

## **Edukasi Penggunaan Panel Surya Atap (Rooftop) Sistem Penerangan Pada Yayasan Kuttab Al Firdaus**

**Selamat Meliala<sup>✉1</sup> Wahyu Fuadi<sup>2</sup> Raihan Putri<sup>3</sup> Irfan Fatur Rahman<sup>4</sup> Muhammad Luthfi<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Teknik Elektro, Universitas Malikussaleh, Jl. Akasia No. 178, Krueng Geukeuh, 24354, Indonesia, selamat.meliala@unimal.ac.id

<sup>2</sup>Teknik Informatika, Universitas Malikussaleh, Jl. Darussalam Gang Veteran No. 32 A, Wahyu.fuadi@unimal.ac.id

<sup>3</sup>Teknik Elektro, Universitas Malikussaleh, Jl. SDN Gang Bongsai Dusun A panggoi. Kecamatan Muara Dua Lhokseumawe, 24352, raihan@unimal.ac.id

<sup>4</sup> Teknik Elektro, Universitas Malikussaleh, Irvan.180150137@mhs.unimal.ac.id

<sup>5</sup> Teknik Elektro, Universitas Malikussaleh, Griya Nusa tiga blok A no.12, tanjung selamat, Medan, muhammad.180150136@mhs.unimal.ac.id

✉Corresponding Author: [selamat.meliala@unimal.ac.id](mailto:selamat.meliala@unimal.ac.id) | Phone: +628116740272

---

### **Abstrak**

Penggunaan energy listrik yang berasal dari Pusat Listrik Negara (PLN) semakin besar, energy listrik PLN selama ini masih menggunakan energi unrenewable dan sudah mulai menipis di karena pengolahan bahan bakar yang sudah semakin menipis dan menghasilkan emisi yang besar. Oleh karena itu pemerintah sedang mengalakkan untuk mengantisipasi kebutuhan energi listrik PLN dengan mengalihkan pada kebutuhan Energi Renewable pada sumber daya alam yang ada disekitar daerah. Kondisi listrik yang ada di yayasam kuttab Al Firdaus sering terjadi kedip. Oleh karena itu mengantisipasi kedip tegangan yaitu dengan penggunaan panel surya. Panel surya sudah banyak dijual lebih murah dan terjangkau sehingga dengan berapa modul panel surya rooftop dengan cara diparalelkan ataupun diseriikan dapat menaikkan daya keluaran DC panel surya Watt Peak (WP) yang lebih besar. Permintaan panel surya rooftop semakain meningkat jumlah tiap tahun pada tiap negara. Penggunaan panel surya rooftop efisiensi sangat tinggi pada tiap jenis material semi konduktor dari sel surya. Panel surya rooftop dengan desain sistem off grid cenderung digunakan pada daerah yang terisolir. Pada pengabdian ini, pengabdi melakukan edukasi pengguna panel surya rooftop secara umum yang digunakan pada tiap negara dan secara khusus aplikasi penggunaannya pada Yayasan Kuttab Al Firdaus untuk mengantisipasi terjadinya kedip tegangan pada instalasi listrik. Setelah menghitung pemakaian beban listrik dengan dursai waktu didapat sebesar 16,708 KWatt dan jumlah keping panel surya menggunakan kapasitas 200 WP, 24 VDC dan baterai 100 AH tegangan 12 VDC sebanyak 50 unit. Ini perhitungan berdasarkan off grid sistem.

**Kata Kunci:** Panel surya Rooftop; Off Grid System; BCR;

---

### **Pendahuluan**

Penggunaan energy listrik yang berasal dari Pusat Listrik Negara (PLN) semakin besar, energy listrik PLN selama ini masih menggunakan energi unrenewable dan sudah mulai menipis di karena pengolahan bahan bakar yang sudah semakin menipis. Oleh karena itu pemerintah sedang mengalakkan untuk mengantisipasi kebutuhan energi listrik PLN dengan mengalihkan pada kebutuhan Energi Renewable pada sumber daya alam yang ada disekitar daerah.

