

TUGAS AKHIR

UJI KINERJA POMPA AIR TENAGA SURYA DENGAN *SWITCH REMOTE CONTROL WIRELESS*



**TITO ADITYO
18212011031**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI CILACAP
CILACAP**

2024

PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Tito Adityo
NIM : 18212011031
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri / Teknik Mesin
Tahun : 2023
Judul Tugas Akhir : Uji Kinerja Pompa Air Tenaga Surya Dengan *Switch Remote Control Wireless*

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini benar-benar orisinal/asli dibuat oleh saya sendiri, tidak ada pihak lain yang membuat laporan ini, tidak ada unsur plagiat kecuali pada bagian-bagian yang disebutkan rujukannya. Jika suatu hari ditemukan adanya indikasi dibuat oleh pihak lain atau plagiat, maka saya bersedia menerima konsekuensi dari institusi.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran tanpa ada paksaan.

Cilacap, 6 September 2023
Yang Menyatakan



Tito Adityo
NIM. 18212011031

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Sebagai Civitas Akademik Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Tito Adityo
NIM : 18212011031
Prodi : Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas tugas akhir saya yang berjudul: **“Uji Kinerja Pompa Air Tenaga Surya Dengan *Switch Remote Control Wireless*”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Adanya Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) berhak menyimpan, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada unsur paksa dari pihak lain.

Cilacap, 6 September 2023
Yang Menyatakan



Tito Adityo
NIM. 18212011031

NOTA KONSULTAN

Hal : Naskah Laporan Tugas Akhir Tito Adityo

Lamp : -

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Teknologi Industri
UNUGHA Cilacap
Di –
Cilacap

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, mengkoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka konsultan berpendapat bahwa Laporan Tugas Akhir saudara:

Nama : **Tito Adityo**
NIM : 18212011031
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri / Teknik Mesin
Judul skripsi : Uji Kinerja Pompa Air Tenaga Surya dengan Switch Remote Control Wireless

Telah dapat diajukan kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh gelar Strata Satu (S-1) Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Cilacap, 8 Januari 2024
Konsultan



Frida Amriyati Azzizzah, M.Pd.
NIDN. 0607049101

PENGESAHAN

Tugas Akhir Saudara,

Nama : **Tito Adityo**
NIM : 18212011031
Judul : Uji Kinerja Pompa Air Tenaga Surya dengan Switch Remote Control Wireless

Telah disidang Tugas Akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal :

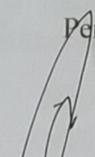
Kamis, 30 November 2023

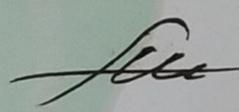
Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata 1 (S.1) Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

Mengetahui,

Penguji 1

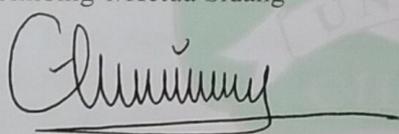
Penguji 2

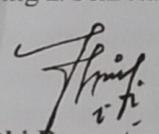

Yunus Ari Rokhim, S.Pd., M.T.
NIDN. 0603078802


Frida Amriyati Azzizzah, M.Pd.
NIDN. 0607049101

Pembimbing 1/Ketua Sidang

Pembimbing 2/Sekretaris Sidang


Christian Soolany, S.TP., M.Si
NIDN. 0627128801


Dhimas Oki Permata Aji, M.Pd.
NIDN. 0612109001

Cilacap, 12 Januari 2024
Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Industri


Christian Soolany, S.TP., M.Si.
NIDN. 0627128801

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada ALLAH S.W.T yang telah melimpahkan rahmat dan karuniahNYA sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Uji Kinerja Pompa Air Tenaga Surya Dengan *Switch Remote Control Wireless***”. yang saya susun untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapat gelar sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap. Penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh pihak yang sudah membantu dalam laporan Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Maka dari itu, penyusun mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

- 1) Allah SWT dengan berkat dan rahmat Nya berupa kesehatan dan juga kelimpahan rezekinya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan baik dan lancar.
- 2) Bapak Drs. KH. Nasrulloh, M.H selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.
- 3) Bapak Christian Soolany, S.TP, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri dan Pembimbing I.
- 4) Bapak Dhimas Oki Permata Aji, M.Pd selaku Kaprodi Teknik Mesin dan Pembimbing II.
- 5) Ibu Frida Amriyati Azzizzah, M.Pd selaku kepala Laboratorium FTI UNUGHA.
- 6) Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin FTI UNUGHA Cilacap.
- 7) Bapak/Ibu Dosen Penguji Sidang Tugas Akhir.
- 8) Bu Umami Rif'ah, S.E, selaku Staf FTI UNUGHA Cilacap.
- 9) Kedua Orang Tua saya yang selalu mendukung dalam menyelesaikan Pendidikan S1 di Teknik Mesin UNUGHA Cilacap
- 10) Istri saya tercinta yang setia memberi dukungan morill dan spiritual.
- 11) Teman – Teman Teknik Mesin Kelas Karyawan Angkatan 2018
- 12) Seluruh Mahasiswa FTI UNUGHA Cilacap
- 13) Kepada Seluruh Pihak yang terlibat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Dengan demikian penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam pembuatan Tugas Akhir ini, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun khususnya untuk pengembangan keilmuan di bidang Teknik Mesin.

Cilacap, 6 September 2023

Yang Menyatakan,

Tito Adityo
NIM. 18212011031

ABSTRAK

Penggunaan energi terbarukan menjadi fokus penting dalam program Pemerintah untuk menghadapi tantangan keberlanjutan energi. Energi surya adalah salah satu sumber energi terbarukan yang potensial di Indonesia dan telah banyak dimanfaatkan dalam masyarakat dan industri. Salah satu aplikasinya adalah pompa air, yang sebelumnya menggunakan listrik dari jaringan PLN atau dari bahan bakar minyak. Untuk mengoptimalkan penggunaan sumber energi surya pada pompa air, dilakukan dengan pengembangan menggunakan sistem *remote switch control wireless* untuk mengatur operasi on/off nya. Prinsip kerjanya pompa air akan digerakan dengan tenaga cahaya matahari dan diukur debit aliran dan efektivitasnya. Ketahanan dari pompa air bertenaga surya yang menggunakan *remote switch control wireless* perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui kondisi optimal dari pompa air bertenaga surya. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pompa air bertenaga surya dan debit aliran yang dihasilkan. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental, dengan variabel pengukuran debit air, head pompa, dan efisiensi pompa. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali percobaan untuk melihat pola sebaran data hasil penelitian, dapat diambil beberapa kesimpulan. Pertama, efisiensi pompa air bertenaga surya dengan remote control switch wireless sekitar 44,925%, mencerminkan tingkat konversi energi matahari menjadi daya mekanis yang cukup baik. Meskipun efisiensi berada di bawah 50%, angka ini masih dapat dianggap baik mengingat kondisi variasi dan keandalan pompa dalam memompa volume air yang cukup besar. Kedua, debit air rata-rata yang berhasil dipompa adalah 24,64 liter, menunjukkan keberhasilan teknologi ini dalam memenuhi kebutuhan air rumah tangga dan pertanian. Ketiga, identifikasi kendala potensial juga memberikan wawasan yang lebih mendalam. Dari sinyal telekomunikasi hingga sosialisasi, kendala yang dihadapi dapat diatasi melalui kolaborasi dengan pihak-pihak terkait dan pendekatan partisipatif. Masyarakat Desa Salebu menjadi fokus utama dalam implementasi ini, dan partisipasi aktif mereka menjadi kunci keberhasilan jangka panjang.

