



ANALISIS SISTEM *SOLAR TRACKER* TERHADAP DAYA YANG DIHASILKAN UNTUK IRIGASI HIDROPONIK TENAGA PANEL SURYA

Muhammad Naufal Hanif^d, Mohamad Zaenudin^{1,a}, Yasya Khalif Perdana Saleh¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik & Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta

Korespondensi:

^aProgram Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik & Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta
mzaenudin@jgu.ac.id

ABSTRAK

Hidroponik adalah sistem pertanian yang membutuhkan daya listrik untuk menggerakkan pompa air yang mengalir irigasinya, dan panel surya merupakan alat untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Kekurangan instalasi panel surya selama ini adalah statis sehingga daya yang diterima tidak optimal, mengingat matahari selalu bergerak mengitari bumi. Dalam hal ini panel surya dengan sistem solar tracker digunakan sebagai sumber energi listrik untuk pompa air tersebut. Tujuan dari penggunaan solar tracker pada hidroponik panel surya ini, yaitu untuk mengoptimalkan penyerapan energi yang diterima oleh panel surya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi kepustakaan dan penelitian eksperimental. Penelitian dilakukan dari tanggal 4 Maret - 15 April 2023 dari pukul 07.00 - 18.00 WIB dengan pengujian masing-masing 1 hari posisi statis, dan 1 hari panel surya solar tracker setiap harinya. Didapatkan daya total selama pengujian sebesar 2823,31 W pada sistem solar tracker setelah dikurangi konsumsi daya sistem solar tracker, sedangkan pada posisi statis didapatkan daya sebesar 1843,71W. Pada sistem solar tracker dibutuhkan waktu selama 3 jam 54 menit untuk mengisi baterai setelah daya baterai digunakan selama 13 jam. Sedangkan, pada posisi statis membutuhkan waktu selama 6 jam. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu, sistem solar tracker panel surya pada hidroponik mampu menghasilkan peningkatan daya 53% daripada hidroponik panel surya dengan posisi statis.

Kata kunci: panel surya, *solar tracker*, pengisian baterai, hidroponik

ABSTRACT

Hydroponics is an agricultural system that requires electricity to drive water pumps that flow irrigation, and solar panels are tools to convert solar energy into electrical energy. The drawback of installing solar panels so far is static so that the power received is not optimal, considering that the sun is always moving around the earth. In this case a solar panel with a solar tracker system is used as a source of electrical energy for the water pump. The purpose of using a solar tracker on this hydroponic solar panel is to optimize the absorption of the energy received by the solar panel. The method used in this research is the method of literature study and experimental research. The research was conducted from March 4 - April 15 2023

from 07.00 - 18.00 WIB with 1 day of static position testing each, and 1 day of solar tracker solar panels every day. The total power obtained during the test was 2823.31W on the solar tracker system after deducting the power consumption of the solar tracker system, while in a static position the power obtained was 1843.71 W. On the solar tracker system, it takes 3 hours 54 minutes to charge the battery after the battery power is used for 13 hours. Meanwhile, in a static position it takes 6 hours. The conclusion from this study is that the solar panel solar tracker system in hydroponics is capable of producing a power increase of 53% compared to hydroponic solar panels in a static position.

Keywords: solar cell, solar tracker, battery charge, hydroponics

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya populasi dan pesatnya kemajuan teknologi berbanding lurus dengan bertambahnya kebutuhan manusia terhadap energi listrik [1]. Namun faktanya sumber energi yang menjadi peran utama untuk menghasilkan energi listrik di bumi ini semakin hari semakin menipis. Pengendalian untuk menyelesaikan masalah yang terjadi ini ialah memanfaatkan energi alternatif. Salah satu energi alternatif yang dapat diperbaharui ialah energi dari intensitas cahaya matahari. Energi dari intensitas cahaya matahari tersebut tersedia setiap hari dan tersebar di seluruh penjuru Bumi ini. Sorotan sinar matahari ini yang nantinya bisa diubah menjadi energi lain yaitu, energi listrik untuk kebutuhan kehidupan manusia. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk menangkap dan mengkonversi energi matahari adalah panel surya. Panel surya merupakan sebuah alat yang mampu menghasilkan listrik dengan cara mengkonversi energi matahari yang diterima oleh panel surya [1,2].

Umumnya saat ini, pemasangan panel surya masih dalam posisi diam. Hal ini mempengaruhi penyerapan energi menjadi tidak maksimal. Dengan begitu maka penulis menganalisa suatu alat yang dirancang yang dinamakan Solar Tracker. Dimana alat ini dirancang sebagai pembantu panel surya mendapatkan hasil maksimal untuk menyerap energi matahari. Dengan prinsip kerja mendeteksi posisi matahari yang ditangkap oleh sensor cahaya lalu dari sensor tersebut memberi sinyal kepada linear actuator untuk mengikuti arah datangnya matahari secara otomatis agar panel surya selalu menghadap lurus terhadap matahari [3].

