



Jurnal Politeknik Caltex Riau

<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer>

| ISSN : 2460 – 5263 (online) | ISSN : 2443 – 4167 (print)

Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Hybrid Daya PLN Dan PLTS Pada Sistem Hidroponik

Cyntia Widiyari¹, Rizky Fachriansyah²

¹Politeknik Caltex Riau, Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi, email: cyntia@pcr.ac.id

²Politeknik Caltex Riau, Teknik Elektronika Telekomunikasi, email: rizky19tet@mahasiswa.pcr.ac.id

Abstrak

Sistem hidroponik membutuhkan sirkulasi air secara terus-menerus sebagai media tanaman untuk tumbuh. Untuk mencegah terjadinya resiko pemberhentian sirkulasi air, maka perlu adanya sumber energi listrik lain sebagai sumber listrik cadangan jika terjadi pemadaman pada PLN. Berdasarkan permasalahan tersebut, dirancang sistem *Automatic Transfer Switch (ATS) Hybrid Daya PLTS dan PLN* pada sistem hidroponik untuk menjaga sirkulasi air. Pada ATS ini terdapat sebuah kontaktor yang dihubungkan kedua sumber listrik yang dapat mengaliri dan memutuskan arus listrik, dimana *Relay MK2P* sebagai *switch inverter*, dan MCB sebagai pelindung dari komponen. Sumber listrik PLTS terhubung ke *inverter*, dimana *inverter* mendapat supply tegangan dari baterai yang di-charge oleh panel surya sebagai sumber listrik cadangan. *Switching* dari sumber PLN ke PLTS berdasarkan ada tidaknya arus yang mengalir pada *coil relay* ketika terhubung dengan sumber listrik PLN yang artinya PLN padam. Maka *relay MK2P* dalam keadaan normal sehingga *switch inverter* yang dihubungkan pada *Normally Close (NC) relay* terhubung yang mengakibatkan *inverter* hidup. Maka tegangan dari aki 12V telah dirubah *inverter* menjadi tegangan 220V, sehingga arus dari *inverter* akan masuk pada *Normally Close (NC) kontaktor* dan arus dari *inverter* dapat menghidupkan pompa hidroponik. Hasil dari penelitian ini didapatkan perpindahan *delay* dari PLN ke PLTS rata-rata sebesar 1,52 detik. Sedangkan perpindahan dari PLTS ke PLN sebesar 5,40 detik dikarenakan pada TDR diatur dengan *delay* 5 detik yang terhubung pada PLN. Hasil pengujian reliabilitas dari sistem ATS ini menunjukkan kondisi stabil dan dapat memberi tegangan listrik hingga mencapai kinerja 100 % dengan pengujian *delay* bervariasi 1-5 detik sebanyak 10 pengujian. Dari pengujian tersebut dapat menghidupkan pompa DC 12 V sehingga sirkulasi air pada hidroponik dapat terjaga.

Kata kunci: ATS, PLTS, PLN, Hidroponik, Sirkulasi air

Abstract

Hydroponic system requires continuous circulation of water as a medium for plants to grow. To prevent the risk of stopping the circulation of water, it is necessary to have another source of electrical energy as a backup power source in the event of a blackout at PLN. Based on these problems, an Automatic Transfer Switch (ATS) Hybrid Power PLTS and PLN system was designed in the hydroponic system to maintain water circulation. In this ATS there is a contactor that is connected to two power sources that can flow and cut off electric current, where the MK2P Relay acts as an inverter switch, and the MCB acts as a component protector. The PLTS power source is connected to an inverter, where the inverter gets a voltage supply from a battery that is

charged by solar panels as a backup power source. Switching from the PLN source to the PLTS is based on whether there is current flowing in the coil relay when it is connected to a PLN power source, which means the PLN goes out. Then the MK2P relay is in a normal state so that the inverter switch connected to the Normally Close (NC) relay is connected which causes the inverter to turn on. Then the voltage from the 12V battery has been changed by the inverter to a 220V voltage, so that the current from the inverter will enter the Normally Close (NC) contactor and the current from the inverter can turn on the hydroponic pump. The results of this study showed that the transfer delay from PLN to PLTS averaged 1.52 seconds. While the transfer from PLTS to PLN is 5.40 seconds because the TDR is set with a 5 second delay connected to PLN. The results of the reliability test of the ATS system show that the condition is stable and can provide an electric voltage of up to 100% performance by testing the delay varying from 1-5 seconds for 10 tests. From this test it can turn on the 12 V DC pump so that water circulation in hydroponics can be maintained.

