

ANALISIS EFEKTIVITAS KINERJA PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK DENGAN PHOTOVOLTAIC 200 WP

¹Jeremi Dwuiki Fajar Laksono, ²Erwan Eko Prasetyo, ³Gagus Marausna

^{1,3}Teknik Dirgantara, STTKD, ²Aeronautika, STTKD

Abstrak

Daerah yang berada di sekitar garis katulistiwa merupakan daerah yang diuntungkan, dikarenakan daerah tersebut mendapat paparan sinar matahari yang presentasinya lebih banyak dibandingkan dengan daerah yang jauh dari garis katulistiwa. dengan adanya kondisi tersebut maka kita dapat memanfaatkan potensi dari intensitas sinar matahari tersebut dengan panel surya beserta komponen-komponen elektrik yang dikemas dalam sebuah sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). Dimana sistem ini berfungsi untuk mengubah intensitas cahaya matahari menjadi energi listrik, atau biasa kita sebut dengan fenomena photovoltaic. Dengan adanya kegiatan penelitian ini kita dapat mengetahui bagaimana kita merancang sebuah sistem PLTS dengan kondisi off grid. Kita dapat mengetahui seberapa besar daya listrik yang dihasilkan dan efektivitas kinerja dari sistem PLTS tersebut melalui beberapa tahapan pengujian yang dilakukan. Dengan diterapkannya sistem solar tracker single dan dual axis pada pengujiannya kita mengetahui bahwa penyerapan energi sinar matahari dapat bekerja dengan optimal pada pukul 11.00-11.30 dengan intensitas cahaya matahari rata-rata sebesar 1303 w/m² yang menghasilkan tegangan listrik rata-rata sebesar 19,82 V dan arus listrik rata-rata sebesar 0,8 A. Pada pengujian sistem solar tracker single axis, rangkaian sistem PLTS dapat menghasilkan daya listrik terbesar yaitu 66,66 watt dan daya listrik terkecilnya yaitu 8,95 watt. Sedangkan PLTS dengan kondisi sistem solar tracker dual axis, dapat menghasilkan daya listrik terbesar yaitu 152,24 watt dan dengan nilai daya listrik terkecilnya yaitu 11,52 watt. Serta dalam penelitian ini PLTS dapat dikatakan sebagai sumber daya terbarukan energi listrik yang efektif dan dapat berfungsi dengan baik karena dapat menyuplay energi listrik kepada beban yang diberikan. Efektivitas tersebut dapat kita lihat pada tabel hasil pengujian beban konstan berupa lampu pijar dengan daya yang berbeda yang dimulai dari 100 watt, 200 watt, 300 watt dan 400 watt.

Kata kunci : Panel surya, Intensitas Cahaya Matahari, Solar Tracker Single Axis dan Dual Axis.

Abstract

Areas around the equator are the areas that benefit, because these areas get more sun exposure than areas far from the equator. with these conditions, we can take advantage of the potential of the sun's rays with solar panels and electrical components that are packaged in a PLTS system (Solar Power Plant). Where this system functions to convert sunlight into electrical energy, or what we call the photovoltaic phenomenon. With this research activity, we can know how we design a PV mini-grid system with off grid conditions. We can find out how much electrical power is generated and the performance of the PLTS system through several stages of testing carried out. With the implementation of a single and dual axis solar tracker system in the test, we know that the absorption of solar energy can work optimally at 11.00-11.30 with an average sunlight intensity of 1303 w/m² which produces an average electric voltage of 19.82 V and an average electric current of 0.8 A. In the test of a single axis solar tracking system, the PLTS system circuit can produce the largest electrical power of 66.66 watts and the smallest power of 8.95 watts. Meanwhile, PLTS with a dual axis solar tracking system can produce the largest electrical power, which is 152 watts and with a value of 24 watts of electrical power, which is 11.52 watts. And in this study PLTS can be said as a renewable source of electrical energy that is effective and can work well because it can supply electrical energy to a given load. We can see this effectiveness in the table of constant load test results in the form of incandescent lamps with different power starting from 100 watts, 200 watts, 300 watts, and 400 watts.

Keywords: solar panels, sunlight intensity, single axis and dual axis solar tracker.

Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup yang paling penting bagi kehidupan. Tanpa adanya energi listrik di dalam kehidupan maka berbagai macam aktifitas manusia tidak dapat berjalan dengan baik, namun jika ditinjau dari pemakaian energi listrik secara terus menerus akan membawa dampak negatif bagi lingkungan dan ekosistem alam sekitar. Oleh karena itu, pemanfaatan energi tersebut

¹Email Address: 180102023@students.sttkd.ac.id

Received 25 Maret 2022, Available Online 30 Juli 2022

 <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.443>

harus dilakukan sesuai dengan kebutuhan secukupnya saja (Hadiputra, 2007). Hal yang memicu konsumsi energi listrik yang meningkat salah satunya adalah semakin bertambahnya jumlah populasi penduduk serta ditambah lagi dengan adanya kemajuan teknologi yang sangat pesat pada setiap saat. Dengan adanya kondisi tersebut maka kita perlu mengingat bahwa hal tersebut tidak sebanding dengan ketersediaan sumber daya alam seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara yang sangat terbatas dan semakin menipis setiap tahunnya dimana sumber energi tersebut sulit dan bahkan tidak dapat diperbaharui kembali serta dampak negatif yang ditimbulkan dapat memicu pada pemanasan global.

Jika dilihat dari kondisi diatas serta dampak negatif yang dapat ditimbulkan maka diperlukannya sebuah energi alternatif terbarukan. Dimana energi terbarukan tersebut merupakan sebuah sumber energi yang berasal dari alam dan energi tersebut dapat digunakan serta mampu dibuat kembali secara bebas, mampu diperbaharui secara terus menerus dan tidak terbatas. Dan energi terbarukan tersebut dapat diciptakan dengan memanfaatkan perkembangan teknologi yang semakin canggih di era ini, sehingga mampu menjadi sumber energi alternatif yang dapat menggantikan energi bahan bakar fosil. Dari berbagai macam energi alternatif yang ada salah satunya adalah energi surya, dimana Energi surya merupakan energi yang berasal dari panas dan sinar matahari. Energi dari panas matahari sangat berlimpah dapat digunakan secara terus-menerus setiap harinya (Priharti, 2021).

Dengan adanya potensi dari energi surya tersebut kita dapat memanfaatkannya dengan menggunakan sebuah panel surya yang dapat mengubah energi cahaya dari matahari menjadi energi listrik, melalui kumpulan komponen *photovoltaic* yang terdapat di dalam panel surya tersebut. Besarnya energi listrik yang dapat dihasilkan tergantung dari besarnya jumlah intensitas cahaya sinar matahari yang diserap oleh panel surya, jika semakin besar intensitas cahaya matahari yang ditangkap oleh panel surya maka semakin besar pula energi listrik yang dapat dihasilkan (Fadhullullah, 2017). Sehingga dengan adanya energi alternatif yang terbarukan ini maka kita dapat menciptakan lingkungan yang bebas dari polusi serta dapat menciptakan sebuah susunan ekosistem yang lebih baik untuk kedepannya.

Tinjauan Pustaka

Photovoltaic (PV)

Photovoltaic atau yang biasa kita sebut dengan sel surya merupakan sebuah sistem penting dalam PLTS yang berfungsi untuk mengubah intensitas cahaya matahari menjadi energi listrik, dimana energi listrik dapat terbentuk karena adanya energi foton yang diperoleh dari cahaya berhasil membebaskan sebuah elektron-elektron pada panel surya dalam sambungan semikonduktor tipe n dan p sehingga dapat mengalir aliran energi listrik (fenomena *photovoltaic*) (C. Indra Cahyadi et al, 2020).

Solar Charge Controller

Controller charge merupakan komponen elektronik yang memiliki peran penting yaitu sebagai pengatur besar atau kecilnya sebuah aliran arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya sebelum masuk ke dalam komponen system baterai atau aki pada PLTS agar tidak terjadi *over charge* maupun *over discharge* sehingga tidak mudah mengalami kerusakan (B. H. Purwoto et al, 2018).

Battery (Aki)

Baterai disini mempunyai peranan sebagai tempat penyimpanan energi listrik yang bersifat sementara yang dihasilkan oleh sel surya dan sebagai penyuplay maupun cadangan energi untuk semua system kontrol pada sebuah rangkaian sistem pada PLTS maupun pada beban keluaran yang akan digunakan (C. Indra Cahyadi et al, 2020).