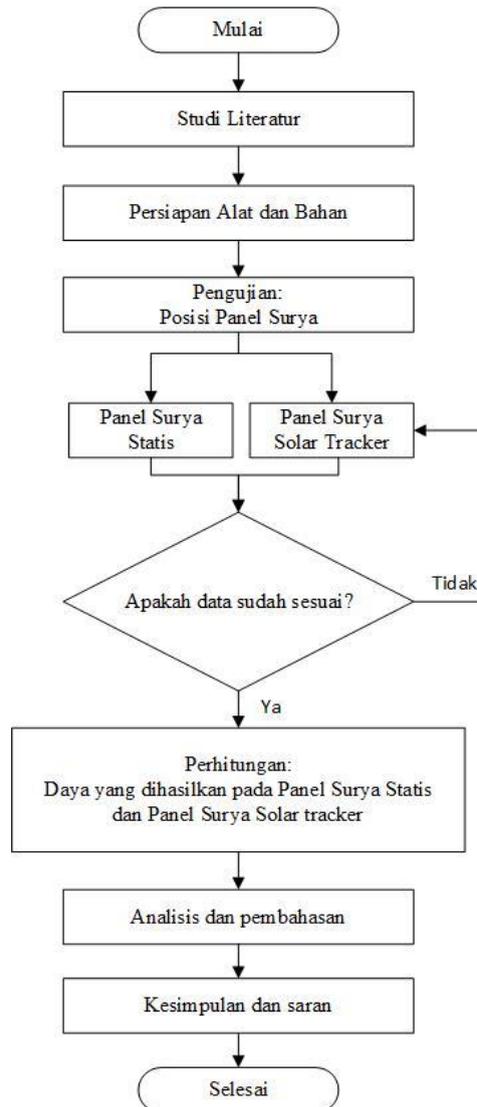
Ada permasalahan lain akibat meningkatnya populasi penduduk khususnya di Indonesia yaitu, menjadikan kebutuhan akan sumber pangan seperti sayur meningkat. Akan tetapi lahan pertanian yang semakin hari semakin banyak di alih fungsikan sebagai pemukiman menjadikan masalah tambahan bagi masyarakat itu sendiri. Hidroponik merupakan sebuah harapan bahkan solusi untuk menghadapi permasalahan lahan pertanian yang semakin berkurang. Karena lahan yang luas bukanlah menjadi syarat utama untuk dapat melakukan sistem pertanian hidroponik. Pertanian sistem hidroponik dapat dilakukan di pekarangan rumah, rooftop rumah, maupun lahan rumah yang kosong lainnya, bahkan di apartemen sekalipun dapat melakukan sistem pertanian hidroponik ini [4,5]. Dengan adanya solusi sistem pertanian hidroponik ini, diharapkan masyarakat bisa menanam kebutuhan pangan seperti sayur itu sendiri di tempat tinggal mereka dimanapun mereka berada [6].

Tujuan dari penelitian ini adalah menggabungkan 2 penelitian yang sudah ada sebelumnya yaitu penelitian ini merancang sebuah alat *solar tracking system* yang berfungsi sebagai pengoptimal energi matahari yang diterima panel surya sebagai sumber energi listrik untuk menggerakkan pompa air yang mengalir sistem irigasi hidroponik [6-10]. Dari perancangan dan penelitian ini, diharapkan solar tracking ini mampu mengoptimalkan penyerapan energi matahari untuk dikonversikan energinya menjadi energi listrik untuk menggerakkan pompa air yang mengalir irigasi tanaman hidroponik.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dijelaskan pada gambar sebagai berikut

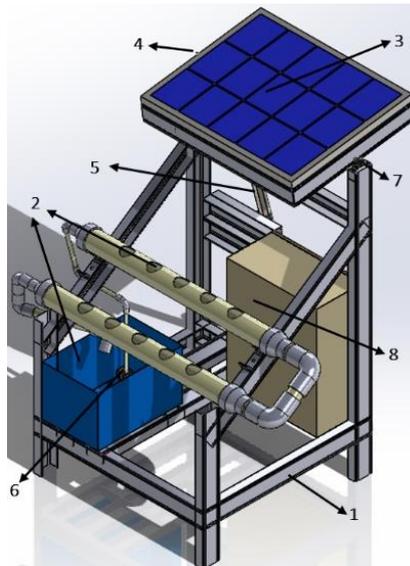


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1. Sebelum dilakukan pengerjaan dimulai dari studi literatur untuk mencari referensi sumber – sumber yang relevan dan pedoman awal dalam proses penelitian.
2. Kemudian dilanjut dengan persiapan alat dan bahan yang meliputi desain alat, skema rancangan alat hingga alat selesai dirancang dan siap untuk melaksanakan pengujian.
3. Pengujian posisi panel surya pada hidroponik ini diambil pada tanggal 4 maret – 15 april 2023 dengan masing – masing 1 hari untuk posisi statis dan 1 hari dengan bantuan sistem *solar tracker* dengan interval waktu pengambilan data setiap 1 jam sekali.
4. Jika data sudah didapat maka dilanjutkan dengan pengolahan data.

2.2 Skema Rancangan Alat

Untuk skema rancangan alat dan komponen apa saja yang digunakan dalam alat penelitian ini dijelaskan dalam Gambar 2.



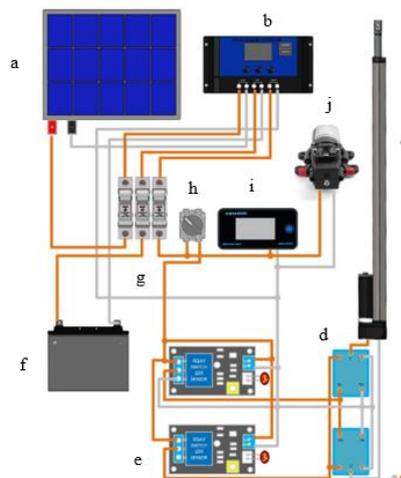
Gambar 2. Skema Rancangan Alat

Keterangan:

1. Rangka Hidroponik *Solar Tracker*
2. Hidroponik Kit
3. Panel Surya
4. Sensor LDR
5. *Linear Actuator*
6. Pompa Air
7. *Pillow Block Bearing*
8. *Box Panel*

2.3 Rangkaian Sistem *Solar Tracker*

Skema rangkaian sistem *solar tracker single axis* yang digunakan, dijelaskan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Sistem *Solar Tracker*.

