

ANALISIS KINERJA PLTS 20 WP DALAM PENYEMPROTAN TANAMAN OTOMATIS

PERFORMANCE ANALYSIS OF 20 WP PLTS IN AUTOMATIC PLANT SPRAYING

M. Samsul Hidayat¹, Zuraidah Tharo², Amani Darma Tarigan³
^{1,2,3}Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi
zuraidahtharo@dosen.pancabudi.ac.id¹, msamsulhidayat21@gmail.com²

ABSTRACT

The aim of this research is to design a Pest Spraying Tool for Plants Using Solar Cells, understanding its operational system, and evaluating the Solar Cell's capacity in supplying energy to the device. The research methodology comprises several stages, including Literature Review, System Design, System Testing, and Analytical Methods, which involve observing data obtained from the device. Subsequently, analysis is conducted to draw conclusions and provide recommendations for further development. The results indicate that a 20 wp Solar Panel generates an average of 30.03 watts per day. A 12-volt 7.2 Ah battery can deliver 9.40 watts of power to a 12-volt 3 Ampere DC motor during operation. The average power consumption per hour over a 6-day testing period is 9.40 watts. The charging time of the battery by the solar panel depends on the weather conditions and light intensity at the operating location. The power used to spray pesticide fluid from the tank until empty is 1.6760 Watt-Hours per tank.

Keywords: Pest Spraying Tool, Solar Cell, Energy Supply.

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang Alat Semprot Hama Tanaman Menggunakan Solar Cell, perlu dipahami sistem kerjanya serta kapasitas Solar Cell dalam menyuplai energi pada alat tersebut. Penelitian ini menggunakan beberapa tahapan metode antara lain: Studi Literatur, Perancangan Sistem, Uji Sistem, Metode Analisis, Metode ini merupakan pengamatan terhadap data yang diperoleh dari alat ini. Setelah itu dilakukan analisis sehingga dapat ditarik kesimpulan dan saran saran untuk pengembangan lebih lanjut. Hasil penelitian menunjukkan Panel surya 20 wp menghasilkan rata-rata 30.03 watt per hari. Baterai 12 volt 7,2 Ah mampu menyalurkan daya 9.40 watt ke motor DC 12 volt 3 Ampere saat beroperasi. Daya rata-rata yang digunakan per jam selama 6 hari pengujian adalah 9.40 watt. Waktu pengisian daya baterai oleh panel surya tergantung pada kondisi cuaca dan intensitas cahaya di lokasi pengoperasian. Daya yang digunakan untuk menyemprotkan cairan pestisida dari tangki hingga habis adalah 1.6760 Watt.Hours /tangki

Kata Kunci: Alat Semprot Hama, Sel Surya, Pasokan Energi.

PENDAHULUAN

Alat penyemprot memiliki dua tipe yaitu mesin yang bisa di bawa (gendong) dan mesin penyemprot yang di dorong. Fungsi dari keduanya sama, tetapi digunakan sesuai tempat dan kebutuhan. Peralatan ini adalah salah satu langkah menginovasi/memodifikasi mesin yang telah ada dimana mesin tersebut hanya bisa melakukan penyemprotan dengan sumber energi berbahan bakar minyak dan juga energi manusia (manual).

Hal ini dapat memperlambat kerja manusia dalam melakukan penyemprotan manual dan jika dilakukan dengan mesin semprot yang menggunakan bahan bakar

bensin maka pembakaran inilah yang dapat menimbulkan efek polusi atau pemborosan dalam penggunaan bahan bakar.

Oleh dari itu diperlukan suatu mesin penyemprot yang dapat mengurangi polusi udara dan ramah lingkungan dengan memanfaatkan energi alam yaitu sinar matahari sehingga alat ini dapat digunakan untuk penyemprotan pada perkebunan dengan memanfaatkan sumber energi matahari. Selain untuk dapat juga mempermudah dan mempercepat dalam pekerjaan, sumber energi yang di butuhkan juga tidak susah untuk di dapat sehingga lebih efektif dan efisien. Dalam pembuatan sebuah

alat/mesin ini mampu bekerja secara optimal. Serta pengoperasiannya sangat sederhana, agar semua orang dapat menggunakan alat/mesin tersebut.

Di samping itu, dalam pemilihan bahan yang tepat akan dihasilkan alat/mesin yang baik pula apabila dilihat dari segi kekuatan maupun keawetan alat/mesin tersebut. Perancangan sangat membutuhkan ketelitian dan perencanaan yang matang. Agar bahan-bahan yang dipilih tepat dan alat/mesin yang dihasilkan efektif dan efisien.