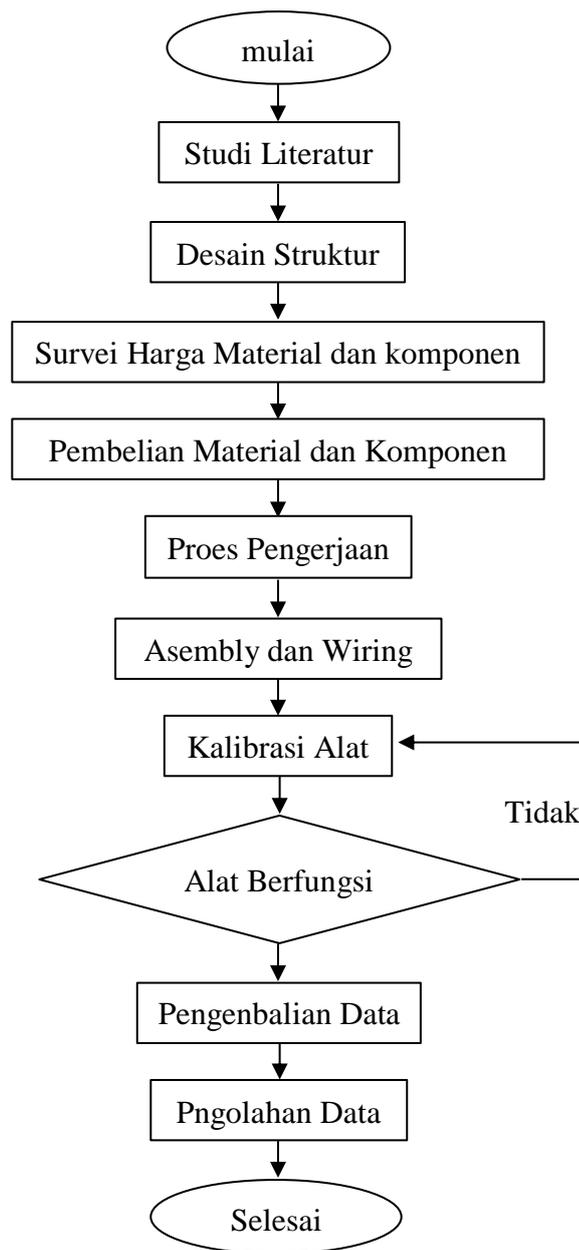
Inverter

Inverter merupakan sebuah komponen pada PLTS yang mempunyai peranan sebagai pengubah aliran arus listrik DC (*Direct Current*) yang dihasilkan oleh *photovoltaic* atau panel surya menjadi aliran arus listrik AC (*Alternating Current*) maupun sebaliknya sehingga energi listrik dapat digunakan sesuai dengan kebutuhannya (B. H. Purwoto et al, 2018).

Metode Penelitian

Metode yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental yang dimulai dari perancangan bangun sistem PLTS dengan sistem *off grid*, pemilihan semua komponen pada PLTS, perancangan *wiring* pada sistem kontrol dan power beserta dan diagram blok system kerja pada PLTS secara keseluruhan.

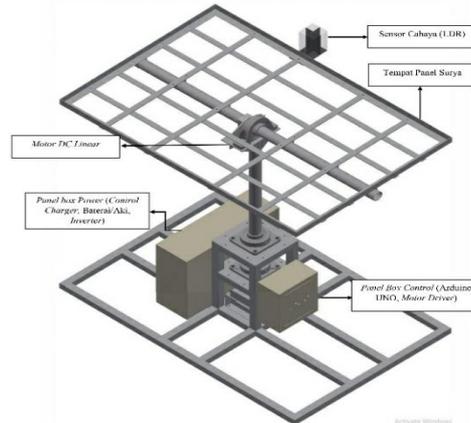
Untuk tahapan pertama di dalam metode penelitian ini adalah melakukan studi literatur teori dari buku maupun internet yang ada untuk mencari seluruh informasi dan referensi data yang relevan dalam proses penelitian ini yang kemudian dikaji seluruh teori yang telah diperoleh (P. Noviandani et al, 2021). Untuk langkah selanjutnya yaitu mengumpulkan seluruh komponen-komponen yang digunakan di dalam perancangan PLTS ini, seperti panel surya yang digunakan adalah panel surya jenis *polyristaline silicone* sejumlah dua buah dengan kapasitas totalnya yaitu 200 Wp, Arduino uno, motor driver L298, untuk *controller charge* menggunakan POWMR kapasitas 45 A, baterai menggunakan aki kering dengan kapasitas 45 A dan untuk inverter menggunakan taffware dengan input DC sebesar 12 V dengan *frequency* 50 Hz. Tahap selanjutnya yaitu perancangan alat, pengujian alat dan pengambilan data. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada diagram dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