Keterangan:

1. Panel Surya
2. *Solar Charge Controller*
3. *Linear Actuator*
4. *Relay*
5. Sensor LDR
6. Baterai
7. Sikring
8. *Selector Switch*
9. *Watt Meter DC*
10. Pompa

2.4 Spesifikasi Komponen yang digunakan

Perancangan alat pada penelitian ini menggunakan beberapa komponen dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Rangka Hidroponik *Solar Tracker*: dalam penelitian ini memakai bahan dasar yaitu baja ringan untuk bagian rangka hidroponik solar tracker karena bahan ini mudah didapatkan dan mempunyai banyak keunggulan.
2. Hidroponik Kit: untuk media tanam hidroponik digunakan PVC berukuran 3inch yang dimana PVC ini berfungsi sebagai sistem irigasi hidroponik.
3. Panel Surya: panel surya yang digunakan adalah *Maysun Solar* dengan jenis *monocrystalline* berkapasitas sebesar 50 WP.
4. Sensor LDR: tipe Sensor LDR yang digunakan adalah XH-M131 dengan tegangan input sebesar DC 12 V.
5. Linear Actuator: spesifikasi linear actuator yang digunakan yaitu memiliki panjang kerja 12 – 24-inch dengan daya input DC 12 V – DC 36 V, dan kecepatan 7.5 mm/s, dan beban maksimal sebesar 2000 N
6. Pompa Air: pompa air yang digunakan sebagai alat untuk mengaliri sistem irigasi hidroponik ini adalah pompa DC12 V dengan konsumsi daya sebesar 4,2Watt, Ketinggian Maksimal 5Meter, dan kapasitas 240 L/Jam.
7. *Pillow Block Bearing*: *pillow block bearing* yang digunakan sebagai bantalan panel surya agar dapat bergerak berukuran 8 mm.
8. Box Panel: box panel yang digunakan sebagai media penyimpanan baterai, sistem pengisian panel surya dan sistem solar tracker adalah 60 x 80 x 20 cm
9. Baterai: spesifikasi baterai yang digunakan adalah tipe NS60, dengan Tegangan DC 12 V, dan kapasitas sebesar 45 Ah.
10. Solar Charge Controller: untuk mengatur daya masuk dan daya yang dikeluarkan digunakan Solar Charge Controller dengan kapasitas 50 A.
11. Relay: untuk memberikan perintah maju/mundur linear actuator digunakan relay DC 12 V 10 A.
12. Sikring: sebagai pengaman dari adanya arus berlebih, digunakan sikring dengan kapasitas 4 A.
13. Selector Switch: digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan sistem solar tracker, dengan spesifikasi 2 putaran dan tipe LA38-11X2.
14. Watt Meter DC: untuk memonitoring daya masuk dan keluar tanpa harus membuka box panel maka digunakan Watt Meter DC yang diletakkan di pintu Box Panel dengan spesifikasi DC PZEM-015 – 200 V 100 A.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan membahas mengenai hasil dari pengujian alat yang telah dirancang pada bagian sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelebihan dari penggunaan sistem *solar tracker* sebagai optimalisasi panel surya dalam menambang energi dari matahari yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik. Energi listrik tersebut dimanfaatkan untuk sumber utama penggerak pompa air yang mengaliri sistem irigasi hidroponik. Selain itu, guna mempelajari kapasitas daya baterai

bertahan sebagai sarana penyimpanan energi ketika panel surya tidak mendapatkan sorotan sinar matahari.

3.1 Proses Pengambilan Data

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan panel surya statis dan panel surya dengan sistem *solar tracker*. Adapun pengujian panel surya dengan sistem solar tracker diuji dengan cara berikut ini:

1. Siapkan alat ukur untuk mengambil nilai data tegangan dan juga intensitas cahaya, berupa multimeter dan *luxmeter*.
2. Putar selector untuk menghidupkan sistem solar tracker maka secara otomatis sistem solar tracker akan langsung aktif dan akan mengikuti arah datangnya cahaya matahari.
3. Ukur besar tegangan yang dihasilkan dengan menggunakan multimeter dengan cara sebagai berikut:
 - a. Putar knob multimeter ke arah DCV.
 - b. Hubungkan probe positif ke terminal positif panel surya dan probe negatif ke terminal negatif panel surya.
 - c. Amati nilai tegangan yang terukur oleh multimeter.
 - d. Catat hasil pengukuran pada lembar pengujian.
4. Ukur besar intensitas cahaya dengan menggunakan lux meter dengan cara sebagai berikut:
 - a. Posisikan lux meter sama dengan posisi panel surya yang menghadap matahari.
 - b. Pilih faktor pengali *luxmeter* yang paling besar.
 - c. Buka tutup pelindung sensor *luxmeter*.
 - d. Amati nilai intensitas cahaya yang terukur oleh *luxmeter*.
 - e. Catat hasil pengukuran pada lembar pengujian.

Sedangkan untuk pengujian pada posisi statis langkah 1, 3, dan 4 sama. Pada langkah 2 untuk pengujian posisi statis, posisikan panel surya dalam keadaan datar atau 180° dan putar selector switch ke posisi off, dan selanjutnya lakukan langkah pengujian sama seperti langkah pengujian 1, 3, dan 4. Realisasi proses pengambilan data, ditunjukkan pada Gambar 4, Gambar 5., dan Gambar 6.



Gambar 4. Proses pengambilan data Intensitas Cahaya.



Gambar 5. Proses pengambilan data tegangan.



Gambar 6. Proses pengambilan data arus.

3.2 Hasil Pengujian Hidroponik Panel Surya dengan Bantuan *Solar Tracker*

Tabel 1 menampilkan data hasil pengujian pada panel surya yang diperuntukkan bagi sumber daya sistem hidroponik sederhana.

Tabel 1. Daya Yang Dihasilkan Panel Surya Solar Tracker Dari Tanggal 4 Maret - 15 April 2023.

