

Abstrak

Peningkatan kebutuhan listrik di Indonesia saat ini berbanding terbalik dengan sumber pembangkit listrik yang tersedia. Saat ini, pemerintah mengencakan pembuatan pembangkit listrik energi baru terbarukan untuk menggantikan pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar minyak bumi dan batubara. Pada tahun 2023, pemerintah menargetkan 23 % dari pembangkit listrik yang ada di Indonesia harus berasal dari pembangkit listrik energi terbarukan. Salah satu pembangkit yang gencar dibangun adalah pembangkit listrik tenaga surya. Untuk di kota-kota besar, pemerintah menghimbau dan mengajak masyarakat untuk menggunakan panel surya skala rumahan untuk membantu mengurangi polusi udara dari pembangkit yang digunakan pemerintah yang masih menggunakan bahan bakar batubara dan minyak bumi. Dari permasalahan diatas, timbul ide untuk membuat tugas akhir ini. Disini saya akan membuat kalkulator yang bisa digunakan untuk memperkirakan berapa energi yang harus dibangkitkan oleh panel surya dan berapa biaya yang dibutuhkan untuk menghasilkan energi listrik tersebut.

Kata Kunci : Photovoltaic, Energi baru terbarukan

Abstract

The current increase in electricity demand in Indonesia is inversely proportional to the available power generation sources. At present, the government is intensifying the manufacture of new renewable energy power plants to replace power plants that use petroleum fuels and coal. In 2023, the government targets 23% of the existing power plants in Indonesia to come from renewable energy power plants. One of the plants that is intensively built is a solar power plant. In large cities, the government calls on and invites people to use home-scale solar panels to help reduce air pollution from plants used by the government that still use coal and petroleum fuels. From the above problems, an idea arose to make this final assignment. Here I will make a calculator that can be used to estimate how much energy a solar panel must generate and how much it will cost to produce electricity.

Keywords: Photovoltaic, new renewable energy

1. Pendahuluan

Pada saat ini energi listrik merupakan hal yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Hampir semua kegiatan manusia membutuhkan listrik. Mulai dari penggunaan *handphone*, laptop, sampai lampu untuk penerangan di rumah. Tapi listrik yang kita gunakan sekarang ini kebanyakan dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) sebanyak 40 % dari total semua listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik di Indonesia. Untuk menghasilkan listrik, pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dibutuhkan batu bara sebagai bahan bakar untuk memanaskan air dan menghasilkan uap. Data dari Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) menunjukkan, Indonesia memiliki potensi energi baru terbarukan yaitu sebesar 441,7 GW sedangkan hingga sekarang potensi energi baru terbarukan yang terealisasi oleh negara yakni sebesar 8,89 GW. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia masih memiliki pekerjaan rumah yang besar dari sektor energi baru terbarukan.

—Salah satu sumber energi baru terbarukan yaitu *Photovoltaic* atau lebih dikenal pembangkit listrik tenaga surya. Pembangkit listrik tenaga surya yaitu pembangkit listrik yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Selain itu pembangkit listrik tenaga surya tidak merusak lingkungan yang dapat merugikan manusia dikarenakan untuk menghasilkan listrik pembangkit listrik tenaga surya hanya membutuhkan cahaya matahari untuk bisa menghasilkan listrik. Indonesia sendiri sangat diuntungkan dengan letak geografisnya yaitu terletak di bawah garis khatulistiwa. Hal ini membuat Indonesia beriklim tropis yang menjadikan matahari dapat bersinar sepanjang tahun. Menurut Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi potensi listrik yang bisa di dapat dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Indonesia adalah 150 GW, akan tetapi yang baru terealisasi yaitu sebesar 0,95 GW. Terdapat beberapa faktor mengapa PLTS belum banyak digunakan untuk membangkitkan energi listrik. Pertama, untuk membuat Pembangkit Listrik Tenaga Surya dibutuhkan lahan yang luas untuk meletakkan panel surya. Kedua, kurangnya pengetahuan masyarakat tentang PLTS. Ketiga, pemikiran masyarakat yang masih menganggap investasi PLTS terlalu mahal. Keempat, ketidaktahuan masyarakat tentang bagaimana cara menghitung kapasitas PLTS yang harus digunakan.

