

REKAYASA ENERGI TERBARUKAN POMPA AIR BERTENAGA SURYA MENGGUNAKAN *SWITCH REMOTE CONTROL WIRELESS*

Renewable Energy Engineering Solar Powered Water Pump Using Wireless Remote Control Switch

Christian Soolany^{1,*}

¹ Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap, Fakultas Teknologi Industri, Teknik Mesin Cilacap, Indonesia

* Email: christiansoolany@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2022.3.2.8410>

Naskah ini diterima pada 15 November 2022; revisi pada 5 Desember 2022; disetujui untuk dipublikasikan pada 26 Desember 2022

ABSTRAK

Pompa air umumnya menggunakan sumber listrik yang berasal dari bahan bakar fosil untuk menggerakkan listrik, salah satu contohnya adalah menggunakan listrik yang berasal dari PLN, salah satu kendala yaitu mati listrik yang mengakibatkan pompa air tidak dapat beroperasi. Untuk mengatasi permasalahan ini yaitu dengan memanfaatkan energi yang berasal dari cahaya matahari yang ditangkap dengan menggunakan panel surya sebagai alternatif energi untuk menggerakkan pompa air. Tujuan penelitian ini yaitu menghasilkan pompa air yang digerakan dengan tenaga cahaya matahari dan mengetahui debit airan yang dihasilkan serta efektivitas waktu penggunaan pompa air. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental dengan memasang remote switch control wireless pada pompa air yang sebagai pemutus/penghubung arus pompa sehingga dapat menghidupkan dan mematikan hingga jarak 100 meter. Pompa ini dilengkapi Controller 30 A output 12 V dengan nilai toleransi $\pm 10\%$ yang berfungsi mencari titik daya maksimum akibat perubahan cuaca sehingga titik daya maksimum panel sesuai kondisi dan Baterai panel 12 V 60 A untuk membackup pompa air 12 V 180 Watt. Panel yang digunakan 200 WP dengan max power voltage 21.2V dan maxpower current 12.2 Ampere, low voltage 10.9 V dan low current 11.1 A. Berdasarkan penelitian pompa panel menghasilkan rata-rata debit air pada malam 1,411.032 L/Jam dengan tegangan 10.9 V dan siang sebesar 1,404.48 L/Jam dengan tegangan 12.9 V sedangkan Efektivitas waktu penggunaan pompa air pada pukul 12.00 WIB dengan tegangan tertinggi 21.2 V.

Kata kunci: Pompa Air, Cahaya Matahari, Panel Surya, Debit Aliran, Efektifitas

ABSTRACT

Water pumps generally use a source of electricity from fossil fuels to generate electricity, one example is using electricity from the National Electric Company, one of the obstacles is a power outage which results in the water pump not being able to operate. To overcome this problem, by utilizing energy derived from sunlight captured by using solar panels as alternative energy to drive water pumps. The purpose of this research is to produce a water pump powered by sunlight and to find out the resulting water discharge and the time effectiveness of using the water pump. The method used in this study is experimental by installing a wireless remote control switch on the water pump which acts as a breaker/connector for the pump flow so that it can turn on and off up to a distance of 100 meters. This pump is equipped with a Controller 30 A output of 12 V with a tolerance value of $\pm 10\%$ which functions to find the maximum power point due to weather changes so that the panel's maximum power point is according to conditions and a 12 V 60 A panel battery to back up the 12 V 180 Watt water pump. The panel used is 200 WP with a max power voltage of 21.2V and a max power current of 12.2 Ampere, a low voltage of 10.9 V, and a low current of 11.1 A. Based on research the panel pump produces an average water discharge at night of 1,411.032 L/hour with a

voltage of 10.9 V and a day of 1,404.48 L/hour with a voltage of 12.9 V while the effectiveness of using the water pump at 12.00 WIB with the highest voltage of 21.2 V.

