

RANCANG BANGUN DC *SUBMERSIBLE PUMP* SISTEM PHOTOVOLTAIC BATTERY COUPLED DENGAN PANEL SURYA TIPE *POLYCRYSTALLINE* SKALA LABORATORIUM

Bambang Setiawan^{1*}, Gunawan Hidayat¹, Ardi Yulian Candra¹

¹Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jakarta,
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta 10510
Email : *Bambang.setiawan@ftumj.ac.id*

ABSTRAK

Sistem pompa air energi surya dengan *battery coupled* adalah suatu panel surya berfungsi mengubah energi surya menjadi energi listrik. Energi ini di simpan ke baterai sebagai sumber energi listrik untuk pompa air melalui *charge controller*. Penelitian diarahkan pada uji kinerja DC Submersible Pump sistem photovoltaic battery coupled dengan panel surya tipe *polycrystalline* skala laboratorium. Metoda penelitian pada tahap awal berupa perancangan model dan kemudian pengujian prototype model photovoltaic water pump tersebut. Hasil perhitungan teoritik, daya yang mampu dibangkitkan oleh panel surya *polycrystalline* 50 Watt (power) adalah 45.5-watt dengan efisiensi 13%. Dari 3 kali pengujian panel surya *polycrystalline* 50WP yang dilakukan di hari yang berbeda, diketahui bahwa tegangan dan arus pada panel surya yang diuji berbeda-beda hasilnya tergantung dari kondisi cuaca, tepatnya sinar matahari yang mengenai panel surya. Nilai tertinggi didapatkan pada pengujian pertama didapatkan tegangan dihasilkan 20.70 volt, arus dihasilkan 2.39 ampere, dan daya dihasilkan 49.47 watt. Namun untuk nilai rata-rata hasil pengujian kedua, adalah yang terbaik diantara waktu pengujian yang lain dalam hal daya yang dihasilkan oleh panel surya *polycrystalline* 50 Wp, yaitu 40.69 watt. Hasil uji pompa *submersible*, performa ESP dengan koneksi baterai lebih stabil hasilnya, sedangkan koneksi tanpa baterai (langsung) akan menyebabkan performa yang bervariasi.

Kata kunci : DC submersible pump, panel surya tipe *polycrystalline*,

ABSTRACT

Solar water pump system with battery coupled is a solar panel to convert solar energy into electrical energy. This energy is stored to the battery as a source of electrical energy to pump water through a charge controller. The research is directed to the performance test of DC Submersible Pump photovoltaic battery coupled system with laboratory scale polycrystalline-type solar panel. Research method in the early stages of model design and then testing the prototype model of the photovoltaic water pump. Theoretical calculation results, the power that can be generated by a 50 Watt polycrystalline solar panel (power) is 45.5-watt with 13% efficiency. Of the 3 times 50WP polycrystalline solar panel testing performed on different days, it is known that the voltage and current in the solar panels tested vary according to the weather conditions, precisely sunlight on the solar panel. The highest value obtained in the first test obtained voltage generated 20.70 volts, the current generated 2.39 amperes, and power generated 49.47 watts. However, for the average value of the second test result, it is the best among other test times in terms of power generated by 50 Wp polycrystalline solar panel, which is 40.69 watt. The results of submersible pump test, ESP performance with battery connection more stable results, while the connection without battery (direct) will cause a variety of performance.

Keywords: DC submersible pump, polycrystalline type solar panel,

PENDAHULUAN

Menurut Subandi dan Hani, dituliskan bahwa tegangan yang dihasilkan solar sel polycrystalline dengan daya 50WP yaitu berkisar pada 14,8 – 17,5 Volt DC. Tegangan dan arus pada solar sel akan mulai meningkat pada pagi hari pukul 07.00 WIB, kemudian akan mencapai level maksimum pada siang hari pukul 10.00 – 13.00 WIB, dan mulai turun

pada sore hari⁽¹⁷⁾. Menurut Rois AR, Gunawan N, dan Chayun B, dituliskan bahwa kapasitas daya dari sel surya dilambangkan dalam watt peak (Wp) dan diukur berdasarkan standar pengujian internasional yaitu *Standard Test Condition* (STC). Radiasi sinar matahari akan mempengaruhi arus yang dihasilkan oleh sel surya. Semakin tinggi radiasi matahari maka semakin tinggi pula arus yang dihasilkan⁽¹⁵⁾.