Pemerintah sedang menggalakkan delapan Renewable Energy yaitu Wind Turbin, Cahaya Matahari, PLTA, Mikro hidro, gelombang laut, pasang surutair laut, Geothermal, Biofuel. Kedelapan Energi yang dikembangkan untuk turunan pemanfaatan energi tersebut. Turunan energi yang mendasar dan ramah lingkungan yaitu pemanfaatan cahaya matahari menggunakan panel surya.

Energi listrik bersumber dari cahaya matahari yang banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan Energi listrik Mandiri. Penggunaan Panel Surya umumnya menggunakan sistem off grid maupun sistem on grid. Penggunaan sistem on grid dan off grid banyak digunakan pada negara maju dan daerah yang susah terjangkau pada jaringan listrik.

Renewble Energi menggunakan cahaya matahari untuk kebutuhan Energi mandiri sangat cocok dikembangkan pada daerah tropis. Penelitian – penitian terdahulu penggunaan panel surya off grid dengan output tegangan DC menghasilkan rugi – rugi energi listrik yang kecil dibandingkan dengan sistem on grid dengan mengkonversi tegangan DC menjadi AC. Sehingga saat proses switching menghasilkan rugi energi listrik yang besar sekitar 30 persen dari daya yang disediakan panel surya. Oleh karena itu menggunakan panel surya menggunakan tegangan listrik DC langsung ataupun menggunakan regulator. Regulator BCR yaitu Battery Charge Regulator (BCR) ataupun Solar Charge Controler (SCC) untuk mengatur dan mengecharge baterai. SCC berfungsi untuk mengatur tegangan output panel secara otomatis mengecharge baterai dan memberi tegangan ke lampu.

Kemandirian energi listrik panel surya *rooftop* sangat cocok digunakan pada daya / pesantren menggunakan sistem off grid, karena sistsem off grid lebih mudah pemasangan pada penerangan beban lampu DC. Beban lampu DC sudah banyak

digunakan pada perumahan dan daerah yang menggunakan lampu AC. Selain hemat energi listrik dan mudah digunakan untuk instalasi pada tegangan 12 V DC.

Dari lokasi tempat pengabdian terdapat saluran beban AC dimana begitu besar sehingga perlu di rubah instalasinya sehingga diperlukan salah satu saluran beban dapat digantikan pada energi terbarukan dengan menggunakan panel surya *rooftop* untuk melayani khusus beban penerangan. Dari hasil wawancara dan survei jenis beban dapat diperhatikan pada Tabel 1. dibawah ini

Tabel 1. Data Beban Listrik di Yayasan Kuttab Al Firdaus

Beban Listrik	Watt/Unit	Jumlah Unit	Total Watt
AC 3/4 PK	559,5	10	5595
AC 1/2 PK	373	8	2984
AC 1 PK	746	1	746
Lampu Hemat Energi (LHE)	44	5	220
Lampu (LHE) kamar mandi	18	7	126
Kipas Angin di Plaform	200	14	2800
Kipas Angin dudukan	200	14	2800
Komputer dan Printer	350	2	700
Amplifier Wireless	350	4	1400
Projektor	230	6	1620
Total Daya Beban (Watt)			<b>18981</b>

Gambar 3 (a) dan (b) Data beban AC yang banyak tampak dari luar:



(a)

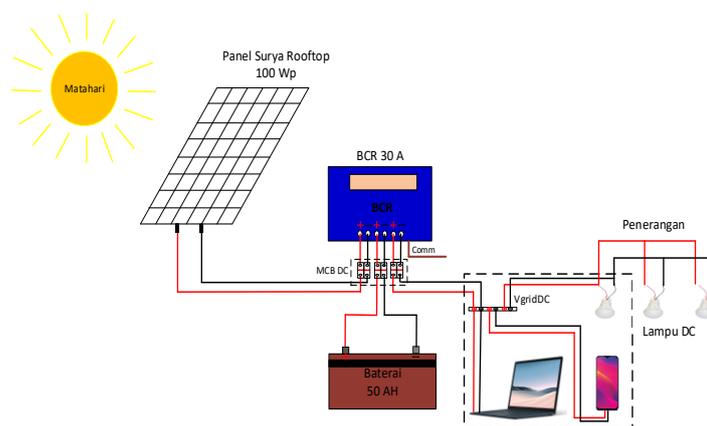
(b)