Literature Review

Peneliti Terdahulu

Pada bagaian ini peneliti mencantumkan berbagai hasil penelitian terdahulu terkait dengan penelitian yang hendak dilakukan, kemudian membuat ringkasannya, baik penelitian yang sudah terpublikasikan atau belum terpublikasikan. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang masih terkait dengan tema yang penulis kaji.

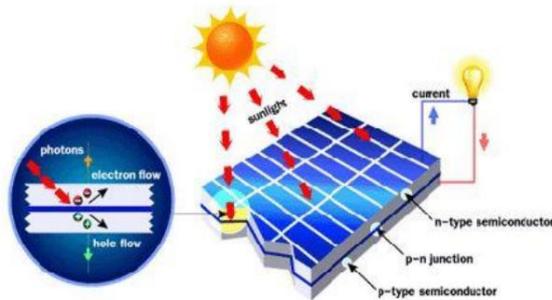
Penelitian Yang Telah Dilakukan Oleh Vici Pawula, 2021 pada Skripsi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridnanti Palembang dengan judul “Perancangan Alat Otomatis Penyemprot Hama Menggunakan Switc Digital Timer Dengan Sumber Panel Surya”. Adapun hasil dari penelitiannya mengatakan penulis mencoba merencanakan suatu mesin yang berfungsi untuk menyemprotkan cairan pembasmi hama dengan sumber energi surya (matahari) yang digunakan untuk penyemprotan pada lahan perkebunan. Pada pengujian. Pada pengujian panel surya 50 wp diketahui keluaran tegangan maksimum sebesar 14,9 Volt pada pukul 13:00 dengan arus keluaran sebesar 0,90A total daya panel surya yang dihasilkan sebesar 13,41 Watt. Modul PV 50wp tipe polycrystal diketahui efisiensi pada modul PV mencapai 15,57%. Pompa DC digunakan untuk sistem kerja fluida cair dikeluarkan tangki ke springkel otomatis memutar yang telah dipasang melalui

paralon dari adanya tekanan udara melalui tenaga pompa yang digerakkan oleh baterai yang sumber tenaganya dari listrik hasil konversi energi sinar matahari melalui modul PV.

(Fuadiyah, dkk 2022) pada Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPEG) dengan judul “Potensi Pemanfaatan Sel Surya untuk Mendukung Energi di Bidang Pertanian” hasil penelitiannya mengatakan Penggunaan alat penyemprot manual yang kurang efektif sehingga dibuat sebuah alat penyemprotan elektrik dengan sumber dari panel surya yang dapat digunakan untuk mendukung sektor pertanian serta meningkatkan produktivitas hasil pertanian. (Shofa, dkk 2021) pada jurnal Jurnal Rekayasa Mesin dengan judul “Rancang Bangun Mesin Pemberi Pupuk Cair Otomatis Hemat Daya Berbasis Iot untuk Budidaya Tanaman Organik ” adapun hasil penelitiannya ialah Penelitian ini dilakukan untuk membuat rancang bangun mesin pemberi pupuk cair otomatis hemat daya berbasis IoT untuk budidaya tanaman organik. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan sistem alat yang dapat mengintegrasikan fungsi Arduino, sistem IoT dan panel surya untuk lebih hemat daya. Kebutuhan pembuatan alat meliputi dosis pupuk cair, jumlah water sprinkler, kebutuhan pipa, alat ukur kelembaban tanah dan kapasitas solar cell. Hasil penelitian ini menghasilkan keluaran debit air 600 L/hektar dengan jangkauan keluaran pupuk cair yang disemprotkan 50 m² tiap water springkler membentuk lingkaran. Waktu penyemprotan yang lebih singkat, jangkauan yang lebih luas, kemudahan mengontrol alat, dan hemat daya menjadikan alat ini menarik untuk diterapkan dalam budidaya tanaman organik agar mampu menghasilkan panen yang lebih baik. Hasil ini dapat digunakan sebagai referensi dalam merancang mesin pemberi pupuk cair otomatis hemat daya berbasis IoT untuk budidaya tanaman organik.

Energi Surya

Sel surya adalah seperangkat modul untuk mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. Photovoltaic adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. Sel surya mulai populer akhir-akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan energi fosil dan isu global warming. Energi yang dihasilkan juga sangat murah karena sumber energi (matahari) bisa didapatkan secara gratis. (Safitri,dkk 2019).



