

## Implementing Solar Energy For Watering Plantation In Kepel Village, Kare District, Madiun Regency

### Implementasi Energi Matahari Untuk Penyiraman Tanaman Perkebunan Di Desa Kepel, Kecamatan Kare, Kabupaten Madiun.

Khusnul Ariffin, Riny Sulistyowati

[\[Khusnulariffin68@gmail.com\]](mailto:Khusnulariffin68@gmail.com)<sup>1</sup>, [Riny.971073@itats.ac.id](mailto:Riny.971073@itats.ac.id)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Institut Teknologi Adhi  
Tama Surabaya

**Abstrak-** Drought refers to a condition in which supply of water at a certain area gets decreasing. This sort of condition also occurs in Kepel Village, Kare District, Madiun Regency. During the dry season, the farmers who have land on the hilly area around the slope of Mount Wilis encounter difficulties in watering their plantation. The condition becomes worse as the plantation land is located at the mountain slope which is far from electricity access provided by PLN, while the source of water is below their land. To overcome this problem, PV can be used as a device to produce electrical energy due to several advantages such as environmentally friendly, low maintenance cost, and zero emission. Furthermore, the energy required for PV is always available in the nature or can be renewed (renewable energy). Hence, PV belongs to a solution for electrical source to generate a water pump. Since the pump needs AC source in 220V and 50Hz, the researcher developed an inverter through SPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation) method for changing DC current 24V to AC current 220 and 50Hz. In this context, the inverter was regulated in 290V AC and 51.150 Hz and when the water pump load 125W was given, the voltage gained 225V AC. The drop of voltage occurred because the load was induction motor. The results of testing this solar energy power station demonstrated that the water pump could fill the water reservoir 70l within 3.8 minutes and could water 1 are land. This test was carried out for 10 days at 08.00 am as it is the optimum sun light and the proper watering time for farmers.

**Keywords:** drought, renewable energy, SPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation) Inverter

**Abstrak-** Kekeringan adalah keadaan dimana pasokan air pada suatu wilayah mengalami penyusutan, keadaan ini terjadi di Desa Kepel, Kecamatan Kare, Kabupaten Madiun. Saat musim kemarau para petani yang memiliki lahan di perbukitan, sekitar lereng Gunung Wilis ini mengalami kesulitan mencari air untuk menyirami tanaman di perkebunannya. Keadaan ini dipersulit karena lahan perkebunan ini berada di lereng gunung yang jauh dari akses listrik PLN dan sumber air berada di bawah lahan mereka. Untuk mengatasi permasalahan ini penggunaan PV sebagai alat untuk memproduksi energi listrik dengan kelebihan ramah lingkungan, rendah biaya perawatan dan zero emisi serta energi yang dibutuhkan tersedia di alam dan selalu terbarukan (renewable energy) menjadi solusi untuk sumber listrik yang akan di gunakan untuk menghidupkan pompa air. Dikarenakan pompa air ini memerlukan sumber AC dengan tegangan 220V dan 50Hz, dibuatlah Inverter dengan metode SPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation) untuk mengubah arus DC 24V menjadi arus AC 220 dan 50Hz. Disini Inverter di atur di tegangan 290V AC dan 51,150 Hz, saat di bebani pompa air 125W tegangan menjadi 225V AC. Drop tegangan ini disebabkan beban adalah motor Induksi. Hasil dari pengujian pembangkit listrik energi matahari untuk pompa air ini mampu mengisi tandon air 70l dengan waktu 3,8 menit dan dapat menyirami lahan 1 Are, pengujian ini di lakukan selama 10 hari dan waktu pelaksanaan pada jam 08.00Am, waktu ini disesuaikan dengan cahaya optimal matahari dan waktu penyiraman para petani.

**Kata Kunci :** kekeringan, Energi Baru terbarukan, Inverter SPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation)

## I. PENDAHULUAN

Kekeringan adalah keadaan dimana pasokan air pada suatu wilayah mengalami penyusutan, keadaan ini terjadi di Desa Kepel, Kecamatan Kare, Kabupaten Madiun. Selain di Madiun kekeringan juga terdapat di 23 kabupaten yang mengalami bencana kekeringan kritis di Provinsi Jawa Timur sepanjang tahun 2017 [1]. Radiasi matahari di Indonesia nilainya relatif tinggi yaitu sebesar 4,5kWh/m/hari. Sehingga implementasi pompa air tenaga surya memiliki potensi yang menjanjikan [2].