Gambar 1.1 Beban AC di ruang belajar Kuttab Al Firdaus

### Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan yaitu dengan cara pendekatan pengabdian ini survey, mewawancarai dan menghitung jumlah beban listrik dengan kapasitas daya panel surya *rooftop* yang akan dipasang sehingga daya pada beban dapat dilayani dan tidak terjadi kedip listrik bila AC di on kan ataupun tidak terjadi terputusnya breaker. Jika terjadi gangguan listrik kedip maka pengabdian berusaha untuk mengambil beban yang sesuai dengan prototipe yang akan diaplikasi khusus untuk penerangan dalam skala prioritas menggunakan tegangan DC. Jadi untuk mengurangi sering terjadi kedip pada unit - unit tertentu, beban yang tidak begitu besar dapat digunakan panel surya *rooftop* untuk melayani saluran beban yang lain. Dalam pengabdian ini menggunakan perhitungan data beban dan data untuk rancangan panel surya *rooftop* sebagai berikut :

- Data beban listrik yang di bagi 2 bagian jalur instalasi listrik diperoleh dari lokasi pengabdian (data lapangan) dan dituangkan dalam uraian atau laporan yang lengkap dan terinci. Laporan lapangan oleh pengabdian di reduksi, di rangkum dan di pilih hal yang pokok untuk penentuan kapasitas solar panel *rooftop* dengan satu pembagian instalasi beban listrik, instalasi listrik dan jenis beban yang dipakai sehari - hari. Dan juga di fokuskan pada hal-hal yang penting kemudian menentukan data beban yang ditinjau pada instalasi kantor Yayasan Kuttab Al-Firdaus yang menggunakan pemakaian beban maksimum, sehingga menyebabkan terjadi jatuhnya tegangan pada sumber listrik masuk ke rumah dan kondisi cuaca yang sesuai dengan panel sel surya.



Gambar 3.1 Edukasi dan Prototype Penggunaan Panel Surya Rooftop untuk penerangan lampu

- Penyajian data di maksudkan agar memudahkan pengabdian untuk membagi beban listrik untuk penerangan lampu yang berasal dari panel surya rooftop. Data tersebut dipilih kemudian dengan program excel dibentuk rumus perhitungan untuk mendapatkan jumlah beban dari salah satu pembagian daya 7700 VA dan total daya PLN masukan 15400 VA.

### Penggunaan Panel Surya Atap (Rooftop)

Photovoltaic adalah alat yang dapat mengkonversi cahaya matahari secara langsung untuk diubah menjadi listrik. Kata photovoltaic biasa disingkat dengan PV. Bahan semikonduktor seperti *silicon*, *gallium arsenide*, dan *cadmium telluride* atau *copper indium deselenide* biasanya digunakan sebagai bahan bakunya. Solar cell *crystalline* biasanya digunakan secara luas untuk pembuatan solar cell.

Jenis kristal solar cell (PV cell) yang banyak dipasaran adalah tipe :

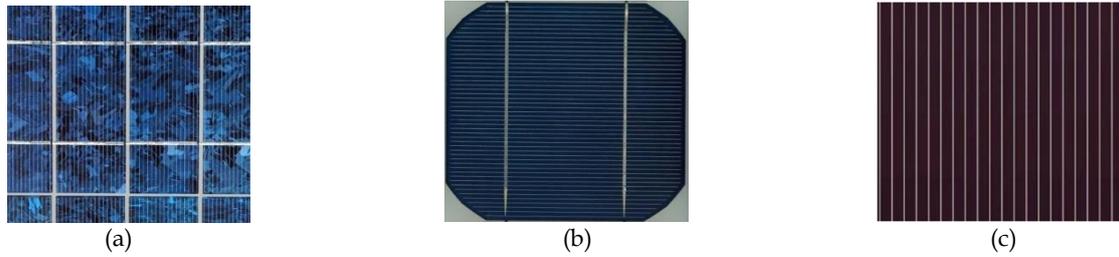
1. *Monocrystalline solar panels* : menggunakan silikon murni yang dihasilkan dengan proses *crystal-growth* yang cukup rumit dengan ketebalan sekitar 0.2 - 0.4 mm. Efisiensinya cukup tinggi berkisar 13 - 19 %.
2. *Polycrystalline solar panels* : kadang-kadang disebut dengan *multi-crystalline*, panel surya dibuat dari *Polycrystalline cells* yang lebih murah dan efisiensinya masih dibawah *mono-crystalline*, berkisar 11 - 15 %.
3. *Amorphous solar panels* : jenis ini tidak merupakan kristal yang real, tetapi berupa lapisan tipis silikon yang dideposit diatas base material seperti metal atau gelas yang bentuk permukaannya bebas. Efisiensinya lebih kecil, yaitu sekitar 5 - 8 %.