Keywords: ATS, PLTS, PLN, Hydroponic, Water circulation.

1. Pendahuluan

Dalam melakukan pengairan dalam sistem hidroponik selalu dibutuhkan aliran tenaga listrik untuk tetap mengairi nutrisi hidroponik tersebut. Untuk mencegah terjadinya resiko pemberhentian sirkulasi air ini maka dimanfaatkan sumber energi listrik lain sebagai sumber listrik cadangan. Upaya untuk memenuhi kebutuhan listrik yang kontinu, memacu dikembangkannya kebaruan penelitian dengan penggabungan antara listrik PLN sebagai sumber utama dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber cadangan. Penggabungan dua sumber listrik dapat dioptimalkan dengan otomatisasi pemindahan sumber listrik yang digunakan dengan menggunakan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) Salah satu pemanfaatannya pada Alat Penetas Telur Berbasis Internet of Things (Almadani et al., 2021). Pada penelitian (Yudi Fikra, Dedy Suryadi, 2018) dengan judul "Rancang Bangun *Automatic Transfer Switch* (ATS) dengan Parameter Arus, Frekuensi dan Suhu" dimana pada penelitian ini memindahkan suplai listrik dari satu sumber ke sumber lain jika sudah melampaui batas parameter yang sudah ditentukan berupa arus, frekuensi, dan suhu.

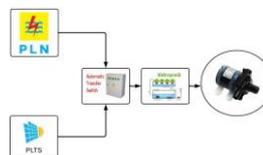
Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini dilakukan penerapan sistem ATS pada lahan hidroponik dimana ATS inisebagai sistem otomatisasi perpindahan sumber listrik dari PLN ke sumber listrikcadangan jika terjadi pemadaman pada PLN. Pada ATS ini terdapat sebuah kontaktor yang dihubungkan ke dua sumber listrik yang dapat mengaliri dan memutuskan arus listrik, dimana *Relay MK2P* sebagai *switch inverter*, dan MCB sebagai pelindung dari komponen. Sumber listrik PLTS terhubung ke *inverter*, dimana *inverter* mendapat supply tegangan dari baterai yang di-charge oleh panel surya sebagai sumber listrik cadangan. *Switching* dari sumber PLN ke PLTS berdasarkan ada tidaknya arus yang mengalir pada *coil relay* ketika terhubung dengan sumber listrik PLN yang artinya PLN padam. Maka *relay MK2P* dalam keadaan normal sehingga *switch inverter* yang dihubungkan pada *Normally Close* (NC) *relay* terhubung yang mengakibatkan *inverter* hidup. Maka tegangan dari aki 12V telah dirubah *inverter* menjadi tegangan 220V, sehingga arus dari *inverter* akan masuk pada *Normally Close* (NC) kontaktor dan arus dari *inverter* dapat menghidupkan pompa hidroponik. Hasil dari penelitian ini didapatkan perpindahan *delay* dari PLN ke PLTS rata-rata sebesar 1,52 detik. Sedangkan perpindahan dari PLTS ke PLN sebesar 5,40 detik dikarenakan pada TDR diatur dengan *delay* 5 detik yang terhubung pada PLN. Hasil pengujian reliabilitas dari sistem ATS ini menunjukkan kondisi stabil dan dapat memberi tegangan listrik hingga mencapai kinerja 100 % dengan pengujian *delay* bervariasi 1-5 detik sebanyak 10 pengujian. Dari pengujian tersebut dapat menghidupkan pompa DC 12 V sehingga sirkulasi air pada hidroponik dapat terjaga.

