

## Desain PLTS Sebagai Catudaya Darurat Perangkat Website

Ignatius Agus Purbhadi<sup>1</sup>, Totok Dermawan<sup>2</sup>, Yadi Yunus<sup>3</sup>, Sulhamdi Akbar<sup>4</sup>, Jonatan Manalu<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Elektro Mekanika, Politeknik Teknologi Nuklir Indonesia

Korespondensi : [aguspurbhadi@gmail.com](mailto:aguspurbhadi@gmail.com).

### ABSTRAK

Website merupakan salah satu sarana pendidikan di sekolah yang penting dalam mendapatkan informasi terkini terkait pendidikan. Selain menampilkan data profil siswa maupun profil sekolah yang terbaru dan akurat, juga diperlukan untuk Penerimaan Peserta Didik Baru (PPDB) secara online dan perpustakaan digital online. Permasalahan yang sering terjadinya khususnya di SMA Negeri 1 Slawi Jawa Tengah adalah seringnya terjadi pemadaman listrik karena pemeliharaan maupun gangguan yang tak terduga yang menyebabkan aktifitas informasi melalui website sekolah terganggu. Pemadaman listrik yang sering terjadi berakibat rusaknya perangkat server website baik hardware maupun software. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendesain Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai catudaya darurat perangkat website. Metode yang digunakan adalah perencanaan kebutuhan daya listrik, perkiraan durasi waktu backup, melakukan perhitungan komponen PLTS, pembuatan sistem kontrol, penginstalasian dan pengujian. Perancangan PLTS untuk daya 600 watt dan durasi backup selama 4 jam didapatkan komponen-komponen PLTS sebesar 600WP panel surya, 30 A solar charger regulator (SCR), 1000 watt Inverter dan 2 x 100 AH 12 volt baterai, sistem kontrol menggunakan relay dan timer. Hasil pengujian yang dilakukan, sistem kontrol dapat bekerja baik secara otomatis (interlock) memindahkan beban dari listrik PLN ke PLTS saat PLN padam, maupun sebaliknya dari PLTS ke PLN. Pengujian siang hari, PLTS dapat mensuplai beban dengan stabil lebih dari 4 jam karena daya untuk menyuplai beban merupakan kontribusi dari baterai dan sinar matahari. Pengujian malam hari, Baterai PLTS dapat mensuplai beban selama 4 jam 4 menit sebelum baterai PLTS habis

**Kata kunci:** PLTS, catudaya darurat, website, interlock

### ABSTRACT

*Websites are one of the educational tools in schools that are important for getting the latest information related of education. Apart from displaying the latest and most accurate student profile and school profile data, it is also needed for online New Student Admissions (PPDB) and an online digital library. A problem that often occurs, especially at SMA Negeri 1 Slawi, Central Java, is frequent electrical power outages due to maintenance or unexpected disruptions which cause information activities via the school website to be disrupted. Frequent power outages result in damage to website server equipment, both hardware and software. Therefore, this research aims to design a Solar Photovoltaic Power Plant (PV) as an emergency power supply for website devices. The methods used are planning electrical power requirements, estimating the duration of backup time, calculating PV components, creating a control system, and installing and testing. Designing PV for 600 watts of power and a backup duration of 4 hours, the PV components are 600WP solar panels, 30 A solar charger regulator (SCR), 1000 watt inverter, 2 x 100 AH 12 volt batteries, the control system uses relays and timers. The test results of the control system show that it can work either automatically (interlock) to move the load from PLN electricity to PV when PLN goes out, or vice versa from PV to PLN. In daytime testing, PV can supply the load stably for more than 4 hours because the power to supply the load is contributed by the battery and sunlight. Testing at night, the PV battery can supply the load for 4 hours 4 minutes before the PV battery runs out.*

**Keyword :** PV, emergency power supply, website, interlock

### PENDAHULUAN

Pentingnya website bagi sekolah tidak hanya sekedar fasilitas untuk dunia pendidikan dan mendapatkan informasi terbaru terkait pendidikan terutama negara indonesia. Namun juga bisa memberi manfaat yang baik dan profesionalisme untuk sekolah khususnya SMA Negeri 1 Slawi, Kecamatan Slawi, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah.

