harus diselesaikan dan diraih bersama. Salah satunya kelemahan saat ini adalah biaya produksi PLTS yang masih cukup

tinggi karena sebgaiian besar komponen perangkat utamanya yaitu sell surya masih di import. Sedangkan menurut Laman Green Match menyebutkan bahwa energi matahari memiliki dampak paling sedikit terhadap lingkungan dibandingkan sumber energi lainnya, diantaranya tidak menghasilkan gas rumah kaca, tidak mencemari air, membutuhkan sedikit air untuk pemeliharaan serta tidak menimbulkan polusi dan kebisingan, maka penggunaan energi tenaga surya sangat ramah terhadap lingkungan.

Ada fenomena, beberapa wilayah di Indonesia yang masih sering kekurangan air baik untuk kebutuhan sehari-hari maupun untuk pengairan pertanian. Walaupun tersedia air tanah tetapi diperlukan energy untuk mengankatnya ke permukaan. Sementara itu ada keterbatasan PLN menjangkau daerah – daerah pelosok yang ada di Indonesia dalam menyediakan energy listrik bagi masyarakat, serta masih mahalnya biaya energi listrik PLN yang sulit dijangkau beberapa kelompok masyarakat termasuk energy untuk menngerakan pompa air.

Pengunaan energi Tenaga surya sebagai sumber energi untuk menggerakkan pompa air (*Supply energy*) diharapkan dapat membantu masyarakat dalam menyediakan air bersih maupun untuk pengairan sawah dan lading. Penelitian ini memanfaatkan energi surya untuk menggerakkan pompa air dalam pemenuhan air bersih rumah tangga maupun pengairan lahan. Tujuan yang ingin dicapai adalah merancang system penggerak pompa air dengan tenaga surya menggunakan teknologi panel surya untuk pengubah cahaya matahari menjadi energi listrik pompa air sebagai solusi untuk penyediaan energy dan pemanfaatan energy yang ramah lingkungan. Banyak penelitian tentang pompa air tenaga surya telah dilakukan oleh para peneliti, antara lain Dhimas febriananda prakoso.2014. telah melakukan penelitian tentang kinerja pompa air tenaga surya portable berdasarkan intentitas tenaga surya, didalam penelitian tersebut disimpulkan bahwa pada ketinggian 0,5 meter debit air terbanyak adalah 0,736 liter/second dan debit air terendah adalah 0,714 liter/second, waktu yang tercepat adalah 95 detik dan waktu terlama adalah 98 detik. Intentitas dan ketinggian air sangat berpengaruh terhadap volume air yang dikeluarkan. Abbrevia al jihad fahiswara.2015. telah mendesain dan melakukan simulasi pompa sel surya dengan optimasi kontrol slip untuk memaksimalkan daya dan efesiensi, dalam penelitian tersebut dihasilkan motor induksi bila dihubungkan langsung dengan sumber sel surya, maka daya keluaran sel surya tidak optimal, diperlukan suatu kontroler untuk memaksimalkan daya sel surya, yaitu salah satunya dengan cara mengontrol tegangan sel surya konstan pada nilai optimun, dari hasil simulasi diperoleh tegangan optimal untuk sel surya sebesar 318 volt, dengan menggunakan kontrol mppt metode tegangan keluaran pv konstan diperoleh hasil lebih baik ketimbang tanpa menggunakan control mppt. Wahyu dialmono putro.2016. telah melakukan penelitian untuk menguji kinerja pompa sentrifugal menggunakan kontrol inventer. Hasil penelitian tersebut menunjukkan hasil yang valid dan dapat diandalkan, karena hasil pengukurannya mendekati dengan spesifikasi pompa keluaran pabrik, meskipun terdapat sedikit perbedaan, perbedaan tersebut disebabkan dari pembacaan manual pada manometer pipa u. Hasil pengukuran dibandingkan dengan spesifikasi keluaran pabrik adalah sebagai berikut : spesifikasi pompa yang diuji menunjukkan head berturut – turut 16 m, 11 m, dan 9 m , debit berturut – turut 105 m<sup>3</sup>/jam, efesiensi berturut–turut 95%, 70% dan 95%, metode pengukuran kinerja pompa dengan inventer ini dapat dijadikan salah satu alternatif pengujian kinerja pompa, karna hasil ukurannya dapat diandalkan seperti alat metering pumps. Rendy saputra.2016. melakukan eksperimen perancangan sistem portable water pump pada kebun buah dan sayur dimana dalam perancangan ini disimpulkan pada saat kondisi terendah daya memperoleh tegangan 9.7 volt, arus 29 ampere, intentitas cahaya 43.800 lux, debit air 0,0306 m<sup>3</sup>/detik setara dengan 30, 6 liter/menit yang terjadi