2. Metode Penelitian

2.1 Blok Diagram Keseluruhan

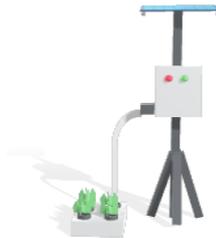
Gambar 1 merupakan blok diagram yang berupa perancangan ATS pada sistem hidroponik untuk menjaga sirkulasi secara umum.

1. PLN merupakan sumber energi utama yang akan digunakan pada penelitian ini.
2. PLTS merupakan sumber energi cadangan jika terjadinya pemadaman listrik secara tiba-tiba atau kerusakan lainnya.
3. ATS berperan sebagai alat yang mengatur pergantian suplai catu daya listrik dari sumber energi utama PLN ke sumber energi cadangan yaitu PLTS yang bekerja secara otomatis. Yang mana ATS tersusun dari beberapa komponen seperti Kontaktor EWIG SN-21, *Relay* MK2P dan MCB 1 fasa.
4. Hidroponik sebagai objek untuk melakukan pengujian keberhasilan pada sistem ATS, sehingga nanti dapat menghidupkan pompa DC 12 V yang ada pada hidroponik tersebut.



Gambar 1. Blok Diagram

2.2 Perancangan Mekanik

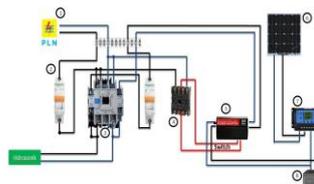


Gambar 2. Perancangan Mekanik

Gambar 2 merupakan perancangan mekanik Rancang bangun ATS pada sistem hidroponik untuk menjaga sirkulasi air, yaitu nantinya pada perancangan ini ATS akan dihubungkan ke sistem hidroponik. Untuk perancangan hardware dari ATS ini akan menggunakan besi siku yang dijadikan kaki dari tiang, dan batang besi dengan tinggi 200 cm dan panel surya 30 wp yang diletakkan pada atas tiang serta panel *box* yang diletakkan pada tiang besi yang mana pada panel *box* terdapat beberapa komponen penyusun dari ATS ini. Komponen tersebut berupa Kontaktor, *Relay* MK2P dan MCB 1 fasa dan 2 buah *Pilot Lamp* yang akan menentukan tegangan berasal dari PLN dan PLTS. Terdapat box kecil hitam sebagai box komponen sistem hidroponik yang diletakkan pada tepi panel *box* dan dihubungkan ke 2 buah pompa DC 12 V yang nantinya akan mengalirkan air ke tanaman hidroponik.

2.3 Perancangan Elektronika

2.3.1 Perancangan Sistem ATS



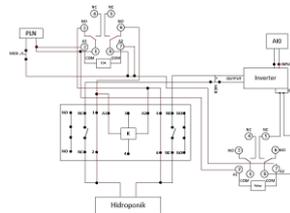
Gambar 3. Perancangan Sistem ATS

Gambar 3 merupakan rangkaian elektronika dari keseluruhan sistem ATS ini. Kontaktor yang digunakan *type* EWIG SN-21 merupakan komponen utama yang digunakan. Sumber dari PLN dihubungkan ke *coil* dan input kontaktor, *inverter* dihubungkan pada NC (*Normally Close*) kontaktor, *Switch* inverter yang terhubung pada NC (*Normally Close*) *relay* MK2P, *coil* pada

relay terhubung pada *coil* kontaktor dan juga dihubungkan pada *input* kontaktor. Dua buah MCB terhubung kedua sumber listrik, sehingga *pilot lamp* dan beban akan terhubung pada *output* kontaktor. *Inverter* terhubung ke rangkaian pembangkit listrik tenaga surya, yang terdiri dari panel surya 30 WP yang dihubungkan ke *solar charge controller* lalu dihubungkan ke aki 12 V dan *inverter*.