Website menjadi sarana promosi dan sumber bahan ajar yang dapat digunakan oleh berbagai kalangan, sehingga hampir setiap lembaga dan sekolah memiliki website [1]. Manfaat website sekolah untuk tenaga pendidik, sekolah, masyarakat maupun bagi siswa didik adalah sekolah mempunyai data profil siswa yang akurat, membantu siswa dalam berkreasi menampilkan profil sekolah yang update serta terjalannya Interaksi antar siswa dan guru yang tidak terbatas pada ruang dan waktu. Selain untuk keperluan diatas, website sekolah digunakan untuk pembuatan Penilaian SMA/K (*E-Raport*), Penerimaan Peserta Didik Baru (PPDB) *Online*, Informasi Perpustakaan (*Digital Library*) dan RPP *Online*.

Permasalahan yang ada adalah sering terjadinya pemadaman listrik yang mengganggu aktifitas informasi melalui website sekolah. Kegagalan jaringan listrik karena pemadaman listrik oleh PLN karena pemeliharaan maupun gangguan yang bersifat tak terduga, sering berakibat rusaknya perangkat server website baik *hardware* maupun *software*. Olehkarena itu diperlukan sistem backup daya listrik untuk perangkat website (server) berupa catu daya darurat yang beroperasi tanpa terputus sehingga server masih dapat beroperasi mencegah kerusakan yang terjadi pada sistem *hardware* maupun *software*.

Data ESDM Jateng, Slawi merupakan kecamatan di kabupaten Tegal, Jawa Tengah. Secara geografis terletak di Provinsi Jawa Tengah yang berada di daerah khatulistiwa pada 10°LS, yang memiliki intensitas penyinaran matahari 3,5 – 4,67 kwh/m<sup>2</sup>/hari [2], memungkinkan untuk dibangun PLTS sebagai catudaya darurat yang beroperasi mensuplai daya saat terjadi gangguan pemadaman listrik.

Dari data diatas, dilakukan penelitian desain PLTS sebagai catudaya darurat perangkat website. PLTS direncanakan mampu untuk membackup daya komputer server dan perangkat lainnya yang berkisar antara 0,5 – 1 kW. Dan akan bekerja secara otomatis memindah beban dari PLN ke PLTS apabila terjadi gangguan, dan juga sebaliknya memindahkan daya ke PLN saat hidup kembali.

### METODE PENELITIAN

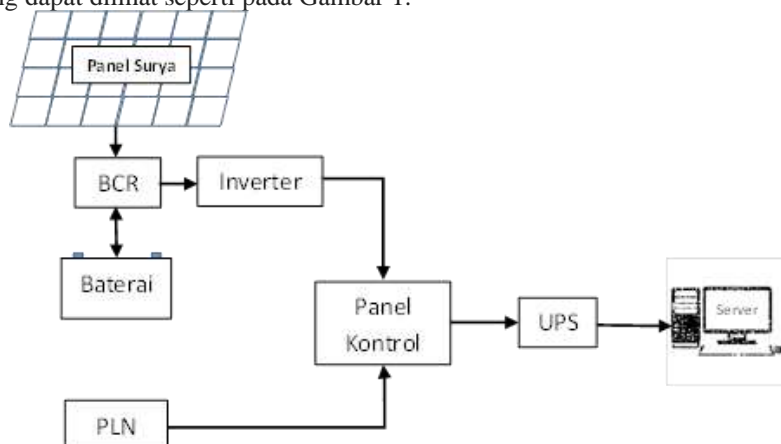
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menentukan kebutuhan daya dan perkiraan durasi waktu backup, melakukan perhitungan komponen PLTS, pembuatan sistem kontrol, penginstalasian dan pengujian.

#### Parameter Untuk Mendesain PLTS

Hasil pengamatan dan survey lapangan, daya listrik yang dibutuhkan oleh komputer server adalah antara 320–600 watt. Sehingga daya beban listrik sebesar 600 watt digunakan untuk perhitungan komponen PLTS dan instalasinya. Indonesia sebagai negara tropis mempunyai potensi energi surya yang tinggi dengan radiasi harian rata-rata sebesar 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/hari [3]. Sedangkan data insulasi setempat memiliki intensitas penyinaran matahari 3,5 kwh/m<sup>2</sup>/hari – 4,67 kwh/m<sup>2</sup>/hari. Oleh karena itu diambil insulasi matahari rata rata sebesar 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Lamanya pemadaman listrik tidak bisa ditentukan, sehingga diambil perkiraan sekitar 4 jam. Oleh karena itu untuk perencanaan dibuatlah PLTS dengan baterai yang cukup untuk mensuplai energi listrik untuk komputer server selama 4 jam.