Tanggal	Hasil (W)	Konsumsi Sistem (W)	Hasil Akhir (W)	Rata-Rata (W)
04-Mar	233,94	15,4	218,54	18,21
06-Mar	215,4	15,4	200	16,67
08-Mar	148,92	15,4	133,52	11,13
10-Mar	231,82	15,4	216,42	18,04
12-Mar	237,86	15,4	222,46	18,54

16-Mar	217,47	15,4	202,07	16,84
18-Mar	62,15	15,4	46,75	3,90
20-Mar	182,44	15,4	167,04	13,92
22-Mar	196,08	15,4	180,68	15,06
29-Mar	180,66	15,4	165,26	13,77
02-Apr	86,13	15,4	70,73	5,89
04-Apr	175,64	15,4	160,24	13,35
06-Apr	185,98	15,4	170,58	14,22
08-Apr	179,3	15,4	163,9	13,66
10-Apr	172,84	15,4	157,44	13,12
12-Apr	194,62	15,4	179,22	14,94
14-Apr	183,86	15,4	168,46	14,04
Total Daya (W)			2823,31	
Rata - Rata Daya (W)				13,84(W)

Dapat dilihat pada Tabel 1 total daya yang dihasilkan pada pengujian solar tracker untuk hidroponik didapatkan total daya selama 17 hari pengujian sebesar 2823,31 W dengan rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 13,84 W angka tersebut didapatkan setelah hasil pengujian harian dikurangi oleh konsumsi daya sistem solar tracker. Sedangkan untuk daya terbesar yang dihasilkan selama pengujian didapatkan pada tanggal 12 Maret 2023. Didapatkan daya sebesar 237,86 W namun setelah dikurangi konsumsi daya sistem solar tracker daya yang dihasilkan menjadi 222,46 W. Sedangkan daya terendah didapatkan pada pengujian tanggal 18 maret yaitu sebesar 62,15 W namun setelah dikurangi konsumsi sistem solar tracker hanya menghasilkan daya sebesar 46,75 W, ini terjadi karena pada tanggal 18 maret kondisi cuaca diguyur hujan dalam beberapa waktu.

3.3 Hasil Pengujian Hidroponik Panel Surya Statis

Pada Tabel 2 total daya yang dihasilkan pada pengujian hidroponik panel surya dengan posisi statis didapatkan total daya selama 17 hari pengujian sebesar 1843,71W dengan rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 9,04 W angka tersebut didapatkan tanpa dikurangi oleh konsumsi daya yang dirancang pada panel surya. Sedangkan untuk daya terbesar yang dihasilkan selama pengujian didapatkan pada tanggal 13 April 2023. Didapatkan daya sebesar 137,53 W. Sedangkan daya terendah didapatkan pada pengujian tanggal 23 maret yaitu sebesar 34,75 W ini terjadi karena pada tanggal 23 maret kondisi cuaca diguyur hujan dalam beberapa waktu.

Tabel 2. Daya Yang Dihasilkan Panel Surya Statis Dari Tanggal 4 Maret - 15 April 2023

Tanggal	Hasil (W)	Konsumsi Sistem (W)	Hasil Akhir (W)	Rata-Rata (W)
05-Mar	103,41	0	103,41	8,62
07-Mar	109,66	0	109,66	9,14
09-Mar	135,97	0	135,97	11,33
11-Mar	96,66	0	96,66	8,06
13-Mar	108,57	0	108,57	9,05
17-Mar	114,46	0	114,46	9,54
19-Mar	133,7	0	133,7	11,14
21-Mar	73,49	0	73,49	6,12
23-Mar	34,75	0	34,75	2,90
30-Mar	122,4	0	122,4	10,20
03-Apr	102,39	0	102,39	8,53
05-Apr	132,21	0	132,21	11,02
07-Apr	120,64	0	120,64	10,05

09-Apr	87,81	0	87,81	7,32
11-Apr	104,84	0	104,84	8,74
13-Apr	137,53	0	137,53	11,46
15-Apr	125,22	0	125,22	10,44
Total Daya			1843,71	
Rata - Rata Daya				9,04 (W)

3.4 Perbandingan rata – rata nilai hasil pengujian yang dihasilkan Panel Surya

Untuk memudahkan perbandingan data dari parameter pengukuran output panel surya, sebuah Tabel perbandingan akan dibuat antara penggunaan *Solar Tracker* dan Panel Surya Statis. Tabel ini di ambil dari rata-rata pengujian yang dilakukan dari tanggal 4 Maret – 15 April dimana dibagi menjadi 3 waktu. Menurut KBBI waktu Pagi dimulai pada pukul 05.00 – 10.59, sedangkan Siang dimulai pada pukul 11.00 - 15.00, dan Sore dimulai pada pukul 15.01 – 18.00.

Dari Tabel 3. atau Tabel rata-rata Hasil Pengujian mendapatkan nilai rata - rata tertinggi pada Sistem *Solar Tracker* untuk Intensitas Cahaya (lux), Tegangan (V), Arus (A), dan Daya (W) didapatkan pada Waktu Siang hari yaitu Intensitas Cahaya 639 lux, Tegangan 11,8V, Arus 1,9A, dan Daya sebesar 23,9W. Sedangkan pada posisi Statis mendapatkan nilai rata - rata Tertinggi untuk Intensitas Cahaya (lux), Tegangan (V), Arus (A), dan Daya (W) didapatkan pada Waktu Siang hari yaitu Intensitas Cahaya 569 lux, Tegangan 11,6V, Arus 1,3A, dan Daya sebesar 15,9W.

Tabel 3. Rata – Rata Hasil Pengujian Sistem Solar Tracker Dan Statis Pada Tanggal 4 Maret – 15 April 2023

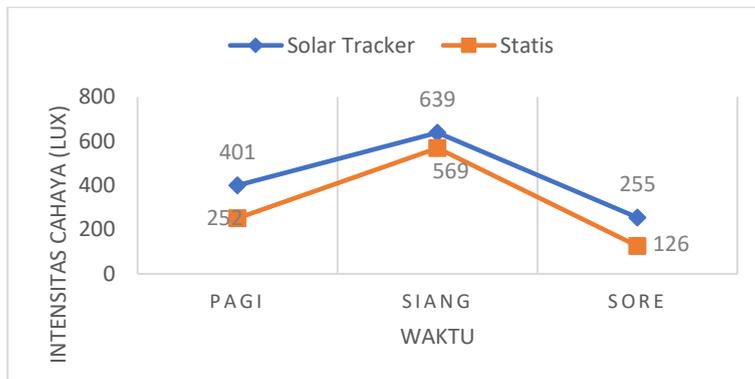
Pengujian	Waktu	Rerate Intensitas Cahaya (lux)	Rerata Tegangan (V)	Rerat Arus (A)	Rerata Daya (W)
Menggunakan Sistem <i>Solar Tracker</i>	Pagi (07.00 – 10.59)	401	10,7	0,7	8,9
	Siang (11.00 – 15.00)	639	11,8	1,9	23,9
	Sore (15.01 - 18.00)	255	10,7	0,5	5
Statis Tanpa Sistem <i>Solar Tracker</i>	Pagi (07.00 – 10.59)	252	9,7	0,3	4,0
	Siang (11.00 – 15.00)	569	11,6	1,3	15,9
	Sore (15.01 - 18.00)	122	8,9	0,2	2,1