Berdasarkan alasan diatas dalam penelitian ini penulis akan membuat "Implementasi Energi matahari Untuk Penyiraman Tanaman Perkebunan Di Desa Kepel, Kecamatan Kare, Kabupaten Madiun." dengan pembuatan inverter SPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation) beserta implementasinya pada kondisi sebenarnya di Madiun. Sebagai energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pompa air yang di harapkan, dapat mengganti mesin diesel yang kurang ramah lingkungan dan dapat meminimalisir biaya penyiraman tanaman perkebunan seluas 1 hektar di Desa Kepel, Kecamatan Kare, Kabupaten Madiun.

### Sel Surya

Sel surya atau fotovoltaik adalah alat yang mampu mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi listrik. Sel surya bisa disebut sebagai pemeran utama untuk memaksimalkan potensi dari energi matahari sampai ke bumi untuk dijadikan energi listrik[3].

### Solar Charge Controller (SCC)

*Solar Charger Controller* adalah komponen penting dalam pembangkit listrik tenaga surya, solar charger controller disini berfungsi sebagai pengisian baterai dan memutuskan pengisian baterai saat penuh[4].

### Baterai

Baterai adalah suatu sel elektrokimia yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Penyebab keluarnya listrik dari sebuah baterai dikarenakan adanya perbedaan potensial ini dikenal dengan potensial sel atau (GGL). Perbedaan potensial energi listrik dari kedua buah elektrodanya (katoda dan anoda)[5].

### Inverter Dengan Menggunakan Metode SPWM (*Sinusoidal Pulse Width Modulation*)

Inverter merupakan perangkat elektronik yang dapat mengubah sumber arus searah DC (*Direct Current*) menjadi arus bolak-balik AC (*Alternating Current*). Di perancangan kali ini inverter yang digunakan menggunakan metode SPWM, cara kerjanya yaitu ketika amplitudo dari sinyal referensi sama dengan sinyal pembawa, indeks modulasi memiliki maksimum nilai. Berikut adalah beberapa komponen pendukung untuk pembuatan Inverter[6]. :

#### a. Arduino

Arduino adalah platform komputasi fisik open source berdasarkan urutan input/output (I/O) sederhana dan lingkungan pengembangan yang mengimplementasikan bahasa pemrograman. Arduino dapat digunakan untuk mengembangkan obyek interaktif mandiri, juga dapat dihubungkan ke perangkat lunak pada komputer anda (seperti flash, pengolahan, VVVV, atau Max/MSP). Rangkaianannya dapat dirakit dengan tangan atau dibeli[7].

#### b. Optocoupler

Optocoupler adalah perangkat yang terdiri dari dua bagian, yaitu antara bagian cahaya dan pendeteksian sumber cahaya independen. Optocoupler digunakan sebagai saklar elektronik yang beroperasi secara otomatis[8].

#### c. MOSFET

MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) MOSFET yang dijadikan sebagai saklar, maka dapat digunakan untuk mengendalikan beban dengan arus yang lebih tinggi dan biaya yang relatif lebih murah daripada menggunakan bipolar transistor (BJT). Untuk menjadikannya MOSFET sebagai saklar, gunakan MOSFET hanya dalam kondisi saklar (*ON*) dan kondisi *cut-off* (*OFF*)[8].