#### Desain PLTS

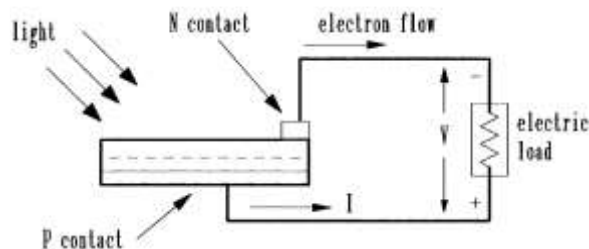
PLTS terbagi atas 4 (empat) bagian utama yaitu panel surya, *solar charger regulator* (SCR), baterai dan inverter untuk mensuplai beban AC. Pada sistem ini ditambahkan sistem kontrol untuk memindahkan beban saat PLN padam ke PLTS (*interlock*), dan sebaliknya saat PLN hidup memindahkan dari PLTS ke PLN kembali yang dapat dilihat seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem kontrol Interlock PLTS dengan PLN

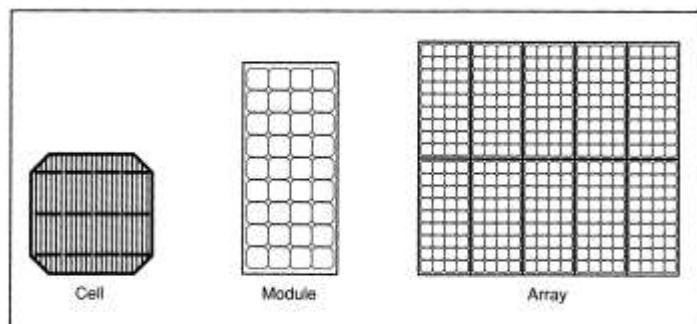
### Menentukan Daya Panel Surya

Prinsip kerja panel surya adalah bila sel surya dikenakan pada sinar matahari, maka timbul yang dinamakan elektron dan hole. Elektron-elektron dan hole-hole yang timbul di sekitar pn junction bergerak berturut-turut ke arah lapisan n dan ke arah lapisan p. Sehingga pada saat elektron-elektron dan hole-hole itu melintasi pn junction, timbul beda potensial pada kedua ujung sel surya (Gambar 2.). Jika pada kedua ujung sel surya diberi beban maka timbul arus listrik yang mengalir melalui beban [4]. Berdasarkan jenis bahan dalam pembuatannya panel surya dibagi menjadi empat jenis yaitu monokristal, polikristal, amorphous dan compound atau gallium arsenide. Untuk penggunaan umum sering digunakan jenis monokristal dan polykristal.



**Gambar 2.** Efek fotovoltaiik mengubah energi foton menjadi arus listrik..

Sel surya yang dijelaskan di atas adalah blok bangunan dasar sistem tenaga pv. Biasanya, ukurannya beberapa inci persegi dan menghasilkan daya sekitar satu watt. Untuk mendapatkan daya yang tinggi, banyak sel yang dihubungkan secara seri dan paralel pada panel (modul) seluas beberapa kaki persegi (Gambar 3). Susunan atau panel surya didefinisikan sebagai sekelompok beberapa modul yang dihubungkan secara elektrik dalam kombinasi seri-paralel untuk menghasilkan arus dan tegangan yang diperlukan.



**Gambar 3.** Sel-sel surya membentuk modul dan modul-modul membentuk panel surya (*array*)

Untuk menentukan kapasitas daya panel surya diperoleh berdasarkan rata-rata insolasi matahari atau *equivalent sun hours* (ESH) dan energi listrik yang dibutuhkan [5]. Sehingga daya panel surya dapat dihitung menurut persamaan (1)

$$P_{maks} = \frac{ET}{ESH} \times 1,1$$

Dengan,

$ET$  : Total energi pemakaian (kWh)

$P_{maks}$  : Daya panel surya (WP)

$ESH$  : Insolasi matahari ( $\text{kWh}/\text{m}^2$  per hari)

Hasil perhitungan kapasitas daya modul surya untuk perkiraan penggunaan selama 4 jam, maka  $ET = 600 \text{ watt} \times 4 \text{ jam} = 2,4 \text{ kWh}$ . Sehingga dengan insolasi matahari sebesar  $4,5 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{hari}$  didapatkan nilai  $P_{maks} = 586 \text{ watt panel}$ , digunakan 600WP.