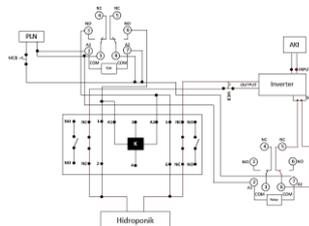
2.3.2 Wiring Diagram sistem ATS (PLN dalam keadaan *started*)

Pada Gambar 4 merupakan *wiring diagram* ATS yang mana kondisi PLN dalam keadaan *started*. Sumber listrik yang hidup berasal dari PLN yang terhubung ke *time delay relay* sebagai *delay* perpindahan sumber yang memiliki waktu selama 5 detik. Lalu arus listrik masuk pada coil (A1 dan A2) kontaktor, dan menyalakan kontaktor sehingga *Normally Open* (NO) terhubung dan *Normally Close* (NC) terputus. Arus listrik PLN juga dihubungkan pada input 1 dan 5 kontaktor lalu mengalirkan pada output 2 dan 6 sehingga dapat menyalakan pompa pada hidroponik yang terhubung pada kontaktor. Pada *wiring diagram* ini kondisi inverter dalam keadaan mati, karena *switch* pada inverter dihubungkan pada *Normally Close* (NC) *relay* MK2P. Ini disebabkan arus PLN yang dihubungkan pada coil (A1 dan A2) *relay*, sehingga *relay* aktif dan mengubah *Normally Close* (NC) menjadi terputus, juga *Normally Open* (NO) menjadi terhubung. Dari *wiring diagram* sistem ini tidak ada arus yang masuk dari *inverter* karena *switch* inverter dalam keadaan mati.



Gambar 4. *Wiring Diagram* Sistem ATS (PLN dalam keadaan *started*)

2.3.3 Wiring Diagram sistem ATS (PLTS dalam keadaan *started*)



Gambar 5. *Wiring Diagram* Sistem ATS (PLTS dalam keadaan *started*)

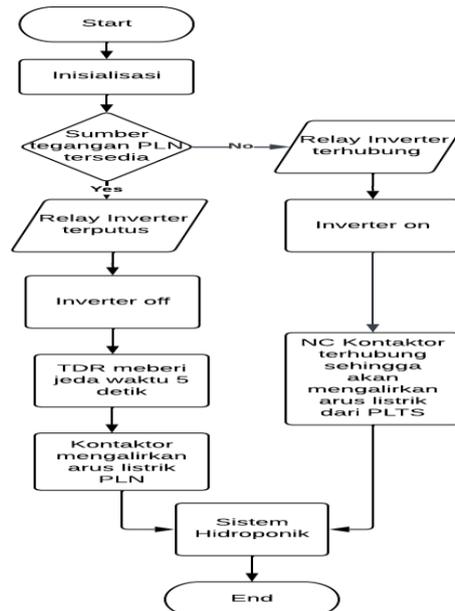
Gambar 5 merupakan *wiring diagram* ATS yang mana kondisi PLTS dalam keadaan *started* atau PLN dalam keadaan mati. Sumber listrik yang hidup berasal dari *inverter*, dikarenakan *relay* MK2P dalam keadaan normal atau tidak ada arus PLN yang masuk pada coil (A1 dan A2) *relay* sehingga *switch inverter* yang dihubungkan pada *Normally Close* (NC) *relay* terhubung yang mengakibatkan *inverter* hidup. Maka tegangan dari aki 12V telah dirubah *inverter* menjadi tegangan 220V, sehingga arus dari *inverter* akan masuk pada *Normally Close* (NC) kontaktor. Dikarenakan PLN dalam keadaan mati, kondisi pada kontaktor kembali normal, sehingga *Normally Close* (NC) terhubung dan mengalirkan arus dari *inverter* sehingga dapat menghidupkan pompa yang ada pada hidroponik.