Kata Kunci : Energi terbarukan, pompa air tenaga surya, *remote switch control*, debit aliran, efisiensi

ABSTRACT

The utilization of renewable energy has become a crucial focus in the Government's program to address the challenges of energy sustainability. Solar energy stands out as a potential source of renewable energy in Indonesia and has been widely utilized in both society and industry. One of its applications is in water pumps, which traditionally relied on electricity from the national grid (PLN) or fossil fuels. To optimize the use of solar energy in water pumps, development has been carried out by implementing a remote switch control wireless system to regulate its on/off operations. The working principle involves the pump being powered by sunlight, with the flow rate and effectiveness measured. The resilience of solar-powered water pumps utilizing remote switch control wireless systems requires testing to determine the optimal conditions. Hence, this research aims to investigate the effectiveness and flow rate of solar-powered water pumps. The research methodology employed is experimental, with variables measuring water flow, pump head, and pump efficiency. The testing was conducted through 15 trial runs to observe the data distribution pattern. The research results lead to several conclusions. Firstly, the efficiency of solar-powered water pumps with wireless remote control is approximately 44.925%, reflecting a commendable conversion rate of solar energy into mechanical power. Although the efficiency is below 50%, this figure is considered satisfactory given the conditions of variation and reliability of the pump in pumping substantial water volumes. Secondly, the average water flow pumped is 24.64 liters, demonstrating the success of this technology in meeting the water needs of households and agriculture. The identification of potential obstacles provides deeper insights. Challenges ranging from telecommunication signals to socialization can be overcome through collaboration with relevant parties and a participatory approach. The active participation of the Salebu Village community is the primary focus of this implementation, and their involvement is key to long-term success.

Keywords: *Renewable energy, solar-powered water pump, remote switch control, flow rate, efficiency*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	..... Error!
HALAMAN PENGESAHAN	..... Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	..... vii
ABSTRAK	..... ix
ABSTRACT	..... x
DAFTAR ISI	..... xi
DAFTAR GAMBAR	..... xiii
DAFTAR LAMPIRAN	..... xiv
DAFTAR TABEL	..... xv
BAB I PENDAHULUAN	..... 1
1.1. Latar Belakang	..... 1
1.2. Rumusan Masalah	..... 3
1.3. Batasan Penelitian	..... 4
1.4. Tujuan Penelitian	..... 4
1.5. Manfaat Penelitian	..... 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	..... 7
2.1. Energi Terbarukan	..... 7
2.2. Pompa Air	..... 11
2.3. Pompa Air Tenaga Surya	..... 12
2.4. Uji Kinerja Pompa Air Tenaga Surya	..... 14
BAB III METODE PENELITIAN	..... 16
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	..... 16
3.2. Alat dan Bahan	..... 16
3.3. Prosedur Penelitian	..... 17
3.4. Variabel Pengukuran	..... 21
3.5. Analisis Data	..... 21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	..... 22
A. Pompa Air Tenaga Surya	..... 22

<u>B. Efisiensi Pompa Air Bertenaga Surya</u>	24
<u>C. Implementasi Pompa Air Bertenaga Surya</u>	26
<u>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</u>	29
<u>A. Kesimpulan</u>	29
<u>B. Saran</u>	30
<u>DAFTAR PUSTAKA</u>	31

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar 1. Pompa air berbahan bakar minyak untuk irigasi</u>	2
<u>Gambar 3. Energi terbarukan tenaga surya</u>	7
<u>Gambar 4. Energi terbarukan tenaga angin</u>	8
<u>Gambar 5. Energi terbarukan tenaga air</u>	8
<u>Gambar 6. Energi terbarukan tenaga biomassa</u>	9
<u>Gambar 7. Energi terbarukan tenaga panas bumi</u>	9
<u>Gambar 8. Energi terbarukan ombak laut</u>	10
<u>Gambar 9. Pompa air tenaga surya dengan switch remote control</u>	16
<u>Gambar 10. Diagram alir penelitian</u>	20
<u>Gambar 11. Uji Panel surya dibawah sinar matahari</u>	36
<u>Gambar 12. Uji kinerja remote control wireless</u>	36
<u>Gambar 13. Uji pengukuran debit air pompa tenaga surya ke-1</u>	36
<u>Gambar 14. Uji pengukuran debit air pompa tenaga surya ke-2</u>	36

PDAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Kegiatan Penelitian.....	34
Lampiran 2. Disain Alat Pompa Air Bertenaga Surya.....	35
Lampiran 3. Pengujian Alat Pompa Air Bertenaga Surya	36

DAFTAR TABEL

[Tabel 1. Uji Kinerja Pompa Surya](#) 24

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pompa adalah elemen sistem yang sangat familiar bagi para petani, karena dalam hampir semua situasi, mereka telah menggunakan jenis-jenis pompa serupa (Green, 2017). Wardjito (2012) menjelaskan bahwa pompa berfungsi untuk mengalihkan fluida dari tekanan yang lebih rendah ke tekanan yang lebih tinggi atau dari posisi yang lebih rendah ke posisi yang lebih tinggi (Wardjito, 2012). Pompa sentrifugal merupakan salah satu jenis pompa yang umum digunakan dalam keperluan industri. Setiadi dan Djoni (2013) juga menggambarkan bahwa suatu fluida mendapatkan energi mekanik dari pompa, sehingga mampu mengalir dari satu lokasi ke lokasi lainnya.

Prinsip utama dari pompa adalah menciptakan perbedaan tekanan antara saluran masuk (*suction*) dan saluran keluar (*discharge*) sehingga memungkinkan pergerakan fluida (Setiadi dan I. M. A. Djoni., 2013). Ariawan (2013) menjelaskan bahwa motor arus bolak-balik atau *alternating current* (AC) menggunakan arus listrik yang secara teratur berubah arahnya pada interval waktu tertentu. Motor listrik terdiri dari dua komponen dasar, yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian statis atau diam dalam motor listrik, sedangkan rotor adalah bagian yang berputar dan bertanggung jawab untuk memutar poros motor. Kecepatan motor arus bolak-balik lebih sulit dikendalikan dibandingkan dengan motor arus searah atau *direct current* (DC) (Ariawan, 2013). Gambar 1 menunjukkan pompa air yang biasa digunakan untuk irigasi pertanian.

Yasar *et al.* (2017) telah menyatakan bahwa selama ini, potensi curah hujan dianggap sebagai sumber utama untuk mengairi lahan pertanian dan memenuhi kebutuhan air tanaman tertentu. Namun, gejala perubahan iklim global telah menyebabkan kekhawatiran bahwa mengandalkan sepenuhnya pada air hujan tidak lagi menjadi pilihan yang dapat diandalkan (Yasar, 2017). Lebih lanjut, Setiadi *et al.* (2017) menjelaskan bahwa kebutuhan air irigasi di lahan pertanian, terutama di wilayah persawahan, cenderung meningkat selama musim kemarau. Dampaknya, petani sering kali harus mengandalkan pompa diesel untuk memenuhi kebutuhan air irigasi tersebut (Setiadi, 2017).



Gambar 1. Pompa air berbahan bakar minyak untuk irigasi
(Direktorat Jenderal Prasarana Dan Sarana Pertanian Kementerian
Pertanian, 2019)

Namun, Apribowo et al. (2017) telah menyatakan bahwa penggunaan pompa air berbahan bakar bahan bakar minyak (BBM) menjadi pilihan yang mahal, boros, dan kurang efisien. Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif berupa penggunaan pompa air dengan sumber energi terbarukan, yang diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pertanian bagi para petani (Apribowo, 2017).

Seiring dengan perkembangan teknologi dan pengetahuan, telah banyak ditemukan sumber energi terbarukan yang dapat menggantikan BBM. Salah satunya adalah pemanfaatan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dapat digunakan sebagai sumber energi untuk menggerakkan pompa air (PLTS-Pompa). Gambar 2 menunjukkan PLTS untuk Pompa Air.

Saputra (2015) telah menguraikan bahwa semakin dalam sumber air yang akan dipompa, kinerja pompa air akan semakin optimal, namun waktu yang dibutuhkan untuk mengisi wadah juga akan lebih lama. Selain itu, kinerja panel surya bisa menjadi kurang maksimal jika beban yang harus diatasi melebihi kapasitas yang dihasilkan oleh panel surya. Akibatnya, panel surya memerlukan baterai atau aki sebagai suplai daya tambahan untuk memenuhi kebutuhan energi guna menggerakkan beban (Saputra, 2017).



(PT. Reja Aton Energi (Atonergi), 2023)

Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pompa air bertenaga surya dan debit aliran yang yang dihasilkan menggunakan *remote control switch wireless* yang nantinya penggunaan *remote control switch wireless* sebagai saklar on/off untuk menghidupkan dan mematikan pompa tenaga surya. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi ramah lingkungan yang berkelanjutan dan berdaya guna bagi masyarakat di Desa Salebu Kecamatan Majenang Kabupaten Cilacap.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang dijelaskan pada latar belakang penelitian ini, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana efisiensi pompa air bertenaga surya menggunakan *remote control switch wireless*?
2. Bagaimana debit aliran pompa air yang menggunakan tenaga surya berbasis *remote control switch wireless*?