#### d. Transformator

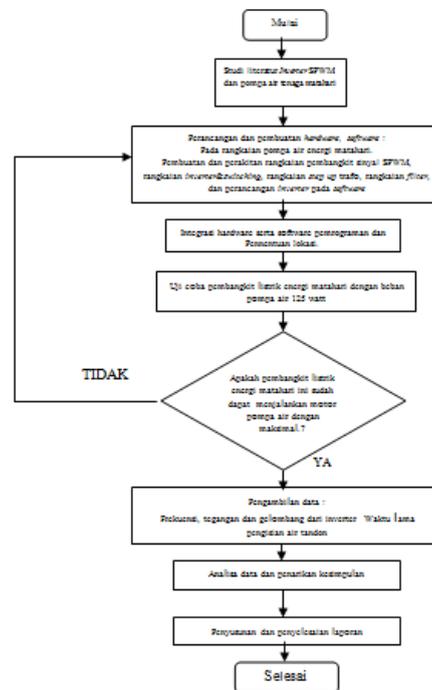
Komponen Transformator (trafo) adalah alat yang digunakannya untuk *step up* atau *step down* tegangan. Berikut adalah prinsip kerja trafo, ketika kumparan *primer* dihubungkan dengan sumber tegangan AC, perubahan arus pada kumparan *primer* akan menyebabkan perubahan medan magnet. Kehadiran inti besi meningkatkan perubahan medan magnet dan mentransmisikan inti besi ke kumparan *sekunder*, sehingga gaya gerak listrik yang diinduksi dihasilkan di ujung kumparan *sekunder*[8].

### Mesin Pompa Air

Mesin pompa air adalah motor fluida yang fungsinya untuk memindahkan zat cair dari satu lokasi ke lokasi lain sesuai kebutuhan. Pompa beroperasi dengan menciptakan perbedaan tekanan antara *inlet* (hisap) dan *exit* (*discharge*). Pompa juga memiliki fungsi untuk mengubah gaya mekanik dari sumber tenaga penggerak menjadi energi kinetik (kecepatan), yang berguna untuk mengalirkan fluida dan mengatasi hambatan pada aliran[9].

## II. METODE PENELITIAN

### Flowchart Perancangan Alat

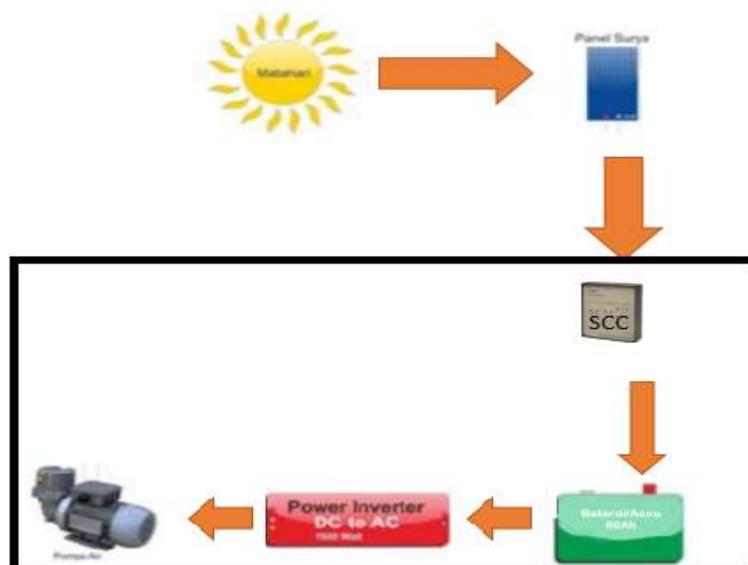


Gambar 1 Flowchart Alur Tahap Penelitian

Penelitian ini di mulai dengan studi literatur dan pompa air tenaga matahari yang akan digunakan untuk perancangan software, pembuatan *hardware*, dan penentuan lokasi untuk pengambilan data. Pada rangkaian pompa air energi matahari, perakitan rangkaian pembangkit sinyal SPWM, rangkaian *switching*, rangkaian *step up* trafo, rangkaian *filter*, dan perancangan *inverter* adalah kunci berhasilnya penelitian ini. Jika di saat inverter tidak dapat menghidupkan pompa air akan kembali di proses pembuatan *hardware* dan *software*. Setelah *hardware* jadi dan dapat menghidupkan pompa air 125 watt pengambilan data pun di lakukan untuk penganalisaan data, penarikan kesimpulan, kemudian akan di gunakan untuk penyusunan dan penyelesaian laporan. Dapat dilihat seperti *Flowchart* diatas.