2. Dasar Teori

2.1 Panel Surya

Panel surya adalah suatu alat yang terdiri dari sel surya yang berfungsi mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Panel surya juga biasa disebut *photovoltaic*. Panel surya bergantung pada efek *photovoltaic* dalam menyerap energi matahari yang menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan. Arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya ini merupakan arus searah (DC).

2.2 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller (SCC) pada sistem panel surya atau sering disebut *Battery Control Unit* (BCU) atau *Battery Control Regulator* (BCR) adalah bagian yang cukup penting dalam sistem panel surya yang berfungsi untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Selain itu *Solar Charge Controller* juga berfungsi mengatur *overcharging*, mengendalikan tegangan panel surya yang masuk ke baterai, memutus beban dari baterai ketika tegangan baterai sudah dibawah tingkat tegangan tertentu.

2.3 Baterai

Baterai digunakan dalam sistem PLTS untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya di siang hari, lalu digunakan oleh beban pada malam hari. Baterai bertindak sebagai penyimpan energi sementara. Saat ini, baterai merupakan cara paling praktis untuk menyimpan tenaga listrik yang dihasilkan oleh rangkaian panel surya melalui reaksi elektrokimia.

2.4 Inverter

Inverter adalah salah satu komponen produk yang digunakan dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya. Inverter ini berfungsi untuk merubah arus DC yang diproduksi panel surya menjadi arus AC.

2.5 HTML

HTML merupakan singkatan dari *Hypertext Markup Language*. HTML adalah bahasa yang digunakan untuk menulis halaman *web*[1]. HTML merupakan pengembangan dari standar pemformatan dokumen teks, yaitu *Standard Generalized Markup Language* (SGML)[1].

2.6 JavaScript

JavaScript adalah bahasa *script* berdasar pada objek yang memperbolehkan pemakai untuk mengendalikan banyak aspek interaksi pemakai pada suatu dokumen HTML[1].

2.7 CSS

CSS singkatan dari *Cascading Style Sheet* adalah suatu bahasa *stylesheet* yang digunakan untuk mengatur tampilan suatu *website*, baik tata letaknya, jenis huruf, warna, dan semua yang berhubungan dengan jenis tampilan[1].