Jenis solar (PV) cell yang lebih lengkap tercantum pada Tabel 1, dimana tercantum juga luas area cell yang diperlukan untuk menghasilkan daya sebesar 1 kWp.

Tabel 1. Material solar cell dan efisiensinya

CELL MATERIAL	MODULE EFFICIENCY	SURFACE AREA NEED FOR 1 kWp
Monocrystalline silicon	13-19%	5-8 m <sup>2</sup> 
Polycrystalline silicon	11-15%	7-9 m <sup>2</sup> 
Micromorphous tandem cell (a-Si/μc-Si)	8-10%	10-12 m <sup>2</sup> 
Thin film copper-indium/gallium-sulfur/diselenide (CI/GS/Se)	10-12%	8-10 m <sup>2</sup> 
Thin-film cadmium telluride (CdTe)	9-11%	9-11 m <sup>2</sup> 
Amorphous silicon (a-Si)	5-8%	13-20 m <sup>2</sup> 

Sebuah Sel Surya dalam menghasilkan energi listrik (energi sinar matahari menjadi photon) tidak tergantung pada besaran luas bidang Silikon, dan secara konstan akan menghasilkan energi berkisar ± 0.5 volt - max 600 mV pada 2 amp, dengan kekuatan radiasi solar matahari 1000 W/m<sup>2</sup> = "1 Sun" akan menghasilkan arus listrik (I) sekitar 30 mA/cm<sup>2</sup> per sel surya. Warna material sel surya yang umum yang ada dijual dipasaran yang diperlihatkan Tabel 1 diatas ada tiga jenis bentuk yaitu *Poly Crystalline*, *Mono Crystalline*, *Amorphous Silicon* yang diperlihatkan seperti Gambar 2.5.



(a) Poly crystalline silicon (b) Mono crystalline silicon (c) Amorphous silicon  
**Gambar 2.5** Tiga jenis bahan *silicon* Panel Surya Rooftop

Perhitungan daya dan energi fotovoltaik surya yaitu mengubah energi matahari cahaya (foton) menjadi listrik. Saat foton memanaskan bahan khusus yang mereka buat perpindahannya elektron yang menghasilkan arus kontinu. Sel surya adalah dihubungkan secara seri untuk membentuk panel fotovoltaik terhubung bersama pembangkit photovoltaik. Rumus photovoltaik dalam membangkitkan keluaran energi listrik sebagai berikut:

$$E = A \times r \times H \times PR \tag{2.1}$$

Dimana:

- E = Energy (kWh)
- A = Total Solar panel (m<sup>2</sup>)
- R = Efisiensi Solar Panel (%)
- H = Radiasi surya tahunan kemiringan (tidak termasuk bayangan cahaya)
- PR = Ratio unjuk kerja, koefisien rugi (nataru 0,5 - 0,9, bentuk normal = 0,75)

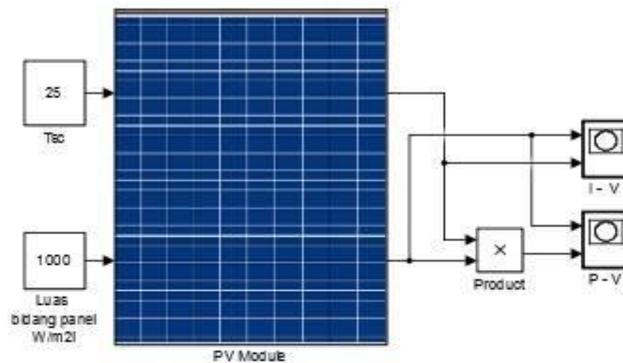
Efisiensi energi photovoltaik dinyatakan dalam perbandingan total termal terhadap energi matahari yang jatuh mengenai permukaan bidang panel surya yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{V_{OC} \cdot I_{SC}}{A \cdot S_T} \tag{2.2}$$