### Blok Diagram Sistem

Adapun gambaran dari blok diagram sistem yang akan dirancang adalah sebagai berikut :

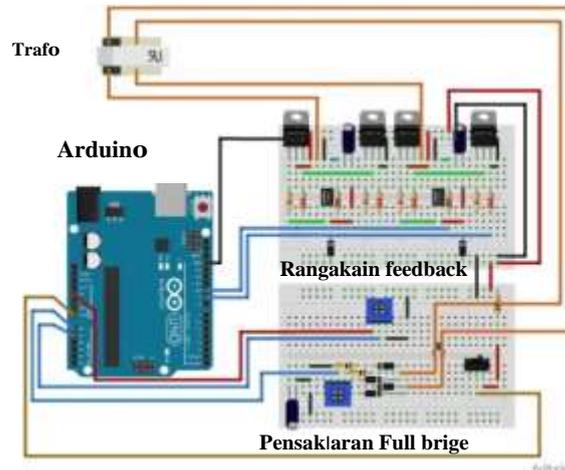


Gambar 2 Blok Diagram Sistem.

Secara umum sistem kerja dari pembangkit listrik energi matahari untuk pompa listrik adalah radiasi matahari akan di tangkap oleh sel surya kemudian arus listrik yang di hasilkan solar cell di arahkan ke charger

controller setelah di proses arus listrik akan di bagi menuju langsung ke inverter atau ke baterai sesuai arus yang yang di terima dari sel surya, baterai di sini bertujuan untuk memenuhi energi listrik apabila radiasi matahari yang di hasilkan tidak maksimal sehingga membutuhkan aliran listrik lain untuk memenuhi energi pompa agar pompa dapat bekerja maksimal.

Pada rancangan inverter SPWM (*Sinusoidal Pulse Width Modulation*). terdapat beberapa perangkat yaitu Arduino, Rangkaian pensaklaran, *full brige*, rangkaian *feedback* dan trafo dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3 Rancangan Inverter SPWM (*Sinusoidal Pulse Width Modulation*)

Pada Gambar 3. terdapat rancangan inverter SPWM (*Sinusoidal Pulse Width Modulation*) dimana terdapat beberapa perangkat yang memiliki hubungan pada arduino. Penjelasan pin yang digunakan untuk rancangan inverter SPWM (*Sinusoidal Pulse Width Modulation*) dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 1 Inverter SPWM (*Sinusoidal Pulse Width Modulation*)

Pin Arduino	Pin Perangkat
Pin 9	Optocopler 1
Pin 10	Optocopler 2
V IN	Ic 7812
GND	GND perangkat
5 V	Pengaturan sinyal
A 0	Pengaturan sinyal
A 1	Pengaturan Feedback

Rangkaian inverter full bridge berfungsi untuk mengubah tegangan keIuaran 220 Vdc dari penyearah menjadi tegangan 220 VAC dengan frekuensi 50 Hz. Besar kecilnya frekuensi dapat dicapai dengan menyesuaikan periode pembangkitan keIuaran. Seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 1 di bawah ini.

$$f = \frac{1}{T} = \text{Hz} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

f = Frekuensi (Hz)

T = Periode (ms)

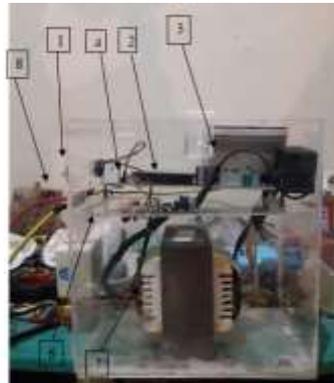
Untuk Perbandingan berapa keuntungan menggunakan tenaga solar cell daripada tenaga diesel ialah sebagai berikut.

$$\frac{18l}{1min} = \frac{70l}{x min}$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Rancang Bangun

Pada Gambar 4 di bawah ini adalah gambar sistem inverter. Inverter ini dirancang dan dirakit untuk menerima input dari baterai / Accu pada 24V DC.



