

# Analisis Hybrid PLTA dan PLTS Sebagai Energi Listrik Alternatif Pengganti Energi PLN

Zulkarnain Lubis<sup>1)</sup>, SollyAryza<sup>2)</sup>, Hermansyah Alam<sup>3)</sup>

<sup>1,2)</sup>Jurusan Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Panca budi

<sup>3)</sup>Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik UISU

[lubisdrzulkarnain@gmail.com](mailto:lubisdrzulkarnain@gmail.com)

## Abstrak

*Khusus nya di Daerah pedesaan salah satu kawasan yang memerlukan listrik adalah konsep a hybrid energi PLTA(Pembangkit listreik tenaga air ) dan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dengan peralatan pembangkit energy listrik yang merubah cahaya matahari menjadi listrik. PLTS sering juga disebut sebagai solar cell, atau solar photovoltaic, atau solar energy. Dengan konsep sederhana yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energy listrik yang mana cahaya matahari adalah salah satu bentuk energi dari sumber daya alam. Cahaya matahari sudah banyak digunakan untuk memasok daya listrik di satelit komunikasi melalui sel surya. Sel surya ini dapat menghasilkan energy yang tidak terbatas langsung di ambil dari matahari, tidak memerlukan bahan bakar sehingga sel surya sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan. Untuk menambah daya listrik pada waktu diperlukan maka digabungkanlah kedua energi PLTA dan PLTS dengan konsep Hybrid. Energy baru dan yang terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energy, hal ini di sebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang makin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Salah satunya upaya yang telah dikembangkan adalah pembangkit listrik tenaga surya. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai apa itu PLTS dan bagaimana apabila digabung dengan PLTA sesuai dengan kebutuhan. dan dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan mengenai PLTS Hybrid dengan PLTA .*

**Kata Kunci:** PLTA, PLTS , Hybrid Mikrokontroller, solar cell , photovoltaic

## I. PENDAHULUAN

Listrik adalah salah satu bentuk energi yang sangat penting dan menjadi kategori kebutuhan pokok yang tidak bisa di pisahkan bagi kehidupan umat manusia di era globalisasi ini selain makanan dan pakaian. Hal ini terjadi karena hampir semua kebutuhan manusia yang berkaitan dengan peralatan menggunakan listrik sebagai energinya. Seperti kipas angin, televisi, mesin cuci, bahkan pengaduk adonan kue. Secara garis besar, energi listrik dapat di artikan sebagai salah satu faktor terpenting bagi kehidupan manusia karena peralatan rumah yang biasa kita gunakan sekarang ini kebanyakan menggunakan listrik sebagai sumber energinya.

Energi listrik adalah energi yang di akibatkan oleh muatan listrik (Statis) yang menyebabkan medan listrik statis atau gerakan elektron dalam konduktor (Penghantar Listrik) atau ion positif dan ion negatif dalam zat cair atau gas. Listrik memiliki satuan ampere yang di simbolkan dengan A dan tegangan listrik memiliki satuan volt yang di simbolkan dengan V dan dengan kebutuhan pemakaian daya listrik watt yang di simbolkan dengan W. Agar peralatan listrik dan alat elektronik dapat di gunakan tentu di perlukan energi tegangan yang sesuai dengan kebutuhan alat elektronik tersebut, karena apabila energi listrik tidak sesuai dengan kebutuhan peralatan elektronik tersebut, maka peralatan elektronik tidak dapat

beroperasi, beroperasi tidak maksimal atau bahkan alat tersebut bisa rusak. Arus listrik di bagi menjadi dua jenis yaitu AC dan DC. Arus listrik AC (Alternating Current) merupakan listrik yang besarnya dan arah arusnya selalu berubah-ubah dan bolak balik sedangkan DC (Direct Current) merupakan arus listrik searah.

Sekarang ini telah banyak para ahli menemukan pembangkit tenaga listrik yang bekerja dengan mengubah suatu energi menjadi energi listrik. Dengan keadaan geografis di indonesia yang setiap tahun dapat sinar matahari, salah satu alat yang optimal di indonesia adalah panel surya. Panel surya bekerja mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya, aki atau baterai yang mengubah cahaya menjadi listrik. Panel surya menghasilkan arus listrik searah atau DC (Direct Current). Untuk menggunakan berbagai alat rumah tangga yang berarus bolak-balik atau AC (Alternating Current ) di butuhkan converter atau alat pengubah arus DC ke AC.

Jika panel surya di kembangkan di indonesia maka akan mendapatkan keuntungan besar karena indonesia mendapatkan sinar matahari setiap tahunnya dan panel surya sangat cocok di gunakan di pelosok yang sulit di jangkau oleh PLN, panel surya juga alat alternatif yang ramah lingkungan. Jika dapat di kembangkan kerumah-rumah penduduk, maka akan dapat menghemat energi listrik terutama di indonesia. Misalnya jika satu

unit sel surya untuk keperluan listrik di siang hari dan satu unit lagi untuk menyimpan energi listrik untuk keperluan malam harinya, maka tentu saja dapat menghemat energi listrik lumayan besar. Tetapi pembangkit tenaga surya sangat jarang di penggunaan oleh masyarakat karena harga panel surya yang mahal.

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atau matahari atau "sol" karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel *photovoltaic*, *photovoltaic* dapat diartikan sebagai "cahaya listrik". Sel surya bergantung pada efek *photovoltaic* untuk menyerap energi.

Pada umumnya, *solar cell* merupakan sebuah hamparan semi konduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Sel surya tersebut dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif.