3.5 Grafik Total Perbandingan Hasil Pengujian

Dari grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 4., Gambar 5., Gambar 6., dan Gambar 7. Dapat dilihat bahwa nilai Lux, Tegangan, Arus, dan Daya yang paling besar selama pengujian pada tanggal 4 Maret – 15 April 2023 dihasilkan oleh hidroponik panel surya dengan Sistem Solar Tracker daripada hidroponik panel surya statis. Perbedaan nilai ini tentu dikarenakan penyerapan energi yang lebih maksimal jika menggunakan Sistem Solar Tracker, dimana posisi panel surya selalu menghadap lurus terhadap arah Matahari. Dari Gambar 4., Gambar 5., Gambar 6. dan Gambar 7. juga ditunjukkan bahwa Grafik mengalami kenaikan yang Signifikan dari Waktu Pagi ke Siang hari di kedua Pengujian, lalu mengalami penurunan dari Waktu Siang ke Sore Hari. Namun untuk hasil dari pengujian yang telah dilaksanakan oleh peneliti, hidroponik panel surya dengan sistem Solar Tracker lebih unggul daripada hidroponik dengan panel surya statis.

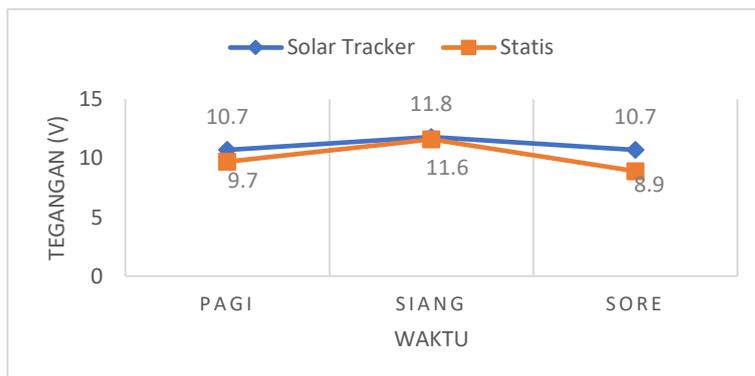
Gambar 4 menampilkan Grafik Perbandingan Intensitas Cahaya yang diukur menggunakan *LuxMeter* selama pengujian yang telah dilaksanakan pada tanggal 4 Maret sampai dengan 15 April 2023 dengan masing-masing 1 hari pengujian baik untuk sistem solar

tracker maupun statis pada hidroponik panel surya. Dengan bantuan sistem solar tracker pada hidroponik panel surya mendapatkan posisi yang baik dalam menangkap Cahaya. Pada saat siang hari Cahaya yang terukur pada kedua posisi tidak terlalu jauh berbeda karena pada saat siang hari posisi matahari berada di atas cakrawala namun sistem solar tracker mampu menyesuaikan posisi panel surya sehingga Cahaya yang ditangkap lebih besar daripada statis. Grafik juga mengalami kenaikan di waktu pagi – siang hari karena matahari mulai terbit kemudian berada di atas cakrawala wilayah setempat, kemudian disusul penurunan grafik dari siang – sore hari karena pada saat ini Matahari menuju terbenam.



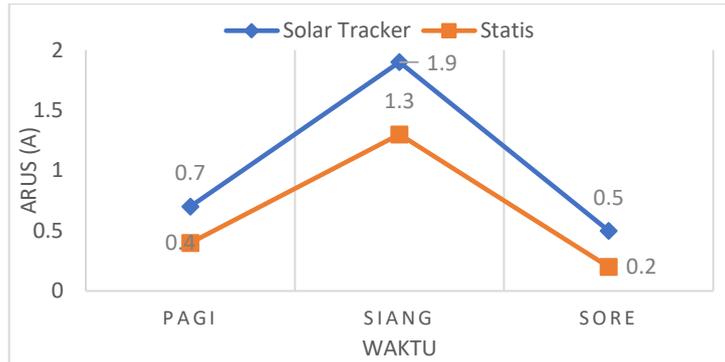
Gambar 4. Rata – Rata Intensitas Cahaya (Lux) Yang Dihasilkan Pada Tanggal 4 Maret – 15 April 2023

Gambar 5 menampilkan Grafik Perbandingan Tegangan yang diukur menggunakan multimeter selama pengujian yang telah dilaksanakan pada tanggal 4 Maret sampai dengan 15 April 2023 dengan masing – masing 1 hari pengujian untuk sistem solar tracker maupun statis. Dari Gambar 5 menunjukkan nilai tegangan yang tidak jauh berbeda pada siang hari, ini menunjukkan bahwa pada siang hari posisi panel surya pada sistem solar tracker maupun statis hampir sama di beberapa waktu, namun sistem solar tracker lebih tinggi nilai tegangan yang dihasilkan daripada statis. Karena sistem solar tracker mampu menyesuaikan posisi panel surya terhadap Matahari sehingga lebih unggul dalam menyerap Cahaya. Pada saat pagi dan sore hari sistem solar tracker terbukti lebih baik daripada statis karena, sekali lagi sistem solar tracker mampu mengikuti arah keberadaan matahari yang menyinari bumi.