Dimana:

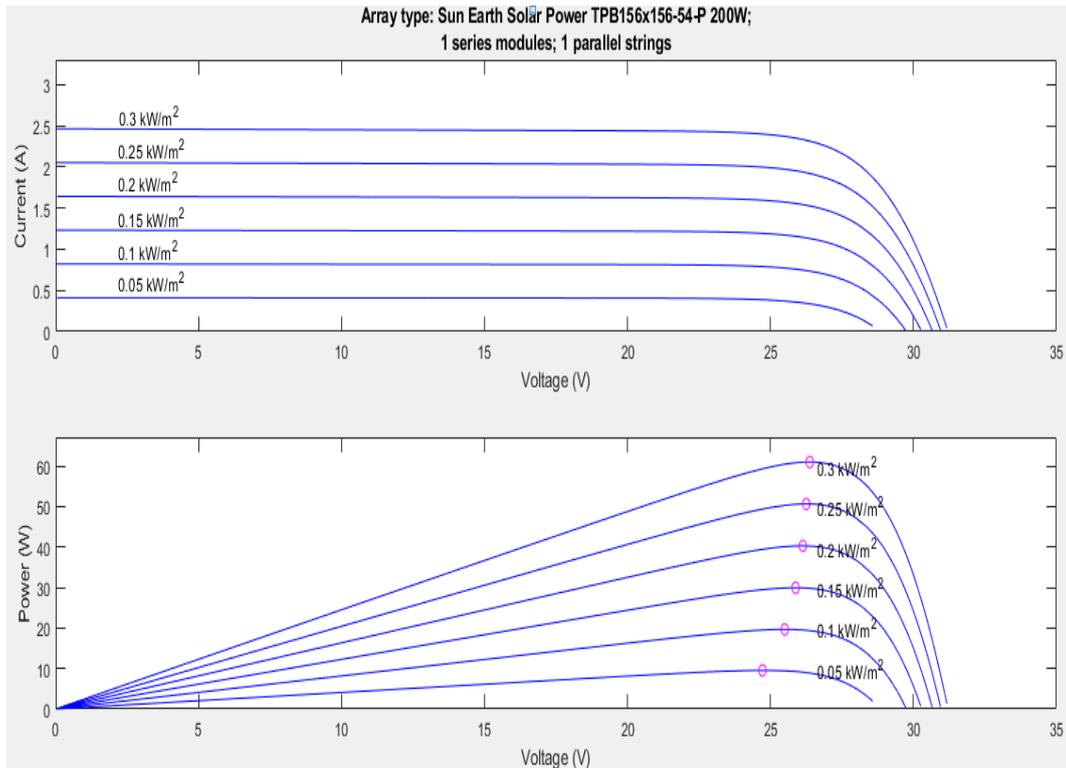
- $\eta$  = Efisiensi (%)
- $V_{OC}$  = Tegangan open circuit panel surya (V)
- $I_{SC}$  = Arus hubung singkat panel surya (A)
- $S_T$  = Radiasi global matahari (W/m<sup>2</sup>)
- A = Luas permukaan bidang photovoltaik (PV) (m<sup>2</sup>)

Dibawah ini simulasi *Simulink* model modul panel sel surya yang yang mempunyai daya optimum 200 Watt, tegangan 26.4 V, arus maksimum 7,58 A seperti diperlihatkan Gambar 2.6 di bawah ini.



**Gambar 2.6** Simulasi Modul Solar 200 Watt

Dibawah ini beberapa grafik output solar panel 300 WP, 250 WP, 200 WP 150 WP, 100 WP dan 50 WP beserta tegangan dan arus (V - I) serta daya dan tegangan (P - V) yang dibangkitkan dari hasil simulasi panel surya Sun Earth dapat diperlihatkan seperti Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Garfik hasil V-I dan P-V simulasi Solar Modul 50, 100, 150, 200,250, 300 WP

**Perhitungan Keping Panel Surya**

Untuk menghitung berapa keping panel surya rooftop digunakan persamaan 2.3 sebagai berikut:

$$\sum P = \left( \frac{TE}{CP \times PSH} \right) \tag{2.3}$$

Dimana :