Pada sel surya terdapat sambungan (*function*) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing - masing yang diketahui sebagai semikonduktor jenis P (positif) dan semikonduktor jenis N (Negatif). Silikon jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai *junction*. Bagian P ini diberi lapisan nikel yang berbentuk cincin, sebagai terminal keluaran positif. Di bawah bagian P terdapat bagian jenis N yang dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negatif. ([digilib.its.ac.id/public/ITS-Master-13287-Chapter-11.pdf](http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Master-13287-Chapter-11.pdf))

Sebuah semikonduktor adalah sebuah elemen dengan kemampuan listrik diantara sebuah konduktor dan isolator. Sel surya adalah suatu perangkat yang memiliki kemampuan mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan mengikuti prinsip *photovoltaic*, adanya energi dari cahaya (foton) pada panjang gelombang tertentu akan mengeksitasi sebagian elektron pada suatu material ke pita energi yang ditemukan oleh Alexandre Edmond Becquerel (Belgia) pada 1894. Efek ini dapat timbul terutama pada semikonduktor listrik yang memiliki konduktivitas menengah dikarenakan sifat elektron di dalam material yang terpisah dalam pita-pita energi tertentu yang disebut pita konduksi dan pita valensi.

Kedua pita energi tersebut berturut-turut dari yang berenergi lebih rendah adalah pita valensi dan pita konduksi, sedangkan keadaan tanpa elektron disebut dengan celah pita. Celah pita ini besarnya berbeda-beda untuk setiap material semikonduktor, tapi disyaratkan tidak melebihi 3

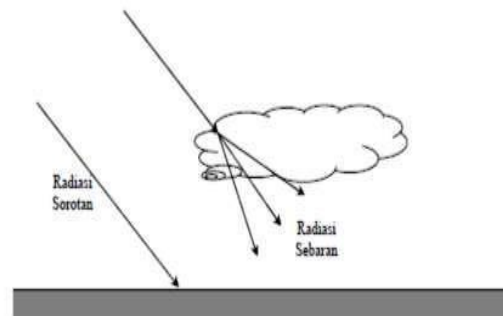
atau 4 eV

$$(1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}).$$

Proses pengubahan atau konversi cahaya matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan material yang menyusun sel surya berupa semikonduktor. Lebih tepatnya tersusun atas dua jenis semikonduktor, yakni jenis n dan jenis p. Semikonduktor jenis n merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan elektron, sehingga kelebihan muatan negatif, ( $n = \text{negatif}$ ). Sedangkan semikonduktor jenis p memiliki kelebihan hole, sehingga disebut dengan p ( $p = \text{positif}$ ) karena kelebihan muatan positif.

Pada awalnya, pembuatan dua jenis semikonduktor ini dimaksudkan untuk meningkatkan tingkat konduktivitas atau tingkat kemampuan daya hantar listrik dan panas semikonduktor alami. Di dalam semikonduktor alami ini, elektron maupun hole memiliki jumlah yang sama. Kelebihan elektron atau *hole* dapat meningkatkan daya hantar.

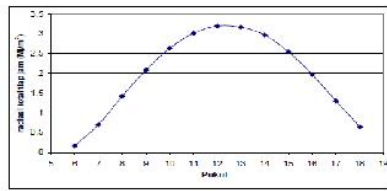
Konstanta radiasi matahari sebesar  $1353 \text{ W/m}^2$  dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang gelombang pendek (ultraviolet) sedangkan karbon dioksida dan uap air menyerap sebagian radiasi dengan panjang gelombang yang lebih panjang (inframerah). Selain pengurangan radiasi bumi yang langsung atau sorotan oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang dipancarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan uap air dalam atmosfer sebelum mencapai bumi yang disebut sebagai radiasi sebaran.



**Gambar 1. Radiasi sorotan dan radiasi sebaran yang mengenai permukaan bumi**

(Sumber : Yuwono,Budi. 2005 Skripsi Optimalisasi Panel Sel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C5. Surakarta: halaman 11)

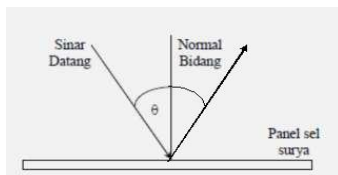
Besarnya radiasi harian yang diterima permukaan bumi ditunjukkan pada grafik gambar 1.2. Pada waktu pagi dan sore radiasi yang sampai permukaan bumi intensitasnya kecil. Hal ini disebabkan arah sinar matahari tidak tegak lurus dengan permukaan bumi (membentuk sudut tertentu) sehingga sinar matahari mengalami peristiwa difusi oleh atmosfer bumi.



**Gambar 2. Grafik besar radiasi harian matahari yang mengenai permukaan bumi**

(Sumber : Yuwono,Budi. 2005 Skripsi Optimalisasi Panel Sel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51. Surakarta: halaman 12)

Besarnya radiasi yang diterima panel sel surya dipengaruhi oleh sudut datang (*angle of incidence*) yaitu sudut antara arah sinar datang dengan komponen tegak lurus bidang panel.



**Gambar 3. Arah sinar datang membentuk sudut terhadap normal bidang panel sel surya**

(Sumber : Yuwono,Budi. 2005 Skripsi Optimalisasi Panel Sel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C5. Surakarta: halaman 13)

Panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel. Pada saat arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut  $\theta$  seperti gambar 1.3 maka panel akan menerima radiasi lebih kecil dengan faktor  $\cos \theta$ .

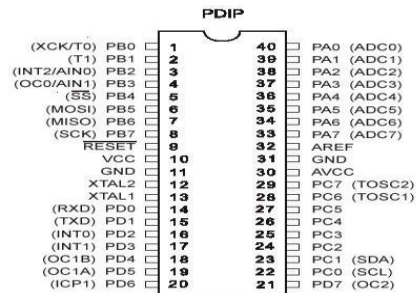
$$I_r = I_{r0} \cos \theta$$

Dimana :

- $I_r$  = Radiasi yang diserap panel
- $I_{r0}$  = Radiasi yang mengenai panel
- $\square \square$  = Radiasi yang mengenai panel

Mikrokontroler adalah adalah suatu chip berupa IC (Integrated Circuit) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. ATMEGA 8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit daya rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan. Kebanyakan instruksi dikerjakan pada satu siklus clock ATMEGA 8 mempunyai throughput mendekati 1 MPS per MHz membuat desain dari sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses. Susunan pin dari IC mikrokontroler ATMEGA 8 diperlihatkan pada gambar dibawah

ini. IC ini tersusun dari 28 pin yang memiliki beberapa fungsi tertentu.