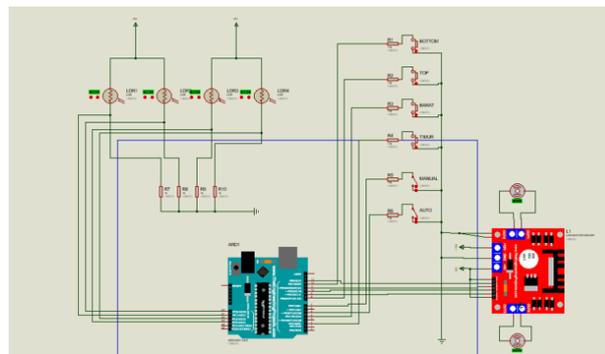
Rancang Bangun Sistem

Pada tahap rancang bangun sistem ini peneliti melakukan analisis konsep sebuah rancang bangun sistem dari PLTS dengan metode *Solar tracker dual axis* dengan menggunakan aplikasi *software* 3D (B. Sitorus et al, 2015). Dan berikut ini adalah gambar hasil rancang bangun PLTS pada penelitian ini

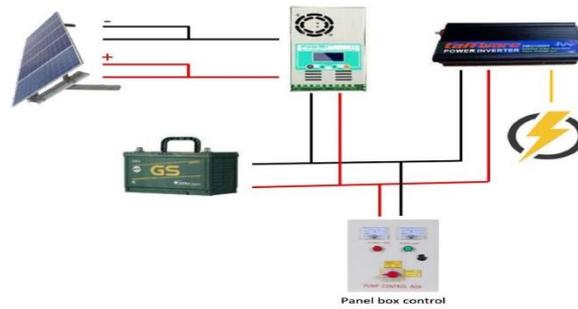


Gambar 2. Desain Rancangan Bangun Sistem

Selain itu dalam tahap ini kita perlu mempersiapkan juga semua komponen *hardware* yang diperlukan pada sistem PLTS dalam penelitian ini. setelah mendapatkan semua komponen *hardware* yang dibutuhkan dalam penelitian ini langkah yang tidak kalah penting selanjutnya adalah melakukan *wiring* pada sistem kontrol dan power pada PLTS. Dan berikut ini adalah hasil skema *wiring* yang telah dirancang menggunakan aplikasi *software*



Gambar 3. Skema Wirig Sistem Kontrol



Gambar 4. Skema Wirig Sistem Power

Setelah melakukan tahapan perancangan langkah selanjutnya adalah melakukan *wiring* pada sistem PLTS. kita dapat memulainya dari rangkaian system kontrol dimana kita dapat memlai *wiring* dari Arduino uno ke komponen motor driver L298 setelah melakukan tahap tersebut dapat dilanjutkan dengan menghubungkan rangkaian diatas dengan sistem motor atau penggerak pada sistem PLTS ini yaitu *power window* selain sistem kontrol pada PLTS terdapat langkah *wiring* pada sistem power yang dapat dimulai dengan penggabungan kedua panel surya dengan rangkaian paralel, untuk langkah kedua melakukan pemasangan *controller charge* POWMR agar stabil aliran arusnya, untuk langkah selanjutnya kita menghubungkan *controller charge* POWMR pada baterai (aki) sebagai tempat penyimpanan energi listrik bersifat sementara langkah selanjutnya adalah menghubungkan baterai ke komponn inverter yang dapat mengubah arus DC menjadi arus AC yang kemudian energy listrik yang telah dihasilkan oleh siste PLTS dapat kita gunakan untuk ke beban ssuai dengan kebutuhan penelitian (P. Noviandani et al, 2021) (B. H. Purwoto et al, 2018).

Diagram Blok Sistem Pada PLTS

Diagram blok disini mempunyai peranan penting yaitu sebagai bagan yang akan mempresentasikan sebuah sistem kerja maupun alur kerja dari penyerapan energi matahari hingga *output* energi dari seluruh komponen - komponen yang mempunyai fungsi dan peranan yang penting didalam sebuah sistem PLTS ini secara keseluruhan. Maka dari semua komponen yang terdapat pada sebuah sistem PLTS ini dengan metode *Solar tracker dual axis* akan dijelaskan melalui diagram dibawah ini (B. H. Purwoto et al, 2018).