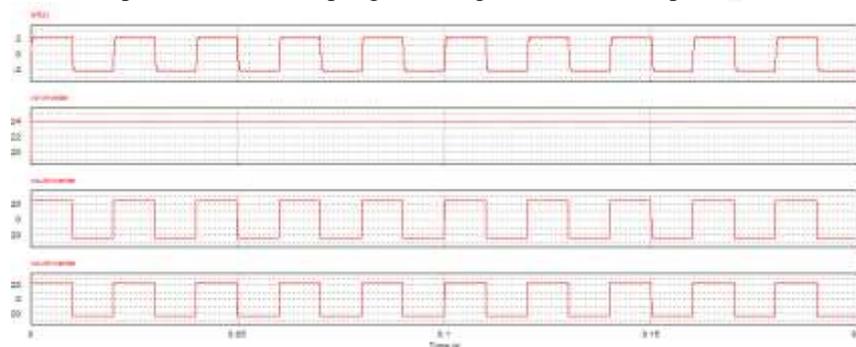
Gambar 4 *Hardware Inverter*

Keterangan gambar :

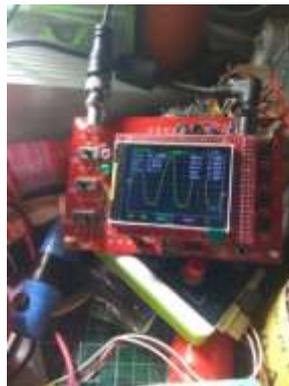
1. *Input*
2. Rangkaian pembangkit sinyal PWM
3. Rangkaian *inverter full bridge*
4. Arduino
6. *Filter*
7. Trafo *step up*
8. *Output sistem inverter*

#### Pengujian inverter

Tujuan pengujian frekuensi inverter adalah untuk mendapatkan nilai frekuensi inverter dan membandingkan nilai frekuensi tersebut. Uji dengan membandingkan antara tampilan nilai menggunakan rumus. Pengujian frekuensi dilakukan dengan membandingkan nilai frekuensi yang ditampilkan dalam Osiloskop dengan rumus yang ada, yaitu menggunakan grafik panjang atau periode yang muncul pada Osiloskop. Disini *duty cycle* diatur 50 ms dengan kapasitor 2,2uf teganganpun di naikan dengan trafo *step up* dan diatur pada 220VAC. Pada Gambar 6 inverter yang memiliki nilai frekuensi 51.150 Hz. Pada pengujian pengukuran frekuensi ini dapat dikatakan stabil Seluruh nilai akurat, bebas kesalahan, dan 100% akurat. Hal ini juga karena osiloskop yang digunakan masih sangat bagus dan tidak ada *error*. Di bawah ini adalah gambar keluaran simulasi inverter pada PSIM dan output gelombang inverter SPWM pada keadaan *real*.



Gambar 5 Output Simulasi Inverter SPWM pada PSIM.



Gambar 6 Frekuensi Output Gelombang Inverter SPWM

### Pengujian Tegangan Akhir dari Inverter (keluaran inverter dengan beban dan tanpa beban)

Lakukan pengujian tegangan akhir pada inverter untuk dapat mengetahui tegangan akhir yang dibangkitkan oleh inverter, terlepas dari apakah tegangan yang dibangkitkan memenuhi 220 V sesuai yang diharapkan. Saat menguji tegangan akhir inverter, ia mengambil dua gambar grafik, yaitu tegangan akhir inverter diperoleh tanpa menerapkan beban apapun, dan beban air pompa digunakan untuk mendapatkan tegangan inverter akhir.

Tabel 2 Pengambilan Data Tegangan Inverter Tanpa Beban.

Hari ke-	V In	V out Tanpa Beban
1	29,0V DC	290V AC
2	29,4V DC	280V AC
3	26,0V DC	305V AC
4	26,0V DC	307V AC
5	26,0V DC	292V AC
6	29,8V DC	290V AC
7	29,6V DC	298V AC
8	29,8V DC	287V AC
9	29,6V DC	305V AC
10	29,8V DC	300V AC

Tabel 2 Merupakan Tabel Hasil pengukuran Tegangan inverter, input inverter 25,8V DC.