3. Apakah kendala yang akan dihadapi dalam mengimplementasikan pompa air bertenaga surya berbasis *remote control switch wireless* di Desa Salebu Kecamatan Majenang Kabupaten Cilacap?

1.3. Batasan Penelitian

Adapun batasan Penelitian ini mencakup:

- 1) Penelitian ini akan difokuskan pada pengujian kinerja pompa air tenaga surya dengan sistem *remote control switch wireless*.
- 2) Pengujian ini menggunakan pompa air sentrifugal yang biasa digunakan dalam aplikasi pertanian.
- 3) Variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah efisiensi pompa air bertenaga surya, debit aliran air yang dihasilkan, serta performa *remote control switch wireless*.
- 4) Pengujian akan dilakukan pada skala laboratorium dan skala kecil yang representatif.
- 5) Identifikasi implementasi Pompa Surya jika diterapkan di Desa Salebu Kecamatan Majenang Kabupaten Cilacap.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui efisiensi pompa air bertenaga surya menggunakan *remote control switch wireless*.
2. Mengetahui debit aliran pompa air yang menggunakan tenaga surya berbasis *remote control switch wireless*.
3. Mengidentifikasi kendala yang akan dihadapi jika pompa air tenaga surya berbasis *remote control switch wireless* diimplementasikan ke Desa Salebu Kecamatan Majenang Kabupaten Cilacap.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan antara lain :

- 1) Manfaat bagi Masyarakat
 - a) Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam mengairi lahan pertanian atau kebutuhan air lainnya. Penggunaan pompa air bertenaga surya dengan sistem *remote control switch wireless*

dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi non-terbarukan, seperti bahan bakar minyak, sehingga dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan dampak negatif terhadap lingkungan.

- b) Implementasi teknologi ini berpotensi meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan mengurangi biaya operasional bagi masyarakat, terutama para petani atau pihak yang membutuhkan pasokan air dengan biaya yang lebih rendah dan terjangkau.
- c) Penerapan pompa air bertenaga surya berbasis remote control switch wireless dapat meningkatkan akses dan ketersediaan air untuk pertanian dan keperluan air lainnya di daerah-daerah terpencil atau yang sulit dijangkau oleh infrastruktur listrik konvensional.

2) Manfaat bagi Peneliti

- a) Peneliti akan memperoleh pemahaman mendalam tentang efisiensi dan kinerja pompa air bertenaga surya menggunakan sistem remote control switch wireless dalam konteks aplikasinya di pertanian atau kebutuhan air lainnya. Hal ini dapat memberikan kontribusi pada pengetahuan ilmiah dan teknologi di bidang energi terbarukan dan penggunaannya pada sistem pompa air.
- b) Penelitian ini dapat memperluas wawasan peneliti dalam mengembangkan dan menguji teknologi inovatif yang berpotensi menjadi solusi yang relevan bagi masalah ketersediaan air dan keberlanjutan energi di masyarakat.
- c) Hasil penelitian ini berpotensi menjadi dasar untuk penelitian lanjutan atau pengembangan teknologi lebih lanjut dalam bidang energi terbarukan, sehingga meningkatkan kontribusi peneliti dalam menciptakan dampak positif bagi masyarakat dan lingkungan.

3) Manfaat bagi Universitas

- a) Penelitian ini akan meningkatkan reputasi universitas dalam bidang riset dan inovasi teknologi terbarukan. Dengan berkontribusi pada

pengembangan teknologi ramah lingkungan, universitas dapat menjadi pusat pengetahuan dan sumber rujukan dalam bidang energi terbarukan.

- b) Penelitian ini juga berpotensi meningkatkan keterlibatan universitas dalam proyek-proyek dan kolaborasi dengan pihak industri, pemerintah, dan masyarakat dalam menerapkan teknologi pompa air bertenaga surya dengan sistem remote control switch wireless pada skala yang lebih luas.
- c) Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan ajar dalam kurikulum pendidikan teknik dan teknologi, sehingga dapat memperkaya pembelajaran mahasiswa dan menginspirasi generasi muda untuk berkontribusi dalam pengembangan energi terbarukan dan teknologi berkelanjutan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah sumber energi yang berasal dari alam dan dapat diperbaharui secara terus-menerus. Penggunaan energi terbarukan dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang menyebabkan polusi dan pemanasan global (Notosudjono, D. 2018). Beberapa jenis energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan antara lain:

1) Tenaga Surya

Energi surya merupakan energi yang dihasilkan dari sinar matahari. Panel surya digunakan untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik. Keuntungan penggunaan energi surya adalah sumbernya yang melimpah, ramah lingkungan, dan dapat diakses di berbagai lokasi.

Tenaga Surya: Menggunakan panel surya untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Gambar 3 menunjukkan energi terbarukan dari tenaga surya.



Gambar 2. Energi terbarukan tenaga surya

2) Tenaga Angin

Energi angin digunakan untuk menghasilkan energi listrik melalui turbin angin. Keuntungan energi angin adalah sumbernya yang melimpah, tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca, dan dapat dihasilkan di daerah dengan angin yang cukup kuat.

Tenaga Angin: Menggunakan turbin angin untuk menghasilkan energi listrik dari angin. Gambar 4 menunjukkan energi terbarukan tenaga angin.



Gambar 3. Energi terbarukan tenaga angin

3) Tenaga Air

Energi air dimanfaatkan melalui pembangkit listrik tenaga air. Air yang mengalir digunakan untuk menggerakkan turbin yang kemudian menghasilkan energi listrik. Keuntungan energi air adalah sumbernya yang melimpah, dapat diandalkan, dan tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca.

Tenaga Air: Menggunakan pembangkit listrik tenaga air yang menggunakan air yang mengalir untuk menggerakkan turbin. Gambar 5 menunjukkan energi terbarukan tenaga air.



Gambar 4. Energi terbarukan tenaga air

4) Biomassa

Biomassa adalah bahan organik yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Biomassa dapat berasal dari limbah pertanian, limbah industri, atau biomassa hutan. Biomassa dapat digunakan untuk menghasilkan energi termal atau energi listrik. Gambar 6 menunjukkan energi terbarukan tenaga biomassa

Biomassa: Menggunakan bahan organik seperti limbah pertanian atau limbah industri untuk menghasilkan energi termal atau energi listrik.



Gambar 5. Energi terbarukan tenaga biomassa

5) Tenaga Panas Bumi

Tenaga panas bumi merupakan energi yang dihasilkan dari panas bumi di dalam bumi. Tenaga panas bumi dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga panas bumi.

Tenaga Panas Bumi: Menggunakan panas bumi di dalam bumi untuk menghasilkan energi listrik. Gambar 7 menunjukkan energi terbarukan tenaga panas bumi



Gambar 6. Energi terbarukan tenaga panas bumi

6) Energi Ombak Laut

Energi ombak laut dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik melalui turbin ombak. Keuntungan energi ombak laut adalah sumbernya yang melimpah dan dapat dihasilkan di daerah pantai.

Energi Ombak Laut: Menggunakan turbin ombak untuk menghasilkan energi listrik dari gelombang laut. Gambar 8 menunjukkan energi terbarukan ombak laut.



Gambar 7. Energi terbarukan ombak laut

7) Energi Geothermal

Energi geothermal merupakan energi yang dihasilkan dari panas bumi di dalam bumi. Energi geothermal dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga geothermal.

Energi Geothermal: Menggunakan panas bumi di dalam bumi untuk menghasilkan energi listrik.

8) Energi Hidrogen

Energi hidrogen merupakan energi yang dihasilkan dari reaksi kimia antara hidrogen dan oksigen. Energi hidrogen dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif untuk menghasilkan energi listrik.

Energi Hidrogen: Menggunakan reaksi kimia antara hidrogen dan oksigen untuk menghasilkan energi listrik.

9) Energi Nuklir

Energi nuklir merupakan energi yang dihasilkan dari reaksi nuklir. Penggunaan energi nuklir masih kontroversial karena berpotensi menghasilkan limbah radioaktif yang berbahaya.

10) Energi Gelombang

Energi gelombang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik melalui turbin gelombang. Keuntungan energi gelombang adalah sumbernya yang melimpah dan dapat dihasilkan di daerah pantai.