Menurut Wahono, Komar, dan Suwardi, dijelaskan bahwa pemilihan ukuran pompa listrik submersible harus sesuai dengan besarnya laju produksi Q yang diharapkan pada *head* yang sesuai. Selain Q , ukuran casing juga merupakan factor yang menentukan dalam pemilihan ukuran pompa listrik submersible yang efektif. Dalam pemilihan ukuran pompa listrik submersible yang akan digunakan selain harus disesuaikan dengan laju produksi yang diharapkan, juga laju produksi tersebut harus dalam range optimum yang disarankan sehingga diperoleh efisiensi seperti yang dianjurkan⁽¹⁹⁾. Hal ini dapat disimpulkan bahwa untuk mendapat laju aliran / debit yang baik maka performa pompa submersible sangat berpengaruh dan karena itu sumber energinya juga sangat berpengaruh terhadap kinerja pompa submersible, karena itulah solar panel juga harus disesuaikan untuk dapat menjadi sumber energi listrik untuk pompa submersible yang akan digunakan.

Solar cell terdiri dari silikon, silikon mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, hujan, mendung) energi listrik yang dihasilkan juga akan berkurang. Dengan menambah *solar cell* (memperluas) berarti menambah konversi tenaga surya. Sel silikon di dalam *solar cell* panel yang disinari matahari/ surya, membuat photon bergerak menuju electron dan menghasilkan arus dan tegangan listrik. Sebuah sel silikon menghasilkan kurang lebih tegangan 0.5 Volt. Jadi sebuah panel surya 12 Volt terdiri dari kurang lebih 36 sel surya (untuk menghasilkan 17 Volt tegangan maksimum). *Solar cell* panel module memiliki kapasitas keluaran: Watt hour. *Solar cell* 50 WP 12 V, memberikan keluaran daya sebesar 50 Watt per hour dan tegangan adalah 12 Volt. Untuk perhitungan daya yang dihasilkan per hari adalah 50 Watt x 5 jam⁽¹³⁾.

Sistem pompa air tenaga surya merupakan pompa air yang memanfaatkan tenaga surya sebagai sumber energinya. Penerapannya pada daerah – daerah terpencil untuk mengatasi kendala ketersediaan tenaga penggerak pompa air. Ada dua jenis sistem pompa air tenaga surya ini yaitu pompa air tenaga surya menggunakan baterai (*battery-coupled*) dan tanpa menggunakan baterai (*direct-coupled*). Pompa air tenaga surya juga diklasifikasikan menurut debit Head (H) dan output, daya yang

diperlukan, dan jenis panel PV digunakan {sel surya dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori sesuai dengan jenis kristal: monocrystalline (17% efisiensi), polycrystalline (efisiensi 15%), dan amorf (efisiensi 7%)⁽⁹⁾.

Besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berbeda– beda tergantung dari jumlah sel surya yang dikombinasikan didalam panel surya tersebut. Keluaran dari panel surya ini adalah berupa listrik arus searah (DC) yang besar tegangan keluarannya tergantung dengan jumlah sel surya yang dipasang didalam panel surya dan banyaknya sinar matahari yang menyinari panel surya tersebut. Prinsip kerja PLTS Energi surya diserap oleh sel surya yang masuk kedalam solar sel, energi yang diserap sel surya menghasilkan keluaran tegangan DC output Positif (+) dan Negatif (-).

Teknologi surya dikategorikan secara umum menjadi: teknologi pasif dan teknologi aktif, tergantung pada cara penyerapan, konversi, dan penyaluran cahaya matahari. Teknologi surya dikategorikan secara umum menjadi: teknologi pasif dan teknologi aktif, tergantung pada cara penyerapan, konversi, dan penyaluran cahaya matahari. Teknologi aktif meningkatkan persediaan listrik dan disebut sebagai teknologi sisi penawaran, sedangkan teknologi pasif mengurangi kebutuhan sumber daya alam lain dan disebut sebagai teknologi sisi permintaan⁽²⁾.