**Gambar 4. Susunan Pin IC Mikrokontroler ATMEGA 8**

### Susunan Pin IC Mikrokontroler

- a. VCC merupakan pin masukan positif catu daya.
- b. GND sebagai pin *Ground*.
- c. PORT B (B.0-B.5) merupakan I/ O dua arah dan pin fungsi khusus yaitu *Timer/ Counter* dan SPI.
- d. PORT C (C.0-C.6) merupakan pin I/O dua arah dan dapat diprogram sebagai pin ADC.
- e. PORT D (D.0-D.4) merupakan pin I/ O dua arah dan pin fungsi khusus yaitu interupsi eksternal dan komunikasi serial.
- f. Reset merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
- g. XTAL1 dan XTAL2 sebagai pin masukan *clock* eksternal. Suatu mikrokontroler membutuhkan sumber detak (*clock*) agar dapat mengeksekusi instruksi yang ada di memori. Semakin tinggi kristalnya, semakin cepat kerja mikrokontroler tersebut.
- h. AVCC sebagai pin suplai tegangan untuk ADC.
- i. AREF sebagai pin masukan tegangan referensi untuk ADC.

Adapun prinsip kerja Mikrokontroler ATMEGA8 adalah sebagai berikut:

- a. Berdasarkan nilai yang berada pada register *Program Counter*, mikrokontroler mengambil data pada ROM dengan alamat sebagaimana yang tertera pada register *Program Counter*. Selanjutnya isi dari register *Program Counter* ditambah dengan satu (*Increment*) secara otomatis. Data yang diambil pada ROM merupakan urutan instruksi program yang telah dibuat dan disisikan sebelumnya oleh pengguna.
- b. Instruksi yang diambil tersebut diolah dan dijalankan oleh mikrokontroler, proses pengerjaan bergantung pada jenis instruksi bisa membaca, mengubah nilai-nilai pada register, RAM, isi Port, atau melakukan pembacaan dan dilanjutkan dengan perubahan data.

Program Counter telah berubah nilainya (baik karena penambahan secara otomatis sebagaimana dijelaskan pada langkah 1 diatas atau karena perubahan data pada langkah 2). Selanjutnya yang dilakukan mikrokontroler adalah mengulang kembali siklus ini pada langkah 1. Demikian seterusnya hingga catu daya dimatikan

**II. METODE PENELITIAN**

**2.1. Metode Penelitian**

Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah metode perancangan sistem yaitu suatu metode penelitian dengan cara mendisain, merakit, menguji dan menganalisa sistem. Dimana dalam penelitian ini menghasilkan sebuah objek yaitu rancangan.

**2.2. Lokasi Penelitian**

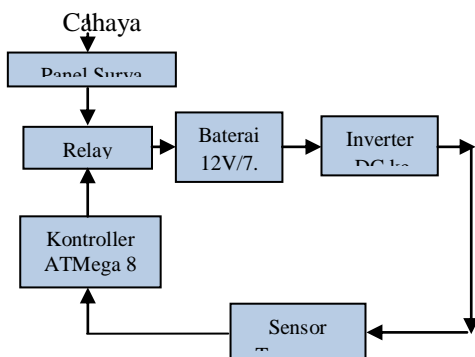
Penelitian dan perancangan dilakukan di Laboratorium Dasar Sistem kontrol Jurusan Teknik Elektro, hal dilakukan agar dapat melihat dan mengetahui secara jelas sistem dan cara kerjanya.

**2.3. Peralatan Dan Bahan**

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian atau perancangan dibedakan dimana peralatan merupakan segala sesuatu fasilitas yang mendukung proses penelitian atau perancangan. Sedangkan bahan merupakan sesuatu yang menjadi komposisi dari alat yang dibangun termasuk bahan yang habis digunakan pada saat proses pembuatan.

1. Daftar peralatan yang digunakan yaitu :
  - Power tools : perkakas listrik
  - Bor listrik, gergaji mesin, mesin las, dll.
  - Alat ukur listrik, misalnya multimeter, hosi oscop
  - Alat ukur cahaya
  - Perangkat komputer atau laptop
2. Daftar bahan yaitu :
  - Panel surya 20 WP
  - Relay 12 V
  - Baterai 12 V 7,2 Ah
  - Sensor tegangan (Resistor Variabel)
  - Kontroller AT Mega 8
  - Resistor, kapasitor, Transistor BD 139
  - Cassis Rangkaian, Kabel-kabel l

**2.4. Blok Diagram Rangkaian**

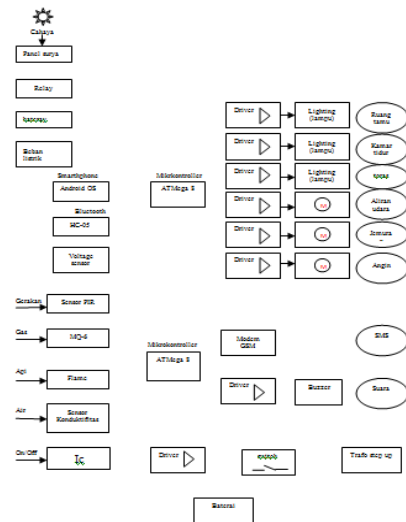


**Gambar 5. Blok diagram rangkaian pembangkit listrik energi matahari sistem charger baterai otomatis.**

Keterangan blok diagram :