pada pukul 15.00 wib dengan daya input 51,31 watt daya output 6,77 watt dan pada saat kondisi tertinggi terjadi pada hari ketiga memperoleh tegangan sebesar 10,8 volt arus 6,25 ampere dengan intensitas cahaya 80.300 lux, debit air 0,0362 m<sup>3</sup> menit setara 36,2 liter / menit yang terjadi pada pukul 10.00 wib dengan daya input 63,88 watt daya output 7,86 watt. Nilai efisiensi rata – rata pada setiap harinya didapat 13,7 %, 13,1 %, dan 13,3%. Menurut hemat peneliti alat rancangan ini sangat berpengaruh terhadap kondisi cuaca atau keadaan atmosfer yang berawan, berdebu, asap, uap air, dan kecepatan angin, dan alat ini bisa digunakan dalam skala besar akan tetapi menyesuaikan kapasitas panel surya serta pompa air. Zian iqtimal, ira fevi sara, syahrizal.2018. telah melakukan aplikasi sistem tenaga surya sbagai sumber tenaga listrik pompa air dimana didalam penelitiannya menyimpulkan bahwa besar daya panel yang dihasilkan tergantung pada intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan panel surya. Panel surya yang digunakan sebagai sumber energi alternatif dengan 50 wp memiliki efisiensi 12,25%. Daya yang dihasilkan panel surya dipengaruhi oleh intensitas matahari. Pada perancangan sistem tenaga surya untuk energi listrik pompa air dengan panel surya memerlukan waktu 32 menit untuk mengisi air 1750 liter ke dalam tandon penampung.

Setiap pompa dirancang pada kapasitas dan head tertentu, meskipun dapat juga dioperasikan pada kapasitas dan head yang lain. Efisiensi pompa akan mencapai maksimum pada designed point tersebut, yang dinamakan dengan titik BEP. Untuk kapasitas yang lebih kecil atau lebih besar efisiennya akan lebih rendah.

Head adalah ukuran energi angkat dari suatu pompa yang merupakan perbandingan antara energi pompa per-satuan berat fluida. Pengukuran head pompa dilakukan dengan mengukur beda tekanan antara pipa isap dengan pipa tekan, satuannya adalah meter.

Daya Elektrik untuk penggerak pompa biasa diambil dari daya listrik yang besarnya adalah merupakan perkalian antara arus, tegangan dan factor daya yang terjadi.

$$P_{\text{elektrik}} = E.I.\cos \phi \quad (1)$$

Dimana : E adalah beda tegangan listrik (volt), I adalah arus listrik (ampere) dan  $\cos \phi$  adalah factor daya listrik sesaat yang terjadi.

Daya hidrolik Pompa adalah daya output terukur yang diberikan kepada fluida.

$$P_{\text{hidrolik}} = \rho.g.Q.H \quad (2)$$

dimana :  $\rho$  adalah berat jenis air (kg/m<sup>3</sup>), g adalah gravitasi setempat (m/s<sup>2</sup>), Q adalah debit aliran (m<sup>3</sup>) dan H adalah tinggi angkat/head (m).

Efisiensi energy pompa pompa adalah suatu faktor yang dipergunakan untuk menghitung loss energi.