Sistem PV sel merubah energi cahaya matahari menjadi menjadi arus listrik dengan menggunakan fenomena photovoltaic melalui material semikonduktor silicon dan silenium⁽¹⁴⁾. Besarnya arus/tenaga listrik itu tergantung pada jumlah energi cahaya yang mencapai silikon itu dan luas permukaan sel itu⁽³⁾. Polikristal (*Poly-crystalline*) merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Type ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama.

Perhitungan Daya Panel Surya⁽¹⁵⁾

Perhitungan Daya Panel Surya⁽¹⁵⁾

Sebelum mengetahui berapa nilai daya sesaat yang dihasilkan kita harus mengetahui daya yang diterima (Input), dimana daya tersebut adalah perkalian antara intensitas radiasi

matahari yang diterima dengan luas PV *module* dengan persamaan:

$$P_{in} = I_r \times A \times \text{eff} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

- Pin: Daya Input akibat *irradiance* matahari
- Ir: Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)
- A: Luasan area permukaan *photovoltaic module* (m²)
- Eff: Efisiensi panel surya

Sedangkan untuk besarnya daya *solar cell* (Pout) yaitu perkalian tegangan rangkaian terbuka (Voc), Arus hubung singkat (Isc), dan *Fill Factor* (FF) yang dihasilkan oleh sel *Photovoltaic* dapat dihitung dengan rumus :

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \dots \dots \dots (2.2)$$

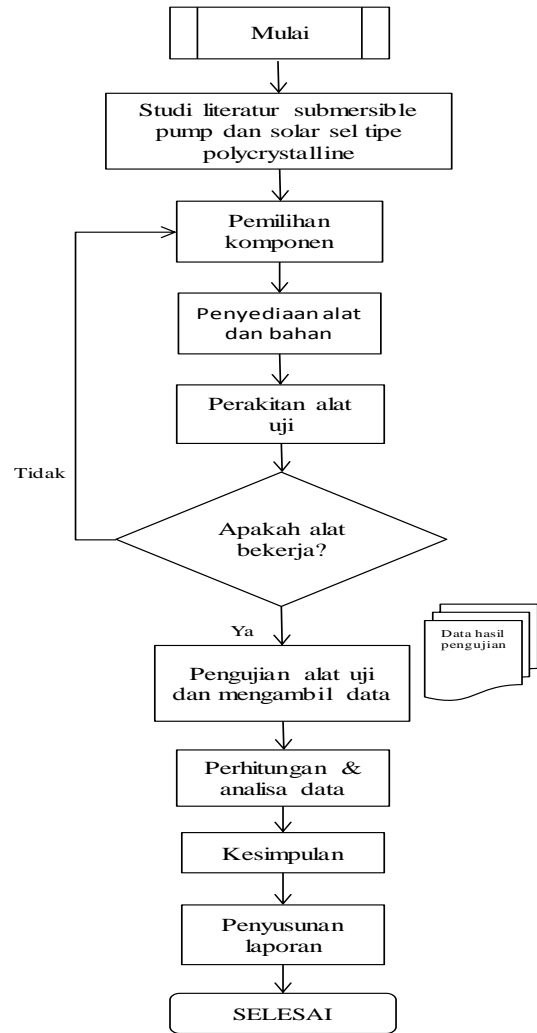
Keterangan:

- Pout: Daya yang dibangkitkan oleh *solar cell* (Watt),
- Voc: Tegangan rangkaian terbuka pada *solar cell* (Volt)
- Isc: Arus hubung singkat pada *solar cell* (Ampere)
- FF: *Fill Factor*
- Nilai FF dapat diperoleh dari rumus:

$$FF = \frac{V_{oc} - \ln(V_{oc} + 0.72)}{V_{oc} + 1} \dots \dots \dots (2.3)$$

Efisiensi yang terjadi pada sel surya adalah merupakan perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dengan energi input yang diperoleh dari *irradiance* matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sesaat pada pengambilan data.
 $\eta = \text{Output/Input}$

METODE PENELITIAN



HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN



Gambar 3.1 : Rangkaian Sistem Submersible Solar Pump.

