

The Cost of Islamic Boarding School Electricity Bills is Lowered by Installing Solar Cells on Grid Limiters

Parlin Siagian^{1*}, M. Erpandi Dalimunthe², Bahtiar Siregar³, M. Fadlan⁴,
Ridho Anggu Frasasti⁵

Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan

Corresponding Author: Parlin Siagian dosen.pancabudi.ac.id

ARTICLE INFO

Keywords: EBT, Energy, Stubs, Solar Cell, Electricity Bill

Received : 03, October

Revised : 22, October

Accepted: 26, November

©2022 Siagian, Dalimunthe, Siregar, Fadlan, Frasasti: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRACT

The world's supply of fossil energy is currently decreasing, and in time it will be scarce, while the human need for energy continues to increase. Solar cells that utilize solar energy are a source of renewable electrical energy (EBT). The burden of electricity bills at the Fajrul Iman Patumbak Modern Islamic Boarding School, Deli Serdang Regency is quite a burden on Islamic boarding school expenses. To reduce the burden of spending on electricity bills at Islamic boarding schools, solar cells and control equipment are installed so that they can generate electricity. After this service is carried out, the cost of spending on Islamic boarding schools has decreased. From this decrease, other Islamic boarding schools who know about this program are excited to utilize solar cells as a source of electric power. In the end, this program became a pilot for Islamic boarding schools that used EBT. All of these hopes can be seen in the dedication video that has been broadcast on the YouTube channel.

Biaya Tagihan Listrik Pesantren Turun dengan Pemasangan Solar Cell on Grid Limiter

Parlin Siagian^{1*}, M. Erpandi Dalimunthe², Bahtiar Siregar³, M. Fadlan⁴,
Ridho Anggu Frasasti⁵

Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan

Corresponding Author: Parlin Siagian dosen.pancabudi.ac.id

ARTICLE INFO

Kata Kunci: EBT, Energi, Rintisan, Solar Cell, Tagihan Listrik

Received : 03, October

Revised : 22, October

Accepted: 26, November

©2022 Siagian, Dalimunthe, Siregar, Fadlan, Frasasti: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRAK

Persediaan energi fosil dunia saat ini sudah semakin menurun, dan pada saatnya nanti akan langka, sementara kebutuhan manusia dengan energi terus meningkat. Solar cell yang memanfaatkan tenaga matahari merupakan salah satu sumber energi listrik yang dapat diperbaharui (EBT). Beban tagihan listrik di Pesantren Modern fajrul Iman Patumbak, kabupaten deli serdang cukup membebani pengeluaran biaya pesantren. Untuk mengurangi beban pengeluaran biaya tagihan listrik di pesantren dipasang solar cell dan perlengkapan kontrolnya agar dapat menghasilkan listrik. Setelah dilaksanakan pengabdian ini maka biaya pengeluaran listrik pesantren sudah semakin turun. Dari penurunan ini menjadikan semangat bagi pesantren lain yang mengetahui program ini untuk memanfaatkan solar cell sebagai sumber tenaga listrik. Akhirnya program ini menjadi rintisan pesantren yang menggunakan EBT. Semua harapan tersebut dapat dilihat pada video hasil pengabdian yang telah ditayangkan di channel YouTube.