- P = Jumlah panel yang digunakan
- TE = Total pemakaian energi listrik (Watt-hour)
- CP = Kapasitas panel Surya (WP)
- PSH = Peak Sun Hours / lama waktu optimal cahaya matahari (jam)

**Perhitungan Kapasitas Baterai Sistem Off Grid**

Dan untuk menentukan kebutuhan kapasitas baterai pada rancangan *Off Grid System* sebagai berikut:

$$\sum B = \left( \frac{TE}{CB \times DOD} \right) \times AD \tag{2.4}$$

Dimana :

- B = Jumlah baterai yang digunakan
- TE = Total pemakaian energi listrik (Watt-hour)
- CB = Kapasitas Baterai (AH)
- DOD = Depth of Discharge / Persentase pegosongan baterai (%), biasanya 50% untuk jenis baterai VRLA
- AD = Autonomy days / lama pemakaian baterai (hari).

**Hasil Dan Pembahasan**

Panel surya rooftop banyak digunakan sebagai pembangkit listrik energi terbarukan, untuk penggunaan pada beban Yayasan Kutab Al Firdaus di atas harus dihitung ulang jumlah beban dan lamanya dipakai terlebih dulu. Berdasarkan Tabel 4.1 total keseluruhan beban listrik sebesar 10.930,75 Watt. Daya yang sudah disuplai sekitar 7700 Watt, sehingga diperlukan daya 3230 Watt. Sistem panel surya rooftop ini menggunakan on grid system dan sistem DC untuk penerangan lampu DC. Perhitungan daya untuk panel surya dengan selisih 3230 sebagai berikut:

**Tabel 4.2** Rancangan Panel Surya Rooftop Data Beban listrik di Yayasan Kuttab Al Firdaus

Jenis Beban Listrik	Watt/Unit	Jumlah Unit	Total Watt	Efisiensi Pemakaian (Jam)	Total Pemakaian (watt)
AC 3/4 PK	559,5	10	5595	5	27975
AC 1/2 PK	373	8	2984	5	14920
AC 1 PK	746	1	746	5	3730
Lampu Hemat Energi (LHE)	44	5	220	3	660
Lampu (LHE) kamar mandi	18	7	126	3	378
Kipas Angin di Plaforn	200	14	2800	4	11200
Kipas Angin dudukan	200	14	2800	4	11200
Komputer dan Printer	350	2	700	5	3500
Amplifier Wireless	350	4	1400	1	1400
Total Daya Keseluruhan (Watt)					74965

Untuk menghitung berapa banyak panel surya dengan menghitung beban listrik total daya beban dikalikan efisiensi pemakaian sehingga didapat jumlah berapa panel surya terpasang pada kondisi beban pada Tabel 4.2 setelah dapat digunakan sistim on grid untuk menghemat pemakaian energi listrik dan menghindarkan terjadi terbalik breaker dikarena kondisi beban ac menyebabkan terjadinya arus sesaat yang sangat tinggi sehingga diperlukan perbaikan ataupun luas penampang kawat instalasi listrik pada Yayasan Kuttab Al Firdaus. Di bawah perhitungan untuk menghitung berapa dibutuhkan untuk panel surya dan baterai pada beban Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Simulasi Perhitungan Panel Surya dan Baterai

Total Daya Beban*PSH (Watthour)	Kapasitas Panel surya (WP)	Peak Sun Hours Optimal	Jumlah Keping	Jumlah Baterai Sistim 24 VDC	Jumlah Baterai Sistim 12 VDC
16708,4	200	5	17	28	56

### Tindak Lanjut

Setelah dilakukan edukasi penggunaan panel surya atap (rooftop) sistem penerangan maka mengevaluasi kuisisioner yang telah dibagikan kepada guru sekolah kuttab al firdaus rata-rata sudah memahami menggunakan simulasi perhitungan beban listrik berdasarkan rumus yang sudah ditentukan diatas dan durasi waktu pemakaian didapat sebesar 16708,4 Watt atau 16,708 KW, dan setelah dilakukan perhitungan untuk menggunakan sistem off grid untuk lebih terjangkauu sebaiknya menggunakan sistem off grid untuk beban lampu dan beban kecil lainnya seperti amplifier wireless, laptop dan infocus dengan total 74276 Watt atau 7,4276 KWatt dan diperlukan 7 keping panel surya rooftop kapasitas 200 WP, 24 VDC dengan sistem tegangan 24 VDC dan 25 baterai dengan kapaitas 100 AH 12 VDC. Ini tidak termasuk dalam kapsitas BCR dan Inverter hanya untuk perhitungan kemampun penggunaan penrangan dan beban listrik daya kecil yang digunakan dalam 6 jam.