Tabel 3.1 Hasil pengujian panel surya polycrystalline 31 Desember 2016

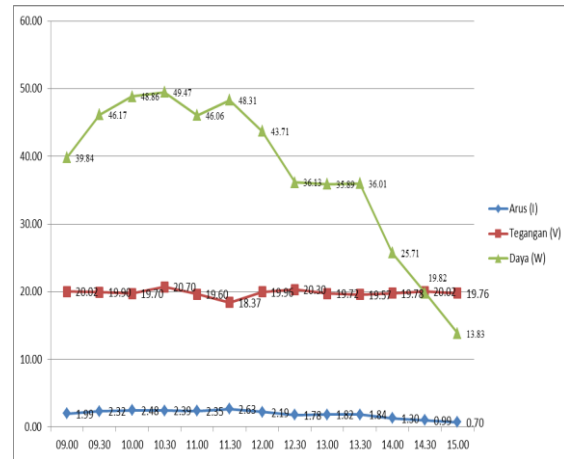
No.	Jam /	Output Panel Surya Polycrystalline 50WP Aktual		
	Waktu	Arus (I)	Tegangan (V)	Daya (W)
1	09.00	1.99	20.02	39.84
2	09.30	2.32	19.90	46.17
3	10.00	2.48	19.70	48.86
4	10.30	2.39	20.70	49.47
5	11.00	2.35	19.60	46.06
6	11.30	2.63	18.37	48.31
7	12.00	2.19	19.96	43.71
8	12.30	1.78	20.30	36.13
9	13.00	1.82	19.72	35.89
10	13.30	1.84	19.57	36.01
11	14.00	1.30	19.78	25.71
12	14.30	0.99	20.02	19.82
13	15.00	0.70	19.76	13.83
Rata-rata		1.91	19.80	37.68

Data pada grafik menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan oleh panel surya polycrystalline beranjak naik dari pukul 09.00 hingga pukul 10.30, dan seterusnya mengalami naik turun. Terlihat juga daya yang dihasilkan mulai turun dari pukul 13.30 hingga 15.00. Banyak faktor yang mempengaruhi naik turunnya daya yang dihasilkan oleh panel surya, bisa karena awan yang mendung, awan yang menghalangi sinar matahari, atau faktor lain yang menghalangi cahaya matahari yang akan diterima oleh panel surya. Tegangan listrik dihasilkan berada pada angka voltage terendah ke tertinggi di kisaran 18.37 – 20.70, dan arus listrik yang dihasilkan cukup bervariasi di kisaran 0.70 – 2.63 ampere.

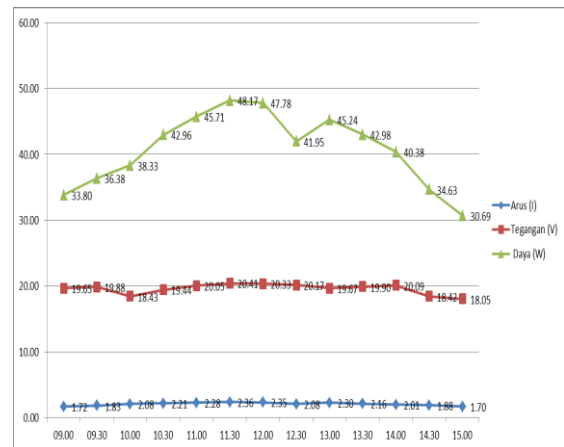
Tabel 3.2 Hasil pengujian panel surya polycrystalline 14 Januari 2017

No.	Jam /	Output Panel Surya Polycrystalline 50WP Aktual		
	Waktu	Arus (I)	Tegangan (V)	Daya (W)
1	09.00	1.72	19.65	33.80
2	09.30	1.83	19.88	36.38
3	10.00	2.08	18.43	38.33
4	10.30	2.21	19.44	42.96
5	11.00	2.28	20.05	45.71
6	11.30	2.36	20.41	48.17
7	12.00	2.35	20.33	47.78
8	12.30	2.08	20.17	41.95

9	13.00	2.30	19.67	45.24
10	13.30	2.16	19.90	42.98
11	14.00	2.01	20.09	40.38
12	14.30	1.88	18.42	34.63
13	15.00	1.70	18.05	30.69
Rata-rata		2.07	19.58	40.69