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah kebutuhan pokok setiap manusia. (Suparlan, 2015) Menurut Ki Hajar Dewantara pendidikan ialah tuntunan tumbuh dan berkembangnya anak. Selain itu pendidikan adalah pembelajaran pengetahuan, keterampilan, dan kebiasaan sekelompok orang yang diturunkan dari satu generasi ke generasi berikutnya melalui pengajaran, pelatihan, atau penelitian. Pendidikan dapat terjadi di bawah bimbingan orang lain ataupun secara otodidak atau belajar sendiri. Oleh karena itu lembaga-lembaga yang menyelenggarakan pendidikan harus tetap ada agar proses pendidikan dapat berjalan dan mencapai tujuan yang terarah. Lembaga pesantren adalah salah satu lembaga penting yang menjalankan fungsi pendidikan di Indonesia, karena di sanalah proses pendidikan fisik, mental dan spiritual dilaksanakan. (Krisdiyanto, Sahara, Mahfud, & Sidoarjo, 2019) (Nurhadi & Purworejo, 1965) Untuk berjalannya lembaga pendidikan selain sarana mental juga harus ditunjang oleh prasarana fisik seperti, gedung, lahan, dan energi listrik yang semakin penting di era modern saat sekarang ini. Hampir semua peralatan dalam proses pendidikan di pesantren sudah beralih menggunakan listrik. Semakin banyaknya prasarana yang menggunakan listrik maka tentunya kebutuhan energi listrik akan semakin besar. Sampai saat ini kebutuhan energi listrik diperoleh dari PLN. Semakin hari ketergantungan listrik kepada PLN akan semakin dikurangi seiring penemuan potensi energi baru terbarukan. (indikaenergy, 2022) Energi pada saat ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Dari sekian banyak sumber energi terbarukan yang ada penggunaan energi melalui solar cell/sel surya merupakan alternatif yang paling potensial untuk diterapkan di wilayah Indonesia. (Yandri, 2012) Energi surya merupakan salah satu energi yang sedang giat dikembangkan saat ini oleh pemerintah Indonesia karena sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup besar. Energi surya adalah sangat luar biasa karena tidak bersifat polutif, tidak dapat habis, dapat dipercaya dan tidak membeli.

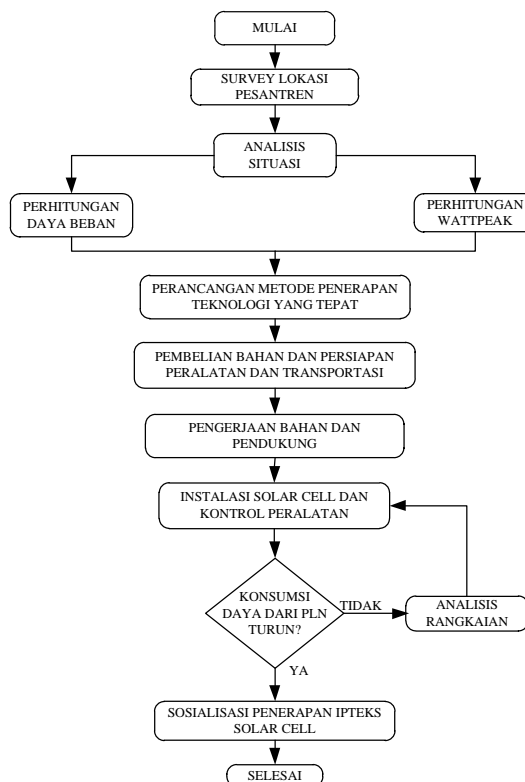
Keberadaan energi matahari di wilayah manapun membuat sumber energi terbarukan ini dapat juga digunakan oleh masyarakat di daerah pedesaan. Menurut kajian para perekayasa dan peneliti BPPT, potensi energi matahari bisa mencapai 4,5 kwh/m², dan hal itu merupakan sebuah potensi yang besar bagi Indonesia untuk memanfaatkan tenaga surya. (Aryza, 2017) Program pemerintah mengenai PLTS Masuk Desa perlu mendapat sambutan serius dari masyarakat terutama agar dapat diaplikasikan di masyarakat pedesaan dan dapat berjalan dengan baik dan dijadikan model guna implementasi Program Listrik Tenaga Surya untuk Sejuta Rumah. Sesuai dengan Peraturan Menteri ESDM No. 39 Th. 2017 (ESDM, 2017) tentang Kegiatan Fisik Pemanfaatan Energi Baru Dan Energi Terbarukan Serta Konservasi Energi bahwa pemanfaatan energi terbarukan dimaksudkan untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil. (Sukmajati, 2015) Pasal 1 angka 6 Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi adalah: Sumber energi terbarukan adalah sumber energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang berkelanjutan jika dikelola dengan baik, antara lain panas bumi, angin,

bioenergi, sinar matahari, aliran dan terjunan air, serta gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut. Dari sini menjadi penting pemanfaatan matahari untuk energi terbarukan. Pembangunan sistem PLTS untuk membantu masyarakat miskin yang ada di pedesaan terpencil dimaksudkan untuk membantu masyarakat mengurangi pengeluaran biaya pembayaran listrik rutin terutama pada kondisi ekonomi akibat pandemic Covid-19.