2.4 Flowchart Sistem Kerja

2.4.1 Flowchart sistem kerja ATS

Pada Gambar 6 menjelaskan sistem kerja dari panel ATS ini, dimana langkah awal melakukan inialisasi pada sumber tegangan listrik, apabila sumber tegangan PLN tersedia maka arus listrik akan terus mengalir ke *coil* kontaktor hingga menuju ke *coil relay* MK2P, dan membuat *relay*

bekerja karena mendapatkan tegangan dari PLN lalu NC *relay* akan terputus sehingga membuat *switch inverter* akan mati. Sebelumnya kontaktor akan mengalirkan arus dari PLN menuju beban (sistem hidroponik). Jika sumber tegangan dari PLN tidak tersedia maka *Normally Close* (NC) *relay* akan terhubung sehingga *switch inverter* akan hidup, dan arus pada *inverter* akan mengalir pada *Normally Close* (NC) kontaktor, lalu kontaktor akan mengalirkan arus menuju beban (sistem hidroponik). Selanjutnya jika sumber tegangan dari PLN tidak tersedia atau keadaan sedang dalam mati listrik maka tegangan akan berasal dari *inverter* yang memanfaatkan daya dari baterai yang telah di *charge* oleh panel surya.



Gambar 6. Flowchart Sistem Kerja ATS

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Rancangan Hardware

Perancangan *hardware* ini merupakan rancangan dalam proses pembuatan dari sistem ATS yang dimana *packaging hardware* ini terdiri dari besi yang memiliki tinggi sekitar 2 meter dan menggunakan besi siku sebagai kedudukan pada penegak agar dapat berdiri dengan baik. Pada *design* ini berfungsi untuk peletakan sebuah panel surya dan panel *box* ATS yang juga didesain dengan penambahan 2 buah lampu LED sebagai indikator PLN dan PLTS. Pada panel *box* terdapat *box* yang berukuran lebih kecil berisikan sistem otomatis untuk hidroponik dan didesain dengan penambahan 2 buah pompa DC 12 V untuk mengalirkan nutrisi. Pada sistem hidroponik ini berperan sebagai beban untuk melakukan pengujian dari sistem ATS ini. Terdapat sebuah tanaman seperti pakcoy yang ada pada hidroponik yang mana merupakan objek untuk menjalankansistem hidroponik. Gambar 7, 8 dan 9 merupakan tampilan desain 3D *hardware* dari perancangan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) pada hidroponik.



Gambar 7. Perancangan Hardware

saat melakukan *starter* untuk mengaktifkan PLN dan PLTS, yang dapat digunakan sebagai penghitung untuk mengetahui *delay* yang dibutuhkan. Dalam menghitung *delay* menggunakan *stopwatch* dari *smartphone* seperti pada Gambar 12 yang mana pada percobaan dilakukan sebanyak 10 kali percobaan. Ketika mengaktifkan PLN diperlukan waktu 5 detik yang dapat diatur pada komponen *Time delay rela* (TDR). Sedangkan untuk mengaktifkan PLTS hanya memerlukan 0-1 detik, dikarenakan pada rancangan PLTS tidak menggunakan komponen TDR.



Gambar 12. Pengujian *delay* perpindahan PLN ke PLTS dan sebaliknya

Pada pengujian *delay* perpindahan PLN ke PLTS dan sebaliknya yang dilakukan sebanyak 10 kali pengujian maka didapatkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian *delay* perpindahan PLN ke PLTS dan Sebaliknya

No	Pengujian	PLN ke PLTS (detik)	PLTS ke PLN (detik)
1	Pengujian 1	1,76	5,73
2	Pengujian 2	1,76	5,71
3	Pengujian 3	1,20	5,46
4	Pengujian 4	1,74	5,14
5	Pengujian 5	1,12	5,04
6	Pengujian 6	1,20	5,00
7	Pengujian 7	1,20	5,15
8	Pengujian 8	1,74	5,71
9	Pengujian 9	1,76	5,72
10	Pengujian 10	1,76	5,40