Keywords: Water Pumps, Sunlight, Solar Panels, Flow Rate, Effectiveness

PENDAHULUAN

Air adalah kebutuhan dasar manusia, baik dari kebutuhan sehari – hari seperti minum, memasak, maupun keperluan sanitasi dan kebutuhan untuk pertanian (Hartono, 2015). Ketersediaan air yang cukup bagi masyarakat terkadang menjadi masalah, terutama untuk daerah yang ketersediaan sumber air terbatas atau sumber air tanah jauh dari tempat tinggal. Pompa air secara umum adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluid) dari suatu tempat ke tempat lain melalui saluran (pipe) dengan menggunakan tenaga listrik untuk mendorong air yang dipindahkan secara terus menerus. Disaat pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan di sisi tekanan dan di sisi bagian hisap, perbedaan tekanan tersebut dihasilkan dari sebuah mekanisme yang terjadi pada roda impeler yang membuat keadaan sisi hisap menjadi tidak bergerak. Perbedaan inilah yang menghisap cairan sehingga dapat berpindah dari suatu reservoir ke tempat lain.

Pompa air awalnya ditemukan oleh seorang ilmuwan bernama Al- Jazari di abad ke 12 diwilayah Mesopotamia pada tahun 1174 (Zaenuddin, 2015). Cara kerja pompa air yaitu mendorong air dari sumbernya yang kemudian dipindahkan secara terus menerus dengan memanfaatkan impeler. Prinsip kerja dari impeler sendiri berfungsi menciptakan tekanan fluida, untuk ditarik lewat dasar sumber air menuju tempat tujuan. Produksi pembangkit listrik Indonesia pada tahun 2018 mencapai 283.8 TWh dengan 56.4 % berasal dari batubara, gas 20%, dan BBM 6.3% sedangkan untuk energi baru dan terbarukan (EBT) masih 17.1 % (Suharyati, 2019).

Cadangan energi yang berasal dari bahan bakar fosil di seluruh dunia diperkirakan hanya sampai 40 tahun untuk minyak bumi, 60 tahun untuk gas alam, dan 200 tahun untuk batu bara. Kondisi keterbatasan sumber energi di tengah semakin meningkatnya kebutuhan energi dunia dari tahun ketahun (pertumbuhan konsumsi energi tahun 2004 saja sebesar 4,3 persen), serta untuk melindungi bumi dari pemanasan global dan polusi lingkungan membuat tuntutan untuk segera mewujudkan teknologi baru bagi sumber energi yang terbarukan (Widodo dan Nasution, 2016).

Listrik yang berasal dari PLN maupun non-PLN telah tersambung pada jaringan PLN (on grid) untuk disalurkan pada masyarakat. Dominasi penggunaan energi listrik tak terbarukan seperti, batubara, gas, minyak bumi akan terus mengalami penurunan. Penggunaan energi listrik tak terbarukan juga berdampak terhadap meningkatnya pemanasan global. Pembakaran dari bahan bakar fosil akan berdampak langsung terhadap efek rumah kaca sehingga menyebabkan terjadinya pemanasan global yang lebih cepat. Perlu dilakukan langkah pencegahan untuk mengembangkan energi listrik yang ramah lingkungan dan terbarukan (Mohamad, 2013).

Pengoperasian pompa air saat ini masih banyak menggunakan sumber aliran listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara) karena didorong dengan jumlah pelanggan listrik PLN di Kabupaten Cilacap yang Mencapai 80.840 ribu. Masalah yang sering terjadi dari penggunaan sumber listrik PLN yaitu ketika terjadi pemadaman listrik bergilir yang tiap tahunnya 12,72 jam per pelanggan PLN belum termasuk gangguan seperti kerusakan tak terduga dan perawatan trafo gardu PLN yang bisa seharian pemadamannya maka pompa air tidak dapat beroperasi (Mulyana, 2020). Oleh karena itu diperlukan energi alternatif untuk menyelesaikan permasalahan ini, salah satunya adalah pemanfaatan energi tenaga surya. Potensi energi matahari di Indonesia dapat dimanfaatkan sepanjang hari, hal ini sangat menguntungkan untuk membangkitkan energi listrik dengan menggunakan sel surya (Rahardjo, 2008).

Energi tenaga surya merupakan salah satu bentuk penerapan energi baru dan terbarukan. Tenaga surya merupakan energi matahari yang diubah melalui fotovoltaiik menjadi energi listrik (Honora, 2018). Indonesia merupakan negara tropis dengan lama penyinaran matahari yang cukup lama dan memiliki potensi pengembangan energi listrik tenaga surya mencapai 207.8 GWp (Suharyati, 2019). Radiasi sinar matahari di Indonesia memiliki nilai yang relative tinggi yaitu rata – rata 4.5 kWh/m²/hari. Sehingga sangat berpotensi digunakan pompa air bertenaga surya (Bachtiar, 2006).