Penghematan biaya listrik dapat ditutupi dengan teknologi baru tenaga surya yang terus dikembangkan melalui penelitian yang berkelanjutan. Permasalahan penggunaan tenaga surya agar dapat dijadikan listrik membutuhkan beberapa perangkat yang dipasang di tempat terbuka yang terkena cahaya matahari. Lapisan masyarakat yang paling potensial untuk menjadi objek pengaplikasian sistem tenaga listrik dari teknologi PLTS adalah masyarakat desa, karena masih luasnya tempat untuk menginstalasi panel surya. (ESDM, 2022) Dari potensi masyarakat desa tersebut akan bermanfaat untuk memacu keinginan masyarakat secara umum untuk mengembangkan tenaga surya sebagai sumber energi listrik mereka.

PELAKSANAAN DAN METODE

Berdasarkan permasalahan mitra yang telah diuraikan, tim pengusul memberikan solusi permasalahan terkait mahalnya pengeluaran energi listrik yang harus ditanggung. Solusi yang ditawarkan adalah pemasangan PLTS untuk mengurangi penyerapan daya listrik dari PLN dengan memasang PLTS ongrid terkontrol. Tahapan yang digunakan sesuai dengan diagram alir pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan kegiatan

Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat adalah:

1. Survei Lokasi Pesantren. Tahap ini dilakukan untuk memperoleh data primer potensi dipasang panel solar cell dan sekunder tentang kondisi terkini kegiatan dan keperluan energi listrik terkini. Untuk memperoleh data sekunder PP Fajrul Iman Patumbak Deli Serdang diperoleh melalui wawancara dengan pengelola pondok dan beberapa santri untuk mengetahui permasalahan terkait listrik dan energi. Data pembebanan listrik yang ada di PP Fajrul Iman Patumbak terlihat pada Tabel 1. Karena solar cell yang dipasang akan mengurangi pemakaian beban listrik pada siang hari saja, maka kita harus mengetahui beban-beban mana saja yang akan digunakan pada siang hari.
2. Penghitungan kapasitas solar cell yang sesuai dengan budget yang ditentukan pemberi dana. Panel solar cell yang akan dipasang adalah sejumlah 17 keping masing-masing 100 WP. Skema instalasi panel solar cell terlihat pada Gambar 2.

No.	Tempat	Peralatan	Kapasitas (W)	Jh.	Durasi (jam)	Waktu (SM/SM)	Energi (kWh)
1	Rumah dan Aula	Lampu	45	1	12	Malam	0,54
2	Kamar Mandi		25	4	12	SM	1,2
3	Aula		10	10	12	M	1,2
4	Aula		12	12	12	M	1,728
5	Rumah	Kipas angin	20	2	16	SM	0,64
6	Aula		50	3	4	SM	0,6
7	Rumah	Rice Cooker	400	2	20	SM	1,6
8		Dipenser	40	1	24	SM	0,96
9		AirConditioneener	746	1	10	SM	7,46
10		TV	40	1	12	SM	0,48
11		Kulkas	80	1	24	SM	1,92
12		Laptop	60	1	6	SM	0,36
13		Charger handphone	15	4	2	SM	0,12
14		Printer	20	1	4	SM	0,08
15		Mesin Cuci	400	1	6	SM	2,4
16		Pompa Air	400	1	10	SM	4
17			Aula	400	1	10	S
18			Lampu	25	20	12	SM
19			45	4	12	M	2,16
20	Asrama Putri	Komputer Lab	12	150	6	S	10,8
21		Setrika	1	350	5	S	1,75
22		Kipas angin	1	20	16	SM	0,32
TOTAL							64,718

SM : Siang
M : Malam
SM : Siang dan Malam

Gambar 2. Skema Instalasi Panel Solar Cell

3. Instalasi Pemasangan Panel Surya. Alat yang dibutuhkan dalam pemasangan panel surya adalah modul surya monocrystalline (100 Wp), integrated inverter, MPPT dan solar charge controller 2000 Watt, Kabel NYYHY 2x2,5 mm, kabel NYM 2x2,5 mm, Panel box, modul panel surya, terminal, MCB AC 10 A, CT power control, Galvalum 0,7 kanal C, baut MDS, kabel Ties konektor MC4. Pemasangan panel surya dimulai dengan membuat diagram blok sistem, rangkaian sistem serta diagram alur.