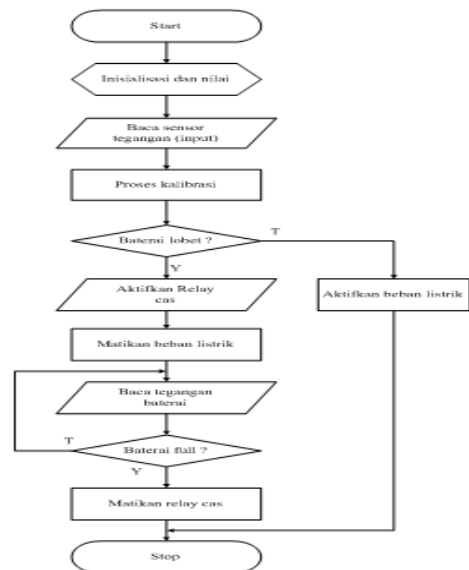
- Pada blok diagram terdiri dari
- a) Panel surya berfungsi mengubah energi panas sinar matahari menjadi energi listrik.
  - b) Relay berfungsi sebagai saklar otomatis, yang dapat aktif apabila mikrokontroler memberikan perintah on dan off.
  - c) Kontroller AT Mega 8 berfungsi sebagai pengontrol sistem pengisian baterai.
  - d) Sensor tegangan berfungsi sebagai pengukur besar tegangan.
  - e) Baterai berfungsi menyimpan dan mensuplai energi listrik ke seluruh beban.

**2.5. Blok Diagram Keseluruhan**



**Gambar 6. Blok diagram Keseluruhan .**

**2.6. Flow Chart**



**Gambar 7. flowchart .**

Keterangan Flow Chart :

Dimulai dengan inialisasi dan nilai awal dilanjutkan dengan pembacaan tegangan baterai dengan sensor tegangan. Jika tegangan baterai rendah maka controller akan mengaktifkan relay untuk mengisi baterai sedangkan jika baterai penuh maka relay beban akan diaktifkan sehingga dapat digunakan. Saat baterai telah terisi penuh relay akan di matikan secara otomatis. Demikianlah cara kerja system secara satu siklus.

### 2.7. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara yaitu :

1. Perolehan data komponen melalui daya sheet yang dapat di unduh melalui [www.datasep.com](http://www.datasep.com)
2. Pengambilan data melalui konsultasi dengan ahli atau pakar di bidangnya
3. Perolehan data misalnya teori melalui textbook
4. Perolehan data melalui literatur ( tulisan atau tesis) yang pernah dibuat yang mirip dengan perencanaan yang sedang dibuat
5. Perolehan data melalui pengujian langsung pada alat yang dibangun yaitu mengukur dan menguji
6. Perolehan data melalui hasil analisa yang diambil dari hasil pengujian alat
7. Perumusan data menjadi spesifikasi alat

## III. PENGUJIAN DAN PENGUMPULAN DATA

### 3.1 Pengujian panel surya

Pengujian dilakukan dengan mengukur output panel surya dengan memberikan input cahaya matahari dengan beban yang bervariasi. Berikut adalah data hasil pengukuran sebuah panel surya 20 watt dari jam 8:00 hingga jam 18:00.

Tabel 1. Pengujian tanpa beban

Waktu (jam)	Output (Volt)
08 : 00	12,3
09 : 00	14,6
10 : 00	16,7
11 : 00	17,3
12 : 00	21,1
13 : 00	20,9
14 : 00	19,8
15 : 00	19,2
16 : 00	18,5
17 : 00	17,3
18 : 00	11,2

Tabel 2. Pengujian dengan beban tahanan 100 Ohm/10 watt

Waktu (jam)	Output (Volt)
08 : 00	11,0
09 : 00	12,7
10 : 00	13,2
11 : 00	15,2
12 : 00	18,1
13 : 00	17,9
14 : 00	16,2
15 : 00	14,9
16 : 00	12,7
17 : 00	11,3
18 : 00	10,1

Dari data di atas dapat dihitung nilai arus dan daya yang dihasilkan serta energinya :

$$\text{Arus : } I = V_{\text{out}} / R$$

$$\text{Daya : } P = V_{\text{out}} \times I$$

Cari arus dan daya untuk semua pengukuran diatas, kemudian cari energi yang terkumpul dalam 1 hari dengan rumus:

$$E = (P_1 \times t) + (P_2 \times t) + (P_3 \times t) + \dots + (P_{11} \times t)$$

t = waktu ,dalam hal ini 1 jam,

Maka t = 1.

Tabel 3. Pengujian dengan beban tahanan 50 Ohm/20 watt

Waktu (jam)	Output (Volt)
08 : 00	10,7
09 : 00	11,1
10 : 00	12,2
11 : 00	14,3
12 : 00	15,6
13 : 00	15,1
14 : 00	14,7
15 : 00	13,9
16 : 00	11,5
17 : 00	10,8
18 : 00	9,7

Tabel 4. Pengujian dengan beban tahanan 10 Ohm/20 watt

Waktu (jam)	Output (Volt)
08 : 00	9,8
09 : 00	10,7
10 : 00	11,9
11 : 00	13,2
12 : 00	13,1
13 : 00	12,9
14 : 00	12,8
15 : 00	12,3
16 : 00	10,3
17 : 00	9,7
18 : 00	9,0

**Tabel 5. Pengujian dengan beban tahanan 5 Ohm/40 watt**

Waktu (jam)	Output (Volt)
08 : 00	4,3
09 : 00	9,7
10 : 00	10,2
11 : 00	11,2
12 : 00	11,8
13 : 00	11,3
14 : 00	10,9
15 : 00	10,1
16 : 00	9,6
17 : 00	7,2
<b>18 : 00</b>	<b>3,8</b>

**3.2 Pengujian rangkaian regulator tegangan**

Rangkaian diuji dengan cara memberikan variasi tegangan pada inout dan mengukur tegangan keluarannya. Berikut adalah data hasil pengujian dengan beban sebuah resistor 10 Ohm.