Gambar 3.2: grafik hasil pengujian pertama



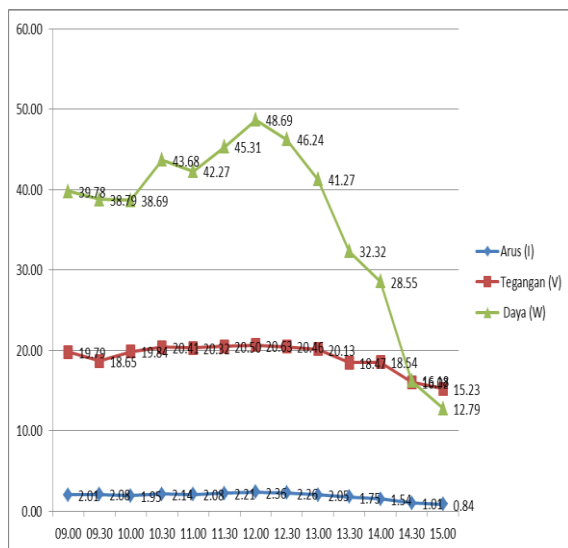
Gambar 3.3: grafik hasil pengujian kedua

Data pengujian kedua, yaitu pada 14 Januari 2017 cuaca dalam keadaan cerah, dan data pada grafik menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan oleh panel surya polycrystalline mengalami kenaikan angka dari pukul 09.00 hingga pukul 12.00. pada pukul 12.30 mengalami penurunan daya yang diakibatkan sinar matahari tidak seterik sebelumnya, namun daya masih dihasilkan terbilang cukup besar di waktu tersebut. Tegangan listrik dihasilkan berada pada angka voltage terendah ke tertinggi di kisaran 18.05 –

20.41, dan arus listrik yang dihasilkan cukup bervariasi di kisaran 1.70 – 2.36 ampere.

Tabel 3.3 Hasil pengujian panel surya *polycrystalline* 15 Januari 2017

No.	Jam / Waktu	Output Panel Surya Polycrystalline 50WP Aktual		
		Arus (I)	Tegangan (V)	Daya (W)
1	09.00	2.01	19.79	39.78
2	09.30	2.08	18.65	38.79
3	10.00	1.95	19.84	38.69
4	10.30	2.14	20.41	43.68
5	11.00	2.08	20.32	42.27
6	11.30	2.21	20.50	45.31
7	12.00	2.36	20.63	48.69
8	12.30	2.26	20.46	46.24
9	13.00	2.05	20.13	41.27
10	13.30	1.75	18.47	32.32
11	14.00	1.54	18.54	28.55
12	14.30	1.01	16.02	16.18
13	15.00	0.84	15.23	12.79
Rata-rata		1.87	19.15	36.50



Gambar 3.4: grafik hasil pengujian ketiga

Pada pengujian ketiga, yaitu Minggu 15 Januari 2017, cuaca tidak begitu cerah pada pukul 13.30 dan seterusnya data yang didapat terus menurun seiring dengan sinar matahari yang terhalang awan. Data pada grafik juga menunjukkan bahwa daya pada saat pukul 15.00 adalah 12.79 watt dan arus yang

dihasilkan hanya 0.84 ampere, maka dari itu daya yang dihasilkan oleh panel surya *polycrystalline* ini adalah data yang terkecil yang didapat dari hasil 3 kali pengujian yang sudah dilakukan.

Tabel 3.4 Data rata-rata 3 kali pengujian panel surya *polycrystalline*

Tgl. Pengujian / rata-rata	Daya rata-rata	Tegangan rata-rata	Arus rata-rata
Data 31 Des 2016	37.68	19.80	1.91
Data 14 Jan 2017	40.69	19.58	2.07
Data 15 Jan 2017	36.50	19.15	1.87