Instalasi solar cel dilakukan di atap asrama pesantren, di atas rumah pimpinan pesantren oleh dosen Ketua Tim dan mahasiswa serta asisten ahli instalasi baja ringan. Tahapan pertama dalam instalasi solar cell system adalah memasang clamp siku pada ke empat sudut kerangka/box pada modul panel kemudian memasang dudukan modul surya. Dudukan modul solar cell menggunakan bahan galvalum 0,7 kanal C tinggi 50 cm yang dipasang rapat di atas atap. Peletakan modul surya pada dudukan menempel rata dan diberikan bingkai yang luas agar kuat menahan panel pada atap yang miring.

Instalasi panel dibagi ke pada 4 grup yaitu masing-masing lima panel dipasang seri sebanyak 3 grup dan 1 grup sisanya ada 2 panel saja. Hal ini dilakukan agar dapat diatur keluaran dari panel pada box control yang berada di bawah. Setelah instalasi, 4 kabel yang mewakili 4 grup panel surya di atas atap dihubungkan dengan terminal panel. Pada terminal ini dilakukan pembagian output sebesar 100 V, 100 V, 100 V dan 40 V. Tegangan keluaran ini bisa digunakan sebagai alternative switch dan charge storage sisa daya. Keluaran dari panel ini masuk ke integrated inverter, MPPT dan SCC yang berfungsi untuk mengatur proses konversi listrik yang dihasilkan panel surya dan oprimalisasi daya yang disalurkan ke beban. Setelah terpasang maka selanjutnya keluaran dari integrated inverter yang terdiri dari kabel fasa dan netrlal dihubungkan ke MCB AC 10 A dan selanjutnya dihubungkan dengan kabel fasa dan netral jaringan instalasi rumah. Selanjutnya dipasang CT clamp limiter pada kawat fasa keluaran integrated inverter dan dihubungkan dengan terminal control yang ada di dalam inverter. Fungsinya adalah untuk membatasi keluaran dari panel solar cell sama dengan beban yang terpasang sehingga tidak ada daya yang mengalir ke PLN.

Setelah itu juga digunakan untuk mengisi baterai sebagai cadangan kedua yang bisa diambil dari sisa pemakaian beban atau keluaran panel surya yang tidak terpakai. Baterai ini merupakan media yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik yang dihasilkan oleh modul surya. Baterai dihubungkan dengan inverter yang lain yang lebih kecil yang merupakan perangkat untuk mengubah arus DC dari baterai menjadi arus AC dengan tegangan maksimum 220 volt. Inverter yang digunakan adalah Souer 350 W. Dari inverter menghasilkan arus AC untuk keperluan beban yang kecil dan daruarat seperti lampu dan suplly daya CCTV.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penyampaian Materi Wawasan Penerapan IPTEKS Solar Cell untuk Sumber Listrik

Penyampaian materi terkait wawasan penerapan IPTEKS pada pemanfaatan Energi Matahari Melalui Solar Cell Untuk Sumber Listrik dilakukan pada hari Minggu, tanggal 25 September 2022 berlokasi di beranda serbaguna depan asrama Pondok Pesantren Modern Fajrul Iman yang berlokasi di Jl. Pertahanan Patumbak, Kabupaten Deli Serdang.

Pelaksanaan kegiatan dimulai pukul 8.30 WIB dan dihadiri seluruh santri dan ustadz yang sedang *boarding* di pesantren. Pemaparan meliputi 3 materi yaitu: 1. Penerapan PLTS Untuk Merubah Energi Matahari Menjadi Energi listrik dengan teknologi dual on grid storage terkontrol. 2. Operasional

dan Perawatan PLTS Bagi Ustadz dan Santri Pesantren dengan K3. 3. Pesantren sebagai perintis pengguna energi baru terbarukan bagi Masyarakat Indonesia.