**Tabel 6. Pengujian dengan beban sebuah resistor 10 Ohm.**

Vin (Volt)	Vout (Volt)
2	0,1
4	0,3
6	0,5
8	0,6
10	1,7
12	3,1
14	12,8
16	14,4
18	14,41
20	14,41
22	14,42
24	14,42

Dari data diatas dapat dilihat bahwa rangkaian mulai bekerja saat tegangan input mencapai 16V, saat tegangan diatas 15 Volt maka output akan stabil pada tegangan 14,4 V. Dari data tersebut dapat dicari arus dan daya untuk tiap pengukuran tersebut, yaitu:

$$I = V_{out} / R$$

$$I = 0,1 / 10 = 0,01 \text{ A.}$$

$$P = V_{in} \times I$$

$$P = 2 \times 0,01 = 0,02 \text{ watt,}$$

**3.3 Pengujian charger baterai otomatis.**

Pengujian dilakukan dengan menjalankan rangkaian charger yang telah terhubung pada baterai. Saat tegangan baterai dibawah 12,2 V rangkaian akan mengaktifkan relay dan proses cas dimulai. Setelah beberapa jam tegangan baterai mulai penuh dan menunjukkan tegangan mencapai 13,8V. Saat itu relay dimatikan oleh kontroler dan proses cas selesai. Berikut adalah data hasil pengukuran.

**Tabel 7. Data hasil pengukuran**

Waktu (menit)	Vout (V)	Iout (A)
10	12,2	1,32
20	12,7	1,31
30	12,9	1,31
40	13,2	1,30
50	13,3	1,30
60	13,4	1,29
70	13,4	1,29
80	13,4	1,28
90	13,4	1,28
100	13,5	1,28
110	13,5	1,27
120	13,6	1,26
130	13,6	1,24
140	13,7	1,11
150	13,7	0,95
160	13,8	0,72

Dari data diatas dapat dihitung daya pengisian baterai dan dapat dicari energi yang masuk ke baterai dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = V_{out} \times I_{out}$$

$$E = (P_1 \times t) + (P_2 \times t) + (P_3 \times t) + \dots + (P_{16} \times t) ;$$

Dimana t = 10 menit.

**IV. PEMBAHASAN DAN ANALISA**

**4.1 Prinsip kerja rangkaian pembangkit tenaga surya.**

Rangkaian yang dibuat adalah sebuah rangkaian yang bekerja sebagai pengendali pada penggunaan panel surya dalam mensuplai listrik sebuah rumah pintar. Basis rangkaian adalah sebuah panel surya. Panel surya yang digunakan memiliki kapasitas 20 watt dengan tegangan kerja 12V. Sistem dibuat dengan cara menyimpan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya ke sebuah baterai 12V . Penggunaan energi listrik kemudian diambil dari baterai tersebut. Oleh karena itu, rangkaian memiliki sebuah alat yang mengatur pengisian arus ke baterai dan alat pengatur tegangan agar stabil. Berikut adalah penjelasan tentang bagian-bagian dari sebuah sistem pembangkit tenaga matahari yang dirancang.

**Panel surya**

Panel surya yang digunakan adalah panel dengan kapasitas 20 watt dan tegangan 12V. Arus maksimal mencapai 1,6 A pada saat panel mendapat sinar matahari penuh. Besar tegangan panel tergantung pada kuat intensitas cahaya matahari yang mengenainya. Dalam keadaan tanpa beban output tegangan panel dapat mencapai 20V lebih. Tetapi tegangan akan turun jika diberi beban listrik. Karena tegangan keluaran panel tidak konstan atau berubah-ubah maka dibutuhkan

sebuah rangkaian penstabil tegangan dan sistem penyimpanan agar dapat digunakan pada saat cahaya matahari tidak ada.

### Penstabil tegangan /regulator.

Rancangan ini menggunakan IC LM 317 sebagai regulator tegangan. LM317 merupakan IC regulator yang cukup baik sebagai penstabil tegangan dan memiliki keunggulan dapat diatur tegangan yang di inginkan. Output LM 317 di bantu dengan sebuah penguat arus yaitu TIP 3055 agar arus yang dapat dikeluarkan lebih besar. Arus maksimal dengan menggunakan transistor tersebut adalah 10A. Tegangan dapat diatur dari 12V hingga 16V. Pengaturan tegangan output disesuaikan dengan tegangan yang dibutuhkan untuk mengisi sebuah baterai 12V, dalam hal ini adalah 13,8V.

### Rangkaian kontrol charger

Rangkaian kontrol charger adalah sebuah rangkaian yang berfungsi mengatur proses pengisian baterai hingga penuh. Rangkaian ini dibutuhkan untuk mencegah overcharge yang dapat menyebabkan kerusakan pada baterai. Rangkaian kontrol menggunakan sebuah IC mikrokontroler atmega8 yang diprogram untuk membaca tegangan baterai pada saat pengisian. Saat tegangan baterai rendah proses pengisian akan dilakukan. Jika baterai penuh tegangan akan naik hingga mencapai 14V. Dengan deteksi tegangan tersebut kontroler dapat mengatur proses pengisian baterai. Tegangan dibaca oleh kontroler melalui masukan analog pada pin 28. Tegangan diubah oleh adc menjadi nilai digital kemudian dikalibrasi menjadi nilai tegangan. Data tegangan kemudian dibandingkan dengan batas tertentu yaitu jika tegangan dibawah 12,2V relay cas akan dihidupkan dan jika tegangan diatas 13,8V relay cas dimatikan, demikianlah rangkaian kontrol charger bekerja.