Tabel 1 merupakan data hasil pengujian *delay* perpindahan sumber tegangan dari PLN ke PLTS atau sebaliknya. Pada PLN ditambahkan *delay* sebesar 5 detik menggunakan komponen *Time delay relay* (TDR). Hasil pengujian dapat dilihat sistem berhasil bekerja sesuai harapan. Jika *delay* yang diubah menjadi 4, 3, 2, dan 1 detik, perpindahan PLTS ke PLN dan sebaliknya tetap berjalan dan mampu menghidupkan sistem hidroponik. Guna *delay* pada perpindahan ini untuk menghindari terjadinya bentrok antara listrik PLN dan PLTS agar tidak terjadi kerusakan pada alat. Berdasarkan data pengujian didapatkan nilai rata-rata dari *delay* perpindahan antara PLN ke PLTS dan sebaliknya menggunakan rumus dari perhitungan rata-rata perpindahan *delay* :

PLN ke PLTS : 1,524 detik

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{Jumlah keseluruhan pada delay PLN ke PLTS}}{\text{Banyak percobaan yang dilakukan}} = \frac{15,24}{10} = 1,524 \text{ detik}$$

PLTS ke PLN : 5,406 detik

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{Jumlah keseluruhan pada delay PLTS ke PLN}}{\text{Banyak percobaan yang dilakukan}} = \frac{54,06}{10} = 5,406 \text{ detik}$$

3.2.2 Reliabilitas sistem ATS

Pada pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan perpindahan sumber tegangan sebanyak 10 percobaan. Tujuan dari pengujian ini untuk menentukan tingkat keberhasilan dari sistem ATS yang telah dibuat. Apabila 10 percobaan tersebut berhasil maka reliabilitas sistem ATS ini berjalan 100%. Pada percobaan ini menggunakan delay perpindahan antara PLN ke PLTS sebesar 1 detik dan PLTS ke PLN sebesar 5 detik. Jika komponen TDR tidak digunakan akan menyebabkan perpindahan antara PLN ke PLTS sangat cepat sehingga jika terjadinya jepret (trip) atau listrik tiba-tiba padam dan langsung hidup akan mengakibatkan kerusakan pada komponen-komponen yang ada pada sistem ATS karena jeda dari PLN tidak ada. Tabel 2 merupakan data hasil pengujian reliabilitas sistem ATS.

Tabel 2. Reliabilitas sistem ATS

No	Pengujian		Hasil Pengujian
	PLN ke PLTS	PLTS ke PLN	
1		Percobaan 1	Berhasil
2		Percobaan 2	Berhasil
3		Percobaan 3	Berhasil
4		Percobaan 4	Berhasil
5		Percobaan 5	Berhasil
6		Percobaan 6	Berhasil
7		Percobaan 7	Berhasil
8		Percobaan 8	Berhasil
9		Percobaan 9	Berhasil
10		Percobaan 10	Berhasil

Tabel 3. Pengujian dengan delay yang berbeda pada perpindahan PLTS ke PLN

No	Delay	Hasil Pengujian
1	1 detik	100%
2	2 detik	100%
3	3 detik	100%
4	4 detik	100%
5	5 detik	100%

Tabel 3 merupakan data hasil pengujian keberhasilan perpindahan antara PLTS ke PLN dengan menggunakan delay sebesar 1, 2, 3, 4, dan 5 detik yang dilakukan sebanyak 10 pengujian.

3.2.3 Pengujian ATS terhadap sistem hidroponik

Pada pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan ATS ke sistem hidroponik. Sumber tegangan yang berasal dari pengujian ini yaitu sumber PLN yang mana dapat menjalankan sistem hidroponik ini dengan baik begitu juga dengan sumber tegangan yang berasal dari PLTS. Masing-masing dari sumber tegangan tersebut dapat menghidupkan atau menjalankan sistem hidroponik sebagai beban. Gambar 15 merupakan pengujian sistem ATS pada sistem hidroponik.

Pengujian terhadap sistem hidroponik dilakukan dimana sumber tegangan berasal dari PLN. Terlihat lampu indikator yang menyala berwarna hijau yang artinya tegangan berasal dari sumber PLN. Pada sumber tegangan PLN ini mampu menjalankan sistem hidroponik dengan baik dan dapat men-supply tegangan ke 2 buah pompa DC 12 V. Sedangkan pengujian terhadap sistem hidroponik dilakukan dimana sumber tegangan berasal dari PLTS. Terlihat lampu indikator yang menyala berwarna merah yang artinya tegangan berasal dari sumber PLTS. Sumber tegangan PLTS ini dapat menjalankan sistem hidroponik dengan baik dan dapat menghidupkan pompa DC 12 V.