Energi Gelombang: Menggunakan turbin gelombang untuk menghasilkan energi listrik dari gelombang laut.

Dengan memanfaatkan energi terbarukan, kita dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang semakin langka dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Namun, pengembangan energi terbarukan masih menghadapi beberapa tantangan, seperti biaya investasi awal yang tinggi dan ketergantungan pada kondisi alam seperti sinar matahari atau kecepatan angin. Oleh karena itu, peran pemerintah dalam pengembangan energi terbarukan sangat penting untuk memberikan dukungan dan insentif bagi penggunaan energi terbarukan.

2.2. Pompa Air

Pompa air merupakan salah satu komponen vital dalam sistem irigasi dan distribusi air. Menurut Green et al. (2017), pompa air digunakan untuk mengalirkan fluida dari tekanan yang lebih rendah ke tekanan yang lebih tinggi atau dari posisi yang lebih rendah ke posisi yang lebih tinggi (Green, 2017). Wardjito (2012) menjelaskan bahwa pompa air memiliki peran krusial dalam memindahkan air dari sumbernya ke area yang membutuhkan air, seperti lahan pertanian atau infrastruktur air. Pompa air juga penting dalam penyediaan air minum, sistem pembersihan, dan berbagai kebutuhan air lainnya. Penerapan teknologi pompa air yang efisien menjadi kunci dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan air (Wardjito, 2012).

Terdapat berbagai jenis pompa air yang digunakan dalam berbagai aplikasi. Salah satu jenis utama adalah pompa sentrifugal. Setiadi dan Djoni (2013) menyatakan bahwa pompa sentrifugal bekerja dengan memutar impeller

untuk menghasilkan gaya sentrifugal yang mendorong fluida masuk dan keluar melalui saluran tertentu. Pompa ini efisien dan sering digunakan dalam keperluan industri dan pertanian. Selain itu, terdapat juga pompa jet yang menggunakan prinsip hisap dan dorong untuk memindahkan air. Menurut Hill (2018), pompa jet sering digunakan dalam aplikasi domestik, seperti untuk memompa air dari sumur dangkal atau untuk keperluan pembersihan (Hill, 2018).

Efisiensi pompa air merupakan faktor penting dalam penentuan kinerja dan biaya operasionalnya. Yasar et al. (2017) menjelaskan bahwa efisiensi pompa air diukur berdasarkan perbandingan daya keluaran dengan daya masukan yang digunakan. Pompa air yang efisien akan menghasilkan lebih banyak air yang dipindahkan dengan menggunakan daya yang lebih sedikit. Hal ini akan mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional, serta mengurangi dampak lingkungan melalui penggunaan sumber daya yang lebih efisien.

Dalam upaya mencari solusi energi yang ramah lingkungan, energi terbarukan semakin banyak diintegrasikan dalam sistem pompa air. Salah satu pilihan yang menarik adalah penggunaan energi surya untuk menggerakkan pompa air. Apribowo et al. (2017) menjelaskan bahwa pompa air bertenaga surya menggunakan panel surya untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik yang digunakan untuk mengoperasikan pompa air. Keuntungan utama dari sistem ini adalah bahwa energi surya bersifat terbarukan dan bersih, sehingga mengurangi emisi gas rumah kaca yang berdampak negatif terhadap lingkungan jika berlebihan.

2.3. Pompa Air Tenaga Surya

Pompa air tenaga surya merupakan aplikasi penting dari energi surya dalam bidang pengairan dan distribusi air. Menurut Yasar *et al.* (2017), teknologi ini menggunakan panel surya untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik, yang kemudian digunakan untuk menggerakkan pompa air. Penggunaan energi surya sebagai sumber daya untuk mengoperasikan pompa air merupakan langkah progresif menuju penggunaan energi terbarukan dan ramah lingkungan dalam sektor irigasi dan pengairan. Dengan keuntungan energi surya yang bersifat terbarukan dan tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca, pompa air tenaga surya berpotensi mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Efisiensi dan kinerja pompa air tenaga surya menjadi hal yang krusial dalam menjamin ketersediaan air dengan biaya operasional yang efisien. Wardjito (2012) menjelaskan bahwa faktor-faktor seperti intensitas sinar matahari, suhu lingkungan, dan keberadaan teknologi pengatur daya akan mempengaruhi efisiensi dan kinerja pompa air. Penelitian oleh Setiadi dan Djoni (2013) menunjukkan bahwa optimasi dari desain pompa air dan penempatan panel surya menjadi penting untuk mencapai efisiensi yang maksimal. Selain itu, kinerja pompa air tenaga surya dapat dioptimalkan dengan menggunakan sistem remote control switch wireless yang memungkinkan pengaturan on/off pompa secara efisien.

Penerapan pompa air tenaga surya berbasis remote control switch wireless memberikan beberapa manfaat. Menurut Apriowo et al. (2017), pompa air ini memiliki biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan dengan pompa tradisional yang menggunakan bahan bakar minyak. Teknologi ini juga memberikan fleksibilitas bagi pengguna dalam mengatur pengoperasian pompa air sesuai dengan kebutuhan air yang berbeda-beda. Penggunaan pompa air tenaga surya juga dapat meningkatkan akses dan ketersediaan air di daerah-daerah terpencil atau yang sulit dijangkau oleh infrastruktur listrik konvensional.

Studi kasus oleh Saputra (2015) melaporkan tentang implementasi pompa air tenaga surya dengan sistem remote control switch wireless pada lahan pertanian di daerah terpencil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi ini secara signifikan meningkatkan ketersediaan air untuk irigasi dan meningkatkan produktivitas pertanian. Selain itu, penggunaan energi surya juga membantu mengurangi biaya operasional, sehingga memberikan dampak positif bagi ekonomi petani dan lingkungan sekitar .

Penerapan pompa air tenaga surya berbasis remote control switch wireless masih menghadapi beberapa tantangan. Ariawan (2013) menyatakan bahwa intensitas sinar matahari yang bervariasi dan kondisi cuaca yang tidak selalu bersahabat dapat mempengaruhi kinerja pompa air. Selain itu, penggunaan teknologi remote control switch wireless memerlukan sumber daya listrik tambahan dari baterai atau aki untuk mengontrol pompa air secara nirkabel, yang dapat mempengaruhi efisiensi dan biaya operasional. Upaya pengembangan lebih

lanjut diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja pompa air tenaga surya, termasuk peningkatan teknologi pengatur daya, penempatan panel surya yang optimal, dan pengembangan sistem pengendalian yang lebih canggih.

2.4. Uji Kinerja Pompa Air Tenaga Surya

- Definisi dan Tujuan Uji Kinerja

Uji kinerja pada pompa air tenaga surya merupakan proses evaluasi dan pengukuran untuk menilai sejauh mana pompa dapat beroperasi dengan efisiensi dan efektivitas yang optimal. Menurut Yasar et al. (2017), uji kinerja dilakukan untuk memastikan pompa air tenaga surya berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Tujuan utama dari uji kinerja adalah untuk mengidentifikasi potensi perbaikan dan pengembangan pada sistem pompa air tenaga surya, sehingga dapat meningkatkan ketersediaan air dan mengoptimalkan penggunaan energi surya.

- Parameter Kinerja yang Diuji

Dalam uji kinerja pompa air tenaga surya, terdapat beberapa parameter yang diuji untuk mengevaluasi performanya. Wardjito (2012) menyatakan bahwa parameter utama yang diukur adalah efisiensi pompa, yang merupakan perbandingan antara daya keluaran dengan daya masukan. Selain itu, debit aliran pompa juga diukur untuk mengetahui seberapa banyak air yang dapat dipindahkan oleh pompa dalam satuan waktu. Pramono et al. (2017) menambahkan bahwa pengukuran head pompa, yaitu perbedaan tekanan antara saluran masuk dan saluran keluar pompa, juga penting dalam uji kinerja pompa air tenaga surya.