## 4.2 Analisa

Berikut ini adalah analisa perhitungan dari sistem energy listrik alternatif dengan solar panel pada rumah pintar menggunakan inverter DC dan AC :

1. Tabel 2 Pengujian dengan beban tahanan 100 Ohm/10 watt

Perhitungan arus:

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{21,0}{100} = 0,11 \text{ A} & I_7 &= \frac{26,2}{100} = 0,162 \text{ A} \\ I_2 &= \frac{22,7}{100} = 0,127 \text{ A} & I_8 &= \frac{24,2}{100} = 0,149 \text{ A} \\ I_3 &= \frac{22,2}{100} = 0,132 \text{ A} & I_9 &= \frac{22,2}{100} = 0,127 \text{ A} \\ I_4 &= \frac{22,2}{100} = 0,152 \text{ A} & I_{10} &= \frac{22,2}{100} = 0,113 \text{ A} \\ I_5 &= \frac{28,1}{100} = 0,181 \text{ A} & I_{11} &= \frac{20,1}{100} = 0,101 \text{ A} \\ I_6 &= \frac{27,9}{100} = 0,179 \text{ A} & & \end{aligned}$$

Perhitungan daya:

$$\begin{aligned} P_1 &= 11,0 \times 0,11 = 1,21 \text{ W} & P_7 &= 16,2 \times 0,162 = 2,6244 \text{ W} \\ P_2 &= 12,7 \times 0,127 = 1,6129 \text{ W} & P_8 &= 14,9 \times 0,149 = 2,2201 \text{ W} \\ P_3 &= 13,2 \times 0,132 = 1,1474 \text{ W} & P_9 &= 12,7 \times 0,127 = 1,6129 \text{ W} \\ P_4 &= 15,2 \times 0,152 = 2,3104 \text{ W} & P_{10} &= 11,3 \times 0,113 = 1,2769 \text{ W} \\ P_5 &= 18,1 \times 0,181 = 3,2761 \text{ W} & P_{11} &= 10,1 \times 0,101 = 1,0201 \text{ W} \\ P_6 &= 17,9 \times 0,179 = 3,2041 \text{ W} & & \end{aligned}$$

Perhitungan energy:

$$\begin{aligned} E &= (1,21 \times 1) + (1,6129 \times 1) + (1,1474 \times 1) + (2,3104 \times 1) + (3,2761 \times 1) + \\ & (3,2041 \times 1) + (2,6244 \times 1) + (2,2201 \times 1) + (1,6129 \times 1) + (1,2769 \times 1) + \\ & (1,0201 \times 1) \\ E &= 22,1103 \text{ J} \end{aligned}$$

2. Tabel 3 Pengujian dengan beban tahanan 50 Ohm/20 watt

Perhitungan arus:

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{20,7}{50} = 0,214 \text{ A} & I_7 &= \frac{24,7}{50} = 0,294 \text{ A} \\ I_2 &= \frac{22,2}{50} = 0,222 \text{ A} & I_8 &= \frac{22,2}{50} = 0,278 \text{ A} \\ I_3 &= \frac{22,2}{50} = 0,244 \text{ A} & I_9 &= \frac{22,2}{50} = 0,23 \text{ A} \\ I_4 &= \frac{24,2}{50} = 0,286 \text{ A} & I_{10} &= \frac{20,2}{50} = 0,216 \text{ A} \\ I_5 &= \frac{25,8}{50} = 0,312 \text{ A} & I_{11} &= \frac{20,7}{50} = 0,194 \text{ A} \\ I_6 &= \frac{25,1}{50} = 0,503 \text{ A} & & \end{aligned}$$

Perhitungan daya:

$$\begin{aligned} P_1 &= 10,7 \times 0,214 = 2,2898 \text{ W} & P_7 &= 14,7 \times 0,294 = 4,3218 \text{ W} \\ P_2 &= 11,1 \times 0,222 = 2,4642 \text{ W} & P_8 &= 13,9 \times 0,278 = 3,8642 \text{ W} \\ P_3 &= 12,2 \times 0,244 = 2,9768 \text{ W} & P_9 &= 11,5 \times 0,503 = 7,5953 \text{ W} \\ P_4 &= 14,3 \times 0,286 = 4,0898 \text{ W} & P_{10} &= 10,8 \times 0,216 = 2,3328 \text{ W} \\ P_5 &= 15,6 \times 0,312 = 4,8672 \text{ W} & P_{11} &= 9,7 \times 0,194 = 1,8818 \text{ W} \\ P_6 &= 15,1 \times 0,503 = 7,5953 \text{ W} & & \end{aligned}$$

Perhitungan energy :

$$\begin{aligned} E &= (2,2898 \times 1) + (2,4642 \times 1) + (2,9768 \times 1) + (4,0898 \times 1) + (4,8672 \times 1) + \\ & (7,5953 \times 1) + (4,3218 \times 1) + (3,8642 \times 1) + (2,645 \times 1) + (2,3328 \times 1) + \\ & (1,8818 \times 1) \\ E &= 39,3287 \text{ J} \end{aligned}$$

## 3. Tabel 4 Pengujian dengan beban tahanan 10 Ohm/20 watt

Perhitungan arus :

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{9,8}{10} = 0,98 \text{ A} & I_7 &= \frac{12,8}{10} = 1,28 \text{ A} \\ I_2 &= \frac{10,7}{10} = 1,07 \text{ A} & I_8 &= \frac{12,3}{10} = 1,23 \text{ A} \\ I_3 &= \frac{11,9}{10} = 1,19 \text{ A} & I_9 &= \frac{10,3}{10} = 1,03 \text{ A} \\ I_4 &= \frac{13,2}{10} = 1,32 \text{ A} & I_{10} &= \frac{9,7}{10} = 0,97 \text{ A} \\ I_5 &= \frac{13,1}{10} = 1,31 \text{ A} & I_{11} &= \frac{9,0}{10} = 0,9 \text{ A} \\ I_6 &= \frac{12,9}{10} = 1,29 \text{ A} & & \end{aligned}$$