Tabel 4. Pengukuran panel surya 30 WP cuaca terik

Jam	Vsc (V)	Isc (A)	Daya (W)	Keterangan
07:00	13,00	0,1	1,3	Berawan
08:00	14,7	0,31	4,557	Berawan
09:00	16,5	0,74	12,21	Terik
10:00	19,8	1,64	32,427	Terik
11:00	21,4	2,31	49,434	Terik
12:00	21,4	2,34	50,076	Terik
13:00	21,6	1,16	25,056	Terik
14:00	21,4	1,64	35,096	Terik
15:00	21,5	1,37	29,455	Terik
16:00	20,9	0,66	13,794	Terik
17:00	19,6	0,21	4,116	Berawan
Rata-Rata	19,25	1,134	23,411	

Tabel 4 merupakan pengukuran tegangan, arus dan watt yang dikeluarkan pada panel surya 30 wp, pengukuran ini dilakukan dengan cara mengukur menggunakan multimeter digital juga melakukan proses *charging* dari jam 07.00 – 17.00 pada tanggal 7 januari 2023 dimana pada kondisi cuaca yang terjadi pada hari tersebut memiliki cuaca yang berdominan terik dari pukul 09.00 – 16.00 WIB. Adapun pengukuran yang dikeluarkan panel surya 30 wp dengan kondisi cuaca yang mendung pada tanggal 17 januari 2023 pada pukul 12.00 – 18.00 WIB (Tabel 5).

Tabel 5. Pengukuran panel surya 30 WP cuaca mendung

Jam	Vsc (V)	Isc (A)	Daya (W)	Keterangan
13	13,3	1	13,3	Mendung
14	13,1	0,8	10,48	Mendung
15	13,3	0,6	7,98	Mendung
16	13,0	0,4	5,2	Mendung
17	12,8	0,2	2,56	Mendung
Rata-rata	13,1	0,6	7,904	

Hasil dari proses *charging* pada tanggal 7 januari 2023 dimana kondisi cuaca yaitu terik dengan menggunakan baterai dengan kapasitas 12AH didapatkan daya rata-rata perjam sebesar 23,4 Watt dan waktu yang dibutuhkan panel surya untuk mengisi baterai sampai penuh adalah 4 jam 40 menit dengan kondisi cuaca terik. Sedangkan untuk pengisian pada kondisi cuaca mendung didapatkan daya yang dihasilkan rata-rata sebesar 7,904 watt. Hasil ini sesuai dengan perhitungan lama pengisian baterai pada kondisi cuaca terik dengan menggunakan rumus yaitu :

$$error = \left| \frac{t_{pengukuran} - t_{teori}}{t_{teori}} \right| \times 100\%$$

$$error = \left| \frac{2 \text{ jam } 10 \text{ menit} - 2 \text{ jam } 18 \text{ menit}}{2 \text{ jam } 18 \text{ menit}} \right| \times 100\%$$

$$error = 5,04\%$$

Tabel 6. Penggunaan baterai dengan menggunakan persentase baterai

Persentase Baterai	Lama penggunaan baterai secara langsung	Lama penggunaan baterai secara perhitungan teori	Error (%)
20%	30 menit	34 menit	11,76%
40%	1 jam 3 menit	1 jam 9 menit	3,84 %
60%	1 jam 40 menit	1 jam 44 menit	8,69 %
80%	2 jam 10 menit	2 jam 18 menit	5,04%

Tabel 6 merupakan data penggunaan baterai terhadap beban sistem hidroponik yang memiliki daya sebesar 50 watt, penggunaan baterai diuji dengan persentase isi baterai bervariasi yaitu 20%, 40%, 60%, dan 80%. Tabel 6 membandingkan lama penggunaan baterai secara langsung dengan lama penggunaan baterai secara teori. Adanya error ini kemungkinan disebabkan oleh proses charging yang tidak sampai penuh, misal secara perhitungan dianggap 20% kenyataannya isi baterai tidak sampai tepat 20%.