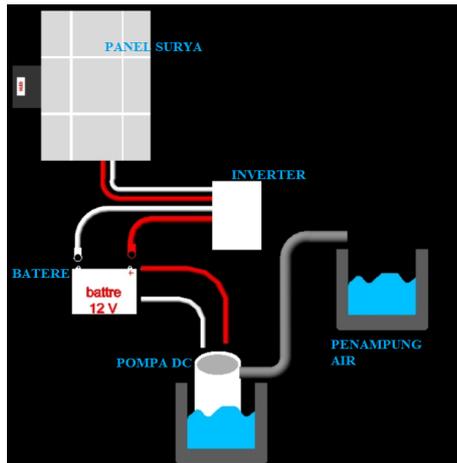
$$\text{Eff.} = P_{\text{hidrolik}} / P_{\text{elektrik}} \quad (3)$$

Setiap pompa dirancang pada kapasitas dan head tertentu, meskipun dapat juga dioperasikan pada kapasitas dan head yang lain. Efisiensi pompa akan mencapai maksimum pada designed point tersebut, yang dinamakan dengan titik BEP. Untuk kapasitas yang lebih kecil atau lebih besar efisiennya akan lebih rendah.

## Metodologi Penelitian

Telah dilakukan penelitian eksperimen untuk menguji rangkaian pompa air direct current (DC) energi surya. Rangkaian sistem pompa air DC energy surya dibangun dengan komponen utama adalah panel surya jenis Polikristalin dengan kapasitas 100 Watt Peak (Wp), pompa air tipe pompa DC (pompa hisap) merek YORK 12 volt, baterai merek Solite SMF – NSGO kapasitas 50 AH, dan

inverter/ solar charge control 12 – 24 V. Untuk mengukur intensitas radiasi matahari digunakan Power meter SM 206 Digital Solar Power Meter Sun Light.



**Gambar 1.** Skema perangkat penelitian

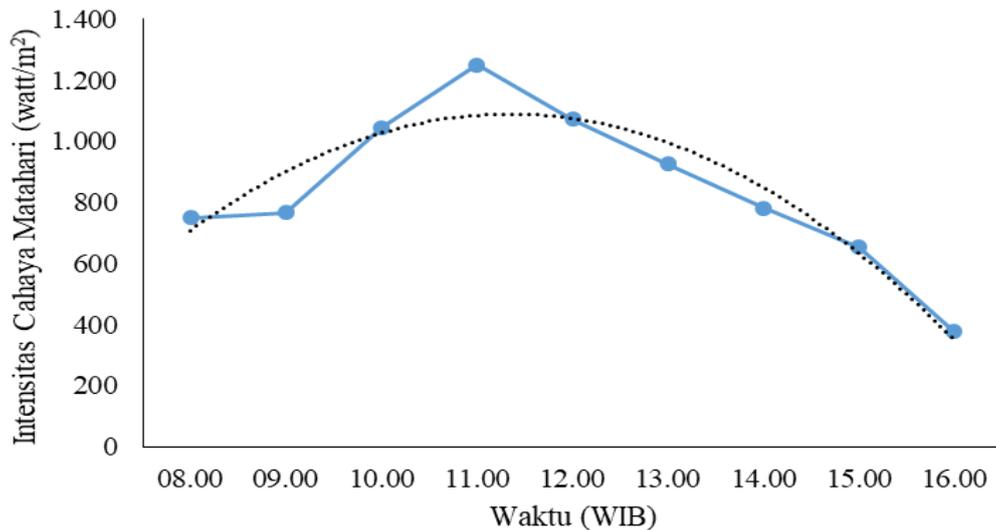


**Gambar 2.** Mesin Pompa Air tenaga surya.

Dalam penelitian ini diuji pengaruh sudut kemiringan panel surya pada  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  terhadap Tegangan (V) dan Arus (I) keluaran panel surya. Selanjutnya diuji posisi sudut kemiringan panel surya optimal yang memberikan daya output terbaik. Karena daya PLTS dirancang 100 watt kebawah maka perlu ditambahkan factor pengali 20% ke pembebanan sebagai pengganti rugi-rugi sistem dan untuk faktor keamanan (Dunlop, 1997). Pengambilan data dilakukan di bantaran sungai Ketiwon Kelurahan Dampyak Kabupaten Tegal. Pada pukul 09.00 wib - pukul 15.00 wib.