- Metode Uji Kinerja

Ada beberapa metode yang digunakan dalam uji kinerja pompa air tenaga surya. Setiadi dan Djoni (2013) menyatakan bahwa metode eksperimental adalah salah satu metode yang umum digunakan, di mana pompa diuji di lapangan atau laboratorium dengan mengukur parameter kinerja yang relevan. Metode lain yang sering digunakan adalah simulasi dan pemodelan numerik menggunakan perangkat lunak komputer untuk memprediksi kinerja pompa dalam berbagai kondisi operasi. Studi oleh Saputra (2015) juga menunjukkan bahwa uji kinerja dapat dilakukan dengan membandingkan data eksperimental dengan data desain atau model untuk mengidentifikasi penyimpangan dan potensi perbaikan.

- Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kinerja Pompa Air Tenaga Surya

Kinerja pompa air tenaga surya dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Ariawan (2013), intensitas sinar matahari, suhu lingkungan, dan kebersihan panel surya dapat mempengaruhi efisiensi pompa. Selain itu, keberadaan sistem pengatur daya, seperti sistem remote control switch wireless, juga berperan dalam mengoptimalkan kinerja pompa air tenaga surya. Pramono et al. (2017) menekankan pentingnya perawatan dan pemeliharaan rutin pada pompa air tenaga surya untuk menjaga kinerjanya tetap optimal.

- Signifikansi Uji Kinerja Pompa Air Tenaga Surya

Uji kinerja pompa air tenaga surya memiliki signifikansi penting dalam pengembangan teknologi ini. Dengan melakukan uji kinerja secara berkala, pengguna dapat memastikan bahwa pompa beroperasi secara efisien dan efektif sesuai dengan kebutuhan air yang berbeda. Hal ini akan mengurangi biaya operasional, meningkatkan produktivitas, dan memberikan dampak positif terhadap lingkungan. Selain itu, hasil dari uji kinerja juga dapat digunakan sebagai referensi dalam pengembangan teknologi dan peningkatan kualitas pompa air tenaga surya di masa depan.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 12 bulan dimulai dari Bulan Desember 2022 – November 2023. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Proses Manufaktur, Fakultas Teknologi Industri UNUGHA CILACAP. Adapun jadwal setiap kegiatan terlampir pada Lampiran 1.

3.2. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan mesin yang dirancang oleh Junaedi (2023) berupa pompa air tenaga surya dengan *switch remote control* 1 unit. Gambar 9 pompa air tenaga surya dengan *switch remote control* yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 8. Pompa air tenaga surya dengan *switch remote control*

Adapun pengujian kinerja dari pompa air tenaga surya dengan *switch remote control* peralatan sebagai berikut :

- a) Stopwatch
- b) Obeng
- c) Kunci pas
- d) Avo Meter
- e) Alat Tulis

Bahan yang digunakan untuk uji pada penelitian ini adalah panel surya, pompa air, pipa pvc, dan air dalam bak sumber air.

3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dimulai dari studi litelatur, persiapan alat, pengujian fungsional, pengujian pompa air, pengambilan data, dan analisis data. Diagrama alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 10 menunjukkan alur prosedur penelitian.

a. Studi litelatur

Pada tahap ini dilakukan studi pustaka yang relevan dengan penelitian ini, secara garis besar mengkaji tentang uji kinerja, pompa air bertenaga surya, energi terbarukan. Hasil kajian dari studi litelatur ini dijadikan dasar ke tahap selanjutnya.

b. Persiapan alat

Pada tahap ini, mempersiapkan alat pompa air bertenaga surya 1 unit dan air dari sumber bak.

c. Pengujian fungsional

Pada tahap ini, melakukan pengecekan uji fungsi – fungsi dari alat pompa air bertenaga surya, mulai dari panel surya *monocrystalline* 200 wp, pompa air panel surya 12 V DC, *solar charge controller*, wireless relay 1CH 40A 433 MHz 12 – 48 V, baterai 12 V 60 A, voltmeter digital DC 5 – 30V, Mini Circuit Breaker (MCB), Box MCB 4 grup dan 8 grup.

d. Pengujian pompa air

Pada tahap ini dilakukan uji kinerja dari pompa air bertenaga surya. Dilakukan percobaan sebanyak 15 kali ulangan untuk melihat kinerja dari pompa air bertenaga surya jika digunakan secara terus menerus. Pengujian yang

dilakukan yaitu pengujian debit air yang dihasilkan, tegangan pompa yang keluar, dan waktu yang dibutuhkan ketika menjalankan pompa.

e. Pengambilan data

Pada tahap ini melakukan pencatatan data meliputi, waktu (menit), volume air yang berhasil dipompa (L), debit aliran (liter/jam)

f. Analisis data

Analisis data yang dilakukan meliputi perhitungan analisis teknik (Bruce R. Munson, 2004) seperti berikut ini :

a) Daya listrik

$$P = \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

P = Daya listrik pada panel (watt)

V = Tegangan listrik pada panel (volt)

R = Hambatan listrik (Ω)

b) Hambatan listrik

$$R = \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

R = Hambatan listrik (Ω)

V = Tegangan listrik pada panel (volt)

I = Arus listrik (Ω)

c) Energi matahari

$$Q_{\text{matahari}} = I \times A \times t \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

Q_{matahari} = Energi Matahari (J)

I = Iradiasi Surya (W/m^2)

A = Luas permukaan panel surya (m^2)

t = Waktu (s)

d) Energi listrik (Q_{listrik})

$$Q_{\text{listrik}} = P \times t \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

$$Q_{\text{listrik}} = \text{Energi Listrik (J)}$$

$$P = \text{Daya listrik (W)}$$

$$t = \text{Waktu (s)}$$

e) Efisiensi

$$\eta = \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

$$\eta = \text{Efisiensi (\%)}$$

$$Q_{\text{out}} = \text{Daya Output (J)}$$

$$Q_{\text{in}} = \text{Daya Input (J)}$$

f) Debit air

$$Q = \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

$$Q = \text{Debit air (m}^3/\text{s)}$$

$$V = \text{Volume penampang (m}^3\text{)}$$

$$t = \text{Waktu (s)}$$

g) Tekanan air

$$P = \rho \times g \times h \dots\dots\dots(7)$$

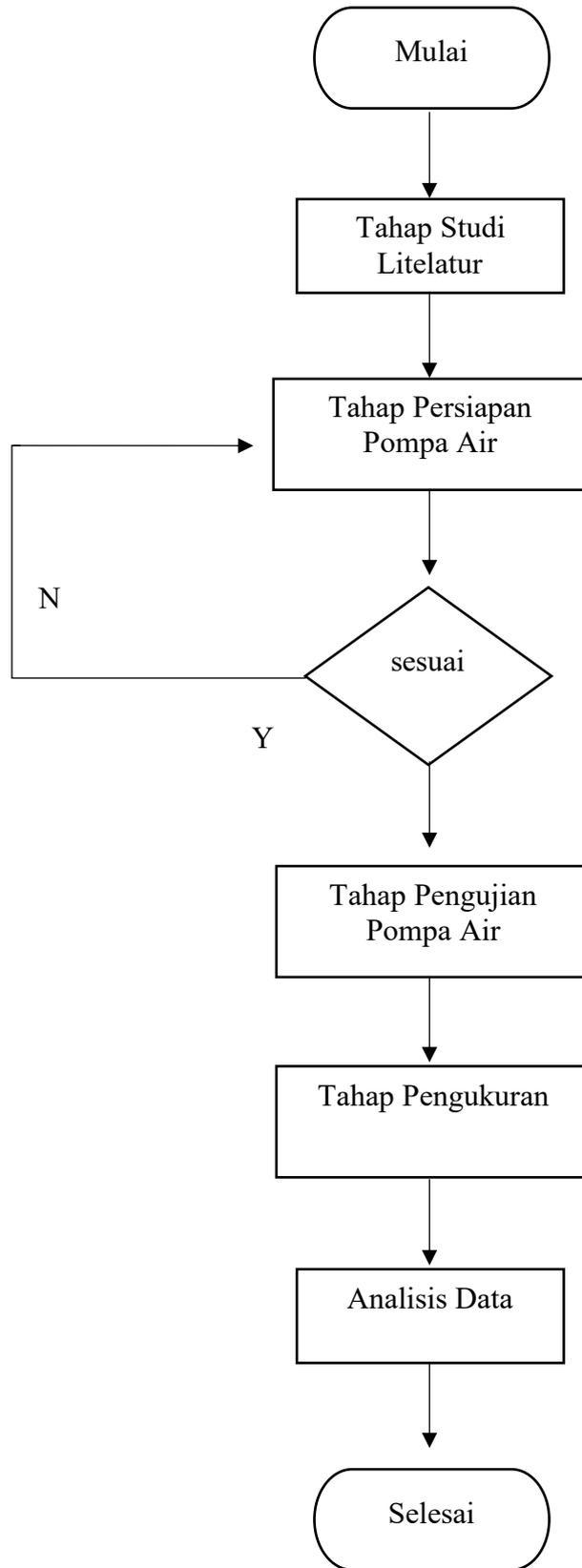
Keterangan :