Pengujian Performa Submersible Pump

Tabel 3.5 Hasil pengujian submersible water pump terkoneksi baterai

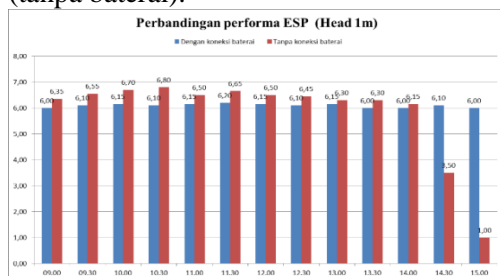
Debit Air ESP Aktual (L/Min) Dengan koneksi ke baterai					
No.	Waktu	Arus (I)	Tegangan (V)	(Head 1M)	(Head 1.5M)
1	09.00	1,99	20,02	6,00	5,15
2	09.30	2,32	19,90	6,10	5,10
3	10.00	2,48	19,70	6,15	5,20
4	10.30	2,39	20,70	6,10	5,15
5	11.00	2,35	19,60	6,15	5,20
6	11.30	2,63	18,37	6,20	5,20
7	12.00	2,19	19,96	6,15	5,25
8	12.30	1,78	20,30	6,10	5,10
9	13.00	1,82	19,72	6,15	5,10
10	13.30	1,84	19,57	6,00	5,20
11	14.00	1,30	19,78	6,00	5,10
12	14.30	0,99	20,02	6,10	5,20
13	15.00	0,70	19,76	6,00	5,15
Rata-Rata		1,91	19,80	6,09	5,16

Data diatas dapat disimpulkan bahwa performa ESP dengan koneksi baterai menunjukkan hasil yang stabil. Dalam hal ini baterai, panel surya, dan beban (pompa *submersible*) dikoneksikan terpusat pada *charge controller*. Jadi arus listrik yang dihasilkan panel surya disimpan ke baterai, lalu baterai memberi arus listrik ke pompa *submersible*.

Debit Air ESP Aktual (L/Min) Tanpa koneksi ke baterai					
No.	Waktu	Arus (I)	Tegangan (V)	(Head 1M)	(Head 1.5M)
1	09.00	1,99	20,02	6,35	5,40
2	09.30	2,32	19,90	6,55	5,65
3	10.00	2,48	19,70	6,70	5,75
4	10.30	2,39	20,70	6,80	5,85
5	11.00	2,35	19,60	6,50	5,50
6	11.30	2,63	18,37	6,65	5,70
7	12.00	2,19	19,96	6,50	5,55
8	12.30	1,78	20,30	6,45	5,40
9	13.00	1,82	19,72	6,30	5,30
10	13.30	1,84	19,57	6,30	5,25
11	14.00	1,30	19,78	6,15	5,15
12	14.30	0,99	20,02	3,50	2,60
13	15.00	0,70	19,76	1,00	0,30
Rata-Rata		1,91	19,80	5,83	4,88

Tabel 3.6 Hasil pengujian submersible water pump tanpa koneksi baterai

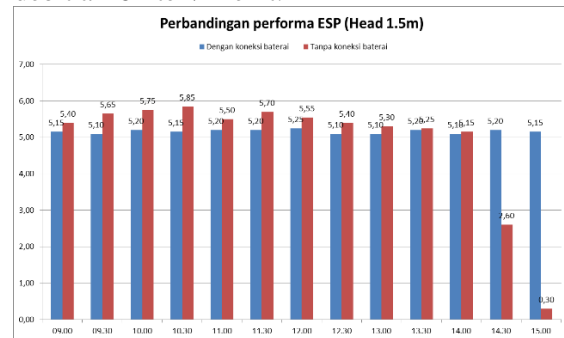
Data diatas dapat disimpulkan bahwa performa ESP tanpa terkoneksi baterai tidak stabil hasilnya. Banyak faktor yang mempengaruhi hasil dari performa pompa *submersible* ini, hal ini dikarenakan daya yang dihasilkan oleh panel surya langsung digunakan untuk sumber energi pompa *submersible* melalui *charge controller* saja (tanpa baterai).



Gambar 3.2 Grafik pengujian pompa *submersible* dengan koneksi baterai vs tanpa koneksi baterai pada Head 1m

Pada grafik pengujian diatas menggambarkan kondisi dimana pengujian antara dengan atau tanpa baterai sangat mempengaruhi performa pompa, di jam-jam tertentu pengujian tanpa menggunakan baterai lebih tinggi performanya ketimbang dengan

baterai. Namun beberapa contoh pada jam-jam ketika sinar matahari mulai berkurang, maka performa pompa juga akan menurun jika tanpa menggunakan baterai. Bisa dilihat pada pukul 14.30 - 15.00 terjadi ketimpangan performa yang sangat jauh antara dengan dan tanpa baterai, dengan baterai pompa submersible hampir stabil di tiap waktunya, sedangkan tanpa baterai debit air yang dihasilkan bahkan hanya 1 liter / menit di jam 15.00, padahal dengan baterai pompa mampu menghasilkan debit air 6 liter / menit.