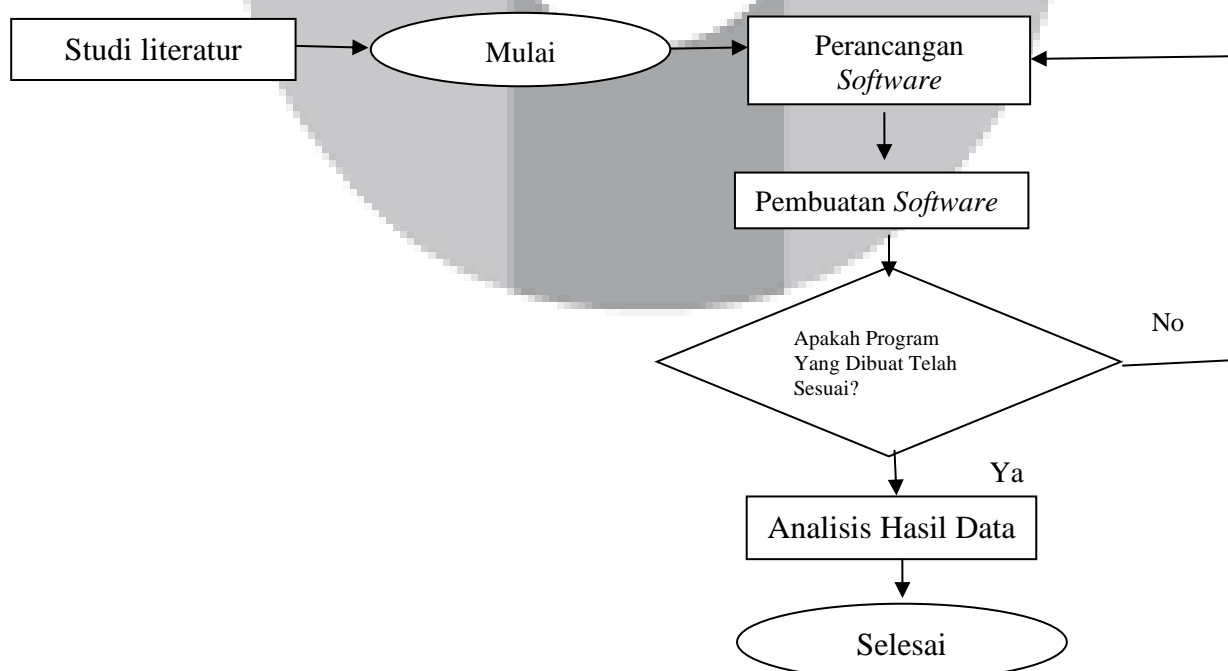
3. Perancangan Sistem

3.1 Perancangan Sistem

Pada bagian ini akan dirancang sebuah kalkulator panel surya yang berfungsi untuk mempermudah *user* dalam memperkirakan biaya yang diperlukan serta membantu menghitung kapasitas komponen-komponen yang nantinya akan digunakan berdasarkan beban yang ingin digunakan. Ada beberapa hal yang sebelumnya harus diketahui dalam pembuatan kalkulator panel surya ini antara lain potensi energi surya di Indonesia, harga tarif dasar listrik, data spesifikasi beban, efisiensi panel surya, dan spesifikasi baterai yang akan digunakan.

3.2 Diagram Alir Proses Perancangan Sistem Software

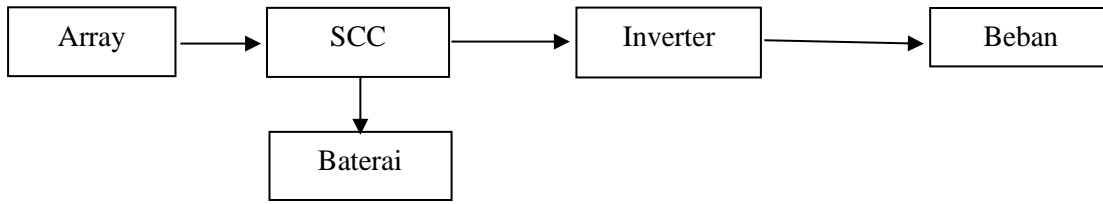
Gambar III-1 merupakan diagram alir proses pembuatan kalkulator panel surya.



Gambar III-1 Diagram Alir Proses Perancangan Sistem

3.3 Diagram Blok Perencanaan Hardware

Dibawah III-3 adalah gambaran blok diagram pembangkit listrik tenaga surya sistem *off grid*.



Gambar III-3 Blok digram pembangkit listrik tenaga surya sistem *off grid*

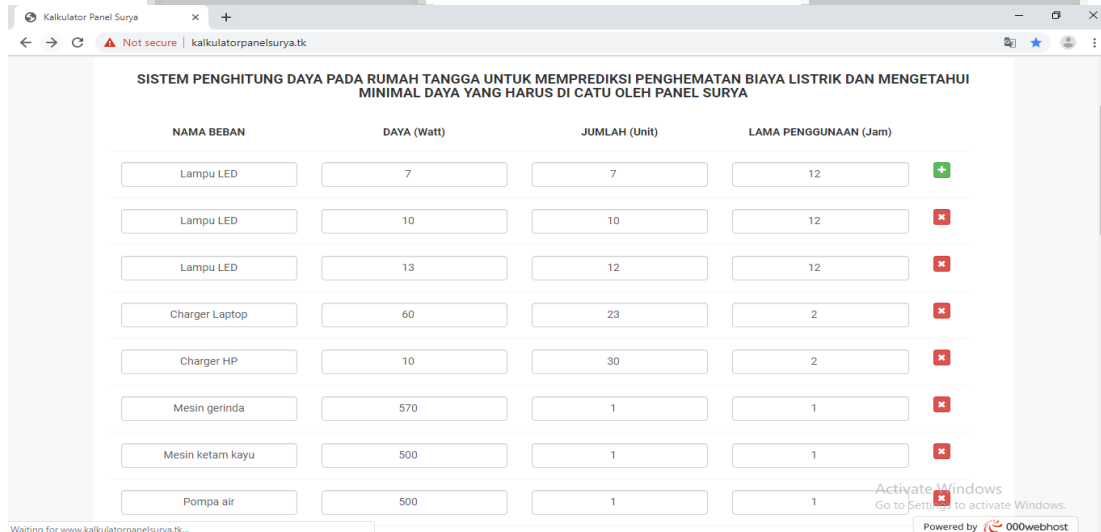
Pada sistem panel surya *off grid*, PLTS berdiri sendiri atau tidak dirangkai bersama dengan jaringan listrik PLN. Pada penerapannya , energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS *off grid* dapat dipaaki langsung pada beban. Akan tetapi apabila ada kelebihan maka kelebihannya tersebut bisa disimpan dalam baterai. Setelah disimpan selanjutnya difungsikan sebagai cadangan energi dan dapat dipakai pada malam hari.