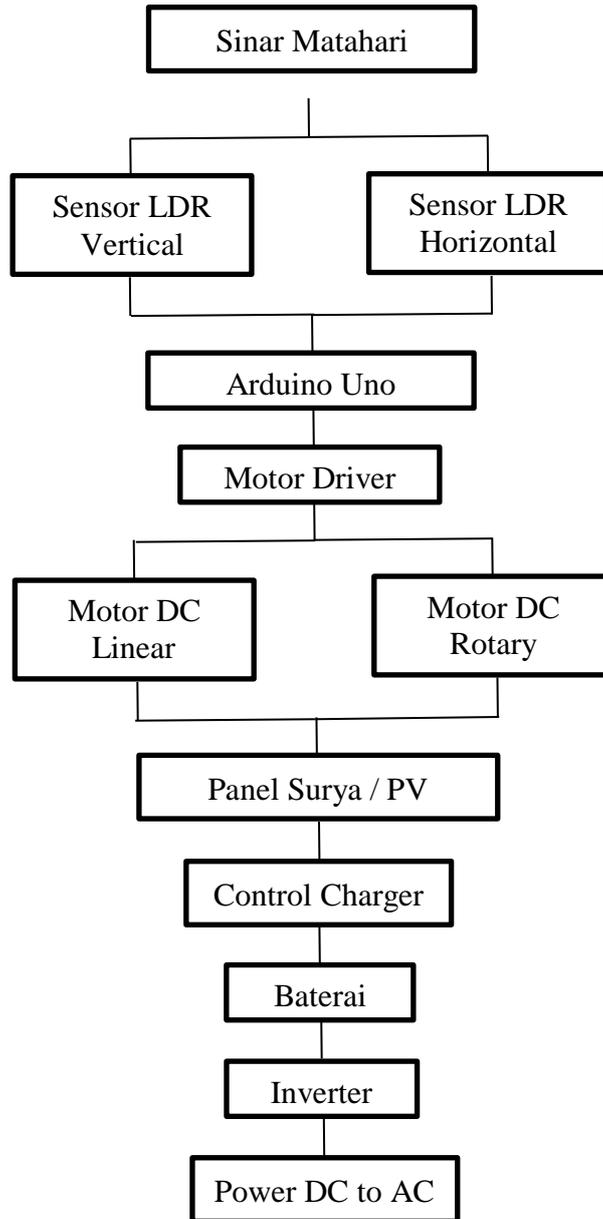


Diagram 2. Diagram Alir Sistm PLTS

Photovoltaic (PV) menyerap energi sinar matahari secara optimal

1. Energi dari sinar matahari dikonversikan oleh *Photovoltaic* (PV) menjadi sebuah energi listrik berarus DC (*Direct Current*) atau arus listrik searah.
2. Arus listrik DC (*Direct Current*) kemudian dialirkan ke komponen *control charge* POWMR dengan jenis MPPT-40A untuk di kontrol sebelum masuk ke baterai atau aki.
3. Setelah melewati komponen *control charge* POWMR arus listrik DC (*Direct Current*) energi tersebut disimpan secara sementara ke dalam baterai atau aki yang tersedia
4. Tegangan dan arus yang tersimpan di dalam baterai atau aki jika ingin digunakan untuk kebutuhan makan tegangan dan arus tersebut harus diubah menjadi tegangan dan arus AC (*Alternating Current*) menggunakan komponen Inverter.
5. Arus DC (*Direct Current*) telah diubah menjadi arus AC (*Alternating Current*) sehingga siap untuk digunakan untuk kebutuhan.

Hasil dan Pembahasan

Peneitian ini dilaksanakan pada area kampus STTKD Yogyakarta tepatnya di *rooftop* lantai 3 yang lokasinya paling minim dengan adanya penghalang sinar matahari dengan tujuan supaya panel surya mendapatkan paparan sinar matahari secara maksimal, pada saat melakukan pengambilan data pada system PLTS ini dilaksanakan pada pukul 08.00 – 16.00 WIB dengan selisih jeda pengambilan data yaitu 30 menit (K. Jumaida et al, 2020). Dan pada pelaksanaan penelitian kali ini terdapat beberapa macam pengujian yang akan dilakukan terhadap rangkaian pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang telah tersedia, berikut adalah hasil yang diperoleh selama melaksanakan pegujian yang dilaksanakan pada sistem PLTS:

Pengujian Panel Surya Dengan *Solar Tracker Single Axis*

Pada pengujian tahap pertama ini panel surya hanya berotasi atau bergerak pada sumbu *horizontal*, pengujian ini dilaksanakan agar kita dapat mengetahui besarnya arus dan tegangan energi listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTS ini dengan kondisi *single axis* (G. B. Ardina et al, 2019. Berikut ini merupakan hasil data yang diperoleh setelah dilaksanakannya pengujian

Tabel 1. Hasil Pengujian Panel Surya Dengan *Solar Tracker Single Axis*

No	Jam	Intensitas Cahaya (w/m ²)	V (batt)	V (pv)	I in (batt)
1.	08.00	272,4	13,6	20,3	1,1
2.	08.30	171,4	13,6	19	1,2
3.	09.00	572	14	20,2	3,3
4.	09.30	476	13,6	20,1	0,9
5.	10.00	249,9	13,9	19,4	1,7
6.	10.30	341,6	13,5	20	0,6
7.	11.00	1373,1	13,6	20	0,6
8.	11.30	1343,6	13,6	20,5	0,6
9.	12.00	1174,9	13,6	20,2	2
10.	12.30	406,6	13,6	19	2,1
11.	13.00	1311,6	13,6	20,6	2,1
12.	13.30	756,4	13,6	20,1	2,1
13.	14.00	823,4	13,6	20,5	2,6
14.	14.30	431,2	13,6	20	0,5
15.	15.00	115,4	13,6	18,9	0,5