Gambar 3.3 Grafik pengujian pompa *submersible* dengan koneksi baterai vs tanpa koneksi baterai pada Head 1.5m

Pada grafik pengujian diatas menggambarkan kondisi dimana pengujian antara dengan atau tanpa baterai dengan Head 1.5 meter. Sama halnya dengan pengujian di Head 1 meter , didapatkan data pada pukul 14.30 - 15.00 terjadi ketimpangan performa yang sangat jauh antara dengan dan tanpa baterai, dengan baterai pompa *submersible* dapat menghasilkan debit air 5.15 liter/menit, sedangkan tanpa koneksi baterai pompa *submersible* hanya mampu menghasilkan 0.3 liter air / menit.pada pukul 15.00 hal ini dikarenakan sinar matahari mulai berkurang dan mempengaruhi performa pompa air tenaga surya yang diuji.

KESIMPULAN

Dari 3 kali pengujian panel surya *polycrystalline* 50WP yang dilakukan di hari yang berbeda, diketahui bahwa tegangan dan arus pada panel surya yang diuji berbeda-beda hasilnya tergantung dari kondisi cuaca, tepatnya sinar matahari yang mengenai panel surya. Nilai tertinggi didapatkan pada pengujian pertama tanggal 31 Desember 2016 pada pukul 10.30, yaitu didapatkan tegangan dihasilkan 20.70 volt, arus dihasilkan 2.39

ampere, dan daya dihasilkan 49.47 watt. Namun untuk nilai rata-rata hasil pengujian yang dihasilkan, pada tanggal 14 Januari 2017 adalah yang terbaik diantara waktu pengujian yang lain dalam hal daya yang dihasilkan oleh panel surya *polycrystalline* 50 Wp, yaitu 40.69 watt. Sedangkan nilai minimal yang diperoleh adalah pada pengujian tanggal 15 Januari 2017, yaitu diperoleh daya rata-rata 36.50 watt, lebih kecil ketimbang nilai rata-rata dihari pengujian lainnya. Sedangkan waktu yang terendah pada hari itu adalah pada pukul 15.00 yaitu didapatkan tegangan 15.23 volt, arus 0.84 ampere, dan daya 12.79 watt.

Pada perhitungan teoritikal, daya yang mampu dibangkitkan oleh panel surya polycrystalline 50wp adalah 45.5 watt dengan efisiensi 13%. Sedangkan pada *output* rata-rata yang mampu dihasilkan panel surya yaitu mendapatkan hasil yang berbeda antara hasil actual dan hasil teoritikal, yaitu berada pada selisih angka kisaran 7.16 – 8.06 watt. Pada baterai yang digunakan yaitu 3Ah 12 volt, baterai yang digunakan dapat terisi penuh dalam waktu 3 jam jika arus yang masuk 3 ampere (sesuai data spesifikasi baterai) dan jika dihasilkan daya oleh baterai yaitu 36Wh. Dan sesuai data spesifikasi pompa, maka pompa akan dapat bekerja sekitar 2 jam 24 menit.

Diperlukan setting manual terhadap arah sinar matahari datang untuk mendapat hasil maksimal, yaitu pada saat matahari di posisi mula (jam 09.00-12.00) dan posisi setelah tengah (jam 12.00-15.00). Digunakan baterai dan *charge controller* untuk sistem pompa submersible tenaga surya ini karena untuk menjaga kestabilan proses kerja pompa. Baterai juga digunakan untuk starting awal saat pengujian pompa submersible tanpa koneksi baterai, yaitu dimaksudkan untuk menghidupkan *charge controller*.