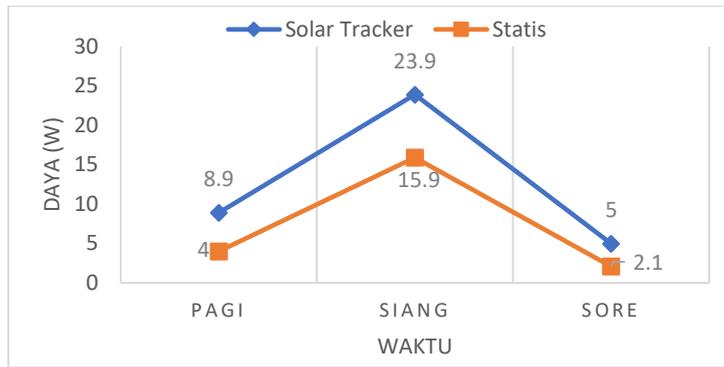
Gambar 5. Rata – Rata Tegangan (V) Yang Dihasilkan Pada Tanggal 4 Maret – 15 April 2023

Gambar 6 menampilkan Grafik rata – rata Arus yang terukur menggunakan *Solar Charge Controller* selama pengujian yang telah dilaksanakan pada tanggal 4 Maret sampai dengan 15 April 2023 dengan masing – masing 1 hari pengujian pada sistem solar tracker maupun statis untuk hidroponik panel surya. Dari Gambar 6 terlihat perbedaan arus masuk yang cukup signifikan pada sistem solar tracker terhadap statis pada hidroponik panel surya. Puncak arus tertinggi terjadi pada pukul 12.00 WIB pada sistem solar tracker yaitu sebesar 3,4A sedangkan pada posisi statis terjadi pada pukul 13.00 WIB yaitu sebesar 1,9A. Pada pukul 18.00 WIB sistem solar tracker masih mampu mendapatkan arus sebesar 0,1A sedangkan pada jam yang sama di posisi statis tidak bisa menghasilkan arus, ini terjadi karena pada pukul 18.00 WIB Matahari menuju terbenam tetapi belum sepenuhnya sehingga posisi panel surya dengan bantuan solar tracker masih mampu menyerap Cahaya matahari yang tersedia.



Gambar 6. Rata – Rata Arus (A) Yang Dihasilkan Pada Tanggal 4 Maret – 15 April 2023

Gambar 7 menampilkan Grafik rata - rata daya yang dihasilkan pada tanggal 4 Maret sampai dengan 15 April 2023. Dari Gambar 7 terlihat perbedaan daya yang dihasilkan cukup signifikan pada sistem solar tracker terhadap statis pada hidroponik panel surya. Dapat dilihat pada waktu pagi hari, sistem solar tracker pada hidroponik panel surya mendapatkan daya rata-rata selama pengujian sebesar 8,9 W, sedangkan pada posisi statis rata – rata daya yang dihasilkan hanya sebesar 4 W. Lalu pada siang hari, sistem solar tracker masih lebih unggul daripada statis yaitu menghasilkan rata – rata daya sebesar 23,9 W sedangkan pada posisi statis hanya mampu menghasilkan rata – rata daya sebesar 15,9 W. Hal ini sangat disayangkan mengingat pada waktu siang hari, matahari tampak lebih cerah karena posisinya yang lebih tinggi di langit dan penyebaran cahaya atmosfer yang menyebabkan intensitas cahaya yang lebih kuat. Pada sore hari Matahari menuju terbenam tetapi belum sepenuhnya sehingga posisi panel surya dengan bantuan solar tracker masih mampu menghasilkan rata – rata daya sebesar 5W sedangkan pada posisi statis hanya menghasilkan rata – rata daya sebesar 2,1 W.



Gambar 7. Rata – Rata Daya (W) Yang Dihasilkan Pada Tanggal 4 Maret – 15 April 2023

3.6 Perhitungan Selisih Daya serta Peningkatan Daya Sistem *Solar Tracker* dan Statis

Berdasarkan data pengukuran Daya yang telah ditampilkan dalam Tabel 4.2 didapatkan total daya pada hidroponik panel surya dengan sistem *Solar Tracker* setelah dikurangi konsumsi daya sistem *Single Axis Tracker* sebesar 2823,31 W, dan rata-rata daya yang dihasilkan adalah 13,84 W. Sedangkan Hidroponik panel surya statis menghasilkan daya sebesar 1843,71 W, serta rata-rata daya sebesar 9,04 W. Sehingga peningkatkan daya dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Selisih } W_{\text{Total}} &= W_{\text{Total Solar Tracker}} - W_{\text{total Panel Surya Statis}} \\
 &= 2823,31 - 1843,71 \\
 &= 979,6 \text{ W} \\
 \% \text{ Peningkatan } W &= \frac{\text{Selisih } W_{\text{total}}}{W_{\text{total Statis}}} \times 100 \% \\
 &= \frac{979,6 \text{ W}}{1843,71 \text{ W}} \times 100 \% \\
 &= 53\%
 \end{aligned}$$

Persentase peningkatan daya Hidroponik Panel Surya *Solar Tracker* dan Hidroponik Panel Surya Statis adalah 53%. Berarti daya yang dihasilkan selama pengujian dari tanggal 4 Maret – 15 April 2023, Hidroponik Panel Surya dengan sistem *Solar Tracker* memiliki nilai peningkatan 53% lebih baik daripada Hidroponik Panel Surya Statis.