16.	15.30	97,3	13,6	18,6	0,5
17.	16.00	69,7	13,6	17,9	0,5

Pengujian Panel Surya Dengan *Solar Tracker Dual Axis*

Untuk pengujian tahap kedua ini panel surya dapat berotasi atau bergerak pada dua sumbu arah yaitu sumbu *horizontal* dan sumbu *vertical*. pengujian kedua ini dilaksanakan agar kita dapat mengetahui perbandingan besarnya arus dan tegangan energi listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTS kondisi *single axis* dan *dual axis*. dan berikut ini merupakan hasil data yang diperoleh setelah dilaksanakannya pengujian

Tabel 2. Hasil Pengujian Panel Surya Dengan *Solar Tracker Dual Axis*

No	Jam	Intensitas Cahaya (w/m ²)	V (batt)	V (pv)	I in (batt)
1.	08.00	610,4	13,8	17,3	8,8
2.	08.30	731,4	13,6	20,1	3,9
3.	09.00	953,1	13,6	20	1,9
4.	09.30	679,1	13,6	19,7	0,8
5.	10.00	705,9	13,6	19,5	0,7
6.	10.30	976,4	13,6	19,2	0,6
7.	11.00	1157,8	13,6	19,6	0,8
8.	11.30	1337,5	13,6	19,2	1,2
9.	12.00	439,9	13,6	18,5	1,3
10.	12.30	388,6	14	19,8	4,2
11.	13.00	693,2	13,6	18,2	4,8
12.	13.30	453,3	13,6	18,3	2
13.	14.00	386,9	13,6	17,8	1,6
14.	14.30	103,9	12,7	14,9	1,4
15.	15.00	188,9	13,6	19,7	1,2
16.	15.30	489	13,6	20,1	1,1
17.	16.00	348,5	13,6	19,9	1

Pada pengujian di atas pengukuran intensitas cahaya matahari diambil dengan menggunakan alat lux meter sedangkan untuk pengukuran arus dan tegangan listrik pada pengujian ini dapat dilihat dari *display* pada komponen kontrol *charge* (POWMR). Dari kedua pengujian yang telah dilaksanakan kita dapat mengetahui bahwa panel surya dengan kondisi *Solar Tracker Dual Axis* mampu menghasilkan daya listrik yang lebih besar.

Analisa Perhitungan Daya Listrik Yang Dihasilkan Oleh Sistem PLTS

Dalam pengujian sistem PLTS tahap ketiga ini sebuah sistem yang bekerja pada PLTS akan menghasilkan daya listrik sesuai dengan kapasitas panel surya dan seberapa besar intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya pada sistem. Besarnya daya listrik yang dihasilkan oleh rangkaian sistem PLTS ini dapat kita hitung melalui persamaan (1) berikut ini :

$$P = V \times I \quad (1)$$

Keterangan : P = Daya (Watt)
V = Tegangan (Volt)
I = Arus (Ampere)

Pengujian pada tahap ini dilaksanakan mulai pukul 08.00 WIB sampai dengan 16.00 WIB dengan

selang waktu pengambilan setiap data yaitu 30 menit sekali. Hasil pengukuran dari tegangan dan arus dapat digunakan untuk mendapatkan nilai dari daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya (B. Sitorus et al, 2015). Dan berikut ini adalah hasil perhitungan daya listrik yang dihasilkan sesuai dengan pengujian pertama dan kedua

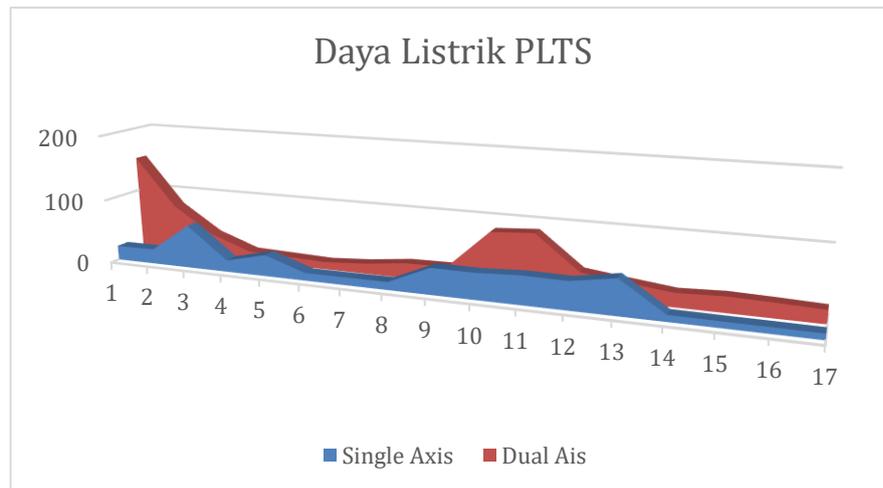
Tabel 3. Hasil Perhitungan Daya Listrik Panel Surya Dengan Solar Tracker Single Axis