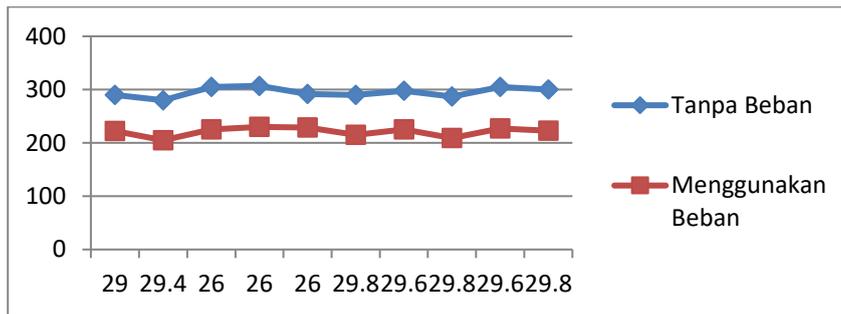
Hasil pengukuran tegangan untuk keluaran inverter tanpa beban di dapatkan nilai rata-rata 295,4V AC.

Tabel 3 Pengambilan Data Tegangan Inverter Menggunakan Beban.

Hari ke-	V In	V out Dengan Beban
1	29,0V DC	222V AC
2	29,4V DC	205V AC
3	26,0V DC	225V AC
4	26,0V DC	230V AC
5	26,0V DC	229V AC
6	29,8V DC	215V AC
7	29,6V DC	225V AC
8	29,8V DC	209V AC
9	29,6V DC	227V AC
10	29,8V DC	223V AC

Tabel 3 Merupakan Tabel Hasil Tegangan inverter dengan menggunakan beban input inverter 25,8V DC.

Hasil pengukuran tegangan untuk keluaran inverter dengan beban didapatkan nilai rata-rata 221V AC. Dari hasil pengujian inverter menggunakan beban dan tanpa beban dapat di buat grafik sebagai berikut.



Gambar 7 Grafik Hasil Pengujian Inverter Menggunakan Beban dan Tanpa Beban. Pengujian Pembangkit Listrik Energi Matahari untuk Menghidupkan Pompa Air

Pengujian ini dilakukan pada lahan perkebunan seluas +/- 1 hektar dengan bidang miring yang tingginya +/-27m. Untuk dapat mengetahui nilai tegangan yang dikeluarkan oleh baterai dan inverter. Dengan cara ini, setelah memuat 125 watt air (ketinggian pemompaan maksimum adalah 9m), efisiensi keseluruhan dari keseluruhan sistem dapat diketahui. Disini Inverter di atur di tegangan 290V dan 50Hz, setelah dibebani pompa air tegangan turun menjadi 225V. Pengambilan data ini dilakukan selama 10 hari, setiap hari uji coba dilakukan selama 3,8 menit pada jam 08.00 Am. Waktu ini dipilih karena kerja optimal matahari mulai jam 08.00-15.00, dan menyesuaikan waktu penyiraman para petani. Hasil pengujian alat ditunjukkan sebagai berikut.



Gambar 8 Pembangkit Listrik Energi Matahari.

**Analisa Data Perhitungan Prototype PV untuk Menyirami Lahan Seluas 1 Hektar.**

Dengan waktu pengoprasian alat ini selama 3,8 menit mampu untuk menyirami lahan seluas 1 Are jadi untuk mencukupi kebutuhan air pada lahan 1 hektar perhitungannya sebagai berikut:

- 1 hektar = 100 Are
- 1Are membutuhkan waktu 3,8 menit
- 3,8 x 100 =380 menit = 6,33 jam

Dikarenakan bidang lahan miring dengan tinggi +/-27m dengan kemampuan pompa air hanya dapat memompa air setinggi 9 meter maka disini membutuhkan 3 kali menyedot air untuk mencapai ujung lahan jadi alat yang di perlukan ialah 6 buah PV 100 Wp dan baterai berkapasitas 65 Ah, 3 buah inverter dan 3 buah mesin pompa air.

**Perbandingan Mesin Pompa Air Tenaga Matahari Dengan Pompa Air tenaga diesel**

Perbandingan di tujukan untuk mengetahui berapa keuntungan menggunakan tenaga solar cell daripada tenaga diesel ialah sebagai berikut.