$$P = \text{Tekanan air (Pa)}$$

$$\rho = \text{Masa jenis air (kg/m}^3\text{)}$$

$$g = \text{Gravitasi (m/s}^2\text{)}$$

$$h = \text{Kedalaman pipa (m)}$$



Gambar 9. Diagram alir penelitian

3.4. Variabel Pengukuran

Dalam penelitian ini, beberapa variabel penting akan diukur untuk mengevaluasi kinerja pompa air tenaga surya berbasis *remote control switch* wireless. Berikut adalah variabel pengukuran yang relevan:

a) Efisiensi Pompa Air Tenaga Surya

Variabel ini akan mengukur sejauh mana pompa air bertenaga surya dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi mekanik untuk mengalirkan air. Efisiensi pompa akan dihitung sebagai perbandingan antara energi output (energi yang dihasilkan oleh pompa) dengan energi input (energi dari sinar matahari yang ditangkap oleh panel surya). Rumus yang digunakan untuk menghitung efisiensi adalah berdasarkan persamaan (5) yang dijelaskan pada prosedur penelitian.

b) Debit Aliran Pompa Air

Variabel ini akan mengukur jumlah air yang dapat dipompa oleh pompa air tenaga surya dalam satu waktu. Debit aliran pompa akan diukur dalam satuan liter per jam (L/jam). Pengukuran debit air dilakukan dengan menggunakan rumus yang dijelaskan pada persamaan (6) dalam prosedur penelitian.

3.5. Analisis Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini dijadikan dasar untuk mengetahui hasil uji kinerja alat pompa air bertenaga surya. Perhitungan secara empirik dan dijabarkan dalam bentuk Tabel untuk mengetahui kinerja dari alat pompa air bertenaga surya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pompa Air Tenaga Surya

Pompa Air Tenaga Surya Dengan *Switch Remote Control* merupakan suatu inovasi yang dihasilkan oleh penelitian ini, dirancang sebagai solusi bagi masalah yang seringkali timbul di masyarakat pedesaan ketika mengalami pemadaman listrik. Desa-desa tersebut bergantung pada pasokan listrik dari PLN untuk mengoperasikan pompa air, baik untuk kebutuhan air rumah tangga maupun pertanian. Inovasi ini, sebagai hasil karya mahasiswa, diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dengan menyediakan alternatif ketika terjadi pemadaman listrik. Kemampuan inovasi ini untuk berfungsi sebagai cadangan dalam memenuhi kebutuhan air, terutama di masa tanpa listrik, memberikan keandalan yang lebih tinggi dalam penyediaan air untuk rumah tangga dan pertanian.

Tingkat ketergantungan masyarakat pedesaan pada listrik PLN menjadi dasar pemikiran dalam merancang solusi ini. Pompa air tenaga surya dengan remote control switch memiliki peran strategis sebagai solusi pintar yang dapat diaktifkan dengan mudah, bahkan saat sumber listrik utama mengalami gangguan. Fokus utama dari inovasi ini adalah memberikan kemandirian kepada masyarakat dalam mengelola pasokan air mereka sendiri. Gambar 10 menunjukkan Pompa Air Panel Surya yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 10. Pompa air bertenaga surya

Pompa air panel surya 12 V menjadi pilihan utama untuk digunakan dalam sistem Pompa Air Tenaga Surya dengan *Switch Remote Control Wireless* ini, dipilih karena kemudahan penggunaannya. Pompa air tenaga surya merupakan solusi mandiri yang memanfaatkan sumber listrik yang dihasilkan oleh solar photovoltaics melalui panel surya. Mekanisme operasinya sederhana; saat panel surya menyerap panas dan mengonversinya menjadi listrik arus searah (DC), arus tersebut dialirkan ke dalam *Solar Charge Controller* (SCC). SCC berfungsi untuk mengontrol arus output dan input agar tetap stabil, menjaga kestabilan arus yang diteruskan untuk mengecas baterai dan sekaligus menggerakkan pompa air panel surya.

Pompa air ini sangat direkomendasikan untuk daerah-daerah yang mengalami krisis listrik atau bahkan di lokasi yang belum terjangkau oleh jaringan listrik. Keberadaannya memberikan solusi yang signifikan, terutama di area yang sering mengalami pemadaman listrik dan bergantung pada air sumur sebagai sumber utama. Pemanfaatan pompa air tenaga surya, seperti yang diulas dalam studi literatur, mengacu pada konsep keberlanjutan dan kemandirian energi di wilayah pedesaan. Pemanfaatan pompa air tenaga surya, upaya untuk memenuhi kebutuhan air bersih di daerah yang sulit dijangkau oleh listrik PLN akan menjadi lebih mudah. Pembahasan ini mencerminkan kontribusi konkret dari inovasi ini terhadap penerapan konsep kemandirian energi di wilayah-wilayah yang membutuhkan solusi handal dalam mengatasi tantangan listrik dan memastikan pasokan air yang berkelanjutan.

Spesifikasi Pompa air bertenaga surya yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Model : LSWQB 12V
- b. Max.Flow : 1,5 M3/H
- c. Max.Head : 15m
- d. Power : 180Watt
- e. Outlet : 1 Inch
- f. Dimension : 24 cm x 11 cm x 15 cm
- g. Voltage : 12V
- h. Daya Hisap : 10-12 meter

B. Efisiensi Pompa Air Bertenaga Surya

Efisiensi dalam konteks pompa air bertenaga surya menjadi parameter kritis untuk mengevaluasi kinerja dan keandalan sistem. Efisiensi ini berkaitan dengan seberapa baik energi matahari yang diubah menjadi energi mekanis untuk menggerakkan pompa air. Sebagai dasar teoritis, efisiensi pompa air dapat dijelaskan menggunakan beberapa parameter kunci. Uji kinerja untuk menghitung efisiensi pompa dilakukan dengan melakukan pengukuran Debit yang dihasilkan pompa selama 15 kali percobaan. waktu yang dilakukan pada Pukul 11.00 WIB. Data debit yang diperoleh disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji Kinerja Pompa Surya

No.	Waktu (menit)	Gelas ukur (1,1 Liter)	Volume (L)	Tegangan pompa (V)	Dedit (Liter/Jam)
1.	1 menit	24 gelas	26,4 Liter	12,9 V	1584 Liter/Jam
2.	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
3.	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
4.	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/ Jam
5.	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
6	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
7	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
8	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
9	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
10	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
11	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
12	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
13	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam

14	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
15	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
Rata-rata		22,4 gelas	24,64 Liter	12,9 V	1.478,4 Liter/Jam

Berdasarkan data dari Tabel 1, dari 15 kali percobaan yang dilakukan, rata – rata volume air yang berhasil dipompa adalah 24,64 liter, dengan variasi antara 22 liter – 24,2 liter. Tegangan pada pompa air bertenaga surya mengalami peningkatan menjadi 12,9 V. Peningkatan tegangan ini dapat berkontribusi pada peningkatan daya poma. Rata – rata debit pompa air bertenaga surya adalah 1478,4 Liter/Jam. Debit yang tinggi menunjukkan kinerja pompa yang baik dalam memompa pompa.

Arus yang terukur pada kondisi kinerja Pompa adalah 5 A. Perhitungan Efisiensi menggunakan Persamaan 5. Perhitungan Daya Keluar dan Daya masuk dijelaskan sebagai berikut :

- Daya Keluar

$$P_{out} = \rho \cdot g \cdot h \cdot Q$$

$$P_{out} = 1.000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 2 \text{ m} \times 0,001478 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_{out} = 28,97664 \text{ Watt}$$

- Daya Masuk

$$P_{in} = V \times I$$

$$P_{in} = 12,9 \text{ V} \times 5 \text{ A}$$

$$P_{in} = 64,5 \text{ Watt}$$

- Efisiensi Pompa

$$\eta =$$

$$\eta =$$

$$\eta = 44,925 \%$$

Hasil efisiensi sekitar 44,925%. Efisiensi ini mencerminkan sejauh mana pompa dapat mengkonversi energi matahari menjadi daya mekanis yang diperlukan untuk memompa air. Walaupun efisiensi di bawah 50%, namun efisiensi yang diperoleh masih dapat dianggap baik mengingat kondisi variasi dan keandalan pompa dalam memompa volume air yang cukup besar.