No	Jam	V (pv)	I in (batt)	P (V . I)
1.	08.00	20,3	1,1	22.33
2.	08.30	19	1,2	22.8
3.	09.00	20,2	3,3	66.66
4.	09.30	20,1	0,9	18.09
5.	10.00	19,4	1,7	32.98
6.	10.30	20	0,6	12
7.	11.00	20	0,6	12
8.	11.30	20,5	0,6	12.3
9.	12.00	20,2	2	40.4
10.	12.30	19	2,1	39.9
11.	13.00	20,6	2,1	43.26
12.	13.30	20,1	2,1	42.21
13.	14.00	20,5	2,6	53.3
14.	14.30	20	0,5	10
15.	15.00	18,9	0,5	9.45
16.	15.30	18,6	0,5	9.3
17.	16.00	17,9	0,5	8.95

Tabel 4. Hasil Perhitungan Daya Listrik Panel Surya Dengan Solar Tracker Dual Axis

No	Jam	V (pv)	I in (batt)	P (V . I)
1.	08.00	17,3	8,8	152.24
2.	08.30	20,1	3,9	78.39
3.	09.00	20	1,9	38
4.	09.30	19,7	0,8	15.76
5.	10.00	19,5	0,7	13.65
6.	10.30	19,2	0,6	11.52
7.	11.00	19,6	0,8	15.68
8.	11.30	19,2	1,2	23.04
9.	12.00	18,5	1,3	24.05
10.	12.30	19,8	4,2	83.16
11.	13.00	18,2	4,8	87.36
12.	13.30	18,3	2	36.6
13.	14.00	17,8	1,6	28.48
14.	14.30	14,9	1,4	20.86
15.	15.00	19,7	1,2	23.64
16.	15.30	20,1	1,1	22.11
17.	16.00	19,9	1	19.9

Dari hasil perhitungan daya listrik yang dihasilkan pada sistem PLTS sesuai dengan kondisi solar tracker yang berbeda maka dapat kita simpulkan dengan grafik dibawah ini.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Daya Listrik

Sesuai grafik diatas dapat kita lihat bahwa daya listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTS dengan kondisi *Solar Tracker Dual Axis* dapat menghasilkan daya listrik yang lebih besar dibandingkan dengan sistem PLTS dengan kondisi *Solar Tracker Single Axis*.

Pengujian Beban Pada PLTS

Pada pengujian tahap empat ini energi listrik yang telah dihasilkan oleh rangkaian sistem PLTS kita lakukan pengujian dengan menggunakan beban konstan yaitu empat macam lampu pijar dengan kapasitas daya yang berbeda-beda (A. N. Hidayanti et al, 2019). diawali dari 100W, 200W, 300W dan yang terakhir adalah 400W. Dan berikut ini merupakan hasil pengujian yang telah dilaksanakan.

Tabel 5. Hasil Pengujian Beban Rangkaian Single Axis

Beban	100 W	200 W	300 W	400 W
I	9,2	18,3	26,4	34,3
V	12,52	12,20	11,93	11,66

Tabel 6. Hasil Pengujian Beban Rangkaian Dual Axis

Beban	100 W	200 W	300 W	400 W
I	9,9	19,3	27,7	35,4
V	12,49	12,20	11,96	11,76

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari terlaksanakannya beberapa tahap pengujian dan percobaan ini maka kita dapat menarik beberapa kesimpulan pada bab ini diantaranya sebagai berikut ini :

1. Dari hasil pengujian pada penelitian yang telah dilaksanakan maka solar tracker dengan *system single* maupun *dual axis* dan intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi optimalisasi kinerja dari sebuah panel surya pada sistem PLTS dalam menghasilkan energi listrik yang dapat kita perhatikan pada tabel 1 dan tabel 2 bahwa pada pukul 11.00 dan 11.30 merupakan waktu yang optimal dalam panel surya menyerap energi cahaya matahari dikarenakan voltase pada panel surya tertinggi diperoleh pada waktu tersebut.