### Hasil Dan Pembahasan

Gambar 3. Memperlihatkan grafik rata-rata intensitas cahaya matahari di daerah pesisir Tegal (pantura Tegal) yang diukur mulai dari jam 08.00 wib sampai dengan jam 16.00 wib dengan posisi panel surya mendatar (sudut  $0^\circ$ ). Grafik tersebut memperlihatkan besar intensitas cahaya matahari di pantura Tegal meningkat dari pukul 08.00 wib sebesar  $750,30 \text{ watt/m}^2$  sampai puncaknya di pukul 11.00 wib sebesar  $1249,40 \text{ watt/m}^2$  kemudian menurun secara logaritmik sampai pukul 16.00 wib sebesar  $376,30 \text{ watt/m}^2$ . secara logaritmik intensitas cahaya matahari optimal mencapai puncaknya antara pukul 11.00 wib samapai dengan pukul 13.00 wib. Dapat dilihat juga bahwa potensial untuk ekstraksi energy matahari cukup baik antara pukul 08.00 wib samapai pukul 15.00 wib dengan intensitas minimal seiktar  $750 \text{ watt/m}^2$  sampai kisaran  $1200 \text{ watt/m}^2$ .

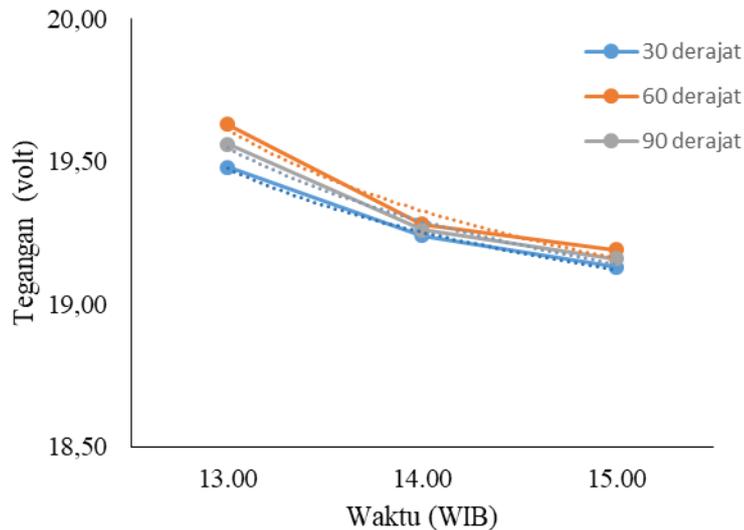


**Gambar 3.** Grafik rata-rata intensitas cahaya matahari di pesisir Tegal pada cuaca cerah

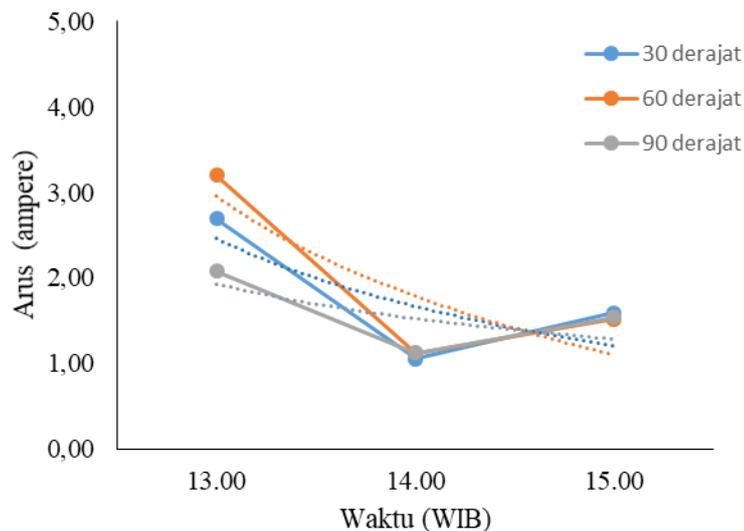
**Tabel 2.** Pengukuran tegangan dan arus keluaran panel surya pada berbagai sudut kemiringan panel.

| No | Waktu (Wib) | Kemiringan Panel (°) | Tegangan, V (Volt) | Arus, I (Ampere) |
|----|-------------|----------------------|--------------------|------------------|
| 1  | 13.00       | 30                   | 19,48              | 2,69             |
|    |             | 60                   | 19,63              | 3,2              |
|    |             | 90                   | 19,56              | 2,08             |
| 2  | 14.00       | 30                   | 19,24              | 1,05             |
|    |             | 60                   | 19,24              | 1,12             |
|    |             | 90                   | 19,26              | 1,12             |
| 3  | 15.00       | 30                   | 19,13              | 1,59             |
|    |             | 60                   | 19,19              | 1,52             |
|    |             | 90                   | 19,16              | 1,54             |