Tenaga surya dimanfaatkan sebagai salah satu sumber tenaga dari pompa air. Penggunaan pompa air DC (Direct Current) merupakan pilihan yang baik karena mampu menaikkan air sampai 3,2 meter dengan debit 38% lebih besar dibandingkan pompa air AC (Alternating Current) dengan penggunaan daya yang sama (Ariawan *et al.*, 2013). Pemanfaatan cahaya matahari sebagai sumber energi listrik merupakan energi terbarukan dan ramah lingkungan. Cara kerja dari pompa air tenaga surya dengan swich remote control wirelesss dimulai ketika solar panel menerima energi matahari, energi tersebut diteruskan ke solar charge controller. Perbedaan dari pompa air tenaga surya lainnya yaitu jenis pompa DC yang digunakan karena mempunyai daya hisap 10 meter sampai 12 meter dan dilengkapi dengan swith remote control yang dapat dimatikan atau dihidupkan dengan jarak tertentu atau tanpa menyentuh saklar di rangka panel surya karena menggunakan remote control. Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan yaitu mengetahui debit aliran yang dihasilkan oleh pompa tenaga surya dan untuk mengetahui efektivitas penggunaan pompa air tenaga surya dengan remote control wireles.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan dari bulan Januari–Juni tahun 2022. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap perancangan pompa air tenaga surya dengan *switch remote control wireless* dan uji pompa air tenaga surya dengan *switch remote control wireless*. tahap pertama untuk alat yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1 dan bahan yang digunakan perancangan ditunjukkan Tabel 2.

Tabel 1. Alat perancangan pompa

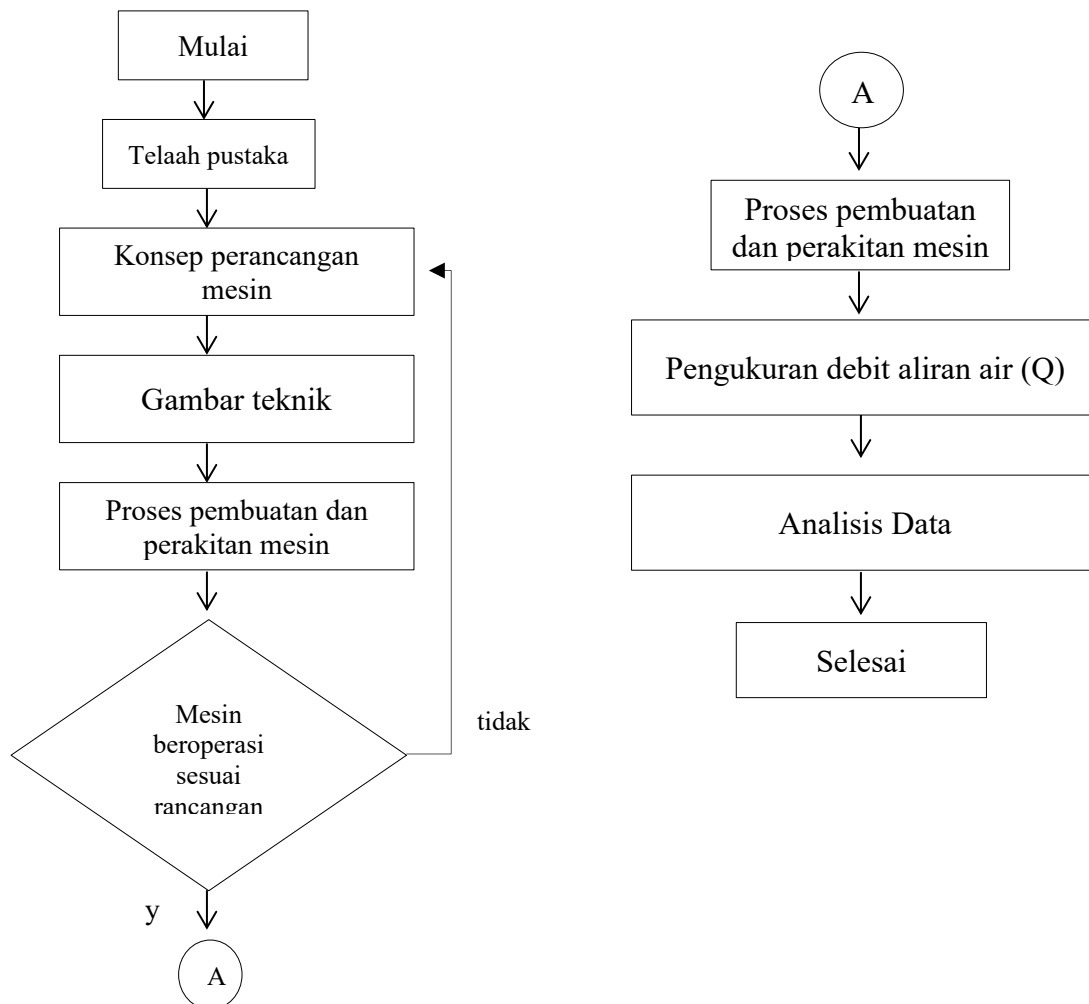
No	Nama Alat	Jumlah
1	Gerinda tangan	1 Buah
2	Penggaris siku	1 Buah
3	Meteran Roll	1 Buah
4	Satu Set Kunci	1 Set
5	Obeng	1 Set
6	Bor tangan	1 Buah
7	Palu	1 Buah
8	Multimeter Digital	1 Buah