### Menentukan Kapasitas Solar Charger Regulator (SCR)

Fungsi dari solar charge regulator adalah selain mengatur arus untuk pengisian baterai agar tidak *overcharging* dan *overvoltage*, juga mengatur arus yang dibebaskan/diambil dari baterai agar baterai tidak full discharge, dan overloading. Oleh karena ini dengan SCR akan meningkatkan efisiensi pengisian baterai. menyeimbangkan kerja sel-sel baterai, memperpanjang usia baterai, dan mengatur transfer energi dari modul surya ke baterai atau baterai ke beban secara efisiensi. Selain itu SCR memberikan informasi kondisi arus maupun tegangan sistem dari panel surya, baterai dan beban .

Kapasitas arus yang mengalir pada SCR dapat ditentukan dengan mengetahui beban maksimal yang terpasang dan tegangan sistem PLTS sesuai persamaan (2)

$$I_{maks} = \frac{P_{maks}}{V_s}$$

Dengan,

$I_{maks}$  = Besar kapasitas *solar charger regulator* (ampere)

$P_{maks}$  = Beban maksimal (watt)

$V_s$  = Tegangan sistem (volt)

Tegangan sistem yang digunakan adalah 24 volt, beban maksimal adalah 600 watt, maka didapatkan hasil perhitungan kapasitas SCR sesuai persamaan (2) adalah sebesar 25 ampere. Dipasaran terdapat ukuran 10 A, 15 A, 30A dan 60A. Maka dipilih ukuran 30 A. Untuk keamanan dan antisipasi penambahan kapasitas daya, SCR 60A memiliki faktor keamanan yang lebih baik.

### Menentukan Kapasitas Baterai

Baterai menyimpan energi listrik yang diterimanya pada siang hari dan akan dikeluarkan pada malam hari untuk melayani beban. Dalam penelitian ini baterai digunakan sebagai penyedia daya PLTS sebagai catudaya darurat saat PLN padam. Satuan kapasitas baterai adalah ampere jam (Ah). Dengan menggunakan persamaan pada satuan energi (dalam WH) dikonversikan menjadi Ah sehingga kapasitas baterai digunakan persamaan (3)

$$Ah = \frac{ET}{V_s}$$

Dengan,

$Ah$  = Satuan kapasitas suatu baterai (Ampere per hour)

$ET$  = Total energi sistem (Watt Hour)

$V_s$  = Tegangan sistem (Volt)

Selain kapasitas baterai, jenis baterai untuk PLTS dipilih yang memiliki kemampuan memberikan DOD (Depth of Discharge, yaitu kapasitas minimal yang boleh dikeluarkan (discharge) dari baterai. Umumnya diambil DOD = 0,8) sehingga digunakan persamaan (4)

$$Cb = \frac{Ah \times 1}{DOD}$$

Dengan,

$Cb$  = Kapasitas baterai yang dipakai (Ah)

$Ah$  = kapasitas baterai (Ah)

$DOD$  = kapasitas minimal yang boleh dikeluarkan dari baterai

Hasil perhitungan kapasitas baterai (Ah) untuk total energi sistem sebesar 2,4 kWh atau 2400 WH, maka kapasitas baterai didapatkan 100 Ah. Untuk DOD sebesar 0,8 maka kapasitas baterai perlu digunakan 125 Ah.

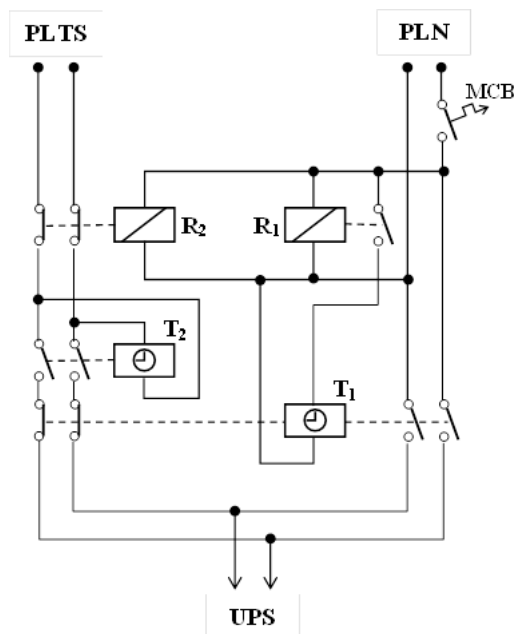
### Pemilihan Inverter

Inverter adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah DC (*Direct Current*) menjadi arus listrik bolak balik AC (*Alternating Current*). Inverter mengkonversi arus DC 12/24 volt dari sumber arus backup seperti batere, panel surya / solar cell menjadi AC 220 volt setara dengan tegangan PLN. Karena beban yang dicatu adalah komputer server dengan daya 600 watt, maka sebaiknya kapasitas inverter yang digunakan setidaknya 600 watt atau lebih. Dalam hal ini disesuaikan dengan daya inverter yang diproduksi pabrik yaitu 500 watt, 1000 watt, 2000 watt dan seterusnya. Sehingga dipilihlah kapasitas inverter yang digunakan yaitu 1000 watt.