Selanjutnya dilakukan pengukuran tegangan dan arus keluaran dari panel surya dengan variasi perubahan sudut panel surya terhadap arah datang cahaya matahari 30°, 60°, dan 90° miring ke arah utara untuk mengetahui pada sudut miring berapa derajat penyerapan energy surya oleh panel surya terjadi secara optimal. Untuk tujuan ini diambil sampel mulai jam 13.00 wib sampai jam 15.00 wib karena dipandang pengaruh sudut ini terhadap semua waktu dengan perlakuan yang sama akan memberikan karakteristik efek yang sama. Hasil pengukuran diperlihatkan pada tabel 2 dan gambar 4. Dapat dilihat pada table 2 dan gambar 4 bahwa penyerapan daya matahari oleh panel surya optimal terjadi pada sudut panel sebesar 60° miring ke arah utara.



**Gambar 4.** Grafik tegangan keluaran panel surya pada berbagai sudut panel terhadap arah datang cahaya matahari.



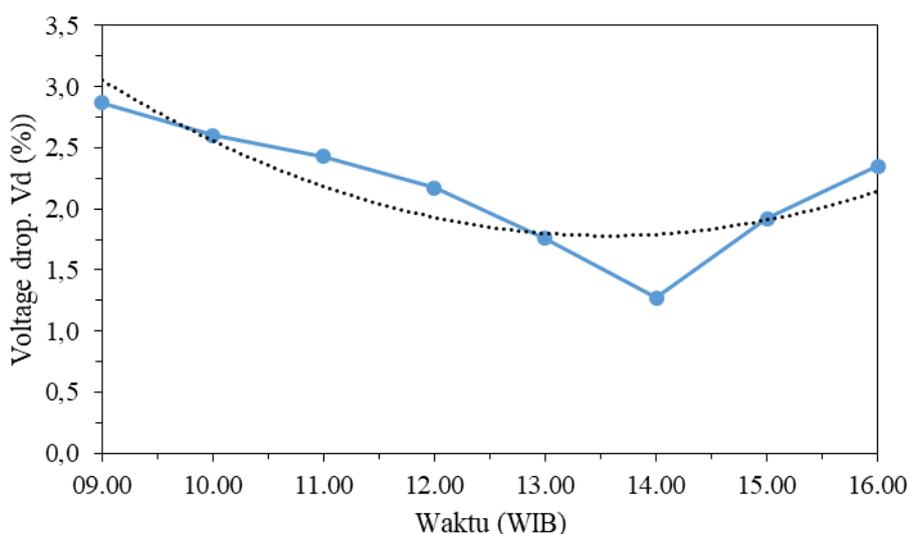
**Gambar 5.** Grafik arus keluaran panel surya pada berbagai sudut panel terhadap arah datang cahaya matahari.

Selanjutnya dilakukan pengujian kinerja rangkaian sistem pompa air tenaga surya dengan posisi panel surya  $60^\circ$  miring ke arah utara yang telah diketahui memberikan dampak penyerapan energi matahari yang paling optimal dibanding dengan sudut-sudut yang lain. Hasil pengujian diperlihatkan pada tabel 3 dan gambar 6. Kinerja rangkaian sistem pompa air tenaga surya ditunjukkan dengan besarnya jatuh tegangan baterai saat sistem pompa air dijalankan (running). Dari tabel 3 dan gambar 6 dapat dilihat bahwa jatuh tegangan baterai yang paling rendah secara logaritmik terjadi sekitar pukul 12.00 wib sampai pukul 14.00 wib. Hal ini menunjukkan bahwa suplai energi matahari terbesar ke dalam baterai terjadi pada pukul 12.00 wib sampai pukul 14.00 wib.