Tabel 2. Bahan perancangan pompa

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Panel Surya 200 WP	1 Buah
2	Pompa Air DC 12 V	1 Buah
3	PWM 50 A	1 Buah
4	Besi Siku Lubang 3.6 x 3.6	2 Batang
5	Plat Siku Lubang 3.6 x 3.6	16 Buah
6	Baut + Mur 10	48 Buah

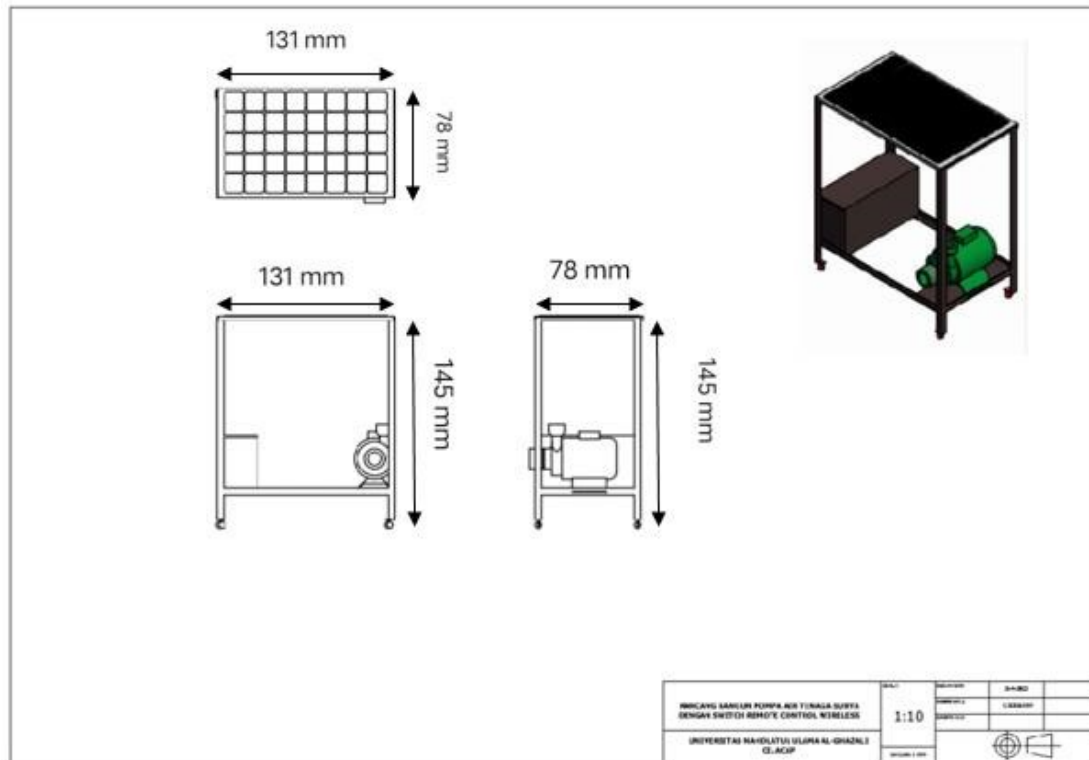
7	Kabel 2 x 0.75 mm	15 Meter
8	Selang Air 3/8 inch	20 Meter
9	Mini Roda Rak	4 Buah
10	Panel Box 20 mm x 20 mm	1 Buah
11	Stand Fuse & Fuse 10 A	1 Buah
12	Remote Control Wireless 12 V	1 Buah
13	Foot Klep Valve 3/8 Inch	1 Buah