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai rata-rata *delay* perpindahan PLN ke PLTS sebesar 1,54 detik, sedangkan *delay* perpindahan PLTS ke PLN rata-rata sebesar 5,41 detik. Hal ini disebabkan adanya komponen TDR yang diatur *delay*nya sebesar 5 detik.
2. Terdapat pengukuran pada panel surya 30 WP dalam keadaan cuaca terik maupun mendung, dan penggunaan baterai terhadap beban 50watt dengan persentase baterai 20%, 40%, 60%, dan 80%.
3. Reliabilitas pada sistem ATS ini sangat baik, kinerja yang dihasilkan dalam melakukan perpindahan sumber listrik sesuai dengan yang diharapkan.
4. Dalam kondisi terik, sistem ATS sumber cadangan dari PLTS, baterai dengan kapasitas 12V 12 Ah mampu di-charge oleh panel surya 30 WP selama 4 jam 40 menit. Adapun pada cahaya mendung, menghasilkan daya dengan rata-rata sebesar 7,904 watt

Daftar Pustaka

- [1] Almadani, I. F., Haryudo, S. I., “Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch Antara Listrik PLN Dan PLTS Skala Kecil Untuk Alat Penetas Telur Berbasis Internet of Things”, *Jurnal Teknik*, 10(03), 565–575, <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/41833>, 2021.
- [2] Dahliya, D., Samsurizal, S., & Pasra, N., “Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin”, *Sutet*, 11(2), 71–80. <https://doi.org/10.33322/sutet.v11i2.1551>, 2021.
- [3] Pakpahan, R., Ramadan, D. N., & Hadiyoso, S., “Rancang Bangun Dan Implementasi Automatic Transfer Switch (Ats) Menggunakan Arduino Uno Dan Relai”, *Jurnal Elektro Dan Telekomunikasi Terapan*, 3(2), <https://doi.org/10.25124/jett.v3i2.302>, 2017.
- [4] Rumbajan, G. C. E., Mangindaan, G. C., Rumbayan, M., “Rancang Bangun Penggerak Pompa Air Menggunakan Solar Panel Untuk Hidroponik”, *Rumbajan, Gwayne Clievert Evan Mangindaan, Glanny Ch Rumbayan, Meyta*, 5–24, 1967.
- [5] Setiawan, D., Eteruddin, H., Siswati, L., “Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Tanaman Hidroponik”, *Jurnal Teknik*, 14(2), 208–215. <https://doi.org/10.31849/teknik.v14i2.5377>, 2020.
- [6] Fikra, Y., Dedy Suryadi, R. R. Y., “Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) dengan Parameter Arus”, *Frekuensi Dan Suhu*, 2018.

[7] Maryanto. I., Sikki. M. I., “*Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) Automatic Main Failure (AMR) Menggunakan SMS*”, JREC (*Journal of Electrical and Electronics*), vol. 6, no.1, 19-32, 2018.

[8] Rizaldi. R., Djufri. S. U., “*Perancangan ATS (Automatic Transfer Switch) Satu Phasa Menggunakan Kontrol Berbasis Relay dan Time Delay Relay (TDR)*”, *Journal of Electrical Power Control And Automation (JEPCA)*, vo.1, no.2, 2018.

[9] Jayadi., Notosudjono. D., Machdi. A. R., “*Perancangan Automatic Transfer Switch Berbasis PLC*”, *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Universitas Pakuan (UNPAK)*.

[10] Ginting. P. H., Sukmadi. T., Sinuraya. E. W., “*Perancangan Automatic Transfer Switch (ATS) Mode Transisi Open-Transition Re-Transfer dengan Parameter Transisi Berupa Tegangan dan Frekuensi*”, *Jurnal Ilmiah Teknik (TRANSIENT)*, vol. 3, no. 1, Maret 2014.