Pada pengujian pompa *submersible*, performa ESP dengan koneksi baterai lebih stabil hasilnya, sedangkan koneksi tanpa baterai (langsung) akan menyebabkan performa yang bervariasi, bahkan pada pengujian pukul 15.00 hanya didapat debit air 0.3 liter pada head 1.5 meter dan didapat debit air 1 liter pada head 1 meter. Hal ini dikarenakan performa panel surya sangat mempengaruhi performa ESP itu sendiri. Seharusnya pada saat itu ESP tidak bekerja dikarenakan daya yang ada tidak cukup kuat untuk memberi energi pada pompa, daya dihasilkan hanya 13.83 watt sedangkan

pompa submersible membutuhkan daya 15 watt. Pompa bekerja tidak maksimal atau tersendat – sendat, hal ini dikarenakan pada waktu tersebut terkadang matahari yang tertutup awan, beberapa saat kemudian menyinari panel surya kembali dan seterusnya pada waktu tersebut. Karena itulah debit air yang dihasilkan sangatlah kecil jumlahnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Controller, <http://dayasurya.weebly.com/>. Tanggal akses 15 Oktober 2016
- Anonim. Energi surya, https://id.wikipedia.org/wiki/Energi_surya. Tanggal akses 2 Oktober 2016
- Anonim. Info mengenal teknologi solar pv. <http://solarsuryaindonesia.com/>. Tanggal akses 8 Oktober 2016
- Anonim. Mengetahui krisis dan kebutuhan energi listrik di Indonesia, <http://www.dekso.co.id/>. Tanggal akses 8 Oktober 2016
- Anonim. Pengertian baterai dan jenis-jenis baterai. <http://teknikelektronika.com/>. Tanggal akses 16 Oktober 2016
- Anonim. Pengertian arus listrik ac dan dc. <http://www.miung.com/2013/05/>. Tanggal akses 12 November 2016
- Anonim. Pompa Air Tenaga Surya, <http://sanfordlegenda.blogspot.co.id/2013/01/>. 2013. Tanggal akses 22 Oktober 2016
- B.Eker. 2005. "Solar powered water pumping system", ISSN 1312-1723, Trakia journal of sciences, Vol 3, no.7, PP 7-11, 2005.
- Budi Hartono dan Purwanto, 2015. "Perancangan Pompa Air Tenaga Surya Guna Memindahkan Air Bersih Ke Tangki Penampung" SINTEK VOL 9 NO 1 ISSN 2088-9038.
- Dedy. Memahami pompa rendam submersible pump, <http://dedylondong.blogspot.co.id>. 2012. Tanggal akses 8 Oktober 2016
- Igor J.Karassik, and Roy Carter, 1986, Centrifugal Pumps, New York : McGraw Hill
- Kementrian ESDM. Energi surya dan pengembangannya di Indonesia. <http://www.esdm.go.id/berita/323-energi-baru-dan-terbarukan/2846->

- Muhammad Irwansyah dan Didi Istardi., Pompa Air Aquarium Menggunakan Solar Panel. Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Batam, Parkway Street, Batam Center, Batam 29461, Indonesia.
- Mukesh Kumar Gupta dan Rohit Jain, 2013. MPPT Simulation with DC Submersible Solar Pump using Output Sensing Direct Control Method and Cuk Converter. International Journal of Renewable Energy Research, Mukesh Kumar Gupta et al., Vol.3, No.1.
- Rois AR, Gunawan N, dan Chayun B., Analisa Performansi dan Monitoring Solar Photovoltaic System (SPS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Tuban Jawa Timur” JURNAL TEKNIK POMITS.
- Shiv Lal, Pawan Kumar and Rajeev Rajora, 2013. Performance analyses of photovoltaic based submersible water pump” Shiv Lal et al. / International Journal of Engineering and Technology (IJET) Vol.5 No.2.
- Subandi dan Slamet Hani, 2015. Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan Solar Cell. Jurnal Teknologi Technoscientia Issn: 1979-8415 Vol. 7 No. 2 Februari 2015.
- Sularso, dan Haruo Tahara. 1986. Pompa dan Kompresor. Jakarta : Pradya Pramitha
- Wahono, syamsul Komar, dan Fuad rusydi suwardi, 2015. Evaluasi pompa ESP terpasang untuk optimasi produksi minyak PT. Pertamina asset I field ramba. Jurnal teknik kimia No. 1, Vol. 21.
- www.Ebay.com. Tanggal akses 24 Desember 2016
- www.en.indotrading.com. Tanggal akses 22 Desember 2016
- www.ur.jakart.com. Tanggal akses 22 Desember 2016