Prosedur pada penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu tahap perencanaan, tahap pembuatan dan tahap pengujian. Tahap perencanaan terdiri dari studi literatur dan gambar Teknik. Studi literatur dilakukan yaitu mencari referensi untuk pemilihan metode yang tepat pada penelitian ini dan perkembangan penelitian sampai dengan saat ini. Gambar Teknik yaitu proses membuat ukuran, komponen, dan material dari mesin pompa yang akan dirancang. Tahap pembuatan meliputi proses pembuatan rancangan mesin pompa air bertenaga surya sesuai dengan gambar Teknik yang dibuat. Tahap pengujian meliputi proses kinerja mesin pompa air, pengukuran debit dan data analisis. Tahapan prosedur penelitian disajikan pada Gambar 1.

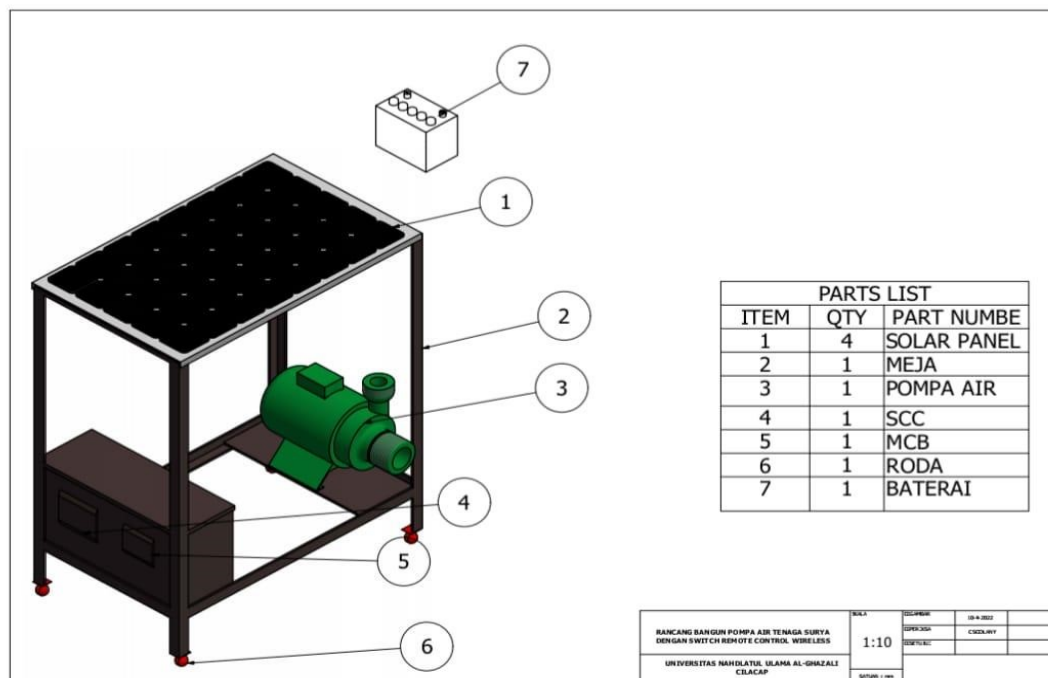


Gambar 1. Prosedur Penelitian

Untuk gambar Teknik dari rancangan pompa air ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan bagian – bagian pompa air bertenaga surya.