2. Sesuai dengan hasil perhitungan dan pengujian dalam penelitian ini maka sistem PLTS dengan kondisi *single axis* daya terbesar yang dihasilkan adalah sebesar 66,66 watt sedangkan PLTS dengan kondisi *dual axis* daya terbesar yang dihasilkan adalah sebesar 152,24 watt.
3. Dari hasil perhitungan terhadap daya terkecil yang dihasilkan oleh sistem PLTS maka kita peroleh perbandingan daya dimana daya terkecil yang dihasilkan oleh PLTS dengan kondisi *single axis* adalah 8,95 watt sedangkan PLTS dengan kondisi *dual axis* adalah 11,52 watt.
4. Sesuai dengan hasil perhitungan dan perbandingan data daya listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTS dengan kondisi *Solar Tracker Dual Axis* dapat menghasilkan daya listrik yang lebih besar dibandingkan dengan sistem PLTS dengan kondisi *Solar Tracker Single Axis*.
5. Dari hasil pengujian beban yang dilaksanakan pada sistem PLTS membuktikan bahwa sistem PLTS pada penelitian ini efektif dan dapat berfungsi dengan baik dalam menghasilkan energi listrik yang ditunjukkan oleh kemampuan sistem PLTS dalam menyuplai energi listrik ke beban berupa lampu pijar yang diberikan pada sistem yang dimulai dari 100 watt, 200 watt, 300 watt dan 400 watt.

Daftar Pustaka

- C. Indra Cahyadi, I. Gusti Agung Ayu Mas Oka, D. Kusyadi, P. Penerbangan Palembang Jl Adi Sucipto No, S. Kecamatan Sukarami, and P. Sumatera Selatan, "Efektifitas Kinerja Solar Cell Pada Plts Dengan Sumber 50Wp," *J. Teknovasi*, vol. 07, pp. 47–56, 2020.
- I. Heryanto Eryk, Sulistiawati, Ruwahjoto. Politeknik Negeri Malang, "KAJIAN EFEKTIFITAS MOUNTING DAN ANGLE POSITION SOLAR PHOTOVOLTAIC," vol. 3, 2000.
- D. S. Harafany, S. Prasetya, and A. Sukandi. Politeknik Negeri Jakarta, "Perbandingan Efisiensi Panel Surya Dengan Pemanfaatan Heatsink dan Pengaruh Instalasi Sensor Pada Panel Surya," pp. 260–269, 2021.
- P. Noviadani. Pasca Sarjana Magister Teknik Mesin Universitas Pasundan, "ANALISIS PEMANENAN DAYA LISTRIK PADA PEMBANGKIT LISTRIK PELACAK TENAGA SURYA 100 WP," *Nuevos Sist. Comun. e Inf.*, pp. 2013–2015, 2021
- B. H. Purwoto, Jatmiko, M. Alimu F, I. Fahmi H. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 01, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emit.v18i01.6251.
- K. W. Fauzi, T. Arfianto, and N. Taryana. Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung. "Perancangan dan Realisasi Solar Tracking System Untuk Peningkatan Efisiensi Panel Surya Menggunakan Arduino Uno," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 4, no. 1, pp. 63–74, 2018, doi: 10.15575/telka.v4n1.63-74.
- K. Jumaida, W. Yandi, D. Irwansyah, M. Y. Puriza. Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala, "STUDI KINERJA DAN EFISIENSI SISTEM PENGECSAN BATERAI PADA PEMBANGKIT HYBRID SURYA DAN ANGIN DI UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG," pp. 199–203, 2020.
- J. Jurnal, T. Elektro, A. B. Pulungan, Q. Fajri, and I. Yelfianhar, "Peningkatan Daya Keluaran Panel Surya Menggunakan Single Axis Tracker Pada Daerah Khatulistiwa," vol. 7, no. 2, pp. 261–270, 2021.
- G. B. Ardina, "Rancang Bangun Dual Axis Solar Tracker Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Semin. Has. Elektro SI ITN Malang*, pp. 1–11, 2019.
- B. Sitorus, H. Tumaliang, and L. S. Patras, "Perancangan Panel Surya Pelacak Arah Matahari Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 5, no. 3, pp. 1–12, 2015
- A. N. Hidayanti, P. Handayani, and I. C. J. R, "Pemanfaatan Metode Single Axis Tracker dan Maximum Power Point Tracker (MPPT) PID untuk Mengoptimalkan Daya Keluaran Panel Surya," vol. 1, pp. 149–155, 2019.