Gambar 1. Skema Sel Surya

Salah satunya upaya yang telah dikembangkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (sel fotovoltaik) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan, dan lainnya. Di Indonesia yang merupakan daerah tropis mempunyai potensi energi matahari sangat besar dengan insolasi harian rata-rata 4,5 - 4,8 KWh/m² / hari. Akan tetapi energi listrik yang dihasilkan sel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sistem.

Dalam merencanakan pembangunan PLTS terlebih dahulu diperhitungkan beban dari PLTS sehingga kita dapat menghitung kapasitas listrik tenaga surya yang akan dibangun. Berikut contoh perhitungan sederhana kebutuhan daya yang digunakan, kapasitas panel dan banyaknya panel yang digunakan dan kebutuhan baterai dengan daya menyimpanannya.

Rumus daya Listrik :

Daya Listrik = Tegangan x Arus, Atau

Watt = Volt x Ampere

Instalasi pembangkit listrik dengan tenaga surya membutuhkan perencanaan mengenai kebutuhan daya

1. Jumlah Pemakaian
2. Jumlah Panel surya/solar cell
3. Jumlah baterai

Baterai

Baterai berfungsi untuk menyimpan sementara listrik yang dihasilkan modul surya, agar dapat digunakan pada saat energi matahari tidak ada (malam hari atau cuaca), besaran kemampuan menyimpan arus listrik diukur dalam satuan watt jam (watthour/WH). Besarnya kemampuan menyimpan arus listrik ditentukan dari berapa besar kebutuhan daya listrik dan kemampuan modul surya dalam mengisi battery. Listrik yang dihasilkan dari penyimpanan baterai mudah diubah menjadi panas atau cahaya, tetapi proses konversi dalam baterai relatif tidak efisien. Jenis baterai dikategorikan sebagai primer dan sekunder.

Sel alkali yang umum adalah contoh dari jenis ini. Baterai sekunder dapat diisi ulang. Baterai timbal-asam adalah jenis yang paling umum dan digunakan dalam sistem mobil dan cadangan. (Nugroho,dkk 2020)



Gambar 2. Baterai

Efisiensi baterai sekunder biasanya 70 hingga 80% untuk siklus pulang-pergi (pengisian dan pengosongan). Energi hilang dalam bentuk panas untuk siklus pengisian dan pengosongan. Jenis umum lainnya dari baterai sekunder termasuk nikel-kadmium (NiCad), nikellogam hidrida (NiMh), lithium-ion, seng-udara, dan polimer lithium. (Nugroho,dkk 2020)

Solar charge controller (SCC)

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke battery dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian - karena batere sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. (Tomy Abuzairi, dkk 20219)

Solar charge controller menerapkan teknologi Pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban . Panel surya / solar cell 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt. Jadi tanpa solar charge controller, battery akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 - 14.7 Vol.



Gambar 3. Solar Charge Controller

Pompa DC 12V

Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (suction) dengan bagian keluar (discharge). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga

ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran. (Ariansyah, dkk 2021).



Gambar 4. Pompa Air DC

Tegangan

Tegangan (voltage) atau sering disebut sebagai beda potensial adalah kerja yang dilakukan untuk menggerakkan muatan sebesar satu coulomb dari satu terminal ke terminal lainnya. Atau, dengan, kata lain, jika suatu muatan sebesar satu coulomb digerakkan atau dipindahkan, maka akan terdapat beda potensial pada kedua terminalnya. Kerja yang dilakukan sebenarnya adalah energi yang dikeluarkan. Jadi, berdasarkan pengertian diatas, tegangan adalah energi per satuan muatan.

METODE

Dalam menganalisis kinerja plts sebagai catu daya alat semprot tersebut, penting untuk melakukan pengamatan langsung berlokasi di Kota Binjai, Sumatera Utara. Oleh karena itu, peneliti memutuskan untuk menggunakan metode penelitian kualitatif dengan teknik pengambilan data observasi dan deskriptif. Dalam metode ini, peneliti secara aktif mengamati dan mencatat daya listrik yang di hasilkan plts dalam proses penyemprotan tanaman. Penelitian ini terdiri dari perancangan alat dan observasi yang dilakukan Juli hingga Agustus 2023.

Flowchart digunakan untuk mendokumentasikan, merencanakan, dan mengomunikasikan proses yang cukup rumit menjadi sebuah diagram. Tujuannya agar proses yang rumit ini lebih mudah

dibaca dan dipahami oleh orang awam sekaligus.