Gambar 2. Rancangan pompa air tenaga surya



Gambar 3. Bagian – bagian pompa air bertenaga surya

Adapun untuk ukuran (dimensi) dari masing–masing bagian adalah sebagai berikut ini:

- 1) Dimensi (cm) Panel Surya : 129 cm x 76 cm x 3.5 cm
- 2) Dimensi (cm) stand Panel Surya : 131 cm x 78 cm x 100 cm
- 3) Dimensi (cm) pompa : 24 cm x 11 cm x 15 cm

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah pompa air tenaga surya dengan *switch remote control wireless* dapat bekerja dengan baik dan sesuai harapan atau tidak. Ada 2 faktor dalam pengujian pompa air tenaga surya ini, yaitu:

- a) Pengujian *starting* artinya alat dapat nyala atau tidak saat *remote control* di *on*.
- b) Pengujian lama kinerja pompa air 12 v untuk pengoprasian artinya pengujian ini dimaksudnya untuk mengetahui alat pompa air tenaga surya ini dapat berfungsi secara normal atau tidak dan untuk mengetahui seberapa lama pompa air dapat berjalan apabila pada posisi malam hari apakah layak atau tidak untuk digunakan dalam jangka panjang, karena kelayakan mesin dapat dilakukan dan diketahui dengan mengevaluasi kesesuaian kinerja pada pompa air tenaga surya dengan rancangan. Pengujian ini sangat perlu dilakukan karena sebagai langkah pengecekan antara rencana yang dibuat dengan hasil yang didapat.

Tahapan ini melakukan pengujian terhadap pompa air tenaga surya dengan *switch remote control wireless* yang sudah dibuat. Pengujian dilakukan dengan 5 kali percobaan dan dilakukan pada malam dan siang untuk mengukur Debit (Q) air yang dihasilkan dari pompa air tenaga surya.. Pengujian jarak *remote control wireless* dilakukan percobaan sebanyak 5 kali dengan setiap jarak yaitu 10 m, 20 m, 30 m, 40 m, 50 m. untuk pengujian efektifitas dibagi 2 kondisi yaitu kondisi pagi dan kondisi malam. Kondisi pagi diambil data pukul 10.00, 11.00, 12.00, 13.00, 14.00. untuk malam hari hanya satu waktu pada pukul 19.00 kondisi tanpa cahaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Rancangan Mesin Pompa Air Tenaga Surya

Pompa air tenaga surya dengan *Switch Remote Control* merupakan rekayasa teknologi dibidang energi terbarukan dengan prinsip memanfaatkan panel surya untuk menyerap cahaya matahari yang selanjutnya di konversi menjadi energi listrik dimana energi listrik ini yang menggerakkan pompa air. Solusi ini menjadi penting dalam menyelesaikan sebuah permasalahan yang terjadi di masyarakat pedesaan yang mengandalkan listrik dari PLN untuk menghidupkan pompa air untuk memenuhi kebutuhan ketersediaan air rumah tangga bahkan atau untuk pertanian. Hasil rancangan pompa air betenaga surya ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil rancangan pompa air tenaga surya dengan switch remote control

Rancangan uji fungsional pompa air tenaga surya dengan *switch remote control* yaitu terdiri dari: **Rangka:** Rangka pompa air tenaga surya dengan *switch remote control wireless* berfungsi sebagai tempat komponen dan sekaligus sebagai penopang panel surya yang dilengkapi dengan 4 buah roda agar mudah dipindahkan. Rangka ini terbuat dari besi siku dengan ketebalan besi rangka yaitu 3 mm yang menghabiskan 5 batang besi siku dengan panjang perbatang 3 m dengan ini untuk membuat rangka alat ini menghabiskan 15 m. Besi siku yang dikaitkan dengan baut dan mur yang dibentuk balok yaitu merupakan rangka pompa air tenaga surya dengan *switch remote control wireless* dengan ukuran rangka Panjang 131 cm tinggi : 145 cm dan lebar 78 cm. Rangka yang sudah dirakit ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangka

Box panel control adalah sebuah komponen dipompa air tenaga surya ini yang berfungsi sebagai tempat atau wadah unit komponen kontrol seperti PWM/SCC, Battery 12V 60 A, *Mini Circuit Breaker* (MCB), *Box MCB*, *Main Component Wireless*, *Voltmeter Digital* agar terlindung dari sinar matahari atau percikan air. Box panel control ini terbuat dari kayu triplex dengan ketebalan 8 mm yang dilapisi dengan dempul dan dicat agar mampu bertahan lama. Ukuran box panel control yaitu Panjang = 76 cm, Lebar 30 cm, dan Tinggi 40 cm. Gambar 6 menunjukkan *box panel control*.



Gambar 6. Box Panel Control

Box panel control ini juga dilengkapi dengan lubang ventilasi kecil untuk sirkulasi udara agar suhu didalam tetap terjaga dengan baik dan juga terdapat engsel dan pengunci di *box panel control* agar dapat dibuka atau ditutup untuk mengontrol kondisi komponen didalam box panel control dalam kondisi baik atau tidak.