**Tabel 3.** Uji Jatuh tegangan saat pompa dijalankan.

| Pukul | V <sub>m</sub><br>(Volt) | V <sub>p</sub><br>(Volt) | I <sub>p</sub><br>(Ampere) | V <sub>d</sub><br>(%) | Cuaca |
|-------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------|-------|
| 09.00 | 12,19                    | 11,85                    | 82,89                      | 2,87                  | Cerah |
| 10.00 | 12,21                    | 11,9                     | 83,98                      | 2,6                   | Cerah |
| 11.00 | 12,22                    | 11,93                    | 68,35                      | 2,43                  | Cerah |
| 12.00 | 12,22                    | 11,96                    | 75,65                      | 2,17                  | Cerah |
| 13.00 | 12,24                    | 11,05                    | 75,53                      | 1,76                  | Cerah |
| 14.00 | 12,24                    | 11,1                     | 76,71                      | 1,27                  | Cerah |
| 15.00 | 12,18                    | 11,95                    | 75,86                      | 1,92                  | Cerah |
| 16.00 | 12,18                    | 11,9                     | 75,86                      | 2,35                  | Cerah |

Keterangan : V<sub>m</sub> adalah Tegangan batere tanpa beban, V<sub>p</sub> adalah Tegangan batere saat dibebani, I<sub>p</sub> adalah Arus saat dibebani, dan V<sub>d</sub> adalah Prosentase jatuh tegangan saat dibebani.

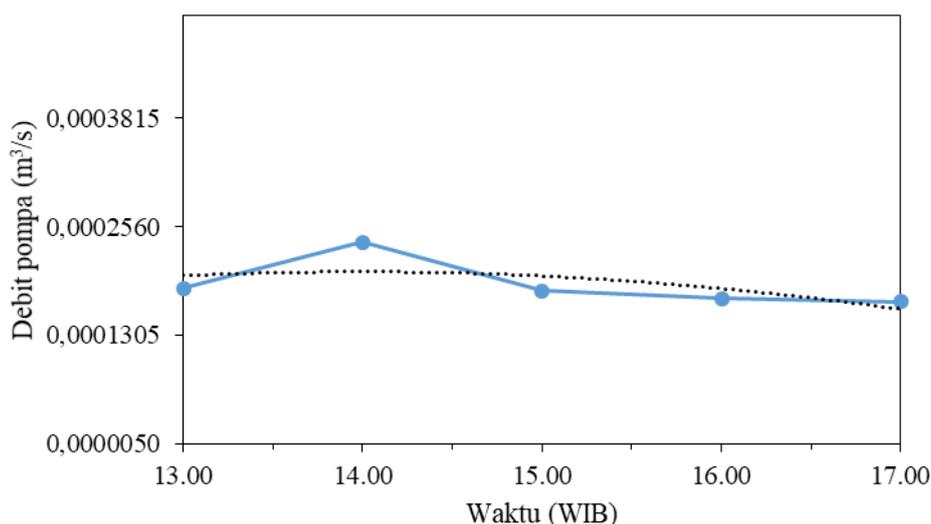


**Gambar 6.** Grafik jatuh tegangan saat pembebanan pompa

Tabel 4 dan gambar 7 memperlihatkan hasil pengukuran debit aliran pompa air tenaga surya yang diambil mulai pukul 12.00 wib sampai pukul 17.00 wib. Pengukuran dilakukan dengan cara menampung air yang dikeluarkan oleh pompa kedalam wadah penampung (ember) setiap jam. Dari table 4 dan gambar 7 dapat diambil pengertian bahwa system pompa air ini mengeluarkan debit terbesarnya pada saat matahari memancarkan intensitas cahayanya secara optimal. Dengan perangkat system pompa air tenaga surya yang dipasang debit rata-rata per-jam yang dikeluarkan sekitar 0,0001894 m<sup>3</sup>/detik atau 11,364 liter/menit atau 681,84 liter/jam dan effisiensi rata-rata 61%. Bila diasumsikan kebutuhan air bersih satu rumah tangga setiap hari 1000 liter (1 m<sup>3</sup>) maka system pompa air ini hanya perlu dijalankan selama 1,47 jam ( sekitar 1,5 jam). Dengan demikian system pompa air tenaga surya ini mampu menyediakan air bersih untuk skala rumah tangga. Apabila diperlukan skala penyediaan output air yang lebih besar maka komponen-komponenya bisa disesuaikan dengan kapasitas pasang yang diharapkan. Jadi system pompa air energy surya layak untuk digunakan sebagai system pompa air yang hemat energy dan ramah lingkungan.