### Pembuatan Sistem Kontrol Interlock

Berdasarkan instalasinya PLTS dibedakan menjadi 2 yaitu sistem Off grid dan On grid. PLTS off grid dikenal juga dengan sistem stand alone atau bekerja sendiri dan PLTS On grid adalah PLTS yang terhubung ke grid utility atau terhubung dengan jaringan PLN [6]. PLTS pada penelitian ini dirangkai secara off grid dengan PLN dan hanya akan aktif mensuplai beban bila PLN padam. Untuk mengatur suplai listrik ke beban, didesain sebuah panel kontrol untuk mengontrol pemindahan beban dari PLN ke PLTS maupun dari PLTS ke PLN secara otomatis tanpa memutuskan beban menggunakan kombinasi relai dan penunda waktu *time delay relay* (TDR). Apabila terjadi gangguan atau pemadaman listrik dari PLN, maka beban disuplai oleh PLTS secara otomatis dengan pengaturan waktu tunda, sistem ini dikenal dengan nama sistem interlock [6]. Demikian juga saat PLTS mensuplai beban kemudian tiba-tiba PLN hidup kembali, maka panel kontrol akan memutuskan hubungan PLTS dan memindahkan hubungan beban ke PLN.

Sistem kontrol yang diterapkan pada panel kontrol bekerja berdasarkan pemindahan beban secara otomatis atau disebut sistem interlock. Apabila PLN padam, beban yaitu perangkat website (komputer server) akan dicatu oleh PLTS secara otomatis setelah 5 detik. Saat pemindahan beban ke PLTS selama 5 detik, komputer akan tetap hidup karena adanya UPS (uninterruptible power source). Demikian juga sebaliknya apabila saat beban dicatu oleh PLTS dan kemudian PLN hidup kembali, maka sistem kontrol secara otomatis memindahkan beban ke PLN setelah 5 detik. Gambar pengawatan panel sistem kontrol interlock dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 4.** Pengawatan sistem kontrol.

Cara kerja rangkaian sistem kontrol *Interlock* seperti Gambar 5 adalah sebagai berikut : apabila PLN padam, relay R1 dan relay R2 akan mati, sehingga kontak NO pada relay R1 akan terbuka mengakibatkan timer T1 akan mati dan kontak NO penyalur daya dari PLN akan terbuka, sedangkan kontak NC akan menutup dan penyalur daya PLTS terhubung. Sementara itu matinya relay R2 karena PLN padam mengakibatkan kontak NC saluran PLTS terhubung. Terhubungnya saluran PLTS oleh R2 menyebabkan timer T2 mendapatkan suplai dari PLTS sehingga setelah 5 detik kontak NO pada timer T2 akan menghubungkan sumber PLTS dan menghidupkan beban. Selama proses penundaan waktu saat PLN padam, beban akan selalu hidup karena adanya UPS yang dipasang sebelum beban.

### Instalasi dan Pengujian PLTS

Komponen komponen PLTS selanjutnya di instalasi sesuai Gambar 1. Setelah terinstal dengan baik selanjutnya dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan 3 macam yaitu untuk mengetahui performa sistem PLTS yang telah dibuat. Pengujian pertama yaitu pengujian sistem, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keandalan dari sistem kontrol yang dibuat. Pengujian kedua yaitu pengujian PLTS saat siang hari saat PLTS mendapatkan sinar matahari. Dan pengujian ketiga adalah pengujian performa PLTS saat malam hari saat tanpa sinar matahari.

### HASIL DAN ANALISIS

Hasil pengujian PLTS sebagai catudaya darurat didapatkan data seperti pada hasil pengujian berikut:

#### Hasil Pengujian Sistem Interlock

Pengujian sistem kontrol dilakukan total sebanyak 10 kali dengan 5 kali saklar/MCB PLN dipadamkan dan 5 kali saklar PLN dihidupkan. Data-data yang diamati adalah performa relay, timer, lampu indikator, kondisi beban dan kerja sistem saat beban dicatu PLTS maupun PLN. Hasil pengujian sistem kontrol selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Pengujian Sistem Kontrol