Nilai rata-rata daya yang diperoleh transmisi dapat dihitung seperti berikut:

$$\text{Prata-rata} = \frac{\text{P jumlah total daya perhari}}{\text{Banyaknya pengukuran}}$$

1. Untuk rata-rata daya pada Pengujian Ke I

$$\text{Prata-rata} = \frac{148.87}{8} = 18.60 \text{ watt/jam}$$

2. Untuk rata-rata daya pada Pengujian Ke II

$$\text{Prata-rata} = \frac{234.51}{8} = 29.31 \text{ watt/jam}$$

3. Untuk rata-rata daya pada Pengujian Ke III

$$\text{Prata-rata} = \frac{143.73}{8} = 17.96 \text{ watt/jam}$$

4. Untuk rata-rata daya pada Pengujian Ke IV

$$\text{Prata-rata} = \frac{344.89}{8} = 43.11 \text{ watt/jam}$$

5. Untuk rata-rata daya pada Pengujian Ke V

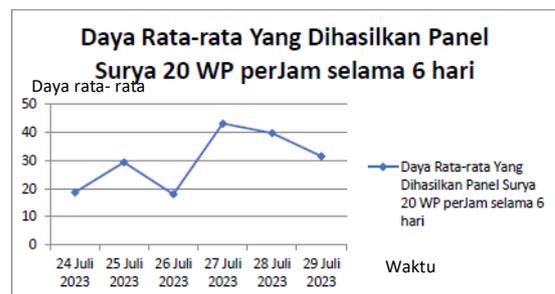
$$\text{Prata-rata} = \frac{317.75}{8} = 39.71 \text{ watt/jam}$$

6. Untuk rata-rata daya pada Pengujian Ke VI

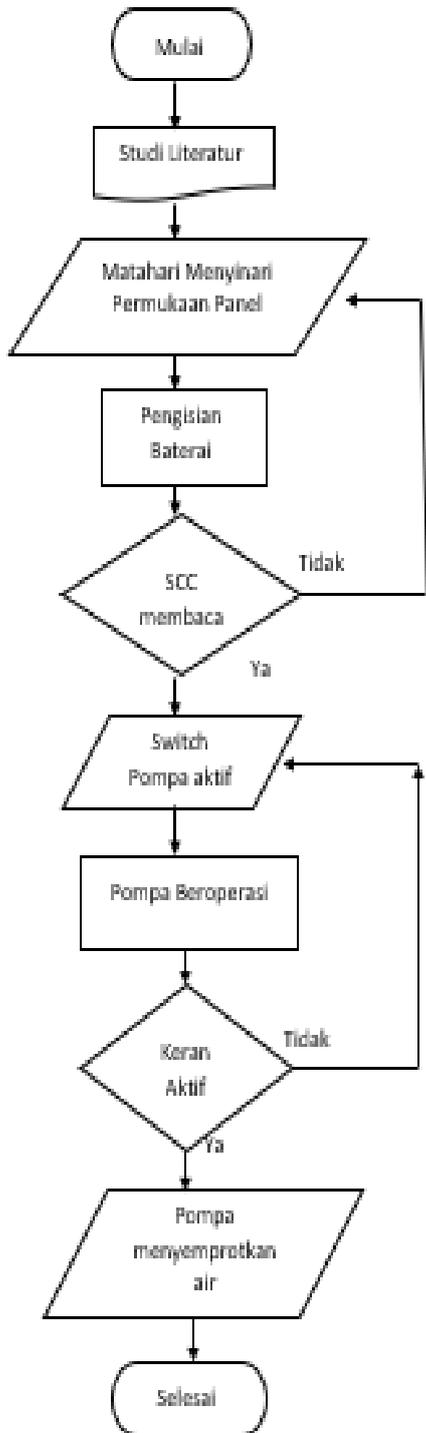
$$\text{Prata-rata} = \frac{252.0}{8} = 31.50 \text{ watt/jam}$$

Untuk daya rata-rata yang dihasilkan perjam selama 6 hari pengujian adalah sebesar 30.03 watt

No	Waktu Pengujian	Daya rata-rata jam/hari (watt)
1	Pengujian Ke I	18.60
2	Pengujian Ke II	29.31
3	Pengujian Ke III	17.96
4	Pengujian Ke IV	43.11
5	Pengujian Ke V	39.71
6	Pengujian Ke VI	31.50