Panel surya adalah salah satu bagian komponen paling penting dari pompa air tenaga surya dengan *switch remote control wireless* karena panel surya adalah komponen yang berfungsi menangkap cahaya sinar matahari untuk dikonversikan menjadi energi listrik yang kemudian diteruskan ke *solar charge controller* untuk melakukan pengisian baterai dengan arus yang stabil atau sekaligus untuk menggerakkan pompa air. Arus yang di hasilkan panel surya sangat fluktuatif dan sangat tergantung pada panas sinar matahari pada posisi panas terik matahari panel dapat bertegangan 20.9 Volt namun pada posisi mendung arus yang dihasilkan panel surya dapat dibawah 12 Volt. Panel surya yaitu alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai "cahaya listrik". Sel surya bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi. Pada pompa air tenaga surya ini menggunakan panel surya berjenis monocrystalline yang berkapasitas 200 Wp yang mempunyai tingkat efisiesi paling tinggi dibandingkan dengan jenis panel surya lainnya yaitu sekitar 15 % - 20%. Berikut adalah gambar panel surya yang dipakai pada alat ini. Ukuran panel surya 200 Wp yaitu Panjang 129 cm, lebar 76 cm, tebal 3.5 cm.

B. Uji kinerja pompa air tenaga surya

Kinerja pompa air tenaga surya dengan *switch remote control wireless* yaitu bertujuan untuk mengetahui kinerja pompa air tenaga surya dengan *switch remote control wireless* apakah dapat beroperasi dengan baik atau tidak agar nantinya saat digunakan dalam jangka waktu yang lama dapat memberikan hasil yang maksimal dan dapat bertahan lama dalam penggunaannya. Maka dari itu perlunya uji kinerja pompa air tenaga surya ini agar dapat mengevaluasi kinerja dari pompa air tenaga surya ini, supaya alat semakin baik lagi dalam beroperasi. Uji kinerja pompa air tenaga surya dilakukan minimal melakukan 2 kali percobaan pengujian agar dapat hasil yang diharapkan agar dapat dijadikan bahan untuk evaluasi kinerja pompa air tenaga surya dengan *switch remote control wireless* ini. Ada beberapa tahap pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kinerja pompa air tenaga surya ini agar dapat beroperasi dengan baik. Hasil pengujian untuk debit aliran Ketika kondisi pagi hari ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Kinerja Debit Pompa kondisi pagi

Percobaan	Waktu (Menit)	Volume (L)	Tegangan Pompa (V)	Debit Aliran (L/Jam)
1	1	25,08	12,9	1504,8
2	1	22,99	12,9	1379,4
3	1	22,99	12,9	1379,4
4	1	22,99	12,9	1379,4
5	1	22,99	12,9	1379,4
Rata - Rata	1	23,408	12,9	1404,48

Berdasarkan data yang diperoleh dari percobaan yang disajikan dalam bentuk tabel debit terbesar yaitu 1504,8 L/jam dilakukan pukul 10.00 dengan tegangan yang dihasilkan 12.9 v. Rekayasa konversi energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik untuk pompa air bisa diterapkan dan menjadi solusi untuk permasalahan pompa air yang tergantung pada sumber energi listrik yang berasal dari energi fosil.

Data hasil pengujian selanjutnya pada kondisi malam hari menghasilkan data seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Pengukuran debit aliran pompa air tenaga surya

Percobaan	Waktu (Menit)	Volume (L)	Tegangan Pompa (V)	Debit Aliran (L/Jam)
1	1	25,186	10,9	1511,16
2	1	23,1	10,9	1386

3	1	23,1	10,9	1386
4	1	23,1	10,9	1386
5	1	23,1	10,9	1386
Rata - Rata	1	23,5172	10,9	1411,032

Berdasarkan data yang diperoleh dari percobaan yang disajikan dalam bentuk tabel debit terbesar yaitu 1511,16 L/jam dilakukan pukul 19.00 dengan tegangan yang dihasilkan 10.9 v. Kinerja yang masih cukup bagus ini dikarenakan baterai mampu menyimpan dengan baik sumber listrik yang sebelumnya diperoleh dari energi cahaya matahari.