No	MCB PLN	Relay 1	Relay 2	Timer 1	Timer 2	PLN lamp	PLTS lamp	Beban	Kerja Sistem
1	ON	ON	ON	ON 5dt	OFF	ON	OFF	ON	Normal
2	OFF	OFF	OFF	OFF	ON 5dt	OFF	ON	ON	Normal
3	ON	ON	ON	ON 5dt	OFF	ON	OFF	ON	Normal
4	OFF	OFF	OFF	OFF	ON 5dt	OFF	ON	ON	Normal
5	ON	ON	ON	ON 5dt	OFF	ON	OFF	ON	Normal
6	OFF	OFF	OFF	OFF	ON 5dt	OFF	ON	ON	Normal
7	ON	ON	ON	ON 5dt	OFF	ON	OFF	ON	Normal
8	OFF	OFF	OFF	OFF	ON 5dt	OFF	ON	ON	Normal
9	ON	ON	ON	ON 5dt	OFF	ON	OFF	ON	Normal
10	OFF	OFF	OFF	OFF	ON 5dt	OFF	ON	ON	Normal

Pengujian sistem kontrol yang ditunjukkan Tabel 1. Terlihat bahwa selama 10 kali percobaan yang dilakukan, sistem bekerja dengan normal dan beban selalu hidup saat PLN padam maupun saat PLN hidup. Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan nilai keandalan sistem sebesar 100 %.

**Pengujian PLTS Siang Hari**

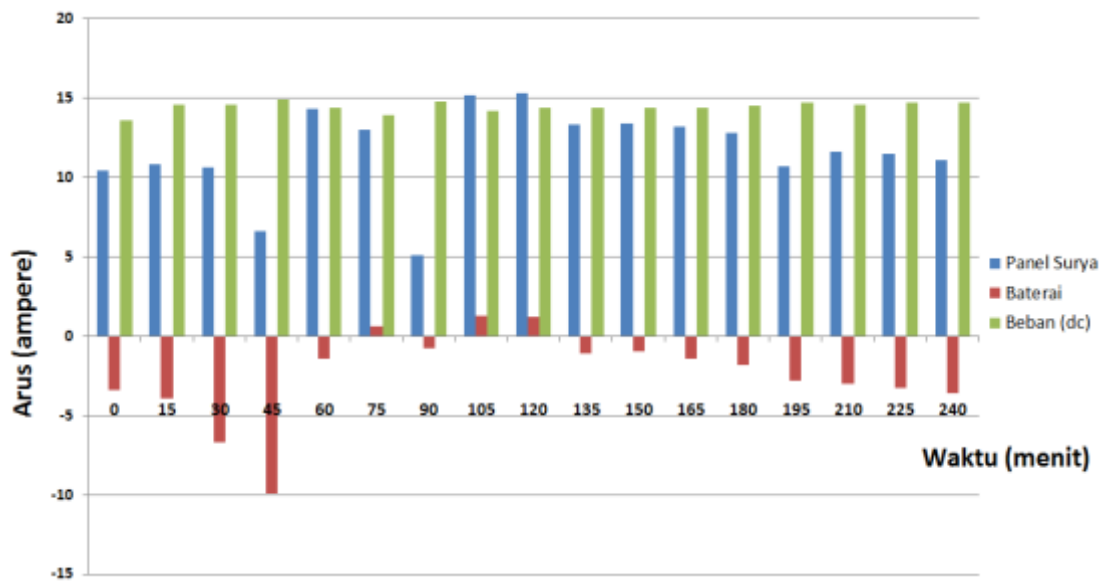
Pengujian PLTS pada siang hari, dilakukan pada kondisi baterai penuh dan untuk mensimulasikan PLN padam maupun hidup, dilakukan dengan cara memutuskan atau menghubungkan MCB yang ada di panel kontrol. Pengujian dilakukan pada daya beban sebesar 400 watt selama 4 jam (240 menit) mulai pukul 10.00 hingga 14.00. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Pengujian siang hari