3.7 Perhitungan Daya Tahan Baterai Terhadap Pompa

Perhitungan dilakukan untuk mengetahui daya tahan baterai untuk mensuplai daya yang dibutuhkan Pompa Air. Terlebih, ketika malam hari Panel Surya tidak mendapat sorotan sinar matahari sehingga Pompa Air bekerja hanya mengandalkan energi yang disimpan di baterai, dimana ini terjadi pada pukul 18.00 - 07.00 WIB atau sekitar 13 jam. Maka dari itu dibawah ini adalah perhitungannya:

Diketahui	: Arus Baterai (Ah)	= 45 Ah
	: Tegangan Baterai (V)	= 12 V
	: Konsumsi Daya Pompa Air (Wh)	= 4,2 Wh
	: Lama Pemakaian Pompa (Jam)	= 13 Jam

- Menghitung kapasitas Baterai:

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Baterai (Wh)} &= \text{Arus Baterai (Ah)} \times \text{Tegangan Baterai (V)} \\
 &= 45 \text{ Ah} \times 12 \text{ V} \\
 &= 540 \text{ Wh}
 \end{aligned}$$

Jadi Kapasitas Baterai (Wh) yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 540 Wh. Tetapi kapasitas baterai tidak sepenuhnya bisa kita gunakan, kapasitas baterai yang bisa digunakan adalah 80% dari kapasitas asli, maka:

- Menghitung DoD Baterai

$$\begin{aligned} \text{DoD Baterai} & : \text{Kapasitas Baterai (Wh)} \times 80\% \\ & : 540 \text{ Wh} \times 80\% \\ & : 432 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Artinya 80% kapasitas baterai yang bisa kita gunakan dari kapasitas asli sebesar 540 Wh adalah sebesar 432 Wh. Selanjutnya, menghitung daya tahan baterai terhadap pompa ketika baterai tidak dilakukan pengisian daya. Atau pada saat malam hari, maupun pagi – sore hari dengan keadaan hujan yang dimana panel surya tidak mendapatkan sorotan sinar matahari.

- Menghitung daya tahan baterai terhadap waktu

$$\begin{aligned} \text{Waktu} & = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Daya yang digunakan}} \\ & = \frac{432 \text{ Wh}}{4,2 \text{ Wh}} \\ & = 103 \text{ jam} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan didapatkan waktu selama 103 jam, dan di asumsikan lagi bahwa 100 jam adalah waktu ideal yang bisa digunakan baterai untuk mensuplai daya penggunaan pompa air untuk irigasi hidroponik. Penggunaan baterai pada malam hari atau ketika panel surya tidak mendapatkan sorotan sinar Matahari yaitu selama 13 jam. Artinya baterai cukup untuk mensuplai daya secara langsung ke pompa air sampai pada pagi hari lagi, atau sampai panel surya mendapatkan sorotan sinar matahari untuk nantinya dikonversikan sebagai energi listrik yang mengisi kekosongan energi pada baterai. Dan jika pada satu hari cuaca kondisi hujan, maka baterai juga dapat bertahan karena mengingat konsumsi daya yang digunakan pompa air hanya 4,2Wh.

Kemudian Setelah digunakannya daya baterai pada malam hari, maka akan terjadinya kekosongan energi pada baterai yang dimana kekosongan energi tersebut harus diisi kembali agar baterai kembali pada keadaan optimal, dibawah ini merupakan perhitungannya:

- Menghitung Total Konsumsi Daya Pompa

$$\begin{aligned} W_{\text{Total Pompa}} & = \text{Konsumsi Daya Pompa} \times \text{Waktu} \\ & = 4,2 \text{ Wh} \times 13 \text{ Jam} \\ & = 54,6 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan total penggunaan Daya Pompa Air selama 13 jam atau pada saat malam hari sebesar 54,6Wh. Maka sisa energi pada baterai adalah:

- Menghitung sisa energi pada Baterai

$$\begin{aligned} \text{Sisa Baterai} & = \text{Kapasitas Baterai} - W_{\text{total Pompa}} \\ & = 432 \text{ Wh} - 54,6 \text{ Wh} \\ & = 377,4 \text{ Wh} \end{aligned}$$

3.8 Perhitungan Waktu Pengisian Baterai

A. Pengisian Baterai hidroponik dengan Panel Surya Sistem *Solar Tracker*

Menghitung Waktu Pengisian Baterai

$$\text{Waktu} = \frac{\text{Daya yang berkurang pada baterai}}{\text{Daya yang dihasilkan panel surya}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{54,6 \text{ Wh}}{13,84 \text{ W}} \\
 &= 3,9 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi kekosongan daya pada baterai setelah digunakan pompa air selama 13 jam jika panel surya menggunakan sistem *solar tracker* dengan data yang digunakan diambil dari rata-rata daya selama pengujian pada Tabel 4.2 adalah selama 3,9 jam (3 jam 54 menit.). Sedangkan jika hidroponik panel surya dalam keadaan statis maka waktu yang dibutuhkan untuk mengisi kekosongan energi tersebut adalah:

B. Pengisian Baterai Hidroponik dengan Panel Surya Statis
Menghitung Waktu Pengisian Baterai

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu} &= \frac{\text{Daya yang berkurang pada baterai}}{\text{Daya yang dihasilkan panel surya}} \\
 &= \frac{54,6 \text{ Wh}}{9,04 \text{ W}} \\
 &= 6 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan waktu pengisian baterai hidroponik dengan panel surya statis didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk mengisi kekosongan energi pada baterai yaitu selama 6 jam. Perhitungan di atas merupakan hitungan ketika baterai mengalami kekosongan energi setelah dipakai dayanya oleh pompa air pada malam hari selama 13 jam. Untuk perhitungan lama waktu pengisian baterai ketika baterai sudah digunakan sebesar 80% dayanya adalah sebagai berikut:

C. Pengisian Baterai Hidroponik dengan Panel Surya *Solar Tracker*
Menghitung Waktu Pengisian Baterai

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu} &= \frac{\text{Daya pada baterai}}{\text{Daya yang dihasilkan panel surya}} \\
 &= \frac{432 \text{ Wh}}{13,84 \text{ W}} \\
 &= 31,1 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai sebesar 432Wh pada hidroponik panel surya dengan sistem *solar tracker* dengan data yang dihasilkan selama pengujian yaitu membutuhkan waktu selama 31,1 jam (31 jam 6 menit). Sedangkan jika hidroponik panel surya dengan posisi statis, waktu yang dibutuhkan adalah:

D. Pengisian Baterai dengan Panel Surya Statis
Menghitung Waktu Pengisian Baterai

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu} &= \frac{\text{Daya pada baterai}}{\text{Daya yang dihasilkan panel surya}} \\
 &= \frac{432 \text{ Wh}}{9,04 \text{ W}} \\
 &= 47,7 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi kapasitas baterai sebesar 432Wh pada hidroponik panel surya dengan posisi statis menggunakan data yang dihasilkan selama pengujian pada Tabel 4.4 yaitu membutuhkan waktu selama 47,7 Jam atau (47 jam 42 menit).