Peningkatan efisiensi dapat menjadi fokus pengembangan berikutnya, dan data ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi faktor-faktor peningkatan efisiensi, seperti peningkatan arus atau peningkatan efisiensi panel surya yang digunakan. Hasil penelitian ini memberikan gambaran yang solid untuk implementasi pompa air bertenaga surya yang efisien dan dapat diandalkan.

C. Implementasi Pompa Air Bertenaga Surya

Implementasi Pompa Air Tenaga Surya dengan Remote Control Switch Wireless di Desa Salebu, Kecamatan Majenang, Kabupaten Cilacap, merupakan langkah inovatif untuk memenuhi kebutuhan air, terutama dalam konteks rumah tangga dan pertanian. Dalam memahami dampak dan potensi keberhasilan implementasi ini, beberapa aspek perlu diperhatikan.

Pertama, aspek teknologi menjadi pusat perhatian. Pompa air tenaga surya dengan remote control switch wireless menjanjikan kemudahan penggunaan, terutama di daerah yang mengalami gangguan listrik. Tegangan pompa yang ditingkatkan menjadi 12,9 V memberikan daya tambahan yang berkontribusi pada peningkatan debit, yang mencapai rata-rata 1.478,4 Liter/Jam. Debit yang tinggi ini dapat menjadi indikator keandalan pompa dalam memenuhi kebutuhan air. Selanjutnya, aspek efisiensi menjadi kunci utama. Dengan rata-rata efisiensi mencapai 44,925%, meskipun di bawah 50%, namun angka ini masih mengindikasikan tingkat konversi energi matahari menjadi daya mekanis yang cukup baik. Peningkatan efisiensi dapat menjadi fokus pengembangan selanjutnya, dan data ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi faktor-faktor peningkatan efisiensi, seperti peningkatan arus atau perbaikan panel surya.

Sosial dan budaya menjadi faktor penting dalam implementasi ini. Adopsi masyarakat terhadap teknologi baru, khususnya di pedesaan, dapat menjadi kendala. Oleh karena itu, strategi sosialisasi dan edukasi perlu diperkuat. Kolaborasi dengan komunitas setempat dapat membantu mengatasi hambatan sosial dan memastikan penerimaan yang lebih baik terhadap teknologi ini. Pada aspek teknis, infrastruktur dan pemeliharaan menjadi titik kritis. Ketersediaan sinyal telekomunikasi dan akses internet memengaruhi fungsi remote control.

Selain itu, pemeliharaan dan perbaikan memerlukan keahlian teknisi lokal dan ketersediaan suku cadang. Faktor-faktor ini harus dipertimbangkan untuk memastikan operasionalitas sistem. Keberlanjutan proyek merupakan aspek krusial. Model bisnis yang berkelanjutan dan terintegrasi dengan kebutuhan masyarakat perlu diterapkan. Selain itu, pertimbangan keuangan untuk pemeliharaan dan penggantian suku cadang harus diakomodasi agar proyek dapat berjalan jangka panjang.

Pentingnya partisipasi masyarakat terlihat dari hasil interpretasi data. Rata-rata volume air yang berhasil dipompa adalah 24,64 liter, mencerminkan keberhasilan teknologi ini dalam memenuhi kebutuhan air rumah tangga dan pertanian. Namun, tantangan perlu diatasi untuk memastikan manfaat jangka panjang. Identifikasi kendala potensial membawa pemahaman lebih lanjut. Dari sinyal telekomunikasi hingga sosialisasi, kendala yang dihadapi dapat diatasi melalui kolaborasi dengan pihak-pihak terkait dan pendekatan partisipatif.

Selain aspek-aspek yang telah dibahas sebelumnya, tantangan lain yang mungkin dihadapi dalam mengimplementasikan pompa air tenaga surya dengan remote control switch wireless adalah aspek keberlanjutan sosial dan ekonomi. Penggunaan teknologi baru ini memerlukan partisipasi dan keterlibatan masyarakat secara berkelanjutan. Masyarakat perlu diberdayakan untuk mengelola dan merawat teknologi ini sehingga proyek dapat berjalan dengan baik dalam jangka panjang. Selain itu, perlu adanya model bisnis yang dapat memberdayakan masyarakat setempat, sehingga proyek dapat menjadi sumber penghasilan ekonomi yang berkelanjutan.

Adapun aspek lain yang tidak kalah pentingnya adalah ketahanan terhadap perubahan iklim dan faktor lingkungan. Desa Salebu sebagai lokasi implementasi mungkin menghadapi variasi cuaca yang signifikan. Oleh karena itu, sistem harus dirancang dengan ketahanan yang memadai terhadap fluktuasi iklim dan kondisi lingkungan. Pemilihan material yang tahan terhadap korosi dan kerusakan akibat paparan sinar matahari secara langsung juga perlu menjadi perhatian utama dalam merancang sistem ini.

Selanjutnya, untuk meningkatkan penerimaan masyarakat terhadap teknologi ini, perlu adanya pendekatan partisipatif dalam proses perencanaan dan

implementasi. Menggandeng pemangku kepentingan lokal, seperti kelompok tani dan kelompok masyarakat, dapat memperkuat keterlibatan mereka dalam seluruh siklus proyek. Dengan melibatkan masyarakat secara aktif, diharapkan akan lebih mudah untuk menyesuaikan teknologi dengan kebutuhan dan kondisi setempat, sehingga dapat meningkatkan tingkat adopsi dan keberlanjutan proyek. Selain itu, perlu adanya pemantauan dan evaluasi berkala terhadap performa sistem. Monitoring yang efektif dapat membantu mendeteksi dini potensi masalah atau kerusakan pada sistem, sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan secara tepat waktu. Dengan demikian, keberlanjutan teknologi ini dapat dipertahankan dan ditingkatkan seiring berjalannya waktu.

Keseluruhan konteks implementasi pompa air tenaga surya dengan *remote control switch wireless* di Desa Salebu, semua aspek tersebut saling terkait dan memerlukan perhatian yang holistik. Melalui pendekatan yang menyeluruh dan berkelanjutan, diharapkan implementasi ini dapat menjadi model yang sukses dan memberikan manfaat yang maksimal bagi masyarakat setempat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, dengan mengacu kepada tujuan penelitian yang sudah ditentukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini :

1. Rata-rata efisiensi pompa air bertenaga surya menggunakan remote control switch wireless sekitar 44,925%. Meskipun di bawah 50%, angka ini mencerminkan tingkat konversi energi matahari menjadi daya mekanis yang baik.
2. Debit rata-rata pompa mencapai 1.478,4 Liter/Jam, dengan volume air yang berhasil dipompa berkisar antara 22 hingga 24,2 liter pada setiap percobaan.
3. Identifikasi kendala potensial dalam implementasi pompa surya bertenaga surya menggunakan *remote control switch wireless* yaitu :
 - a) Melibatkan sinyal telekomunikasi untuk sistem control pompa surya,
 - b) Infrastruktur dari daerah Desa Salebu yang berbukit dan jalanan yang belum seluruhnya terjangkau menggunakan akses kendaraan bermotor. sehingga solusinya memerlukan kolaborasi dan pendekatan partisipatif seluruh elemen masyarakat yang ada di Desa Salebu.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh maka untuk pengembangan selanjutnya saran yang diberikan meliputi