**Tabel 4.** Pengujian Pompa Air Tenaga Surya Pada cuaca cerah dengan tinggi angkat 4 meter

| No | Pukul | Volt<br>(V) | Ampere<br>(I) | Daya electric<br>(Watt) | Daya Aliran<br>(Watt) | Waktu<br>(detik) | Debit air<br>(m <sup>3</sup> /detik) | Efesiensi<br>Pompa (%) |
|----|-------|-------------|---------------|-------------------------|-----------------------|------------------|--------------------------------------|------------------------|
| 1. | 13.00 | 11,79       | 1,18          | 12,24                   | 7,2594                | 12187,2          | 0,000185                             | 0,59                   |
| 2. | 14.00 | 11,79       | 1,18          | 12,24                   | 9,33912               | 9436,2           | 0,000238                             | 0,76                   |
| 3. | 15.00 | 11,73       | 1,17          | 12,07                   | 7,14168               | 12530,4          | 0,000182                             | 0,59                   |
| 4. | 16.00 | 11,73       | 1,17          | 12,07                   | 6,78852               | 12981,6          | 0,000173                             | 0,56                   |
| 5. | 17.00 | 11,76       | 1,18          | 12,21                   | 6,63156               | 14936,4          | 0,000169                             | 0,54                   |



**Gambar 7.** Grafik debit keluaran pompa air

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah radiasi matahari di wilayah Tegal rata-rata sebesar 844,6 watt/m<sup>2</sup> pada cuaca cerah. Penyerapan energy matahari oleh panel surya optimal terjadi pada 50° – 60° miring kearah utara terhadap sudut datang cahaya matahari. Dengan perangkat system pompa air tenaga surya yang dipasang debit rata-rata per-jam yang dikeluarkan sekitar 0,0001894 m<sup>3</sup>/detik atau 11,364 liter/menit atau 681,84 liter/jam dan effisiensi energy rata-rata 61%. Bila diasumsikan kebutuhan air bersih satu rumah tangga setiap hari 1000 liter (1 m<sup>3</sup>) maka system pompa air ini hanya perlu dijalankan selama sekitar 1,5 jam. Dengan demikian system pompa air tenaga surya ini mampu menyediakan air bersih untuk skala rumah tangga. Jadi system pompa air energy surya layak untuk digunakan sebagai system pompa air yang hemat energy dan ramah lingkungan.

### Rekomendasi

Apabila diperlukan skala penyediaan output air yang lebih besar maka komponen-komponennya bisa disesuaikan dengan kapasitas pasang yang diharapkan.

## **Refferensi**

- Dhimas Febriananda Prakoso, (2014). Kinerja Pompa Air Portable Berdasarkan Intentitas Tenaga Surya, vol (3) Februari – Maret.
- Dunlop, J.P, (1997). Batteries in Stand – Alone Photovoiltaic System, Fundamentals and Application, Florida Solar Energy Center ,1997.
- Harsono, H., (2003). Photovoltaic Water pump system, Disertasi, Kochi University of Technology.
- Prasetya, Yoga.2014, “Analisis peningkatan efesiensi penggunaan energi listrik pada sistem pencahayaan dan air cobditiioning (AC) di gedung perpustakaan umum dan arisp daerah Kota Malang”. Malang:Universitas Brawijaya.
- Mustaqim (2016) “Analisa Sudut Serang Bilah Pada Turbin Angin Sumbu Horizontal Enam Bilah Datar Sebagai Penggerak Pompa”, Jurnal. Universitas Pancasakti Tegal.
- Santhiarsa, I.N, Kusuma, I.W., (2005), Kajian Energi Surya Untuk Pembangkit Listrik, Teknologi Elektro, Vol (4) Januari – Juni.
- Taufiq, A, Hendre, A,P. (2010). Penggunaan Solar cell Untuk Sumber Energi Kursi Roda Otomatis dan Monitoring Aki. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Setiono, Iman. 2011. “Efesiensi pemakaian energi Listrik pada lampu penerangan”. Semarang: Universitas Wahid Hasyim.
- Zian Iqtimeal. 2018. “Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Matahari Tenaga Listrik Pompa Air, Vol (4) Januari – Maret