Perhitungan daya :

$$\begin{aligned} P_1 &= 9,8 \times 0,98 = 9,604 \text{ W} \\ P_7 &= 12,8 \times 1,28 = 16,384 \text{ W} \\ P_2 &= 10,7 \times 1,07 = 11,449 \text{ W} \\ P_8 &= 12,3 \times 1,23 = 15,129 \text{ W} \\ P_3 &= 11,9 \times 1,19 = 14,161 \text{ W} \\ P_9 &= 10,3 \times 1,03 = 10,609 \text{ W} \\ P_4 &= 13,2 \times 1,32 = 17,424 \text{ W} \\ P_{10} &= 9,7 \times 0,97 = 9,409 \text{ W} \\ P_5 &= 13,1 \times 1,31 = 17,161 \text{ W} \\ P_{11} &= 9,0 \times 0,9 = 8,1 \text{ W} \\ P_6 &= 12,9 \times 1,29 = 16,641 \text{ W} \end{aligned}$$

Perhitungan energy :

$$\begin{aligned} E &= (9,604 \times 1) + (11,449 \times 1) + (14,161 \times 1) + \\ &+ (17,424 \times 1) + (17,161 \times 1) + (16,641 \times 1) + \\ &+ (16,384 \times 1) + (15,129 \times 1) + (10,609 \times 1) + \\ &+ (9,409 \times 1) + (8,1 \times 1) \\ E &= 146,071 \text{ J} \end{aligned}$$

## 4. Tabel 5 Pengujian dengan beban tahanan 5 Ohm/40 watt

Perhitungan arus :

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{4,3}{5} = 0,86 \text{ A} & I_7 &= \frac{10,9}{5} = 2,18 \text{ A} \\ I_2 &= \frac{9,7}{5} = 1,94 \text{ A} & I_8 &= \frac{10,1}{5} = 2,02 \text{ A} \\ I_3 &= \frac{10,2}{5} = 2,04 \text{ A} & I_9 &= \frac{9,6}{5} = 1,92 \text{ A} \\ I_4 &= \frac{11,2}{5} = 2,24 \text{ A} & I_{10} &= \frac{7,2}{5} = 1,44 \text{ A} \\ I_5 &= \frac{11,8}{5} = 2,36 \text{ A} & I_{11} &= \frac{5,8}{5} = 0,76 \text{ A} \\ I_6 &= \frac{11,3}{5} = 2,26 \text{ A} & & \end{aligned}$$

Perhitungan daya :

$$\begin{aligned} P_1 &= 4,3 \times 0,86 = 3,698 \text{ W} \\ P_7 &= 10,9 \times 2,18 = 23,762 \text{ W} \\ P_2 &= 9,7 \times 1,94 = 18,818 \text{ W} \\ P_8 &= 10,1 \times 2,02 = 20,402 \text{ W} \\ P_3 &= 10,2 \times 2,04 = 20,808 \text{ W} \\ P_9 &= 9,6 \times 1,92 = 18,432 \text{ W} \\ P_4 &= 11,2 \times 2,24 = 25,088 \text{ W} \\ P_{10} &= 7,2 \times 1,44 = 10,368 \text{ W} \\ P_5 &= 11,8 \times 2,36 = 27,848 \text{ W} \\ P_{11} &= 5,8 \times 0,76 = 2,888 \text{ W} \\ P_6 &= 11,3 \times 2,26 = 25,538 \text{ W} \end{aligned}$$

Perhitungan energy :

$$\begin{aligned} E &= (3,698 \times 1) + (18,818 \times 1) + (20,808 \times 1) + \\ &+ (25,088 \times 1) + (27,848 \times 1) + (25,538 \times 1) + \\ &+ (23,762 \times 1) + (20,402 \times 1) + (18,432 \times 1) + \\ &+ (10,368 \times 1) + (2,888 \times 1) \\ E &= 197,65 \text{ J} \end{aligned}$$

## 5. Tabel 6 Pengujian dengan beban sebuah

resistor 10 Ohm.

Perhitungan arus :

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{0,1}{10} = 0,01 \text{ A} & I_7 &= \frac{12,8}{10} = 1,28 \text{ A} \\ I_2 &= \frac{0,3}{10} = 0,03 \text{ A} & I_8 &= \frac{14,4}{10} = 1,44 \text{ A} \\ I_3 &= \frac{0,5}{10} = 0,05 \text{ A} & I_9 &= \frac{14,41}{10} = 1,441 \text{ A} \\ I_4 &= \frac{0,6}{10} = 0,06 \text{ A} & I_{10} &= \frac{14,41}{10} = 1,441 \text{ A} \\ I_5 &= \frac{1,7}{10} = 0,17 \text{ A} & I_{11} &= \frac{14,42}{10} = 1,442 \text{ A} \\ I_6 &= \frac{3,1}{10} = 0,31 \text{ A} & I_{12} &= \frac{14,42}{10} = 1,442 \text{ A} \end{aligned}$$

Perhitungan daya :

$$\begin{aligned} P_1 &= 2 \times 0,01 = 0,02 \text{ W} \\ P_7 &= 14 \times 1,28 = 17,92 \text{ W} \\ P_2 &= 4 \times 0,03 = 0,12 \text{ W} \\ P_8 &= 16 \times 1,44 = 23,04 \text{ W} \\ P_3 &= 6 \times 0,05 = 0,3 \text{ W} \\ P_9 &= 18 \times 1,441 = 25,938 \text{ W} \\ P_4 &= 8 \times 0,06 = 0,48 \text{ W} \\ P_{10} &= 20 \times 1,441 = 28,82 \text{ W} \\ P_5 &= 10 \times 0,17 = 1,7 \text{ W} \\ P_{11} &= 22 \times 1,442 = 31,724 \text{ W} \\ P_6 &= 12 \times 0,31 = 3,72 \text{ W} \\ P_{12} &= 24 \times 1,442 = 34,608 \text{ W} \end{aligned}$$