3.9 Keunggulan dan Keterbatasan Alat

Dalam sebuah penelitian tentu ada keunggulan dan keterbatasan, maka dari itu keunggulan dari alat yang sudah dirancang dan diuji ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah, sistem solar tracker yang dirancang pada penelitian ini tidak menggunakan

RTC (*Real Time Clock*) untuk mengatur waktu kapan sistem solar tracker bekerja dan kapan sistem solar tracker berhenti bekerja. Di penelitian ini hanya mengandalkan Sensor LDR yang dimana jika matahari terbit / bergerak maka sensor LDR akan memberikan tegangan ke aktuator sampai posisi LDR mendapatkan cahaya, jika sensor LDR tidak mendapatkan Cahaya sama sekali, atau matahari sudah mulai terbenam maka sensor LDR akan memberikan perintah ke aktuator yang sudah dibalik tegangannya oleh relay untuk mengembalikan panel surya ke posisi semula untuk menyambut datangnya matahari di esok pagi. Kemudian di penelitian ini juga membahas perhitungan sederhana untuk mengetahui kapasitas baterai dapat bertahan lama pada saat panel surya tidak mendapatkan Cahaya matahari atau pada saat cuaca buruk. Yang dimana perhitungan sederhana ini, dapat menjadi acuan pembaca yang ingin merancang hidroponik panel surya, agar mengetahui berapa besar panel surya yang diperlukan, baterai yang diperlukan, dan pompa yang digunakan untuk meminimalisir terjadinya ketidakseimbangan antara daya masuk dan daya keluar dalam merancang hidroponik panel surya.

Sedangkan kekurangan dalam penelitian ini adalah, panel surya yang digunakan yaitu tipe *monocrystalline* dimana tipe ini tidak dapat mengkonversi energi dengan baik atau sama sekali tidak pada saat cuaca mendung/hujan beda dengan tipe *polycrystalline* yang mampu, namun dibutuhkan panel surya yang lebih besar pada tipe *polycrystalline* untuk menghasilkan daya yang sama pada tipe *Monocrystalline*. Kemudian, kekurangan lain yaitu penelitian ini *solar tracker* hanya bekerja pada 1 sumbu putaran, dimana, jika dapat dibuat pergerakan lebih dari satu sumbu, yaitu derajat kebebasan gerak dua atau lebih, maka akan lebih aplikatif dan dapat diterapkan pada lebih banyak kondisi dengan pengaturan yang lebih otomatis.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini dapat dirangkum ke dalam beberapa poin berikut:

1. Pada penelitian ini dilakukan penerapan *solar tracker* sistem pada panel surya untuk meningkatkan energi yang diperoleh, kemudian dilakukan perbandingan antara sistem *solar tracker* dan statis. Berdasarkan data yang diperoleh sistem *solar tracker* mampu membantu panel surya menyerap energi lebih optimal, energi ini kemudian disimpan dalam baterai sehingga dapat digunakan saat sinar matahari tidak tersedia.
2. Daya yang dihasilkan pada rancangan hidroponik solar tracker lebih besar daripada hidroponik dengan panel surya statis. Didapatkan daya total sistem solar tracker selama pengujian sebesar 2823,31W setelah dikurangi konsumsi daya sistem solar tracker itu sendiri, sedangkan pada posisi statis didapatkan total daya sebesar 1843,71 W. Nilai peningkatan daya sistem solar tracker terhadap statis sebesar 53%.
3. Lama waktu pengisian baterai jika menggunakan sistem *solar tracker* setelah digunakan dayanya oleh pompa air selama 13 jam adalah sekitar 3 Jam 54 Menit, sedangkan jika panel surya dengan posisi statis membutuhkan waktu pengisian baterai sekitar 6 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad, I., & Fatmi, N. (2021). Pemanfaatan Teknologi Hidroponik Sayuran Organik Berbantuan Panel Surya (Hydroponic Solar Panels). *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 4(1), 1-7.
- [2] Pulungan, A. B., Fajri, Q., & Yelfianhar, I. (2021). Peningkatan Daya Keluaran Panel Surya Menggunakan Single Axis Tracker Pada Daerah Khatulistiwa. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 7(2), 261-270.
- [3] Syahab, A. S., Romadhon, H. C., & Hakim, M. L. (2019). Rancang bangun solar tracker otomatis pada pengisian energi panel surya berbasis Internet of Things. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 6(2), 21-29.
- [4] Usman, M. K. (2020). Analisis intensitas cahaya terhadap energi listrik yang dihasilkan panel surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52-57.

- [5] Wendryanto, W., Widayana, G., & Sutaya, I. W. (2017). Pengembangan penggerak solar panel dua sumbu untuk meningkatkan daya pada solar panel tipe polikristal. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 5(30002)
- [6] Huwaida, N. (2020). Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Sumber Energi Listrik Hydroponic Drip System. *ELECTRICES*, 2(2), 49-56.
- [7] Mohammad, L., Asy'ari, M. K., & Pakpahan, S. (2021). Pengembangan Sistem Hidroponik Otomatis-Modern Berbasis Panel Surya dan Baterai. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 10(1), 77-84
- [8] Sanubary, I., Santoso, P. P. A., & Mahmuda, D. (2021). Pembuatan Instalasi Panel Surya pada Sistem Hidroponik di Desa Dalam Kaum. *WIDYABHAKTI Jurnal Ilmiah Populer*, 4(1), 31-35.
- [9] Wahyuni, E. S., Mubarak, H., Budiman, F. N., & Pratomo, S. W. (2020). Pemanfaatan Energi Terbarukan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Komunitas: Menuju Desa Mandiri Energi. *Engagement: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 493-508.
- [10] Roidah, I. S. (2014). Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik. *Jurnal Bonorowo*, 1(2), 43-49.