menit ke	Intensitas Matahari		Panel Surya		Baterai		Beban	
	Lux	w/m <sup>2</sup>	Volt	Amp	Volt	Amp	Volt	Amp
0	38800	58,2	25	10,4	26	-3,4	26	13,6
15	30700	46,05	25	10,8	25	-3,9	25	14,6
30	11960	17,94	25	10,6	24,9	-6,7	24,9	14,6
45	14000	21	25	6,6	24,7	-9,9	24,7	14,9
60	31300	46,95	26	14,3	25	-1,4	25	14,4
75	12500	18,75	25	13	26,1	0,6	26,1	13,9
90	11980	17,97	25	5,1	24,6	-0,8	24,6	14,8
105	28900	43,35	26	15,2	25,4	1,3	25,4	14,2
120	19100	28,65	25	15,3	25,4	1,2	25,4	14,4
135	28200	42,3	26	13,3	25,2	-1,1	25,2	14,4
150	30500	45,75	25	13,4	25,2	-1	25,2	14,4
165	31100	46,65	25	13,2	25,1	-1,4	25,1	14,4
180	29500	44,25	25	12,8	25,1	-1,8	25,1	14,5
195	30300	45,45	25	10,7	24,4	-2,8	24,4	14,7
210	29600	44,4	25	11,6	24,8	-3	24,8	14,6
225	29700	44,55	25	11,5	24,8	-3,3	24,8	14,7
240	28300	42,45	25	11,1	24,8	-3,6	24,8	14,7

Dari data pengujian siang hari seperti pada Tabel 2. didapatkan grafik arus waktu untuk panel surya, baterai dan beban seperti pada Gambar 5.





**Gambar 5.** Grafik arus dan waktu pengujian PLTS siang hari.

Pada grafik arus waktu pengujian PLTS siang hari (Gambar 6.) terlihat bahwa daya beban (*green bar*) lebih besar daripada daya panel surya (*blue bar*) yang dihasilkan oleh sinar matahari. Sehingga baterai (*red bar*) menunjukkan minus yang berarti mengeluarkan energi baterai berkontribusi memikul beban. Hal ini disebabkan intensitas matahari masih kecil karena sudut kedatangan sinar matahari yang masih miring terhadap panel surya.

Pada saat siang hari, matahari sudah mulai bergerak tegak lurus terhadap panel surya sehingga sinar matahari memberikan daya ke panel surya dengan intensitas lebih besar. Sehingga terlihat baterai sempat mengalami pengisian walaupun panel surya mensuplai beban secara penuh, sehingga baterai bertanda arus positif.

Setelah hari menjelang sore, kembali baterai memberikan kontribusi mensuplai beban bersama dengan panel surya yang mulai menurunnya intensitas matahari menuju ke sore hari. Sehingga terjadi proses pengosongan baterai sedikit demi sedikit.

#### Pengujian PLTS Malam Hari

Pengujian PLTS pada malam hari dilakukan pada kondisi PLN dipadamkan dan baterai penuh. Pengujian dilakukan dengan daya beban sebesar 400 watt. Pengujian dilakukan selama 4 jam 4 menit (244 menit) dari jam 18.00 hingga pukul 22.04. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Pengujian malam hari

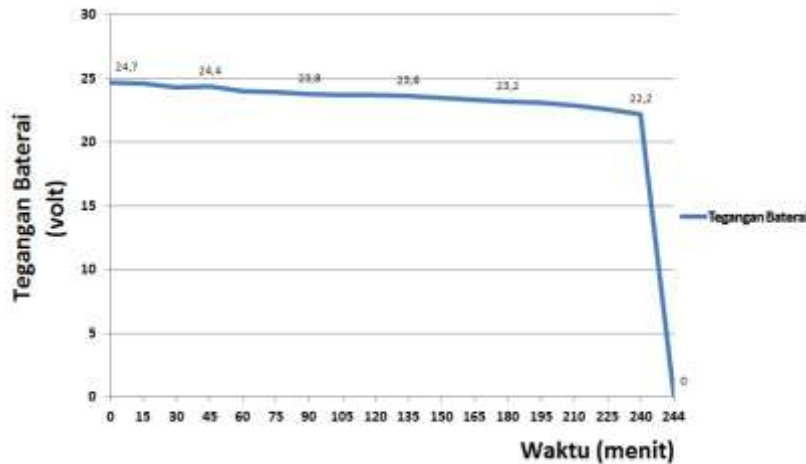
menit ke	Intensitas Matahari		Panel Surya		Baterai		Beban (dc)	
	Lux	w/m <sup>2</sup>	Volt	Amp	Volt	Amp	Volt	Amp
0	0	0	0	0	24,7	-14,4	24,7	14,4
15	0	0	0	0	24,6	-14,4	24,6	14,4
30	0	0	0	0	24,3	-14,3	24,3	14,3
45	0	0	0	0	24,4	-14,3	24,4	14,3
60	0	0	0	0	24	-14,2	24	14,2
75	0	0	0	0	23,9	-14,2	23,9	14,2
90	0	0	0	0	23,8	-14,2	23,8	14,2
105	0	0	0	0	23,7	-14,2	23,7	14,2
120	0	0	0	0	23,7	-14,1	23,7	14,1
135	0	0	0	0	23,6	-14,1	23,6	14,1
150	0	0	0	0	23,5	-14,1	23,5	14,1
165	0	0	0	0	23,3	-14	23,3	14
180	0	0	0	0	23,2	-14	23,2	14
195	0	0	0	0	23,1	-13,9	23,1	13,9
210	0	0	0	0	22,9	-13,9	22,9	13,9
225	0	0	0	0	22,6	-13,8	22,6	13,8
240	0	0	0	0	22,2	-13,7	22,2	13,7