1. Meningkatkan efisiensi pompa dapat menjadi fokus pengembangan berikutnya. Pengoptimalan parameter seperti peningkatan arus atau efisiensi panel surya dapat diidentifikasi berdasarkan data penelitian ini.
2. Memperkuat strategi sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat, khususnya di pedesaan, agar adopsi terhadap teknologi baru dapat ditingkatkan.
3. Memastikan ketersediaan infrastruktur telekomunikasi yang memadai serta pengembangan keahlian teknis lokal untuk pemeliharaan dan perbaikan sistem.
4. Menyusun model bisnis yang berkelanjutan dan terintegrasi dengan kebutuhan masyarakat untuk memastikan keberlanjutan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Apribowo, C. H. B. T. E. Saraswati. dan M. Anwar. (2017). Prototype Sistem Pompa Air Tenaga Surya Untuk Meningkatkan Produktivitas Hasil Pertanian. *Jurnal Abdimas*, 21(2), 97–101.
- Ariawan, A. T. T. I. P. dan I. W. A. Wijaya. (2013). Perbandingan Penggunaan Motor DC dengan AC Sebagai Penggerak Pompa Air yang Disuplai Oleh Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Proceeding Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information System*.
- Bruce R. Munson, D. F. Y. (2004). *Mekanika Fluida*. PT Gelora Aksara Pratama. Jakarta
- Direktorat Jenderal Prasarana Dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian. (2019). *Pedoman Teknis Pengembangan Irigasi Perpompaan Direktorat Irigasi Pertanian*. Kementerian Pertanian. Jakarta
- Green, J. A. Gandhi. E. Ilten. B. Lake. V. Pandya. S. L. Pesek. J. B. S Spielberg. dan C. Sung. (2017). *Solar Water Pumps: Technical, Systems And Business Model Approaches To Evaluation*. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
- Hill, M. (2018). Jet Pumps: Applications and Advantages. *International Journal of Fluid Mechanics*, 15(1), 52–65.
- Junaedi, T. 2023. Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya Dengan Switch Remote Control Wireless. *Tugas Akhir*. Program Studi Teknik Mesin. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap. Jawa Tengah.
- Notosudjono, D & Fikri. Adzikri. (2018). *Teknologi Energi Terbarukan* (1st ed., Vol. 1). UNPAK PRESS. Palangkaraya. Kalimantan Tengah.

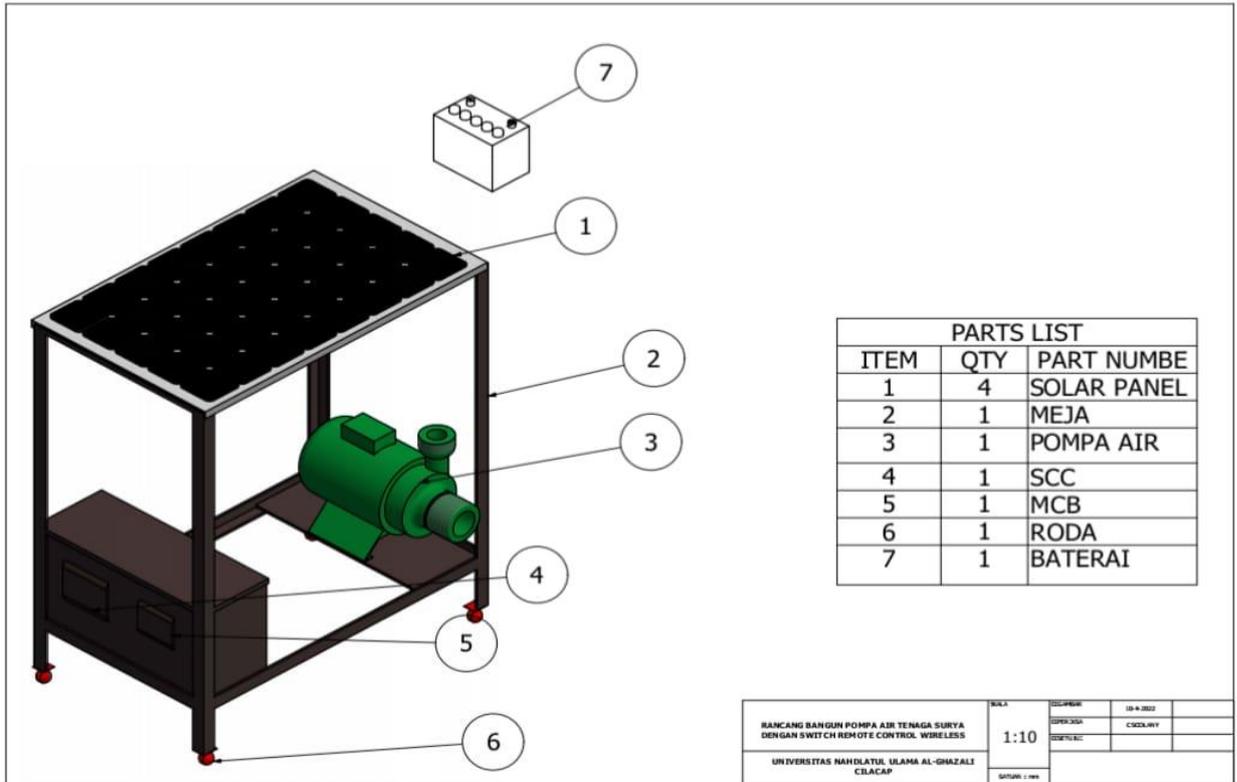
- PT. Reja Aton Energi (Atonergi). (2023). *Mesin Pompa Air Tenaga Surya Solusi Alternatif JIAT!*. <https://atonegi.com/pompa-air-tenaga-surya-dengan-daya-hisap-terbesar/>. Diakses 20 Desember 2023.
- Saputra, F. (2017). *Kinerja Pompa Air DC Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Solo. Jawa Tengah.
- Setiadi dan I. M. A. Djoni. (2013). Perancangan Pompa Torak 3 Silinder Untuk Injeksi Lumpur Kedalaman 10000 FT dengan Debit 500 GPM (Studi Kasus Sumur Pemboran Pertamina Hulu Energi-West Madura Offshore). *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 2(2), 197–201.
- Setiadi, R. L. E. Suryadi. dan S. Dwiratna. (2017). Kajian Pemanfaatan Pompa Air Tenaga Surya Untuk Kebutuhn Irigasi di Lahan Pertanian. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal* . Prosiding Seminar. Palembang. Sumatera Selatan.
- Wardjito. (2012). Perencanaan Instalasi Pompa Return Pump dengan Kapasitas 130 M3/Jam Untuk Exchanger Heater Pompa. *Jurnal Keilmuan Dan Terapan Teknik*, 1(1), 53–64.
- Yasar, M. Mustaqimah. Y. Yunus. Mahfuddin. dan Asrillah. (2017). Prediksi Potensi Air Tanah untuk Optimasi Sawah Tada Hujan Dalam Menunjang Ketahanan Pangan. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 6(2), 170–175.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Kegiatan Penelitian

No.	Nama Kegiatan	Bulan ke-											Keterangan	
		12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11
1.	Studi Litelatur													UNUGHA
2.	Persiapan penelitian alat pompa air tenaga surya													UNUGHA
3.	Penyusunan Proposal Penelitian													FTI - UNUGHA
4.	Seminar proposal													FTI UNUGHA
5.	Pengujian uji kinerja alat pompa air bertenaga surya													Laboratorium Manufaktur – FTI UNUGHA
6.	Analisis data													FTI UNUGHA
7.	Seminar hasil penelitian													UNUGHA
8.	Laporan Penelitian													UNUGHA

Lampiran 2. Disain Alat Pompa Air Bertenaga Surya



Lampiran 3. Pengujian Alat Pompa Air Bertenaga Surya



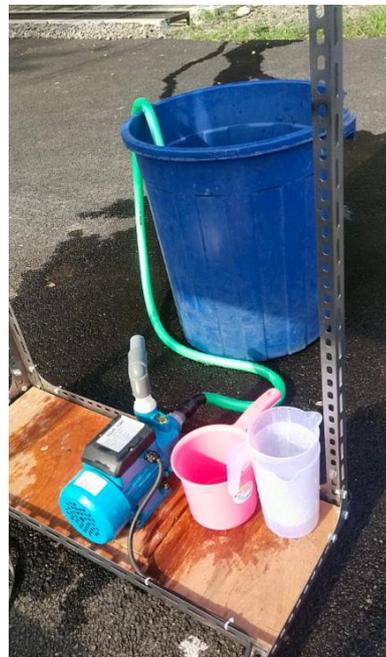
Gambar 11.
Uji panel surya dibawah sinar matahari



Gambar 12.
Uji kinerja remote wireless



Gambar 13.
Uji pengukuran debit air pompa tenaga surya ke-1



Gambar 14.
Uji pengukuran debit air pompa tenaga surya ke-2