Rata-rata Daya Perjam Yang Disalurkan Baterai Ke pompa



Gambar 5. Flowchart

HASIL DAN PEMBAHASAN Rata-rata Daya Perjam yang Diperoleh panel Surya 20 WP

$$\text{Prata-rata} = \frac{\text{P jumlah total daya perhari}}{\text{Banyaknya pengukuran}}$$

1. Untuk rata-rata daya yang disalurkan pada Pengujian Ke I

$$\text{Prata-rata} = \frac{75.21}{8} = 9.40 \text{ watt/jam}$$

2. Untuk rata-rata daya yang disalurkan pada Pengujian Ke II

$$\text{Prata-rata} = \frac{73.55}{8} = 9.19 \text{ watt/jam}$$

3. Untuk rata-rata daya yang disalurkan pada Pengujian Ke III

$$\text{Prata-rata} = \frac{72.14}{8} = 9.01 \text{ watt/jam}$$

4. Untuk rata-rata daya yang disalurkan pada Pengujian Ke IV

$$\text{Prata-rata} = \frac{73.24}{8} = 9.15 \text{ watt/jam}$$

5. Untuk rata-rata daya yang disalurkan pada Pengujian Ke V

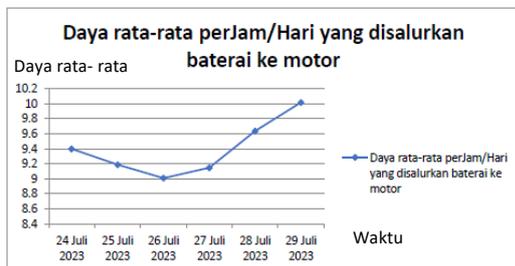
$$\text{Prata-rata} = \frac{77.16}{8} = 9.64 \text{ watt/jam}$$

6. Untuk rata-rata daya yang disalurkan pada Pengujian Ke VI

$$\text{Prata-rata} = \frac{80.16}{8} = 10.02 \text{ watt/jam}$$

Untuk daya rata-rata yang digunakan perjam selama 6 hari pengujian adalah sebesar 9.40 watt

No.	Waktu pengujian	Daya rata-rata jam/hari
1	Pengujian Ke I	9.40
2	Pengujian Ke II	9.19
3	Pengujian Ke III	9.01
4	Pengujian Ke IV	9.15
5	Pengujian Ke V	9.64
6	Pengujian Ke VI	10.02



Total Daya Keseluruhan

Dalam perhitungan total daya yang dikonsumsi secara keseluruhan kali ini adalah oleh baterai terhadap beban yaitu Pompa DC 12 volt. Untuk perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\text{Prata-rata beban} = 9.40 \text{ Watt.Hours}$$

$$\text{Banyaknya Pengujian} = 6 \text{ Hari} \times 8 \text{ kali pengukuran} = 48 \text{ kali}$$

$$\text{Ptotal} = 9.40 \times 48 = 451.20 \text{ Watt.Hours}$$

Total Daya Yang Dikonsumsi Secara Keseluruhan

Dalam perhitungan total daya yang dikonsumsi secara keseluruhan kali ini adalah oleh baterai terhadap beban yaitu Pompa DC 12 volt. Untuk perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\text{Prata-rata beban} = 9.40 \text{ Watt.Hours}$$

$$\text{Banyaknya Pengujian} = 6 \text{ Hari} \times 8 \text{ kali pengukuran} = 48 \text{ kali}$$

$$\text{Ptotal} = 9.40 \times 48 = 451.20 \text{ Watt.Hours}$$

Jadi, daya total yang dikonsumsi oleh beban (Pompa DC 12 Volt) selama pengujian adalah sebesar 451.20 Watt.Hours.

Dari perhitungan konsumsi daya total tersebut diatas, secara matematis penulis dapat mengetahui besar daya yang dikonsumsi sprayer untuk menyemprotkan cairan dengan posisi tangki penuh yakni 15 liter.

Untuk perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\text{P rata-rata/jam} = 9.40 \text{ Watt.Hours}$$

$$\text{T pertangki} = 10.7 \text{ menit} = 0.1783 \text{ jam}$$

$$\text{P} = \text{P} \times \text{T} = 9.40 \times 0.1783$$

$$= 1.6760 \text{ Watt.hours}$$

Daya yang digunakan untuk menyemprotkan cairan pestisida dari dalam tangki hingga habis adalah sebesar : 1.6760 Watt.Hours /tangki.