Gambar 3. Kegiatan Penyuluhan

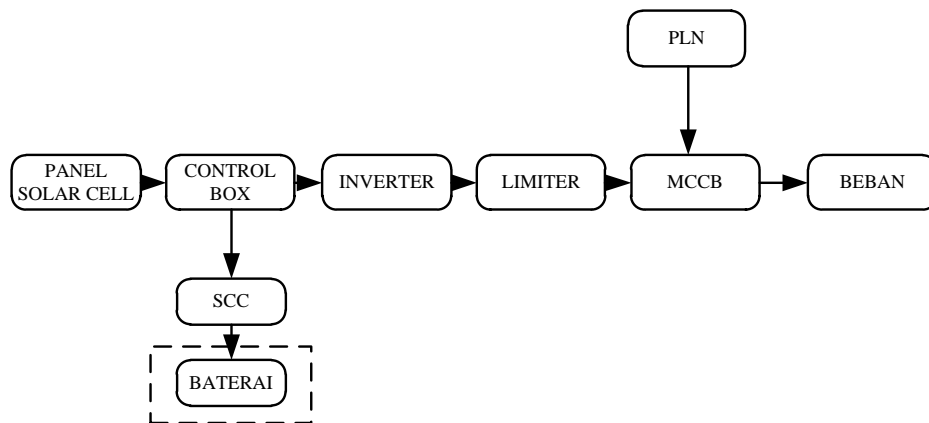
Pengabdian masyarakat di Pondok Pesantren Modern Fajrul Iman menghasilkan konversi energi matahari menjadi sumber listrik yang dipergunakan untuk menghemat atau mengurangi tagihan listrik. Tagihan listrik yang berdampak pengurangan nilai sebanyak lebih kurang yang sebelumnya berjumlah 2.600.000 rupiah setiap bulannya menjadi lebih kurang 1.800.000 rupiah. Sebanyak 17 keping panel solar cell 100 WP yang terpasang secara on grid dengan metode dual output storage dan daya sharing terkontrol. Hasil ini membuktikan bahwa pemasangan solar cell dapat digunakan untuk mengurangi pengeluaran tarif listrik pada siang hari.

Guru dan siswa bisa mengamati secara langsung proses instalasi panel solar cell dari awal sampai akhir, mulai dari pemasangan panel surya di atap, perakitan rangkaian solar charge controller, inverter, baterai, dan sistem limiternya. Guru dan siswa bisa memonitoring kinerjanya. Dari kegiatan ini ustadz dan santri bisa mengamati arus dan tegangan yang dihasilkan, beban, serta menghitung energi yang dihasilkan dan keuntungan yang didapat. Monitor daya listrik dapat dilakukan menggunakan aplikasi smartphone yang terkoneksi Bluetooth dengan inverter. Hasil monitoring kinerja panel surya menggunakan aplikasi monitoring panel surya melalui smartphone memperlihatkan kinerja solar cell untuk beban listrik.

Dari data pengujian PLTS, dapat dilihat bahwa tegangan keluaran dari panel surya sekitar 318,8V–340,8V pada saat semua panel dihubungkan seri. Namun tegangan keluaran dari solar charger controller lebih stabil yaitu rata-rata sebesar 13,5 V. Keadaan ini sama setiap jamnya, ini terjadi karena didalam solar charger controller terdapat rangkaian pengatur tegangan dan arus oleh karena itu pengisian baterai pada setiap jamnya akan selalu stabil sehingga pengisian yang berlebihan (over charging) tidak akan terjadi. Jadi walaupun

panel surya menghasilkan tegangan nominal yang lebih besar namun hasilnya adalah tetap stabil sehingga tidak merusak baterai.

Proses penyaluran daya ke jaringan tetap sesuai dengan kebutuhan beban karena adanya proteksi limiter agar dapat diperoleh keseimbangan daya dan sisa yang tidak terpakai dapat disimpan di dalam baterai.