4. Pengujian Menggunakan Kalkulator Panel Surya

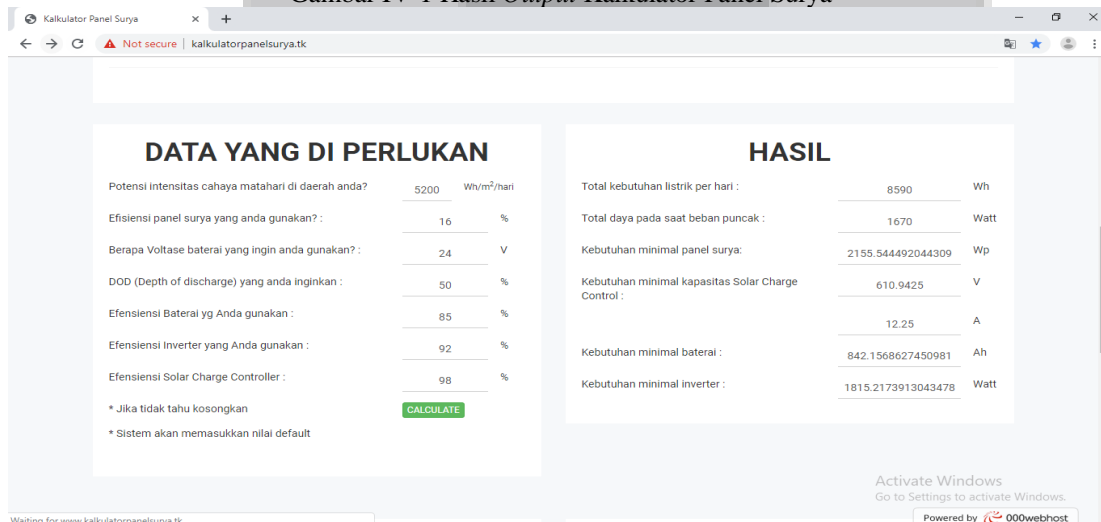
Pengujian ini dilakukan untuk menguji kalkulator panel surya. Pada pengujian ini, kalkulator diberikan sebuah kasus berupa perancangan sebuah pembangkit listrik tenaga surya yang bisa menghasilkan listrik dengan beban berupa:

- 1.Lampu LED berdaya 7 W sebanyak 7 unit digunakan selama 12 jam.
- 2.Lampu LED berdaya 10 W sebanyak 10 unit digunakan selama 12 jam.
- 3.Lampu LED berdaya 13 W sebanyak 12 unit digunakan selama 12 jam.
- 4.Charger laptop berdaya 60 W sebanyak 15 unit digunakan selama 2 jam.
- 5.Charger HP berdaya 10 W sebanyak 30 unit digunakan selama 2 jam.
- 6.Mesin gerinda berdaya 570 W sebanyak 1 unit digunakan selama 1 jam.
- 7.Mesin ketam kayu berdaya 500 W sebanyak 1 unit digunakan selama 1 jam.
- 8.Pompa air berdaya 450 W sebanyak 1 unit digunakan 1 jam

Pengujian dilakukan dengan memasukkan data diatas untuk digunakan. Selain itu, data seperti intensitas cahaya matahari, efisiensi panel surya, tegangan baterai yang ingin digunakan, DOD yang diinginkan juga turut menjadi *input* agar hasil yang di dapat akurat dan sesuai dengan spesifikasi alat yang diinginkan. Hasil dari *software* kalkulator panel surya pada kasus di atas adalah sebagai berikut:



Gambar IV-1 Hasil Output Kalkulator Panel Surya



Gambar IV-2 Hasil Output Kalkulator Panel Surya

Dari gambar IV-1 dan IV-2 bisa kita lihat bahwa energi yang dibutuhkan oleh beban selama satu hari adalah 8590 Wh dengan beban puncak yaitu 1670 Watt. Untuk menghasilkan energi sebesar 8590 Wh dengan intensitas cahaya matahari 5200 Wh/m²/hari dan efisiensi PV 16% maka dibutuhkan minimal 2155,54 Wp kapasitas PV. Untuk penyimpanan energi dengan DOD yang digunakan baterai sebesar 50% dan efisiensi baterai 85%, maka dibutuhkan minimal kapasitas baterai 842,15 Ah dengan sistem tegangan 24 V. Selain itu dibutuhkan juga inverter minimal 1815,21 Watt.

4.2 Pengujian Intensitas Cahaya Matahari

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur intensitas matahari di daerah Ciheras. Nantinya, hasil pengukuran akan dibandingkan langsung dengan data yang dikeluarkan oleh KESDM. Tabel pengukuran intensitas cahaya matahari di Ciheras dapat dilihat di tabel dibawah.

Tabel IV-1 Tabel Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari Di Ciheras

Waktu(Jam)	Cahaya(LUX)	Suhu(°C)	Daya(W/m ²)
06.00	0	25,3	0
07.00	12780	25,9	100,96
08.00	29450	27,6	232,65
09.00	57490	28,5	454,17
10.00	96800	28,9	762,72
11.00	111700	29,2	882,43
12.00	120700	29,3	953,53
13.00	108000	29,3	853,2
14.00	85860	29,2	678,29
15.00	51280	29	405,11
16.00	24510	28,9	193,62
17.00	6800	28,7	53
18.00	0	27,6	0
Total Energi Per m ² Dalam 1 Hari			5580,57

Dari tabel IV-1 bisa kita lihat bahwa daya puncak yang bisa dipancarkan matahari di Ciheras yakni sebesar 953 W/m². Jika daya yang bisa dipancarkan matahari kita anggap konstan setiap satu jamnya, maka total energi yang bisa dipancarkan oleh cahaya matahari perhari adalah 5550,57 Wh/m²/hari. Hasil pengukuran diatas berbeda dengan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) pada tahun lalu. Pada tahun lalu KESDM memperkirakan energi di daerah Ciheras hanya sebesar 5210 Wh/m²/hari.

4.3 Pengujian Sistem Default Pada Software

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk membantu pengguna ketika tidak mengetahui data yang dibutuhkan berupa intensitas radiasi matahari, DOD pada baterai, efisiensi PV, efisiensi baterai, efisiensi SCC, dan efisiensi inverter. Untuk dapat menjalankan sistem. Gambar IV-3 dan Gambar IV-4 menunjukkan hasil dari pengujian sistem default pada software.

The screenshot shows a web browser window with the URL www.kalkulatorpanelsurya.tk. The page is titled "Kalkulator Panel Surya" and contains a form for calculating solar system requirements. The form is divided into two main sections: "DATA YANG DI PERLUKAN" (Data Needed) and "HASIL" (Results).

DATA YANG DI PERLUKAN:

- Potensi intensitas cahaya matahari di daerah anda? : _____ Wh/m²/hari
- Efisiensi panel surya yang anda gunakan? : _____ %
- Berapa Voltase baterai yang ingin anda gunakan? : 12 V
- DOD (Depth of discharge) yang anda inginkan : 70 %
- Efisiensi Baterai yg Anda gunakan : 85 %
- Efisiensi Inverter yang Anda gunakan : 90 %
- Efisiensi Solar Charge Controller : 98 %

HASIL:

- Total kebutuhan listrik per hari : 1745 Wh
- Total daya pada saat beban puncak : 613 Watt
- Kebutuhan minimal panel surya: 484.91618869770133 Wp
- Kebutuhan minimal kapasitas Solar Charge Control : 137.214 V
- 12.25 A
- Kebutuhan minimal baterai : 244.39775910364148 Ah
- Kebutuhan minimal inverter : 681.1311111111111 Watt

At the bottom of the form, there is a "CALCULATE" button and a note: "* Jika tidak tahu kosongkan". The page also includes a "Powered by 000webhost" logo.