Perhitungan waktu Pengisian Baterai 12 V 7,2 Ah

Setelah melakukan pengukuran tegangan dan arus serta menghitung rata-rata daya yang dihasilkan panel surya perhari selama 6 hari pengujian, kemudian penulis dapat menganalisa waktu (t) dalam satu hari untuk pengisian daya dari solar cell untuk baterai 12 V 7,2 Ah (86,2 wh). Berikut perhitungannya:

$$t = \frac{\text{kapasitas baterai (wh)}}{\text{rata-rata daya yang dihasilkan panel surya 20 wp}}$$

1. Jangka waktu untuk pengisian baterai hingga penuh pada Hari Ke I

$$t = \frac{86,2 \text{ wh}}{18,60} = 4,63 \text{ jam}$$
2. Jangka waktu untuk pengisian baterai hingga penuh pada 25 juli 2023

$$t = \frac{86,2 \text{ wh}}{29,21} = 2,94 \text{ jam}$$
3. Jangka waktu untuk pengisian baterai hingga penuh pada 26 juli 2023

$$t = \frac{86,2 \text{ wh}}{17,96} = 4,79 \text{ jam}$$
4. Jangka waktu untuk pengisian baterai hingga penuh pada 27 juli 2023

$$t = \frac{86,2 \text{ wh}}{42,11} = 1,99 \text{ jam}$$
5. Jangka waktu untuk pengisian baterai hingga penuh pada 28 juli 2023

$$t = \frac{86,2 \text{ wh}}{39,71} = 2,17 \text{ jam}$$
6. Jangka waktu untuk pengisian baterai hingga penuh pada 29 juli 2023

$$t = \frac{86,2 \text{ wh}}{31,50} = 2,73 \text{ jam}$$

Dari hasil perhitungan diatas penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa jangka waktu yang diperlukan dalam proses pengisian daya baterai oleh panel surya tergantung dari kondisi cuaca dan intensitas cahaya dilokasi pengoperasian karena mempengaruhi tinggi rendahnya arus yang diterima.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan penelitian dari Penerapan teknologi solar cell untuk penyemprotan pada tanaman yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa Panel surya 20 wp yang digunakan mampu menghasilkan daya (P) rata-rata perhari sebesar 30.03 watt dengan baterai berkapasitas 12 volt 7,2 Ah mampu menyalurkan daya (P) rata-rata ke motor DC 12 volt 3 Ampere sebesar 9.40 watt saat beroperasi. Untuk daya rata-rata yang digunakan perjam selama 6 hari pengujian adalah sebesar 9.40 watt dengan jangka waktu pengisian daya tergantung dari kondisi cuaca dan intensitas cahaya dilokasi pengoperasian karena mempengaruhi tinggi rendahnya arus yang diterima sedangkan Daya yang digunakan untuk menyemprotkan cairan pestisida dari dalam tangki hingga habis adalah sebesar : 1.6760 Watt.Hours /tangki.

DAFTAR PUSTAKA

Abuzairi, T., et al. (2019). *International Journal of Photoenergy*, 2019,

Article ID 5026464. DOI: 10.1155/2019/5026464

Ariansyah, M. D., et al. (2021). *Jurnal Syntax Admiration*, 2(6).

Fahreza, M., Hamdani, H., & Tharo, Z. (2019, May). PEMODELAN DAN PENGENDALIAN FREKUENSI SISTEM TENAGA LISTRIK PADA SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 2, No. 1, pp. 234-237).

Fuadiyah, T., et al. (2022). *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 7(2).

Nugroho, F. A., et al. (2020). *e-Proceeding of Engineering*, 7(3), 8781.

Pawula, V. (2021). Perancangan Alat Otomatis Penyemprot Hama Menggunakan Switch Digital Timer Dengan Sumber Panel Surya. *Skripsi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang*.

Safitri, N., et al. (2019). *BUKU TEKNOLOGI PHOTOVOLTAIC*. Penerbit: YayasanPuga Aceh Riset. ISBN: 978-623-91323-0-9

Sarwono, E., et al. (2021). *Journal of Electrical Power Control and Automation*, 4(2), 40-46. DOI: 10.33087/jepca.v4i2.50

Shofa, D., et al. (2021). *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(1), 109-115.

Syafriyudin, ST, MT. (2013). *Buku PENGETAHUAN BAHAN LISTRIK*. ISBN: 978-602-7619-25-8

Tan, R. H. G., et al. (2020). *E3S Web of Conferences*, 182, 03005. DOI: 10.1051/e3sconf/202018203005

Tharo, Z., et al. (2022). Analysis of Saving Electrical Load Costs With a Hybrid Source of PLN-PLTS 500 Wp. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, 4(1), 235-243.