Gambar 4. Diagram Blok Penerapan Teknologi

Tahap penyampaian materi wawasan penerapan IPTEKS pada pemanfaatan energi surya on grid dual system terkontrol yakni system berbasis teknologi proteksi storage dan on grid terkontrol. Yaitu aliran daya listrik terkontrol sesuai dengan pembebanan dan penyimpanan sisa daya listrik solar cell yang tidak terpakai. Ketiga, tahap Audit Energi (analisis data historis, analisis energi, analisis teknik, analisis ekonomi/ finansial). Audit dilakukan untuk rekomendasi penghematan energi listrik. Penghematan atau penurunan biaya tagihan listrik PLN berkurang sampai 1 juta rupiah dari bulan sebelumnya. Hal ini membuktikan bahwa energi listrik dari solar cell terserap menjadi energi terpakai selain dari PLN. Keempat, tahap demonstrasi instalasi solar cell teknologi dual on grid storage terkontrol system dan sistem monitoring di salah satu atap bangunan pesantren. Kelima, tahap evaluasi, dilakukan sebagai monitoring keberhasilan terlaksananya kegiatan pengabdian: pemahaman mitra dengan materi, keterampilan pemasangan panel surya dan perawatan sesuai standar Kesehatan dan Keselamatan Kerja (KKK).

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil yang telah dilakuakn dalam pengabdian ini, maka dapat diambil kesimpulan antara lain: Instalasi panel surya 100 Wp sebanyak 17 keping telah berhasil dilaksanakan di Pondok Pesantren Modern Fajrul Iman. Dengan adanya instalasi panel solar cell ini maka pemakaian listrik PLN oleh Pesantren menjadi turun sehingga selisih pengeluaran ini dapat membantu cashflow pesantren dan dimanfaatkan untuk keperluan operasional yang lebih berguna, masyarakat pesantren fajrul Iman mampu melakukan pemanfaatan dan pengelolaan energi matahari dengan menggunakan panel solar cell menjadi listrik yang dapat dimanfaatkan dan monitoring kinerja nya pada panel maupun aplikasi Android. Pengabdian ini telah membangkitkan semangat pesantren

sebagai lembaga pendidikan yang dapat menjadi lembaga rintisan penggunaan energi baru terbarukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan sebagai lembaga yang memberikan support kegiatan. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Pendidikan Tinggi (Dikti) yang menjadi penyumbang dana penuh pada kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, E. a. (2003). In *Technoeconomics Analysis of a Photovoltaic System to Provide Electricity for a Household in Malaysia*. Proceedings of the International Symposium on Renewable Energy: Environment Protection & Energy Solution for Sustainable Development, 387–396.
- Aryza, S. (2017). Implementasi Energi Surya Sebagai Sumber Suplai Alat Pengereng Pupuk Petani Portabel. 2(1), 12–18.
- ESDM. (2022). Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017 Tentang Rencana Umum Energi Nasional. Retrieved from <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/-kapasitas-pembangkit-naik-jadi-696-gw-ebt-sumbang-103-gw>
- ESDM, M. (2017). Permen ESDM No. 39 Thn 2017.pdf.
- indikaenergy. (2022). <https://indikator.indikaenergy.co.id/fokus/renewable-energy-outlook-2022-meneropong-peluang-dan-tantangan-energi-terbarukan/>.
- Krisdiyanto, G., Sahara, E. E., Mahfud, C., & Sidoarjo, U. M. (2019). Sistem pendidikan pesantren dan tantangan modernitas. 15(01), 11–21.
- Nafeh, A. E. A. (2009). Design and Economic Analysis of a Stand-Alone PV System to Electrify a Remote Area Household in Egypt. 33–37.
- Nurhadi, R., & Purworejo, U. M. (1965). Surya Edukasi : Sistem Pendidikan Pesantren dalam Perspektif Demokratisasi 41. 41–55.
- Rahman, R. (2021). Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Offgrid Untuk Rumah Tempat Tinggal. 4(1), 1–7.
- Sukmajati, M. H. ;Sigit. (2015). Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 Mw on Grid Di Yogyakarta. Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik PLN, 7(Jurnal Energi & Kelistrikan Vol. 7 NO. 1, JANUARI-MEI 2015), 49.

- Suparlan, H. (2015). Filsafat Pendidikan Ki Hadjar Dewantara Dan Sumbangannya Bagi Pendidikan Indonesia. 25(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/jf.12614>
- Yandri, V. R. (2012). Prospek Pengembangan Energi Surya Untuk Kebutuhan Listrik Di Indonesia. *Jurnal Ilmu Fisika Universitas Andalas*, 4(1), 14-19. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/298086394.pdf>