Pengujian jarak *real remote control wireless* dimaksudkan untuk mengetahui seberapa jauh jarak yang bisa dijangkau *remote control wireless* ini. Pengujian ini dilakukan agar nantinya pompa air tenaga surya dengan *switch remote control wireless* dapat beroperasi dan bekerja dengan baik. Pengujian ini dilakukan sebanyak 11 kali dengan jarak yang sudah ditentukan.

Tabel 5. Pengukuran jarak remote control

No	Jarak (m)	On/Off
1	10	On
2	20	On
3	30	On
4	40	On
5	50	On
6	60	On
7	70	On
8	80	On
9	90	On
10	100	On
11	110	Off

Berdasarkan data tabel diperoleh data bahwa remote control mampu berkerja dari jarak 10 m dan maksimal adalah 100 m, sedangkan pada kondisi 110 m remote control sudah tidak dapat bekerja. Adapun untuk pengukuran efektifitas waktu penggunaan pompa ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Efektifitas waktu penggunaan pompa air tenaga surya

No	Waktu	Tegangan (v)
1	Pukul 10.00	13.5 V
2	Pukul 11.00	18.9 V
3	Pukul 12.00	21.2 V
4	Pukul 13.00	20.9 V
5	Pukul 14.00	18.4 V
Rata - Rata		18.5 V

Bisa dilihat dari tabel percobaan diatas bahwasanya pukul 12.00 WIB adalah waktu yang sangat efektif untuk menggunakan alat ini atau untuk melakukan mencharge pompa panel surya. Dari data diatas kita mengetahui bahwa pukul 12.00 WIB panel surya mampu menghasilkan tegangan 21,2 V atau tegangan tertinggi dibanding dengan 4 waktu yang lain dalam percobaan ini sehingga

didapat tegangan rata-rata panel surya sebesar 18.5V. Pengujian ini dilakukan agar penulis dan pembaca bisa mengetahui karakteristik alat ini sehingga bisa dilakukan evaluasi apabila terjadi suatu kendala pada alat ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan dari penelitian mengenai rekayasa energi terbarukan pompa air bertenaga surya maka dapat ditarik kesimpulan antara lain: (1) rekayasa energi terbarukan menggunakan energi cahaya matahari dapat menjalankan pompa air dengan baik yang mampu di kendalikan menggunakan remote control menghasilkan debit air rata-rata debit air pada malam 1,411.032 L/Jam dengan tegangan 10.9 V dan siang sebesar 1,404.48 L/Jam dengan tegangan 12.9 V dan (2) efektivitas waktu penggunaan pompa air pada pukul 12.00 WIB dengan tegangan tertinggi 21.2 V.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariawan, A.T., Partha, T.I. and Wijaya, I.W.A., 2013. Perbandingan Penggunaan Motor Dc Dengan Ac Sebagai Penggerak Pompa Air Yang Disuplai Oleh Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts). Prosiding Csgteis 2013.
- Bachtiar, M., 2006. Prosedur perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk perumahan (solar home system). SMARTek, 4(3).
- Hartono, B. and Purwanto, P., 2015. Perancangan pompa air tenaga surya guna memindahkan air bersih ke tangki penampung. SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 9(1).
- Honora, P., 2018. Pemanfaatan Tenaga Surya Sebagai Penggerak Pompa Air Dc Pada Tanaman Hidroponik (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Mohamad, N.R., Soh, A.S.A.M., Salleh, A., Hashim, N.M.Z., Aziz, M.Z.A.A., Sarimin, N., Othman, A. and Ghani, Z.A., 2013. Development of aquaponic system using solar powered control pump. Journal of Electrical and Electronics Engineering, 8, pp.01-06.
- Mulyana, R. (2020). *Angka Pemadaman Listrik 2020*.
- Rahardjo, A., Wahab, H. and Safruddin, H., 2008. Optimalisasi pemanfaatan sel surya pada bangunan komersial secara terintegrasi sebagai bangunan hemat energi.
- Suharyati, P. S. H. , W. J. L. , dan P. N. I. (2019). *Indonesia Energi Outlook 2019*.
- Widodo, P. and Nasution, D.A., 2016, August. Rekayasa disain pompa tenaga surya untuk irigasi budidaya bawang merah di lahan kering. In Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian.
- Zaenuddin. (2015). *Asal Usul Benda Benda di Sekitar Kita Tempo Doeloe "Pertama Pompa Air Ditemukan di Dunia."*