Gambar IV-3 Hasil Pengujian Sistem Default

The screenshot shows a web browser window with the URL 'www.kalkulatorpanelsurya.tk'. The page is titled 'Kalkulator Panel Surya' and contains a form with the following input fields and values:

Item	Value
Lampu	13
TV	150
Pompa Air	450

The 'DATA YANG DI PERLUKAN' section includes the following inputs:

Parameter	Value	Unit
Potensi intensitas cahaya matahari di daerah anda?	5000	Wh/m ² /hari
Efisiensi panel surya yang anda gunakan? :	16	%
Berapa Voltase baterai yang ingin anda gunakan? :	12	V
DOD (Depth of discharge) yang anda inginkan :	70	%
Efisiensi Baterai yg Anda gunakan :		%
Efisiensi Inverter yang Anda gunakan :		%
Efisiensi Solar Charge Controller :	98	%

The 'HASIL' section shows the following calculated results:

Parameter	Value	Unit
Total kebutuhan listrik per hari :	1745	Wh
Total daya pada saat beban puncak :	613	Watt
Kebutuhan minimal panel surya:	481.5719391204758	Wp
Kebutuhan minimal kapasitas Solar Charge Control :	136.3635	V
	12.25	A
Kebutuhan minimal baterai :	244.39775910364148	Ah
Kebutuhan minimal inverter :	704.5977011494253	Watt

A 'CALCULATE' button is visible at the bottom of the input section.

Gambar IV-4 Hasil Pengujian Sistem Default

Dari pengujian hasil diatas, kalkulator panel surya hanya bisa mengeluarkan hasil *output* jika diberi hasil input yang diinginkan. Jika *user* hanya ingin mengetahui kapasitas PV, maka *user* harus memasukkan data beban, intensitas cahaya matahari, dan efisiensi matahari. Jika salah satu tidak terisi (kosong), maka hasil *output* kapasitas PV tidak akan muncul. Hal yang sama juga berlaku untuk kapasitas baterai dan kapasitas *inverter*. Untuk mengetahui kapasitas baterai maka *input* yang harus dimasukkan ke dalam *software* yaitu beban, tegangan baterai yang diinginkan, DOD baterai, dan efisiensi baterai. Sedangkan untuk mengetahui kapasitas *inverter* yaitu dengan memasukkan *input* berupa beban dan efisiensi *inverter*.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian tugas akhir ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Website kalkulator panel surya menggunakan bahasa HTML telah berhasil dibuat.
2. Sistem kalkulasi yang telah dibuat telah bisa digunakan untuk menghitung kebutuhan energi listrik yang digunakan selama sehari.
3. Sistem kalkulasi telah bisa menghitung kebutuhan kapasitas PV, baterai, *inverter*, SCC, biaya investasi yang dibutuhkan serta berapa lama investasi tersebut akan kembali.

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, diharapkan:

1. Komponen dan merk yang dibutuhkan untuk membangun sebuah PLTS sudah direkomendasikan oleh *software*.
2. *Software* ini agar dapat dikolaborasikan dengan perusahaan terkait agar pengguna bisa langsung memesan barang yang telah direkomendasikan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suryana, Taryana & Koesheryatin. 2014. Aplikasi Internet Menggunakan HTML, CSS, & JavaScript. Jakarta : Kompas Gramedia.
- [2] Hidayatullah, Priyanto & Khairul, Jauhari. 2014. Pemograman WEB. Bandung : Informatika Bandung.
- [3] Ramdhani, Mohamad. 2008. Rangkaian Listrik. Bandung : Erlangga.
- [4] Ramdhani, Bagus. 2018. Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya: Dos and Don'ts. Jakarta : DJ EBTKE KESDM Republik Indonesia.
- [5] Jatmiko, Hasyim. 2011. Pemamfaatan Sel Surya Dan LED Untuk Perumahan. Semarang. UDINUS