### Kesimpulan

Berdasarkan dari data beban listrik yang kemudian dibuat simulasi perhitungan untuk rancangan jumlah panel surya rooftop tmenggunakan anpa sistim *off grid* yang dibutuhkan :

1. Panel surya rooftop diperlukan untuk mengatur tegangan daya tambahan sebanyak 15 keping dengan masing keping 200 WP.
2. Tegangan baterai menggunakan 24 Volt DC dan baterai VRLA umumnya menggunakan tegangan 12 VDC jadi penggunaan baterai sebanyak 50 Unit.
3. Untuk menggunakan penerangan seperti lampu sebaiknya menggunakan lampu DC tegangan 12 V, dikarenakan rugi daya sangat kecil dibandingkan lampu AC.
4. Untuk mendapatkan rugi - rugi daya yang kecil pada sistem AC sebaiknya menggunakan tegangan sistem DC 100 VDC.

### Ucapan Terima Kasih

Tim Pengabdian mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Unimal yang telah mendukung kegiatan pengabdian kepada masyarakat di bawah skema Pemberdayaan Masyarakat dengan judul Edukasi Penggunaan Panel Surya Atap (Rooftop) Sistem Penerangan Pada Yayasan Kuttab Al Firdaus. Serta pihak yayaysan Kuttab Al Firdaus yang telah memberi waktu, tempat dan ruang untuk terselenggarakan dalam kegiatan pengabdian ini. Dengan sadar pengabdian ini masih memiliki kekurangan dan penulis tetap mengharapkan masukan yang konstruktif dari para pembaca untuk dapat menyempurnakan artikel ini.

### Referensi

P. Wallich,(2011), "The light bulb that really is a better idea [Tools & Toys]", IEEE Spectrum, 48(1), pp. 20-22.

- M. Taufik, T. Taufik (2015), "Unpad's dc house prototype to showcase an Alternative solution to rural electrification", [https://www.researchgate.net/publication/330982708\\_Unpad%27S\\_DC\\_House\\_Prototype\\_To\\_Showcase\\_An\\_Alternative\\_Solution\\_To\\_Rural\\_Electrification](https://www.researchgate.net/publication/330982708_Unpad%27S_DC_House_Prototype_To_Showcase_An_Alternative_Solution_To_Rural_Electrification).
- Sukmajati, S & Hafidz, M. (2015), Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 Mw On Grid Di Yogyakarta, *Jurnal Energi & kelistrikan*, Vol 7(1), 49 -63.
- Sandro, P., Ch., Rangkuti (2016), Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal, 51 - 7.
- T. Taufik, (2017), "Research Experience on the DC House Project for Rural Electrification," *International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)*, Las Vegas, NV, pp. 267-270.
- Saiful, K., Dwi, C., (2019), Analisa Penggunaan Solar Cell Pada Rumah Tinggal Untuk Keperluan Penerangan dan Beban Kecil, *EEICT*, 2(1), 22 - 32.
- Vember Restu, K., (2018), Perencanaan PLTS Terpusat (off-grid) di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah, *Jurnal Teknik Elektro Universitas TanjungPura*, 2(1)
- Tompkins, J., Musial, M., Magotran, N (2017), "Design of a low cost DC/AC Inverter for Integration of Renewable Energy Sources into the Smart Grid". *IEEE Midwest Symposium on Circuits and Systems*, Boston.
- Meliala, S., Elektro, J. T., Lhokseumawe, U. M., & Surya, P. (2020). Implementasi On Grid Inverter Pada Instalasi Rumah Tangga Untuk Masyarakat Pedesaan Dalam Rangka Antisipasi Krisis Energi Listrik. 17(2), 47-56.