menit ke	Intensitas Matahari		Panel Surya		Baterai		Beban (dc)	
	Lux	w/m <sup>2</sup>	Volt	Amp	Volt	Amp	Volt	Amp
244	0	0	0	0	0	0	0	0

Pada pengujian malam hari, tidak ada pengisian baterai dari panel surya, sehingga beban sepenuhnya dari baterai PLTS. Dari data Tabel 3, didapatkan grafik arus waktu panel surya, baterai dan beban seperti Gambar 7. Tegangan baterai selama dibebani dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. Grafik arus dan waktu pengujian PLTS malam hari



Gambar 7. Grafik tegangan baterai fungsi waktu

Pada kondisi tanpa masukan energi dari panel surya (kurva warna biru), beban (kurva warna hijau) sepenuhnya disuplai oleh baterai PLTS (kurva warna merah) seperti terlihat pada grafik arus waktu Gambar 7, sehingga terjadi proses pengosongan baterai PLTS. Dari Gambar 8. Terlihat bahwa tegangan baterai akan turun seiring berjalannya waktu hingga pada menit ke 244 (4 jam 4 menit) baterai habis, beban padam karena tegangan baterai kurang dari 22,2 volt tidak cukup untuk membuat inverter bekerja.

Sesuai dengan perencanaan sebelumnya bahwa diperkirakan baterai mampu bertahan selama 4 jam dapat terbukti dengan ditunjukkannya Gambar 8. Apabila dalam kurun waktu kurang dari 4 jam PLN hidup kembali, beban (komputer server) akan tetap bekerja karena secara otomatis sistem kontrol akan memindahkan suplai beban dari PLTS ke PLN.

**KESIMPULAN**

Telah dilakukan desain PLTS off grid sebagai catu daya darurat perangkat website dengan hasil sebagai berikut :

1. Komponen utama PLTS hasil desain (perhitungan) didapatkan 600 WP panel surya, 30 A solar charger regulator (SCR), Inverter 1000 watt dan baterai 2 x 100AH 12 volt, serta sistem kontrol relay dan timer .



2. Hasil pengujian sistem kontrol interlock didapatkan bahwa sistem bekerja secara normal dengan keandalan 100%.
3. Pengujian siang hari saat PLN dipadamkan, PLTS dapat mensuplai beban lebih dari 4 jam karena daya untuk menyuplai beban adalah kontribusi dari baterai dan tenaga surya.
4. Pengujian malam hari saat PLN dipadamkan, PLTS dapat mensuplai beban selama 4 jam 4 menit sebelum baterai PLTS habis.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada 1) Tim penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, 2) SMA Negeri 1 Slawi. 3) P3KM Poltek Nuklir Yogyakarta.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wiryotinoyo M, Budiyo H, Akhyaruddin, Setyonegoro A, Priyanto. Pemanfaatan Website sebagai Media Promosi dan Sumber Belajar di Sekolah Menengah. *Jurnal Abdi Pendidikan*. 2020; 01(1): 1-5.
- [2] Thenu, S. ed. *Tak Lelah Bangkitkan Energi di Musim Pandemi*. Ekonomi Rmol Republik Merdeka Jawa Tengah, 2021.
- [3] Windarta J, Sinuraya E W, Abidin AZ, Setyawan A E, Angghika. *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berbasis Homer di SMA Negeri 6 Surakarta Sebagai Sekolah Hemat Energi dan Ramah Lingkungan*. Prosiding Seminar Nasional MIPA Universitas Tidar. Semarang. 2019:22-36
- [4] Patel, Mukind R. *Wind and Solar Power Systems*. NewYork : CRC Press LLC. 1999: Chapter 8
- [5] Setyawan A, Ulinuha A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Untuk Supply Charge Station. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*. p-ISSN 1411-0814 e-ISSN 2407-6422. 2022. 24 (1):23-28
- [6] Suriadi, Syukri M. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh. *Jurnal Rekayasa Elektrika*. 2010; 9(2): 77-80