## 6. Tabel 7 Data hasil pengukuran

Perhitungan daya :

$$\begin{aligned} P_1 &= 12,2 \times 1,32 = 16,104 \text{ W} \\ P_9 &= 13,4 \times 1,28 = 17,152 \text{ W} \\ P_2 &= 12,7 \times 1,31 = 16,637 \text{ W} \\ P_{10} &= 13,5 \times 1,28 = 17,28 \text{ W} \\ P_3 &= 12,9 \times 1,31 = 16,899 \text{ W} \\ P_{11} &= 13,5 \times 1,27 = 17,145 \text{ W} \\ P_4 &= 13,2 \times 1,30 = 17,16 \text{ W} \\ P_{12} &= 13,6 \times 1,26 = 17,136 \text{ W} \\ P_5 &= 13,3 \times 1,30 = 17,29 \text{ W} \\ P_{13} &= 13,6 \times 1,24 = 16,864 \text{ W} \\ P_6 &= 13,4 \times 1,29 = 17,286 \text{ W} \\ P_{14} &= 13,7 \times 1,11 = 15,207 \text{ W} \\ P_7 &= 13,4 \times 1,29 = 17,286 \text{ W} \\ P_{15} &= 13,7 \times 0,95 = 13,015 \text{ W} \\ P_8 &= 13,4 \times 1,28 = 17,152 \text{ W} \\ P_{16} &= 13,8 \times 0,72 = 9,936 \text{ W} \end{aligned}$$

Perhitungan energy :

$$\begin{aligned} E &= (16,104 \times 10) + (16,637 \times 10) + (16,899 \times 10) + \\ &+ (17,16 \times 10) + (17,29 \times 10) + (17,286 \times 10) + \\ &+ (17,286 \times 10) + (17,152 \times 10) + (17,152 \times 10) + \\ &+ (17,28 \times 10) + (17,145 \times 10) + (17,136 \times 10) + \\ &+ (16,864 \times 10) + (15,207 \times 10) + (13,015 \times 10) + \\ &+ (9,936 \times 10) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= (161,04) + (166,37) + (168,99) + (171,6) + \\ &+ (172,9) + (172,86) + (172,86) + (171,52) + \\ &+ (171,52) + (172,8) + (171,45) + (171,36) + \\ &+ (168,64) + (152,07) + (130,15) + (99,36) \end{aligned}$$

$$E = 2595,49 \text{ J}$$



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari perancangan alat hingga pengujian sistem maka penulis dapat membuat sebuah kesimpulan, yaitu :

1. Pembangkit listrik tenaga surya merupakan sistem pembangkit listrik dengan memanfaatkan panas matahari diubah menjadi tegangan listrik dengan menggunakan sel photovoltaic.
2. Panel surya menghasilkan arus listrik searah DC (Direct Current), supaya arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat di gunakan dalam peralatan rumah tangga yang berarus bolak-balik AC (Alternating Current), maka di perlukan alat untuk mengubah arus listrik searah menjadi arus listrik bolak-balik menggunakan inverter. Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC).
3. Inverter mengkonversi arus DC 12-24 V dari perangkat seperti baterai, panel surya/solar cell menjadi arus AC 220 V.
4. Bila digabung atau hybrid PLTA dan PLTS akan menambah daya cadangan bila diperlukan

### 5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka penulis dapat membuat sebuah saran, yaitu :

1. Panel surya belum bisa menjadi energy alternatif bagi masyarakat indonesia di karenakan biaya alat dan instalasinya yang masih mahal.
2. Oleh karena itu panel surya untuk saat ini lebih cocok digunakan pada kator pemerintah sekolah atau badan-badan pelayan masyarakat.
3. Dengan begitu meskipun terjadi pemadaman listrik, maka kegiatan pelayanan masyarakat atau proses belajar mengajar dalam sekolah dan kegiatan-kegiatan pemerintah tidak terganggu seperti yang sering dialami saat ini. Begitu juga dengan energi PLTA

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Galoeh Utomo, Wildian, 2013, *Room Lighting Control System Based on Detecting the Presence of People in the Room*, Journal of Physics Unand Vol. 2, No 4, October
- [2]. Hoby Fauzi, 2016, *Programming Microcontroller For Beginners*, (online) <http://www.hobyfauzi.tk/2016/05/microcontroller-programming-for-beginners.html>, accessed 16 August 2017
- [3]. Sigit Wasista, Setia wardhana, Delima Ayu Saraswati, Eko Susanto, 2019, *Internet Of Things (IOT) Application With Arduino And Android "Building Smart Homes And Smart Robots Based On Arduino And Android"*, ISBN ; 6232099613, 9786232099616, Surabaya
- [4]. P. Shah and R. Sekhar, *Predictive modeling and control of clamp load loss in bolted joints based on fractional calculus,*” in *Advances in Computing and Network Communications*, S. M. Thampi, E. Gelenbe, M. Atiquzzaman, V. Chaudhary, and K.-C. Li, Eds. Singapore: Springer Singapore, 2021, pp. 15–32.
- [5]. Abdul Kadir 2012, *Practical Guide to Learning Microcontroller Applications and Programming Using Arduino*.
- [6]. Kurniawan, Dayat. 2009. *ATMega8 dan aplikasinya*. Jakarta PT.Elex Media Komputindo.
- [7]. Setiawan, Rony. 2009. *Teknik Pemecahan Masalah dengan Algoritma dan Flowchart* (Basic dan C). Jakarta : Lentera Ilmu Cendekia.
- [8]. Mangiri, Herry S dkk. 2013. *Pemrograman dan Struktur Data C*: Bandung, Informatika Bandung.
- [9]. Dwi Septian Suyadhi, Taufiq. 2010. *Buku Pintar Robotika* . Yogyakarta : C.V ANDI
- [10]. Syahrul. 2012. *Mikrokontroler AVR ATMEGA8535*. Bandung, Informatika Bandung