Perhitungan pengisian bak tandon dengan pompa air tenaga matahari.

$$\frac{18l}{1min} = \frac{70l}{x min}$$

$$18l \cdot x min = 70l \cdot 1$$

$$X min = \frac{70l}{18}$$

$$X min = 3,8$$

Perhitungan pengisian bak tandon dengan pompa air tenaga diesel.

$$\frac{520l}{1 min} = \frac{70l}{x min}$$

$$520 \cdot x min = 70l \cdot 1$$

$$X min = \frac{70l}{520l}$$

$$X min = 0,13 min$$

Perhitungan arus pada mesin pompa energi matahari .

$$Pa = 125w$$

$$A = \frac{125w}{220v}$$

$$A=0,56 \text{ A}$$

Perhitungan arus pada mesin pompa energi diesel.

$$P_a = 5,5 \times 746 \\ = 4.103 \text{ watt}$$

$$A = \frac{4.103 \text{ w}}{220 \text{ v}} \\ = 18,65 \text{ A}$$

$$0,56 \times 3,8 = 18,65 \times 0,13$$

$$2,128 \text{ Ah} = 2,424 \text{ Ah}$$

Jadi dari hasil diatas pompa air membutuhkan arus lebih kecil daripada pompa diesel, dengan selisih 0,296 A (65,23 w)

#### IV. KESIMPULAN

Pada kesimpulan kali ini dapat dilihat pada data dibawah ini. Data tersebut didasari dengan uji coba perangkat dan analisa yang ada di lapangan.

1. Pembuatan pembangkit listrik energi matahari dengan panel surya 200WP, baterai (*Accu*) 45Ah 24VDC dan menggunakan inverter metode SPWM (*Sinusoidal Pulse Width Modulation*) berhasil untuk menyalakan pompa air 125W dan dapat beroperasi dengan baik.
2. Alat ini dapat memompa air untuk mengisi tandon berkapasitas 70 liter dengan waktu pemompaan air 3,8 menit, dan alat ini mampu untuk meringankan para petani dalam menyirami lahan seluas 1 are dengan cara penyiraman menggunakan serangkaian dari selang.
3. Inverter SPWM (*Sinusoidal Pulse Width Modulation*) mampu untuk mengubah arus DC 24V menjadi arus AC 220V dan mampu untuk menggerakkan pompa air 125 Watt.
4. Tegangan nominal yang di perlukan menggerakkan motor agar sesuai di data shett kurang lebih di atur di 290V, hal ini di sebabkan beban induktif yang ada di motor sehingga ada daya semu yang tercipta.
5. Setelah melakukan pengujian lapangan dan dari hasil diatas pompa air membutuhkan arus lebih kecil daripada pompa diesel, dengan selisih 0,296 A (65,23 w).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Info, "Distribusi Daerah Bencana Kekeringan Kritis Dengan Kejadian Penyakit Diare Di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017," vol. 7, pp. 60–67, 2019, doi: 10.20473/jbe.v7i12019.
- [2] C. Hermanu, B. Apribowo, T. E. S, and M. Anwar, "Prototype Sistem Pompa Air Tenaga Surya Untuk Meningkatkan Produktivitas Hasil Pertanian," *J. Abdimas*, vol. 21, no. 2, pp. 97–102, 2017.
- [3] NN, "Perkembangan sel surya," *Www.Ee.Unud.Ac.Id*.
- [4] C. Mufit, "Rancang Bangun Solar Charge Controller Dengan Mode Fast PWM Menggunakan Atmega 16," p. 87, 2017, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/46949/>.
- [5] B. a B. Ii and a P. Sistem, "Universitas Sumatera Utara 7," pp. 7–37, 2001.
- [6] H. A. Sujono, M.A Novianto, R. Sulistyowati, H. Suryoatmojo "Design Of One Phase Inverter 250 Watt Third Harmonic Pulse Width Modulation Method In Mini-Grid Photovoltaic"(ICOSTA), 1-6 2020.
- [7] S. J. Sokop, D. J. Mamahit, and S. Sompie, "Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 5, no. 3, pp. 13–23, 2016.
- [8] A. Izzah, "Rancang Bangun Dan Analisis Inverter Full Bridge 1 Fasa Dengan Berbagai Variasi Input Menggunakan Spwm ( Sinusoidal Pulse Width Modulation ) Rancang Bangun Dan Analisis Inverter Full Bridge 1 Fasa Dengan Berbagai Variasi Input Menggunakan Spwm ( Sinusoida," *Inst. Teknol. Sepuluh Novemb.*, 2017.
- [9] L. Bruno, "濟無No Title No Title," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.