

PENGOPTIMALAN ENERGI CADANGAN BERBASIS SWITCHING CHARGE DENGAN MENGGUNAKAN SOLAR CELL PADA RANCANG BANGUN MINI PDAM

Muhammad Mukhsin Thamrin¹, Sariman¹, Suci Dwijayanti¹, M. Ridho Ramadhan¹, dan Bhakti Yudho Suprpto¹

¹ Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, Palembang
Corresponding author: bhakti@gmail.com

ABSTRAK: Kebutuhan listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) untuk pengolahan air bersih di daerah terpencil umumnya sering mengalami gangguan karena terjadinya pemadaman listrik (Down) oleh 2 faktor, yaitu faktor internal berupa *maintenance* dan faktor eksternal yang bersifat gangguan secara langsung saat proses transmisi listrik. Oleh karena itu, pengolahan energi dari sel surya sebagai sumber energi listrik DC (*Direct Current*) cadangan berfungsi menggantikan sementara sumber listrik dari PLN saat terjadi gangguan dengan memaksimalkan pemanfaatan potensi energi cahaya matahari yang sampai ke bumi melalui sistem *solar thermal* sehingga ketersediaan sumber listrik untuk pengolahan air bersih di daerah terpencil tetap terpenuhi. Pengoptimalan energi listrik cadangan dari *solar cell* berbasis *Switching Charge* berfungsi agar baterai dapat digunakan secara bergantian sedangkan baterai yang lain *discharge* di waktu yang bersamaan. Pengisian baterai berbasis *Switching Charge* dengan menggunakan *Stabilizer* lebih cepat dan lebih baik dengan mempunyai perbedaan besar arus = 0,4261 A saat cuaca berawan dan arus = 1,4118 A di saat cuaca cerah. Sedangkan perbedaan arus tanpa menggunakan alat stabilizer sebesar = 0,2971 A saat proses pengisian arus di cuaca berawan dan arus = 0,5885 A saat di cuaca cerah.

Kata Kunci: Listrik, *Solar Cell*, *Switching Charge*

ABSTRACT: Electricity needs from PLN (State Electricity Company) for water treatment in remote areas generally often experience interference due to power outages (Down) by 2 factors, namely internal factors such as maintenance and external factors that are directly interrupted during the electricity transmission process. Therefore, the processing of energy from solar cells as a source of DC (Direct Current) backup electricity functions to temporarily replace the electricity source from PLN when there is a disruption by maximizing the utilization of the potential of sunlight energy reaching the earth through the solar thermal system so that the availability of electricity sources for processing clean water in remote areas is still fulfilled. Optimization of backup electrical energy from a switching charge-based solar cell functions so that batteries can be used interchangeably while other batteries are discharged at the same time. Charging a battery based on a Switching Charge using a stabilizer is faster and better by having a large difference of current = 0.4261 A in cloudy weather and current = 1.4118 A in sunny weather. While the difference in currents without using a stabilizer is = 0.2971 A when the process of charging current in cloudy weather and the current = 0.5885 A when in sunny weather.

Keywords: Electricity, *Solar Cell*, *Switching Charge*

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, permintaan akan sumber daya energi yang bersih dan berkelanjutan telah berkembang dengan pesat. Sel surya adalah salah satu teknologi nonkarbon terbesar. Sel surya (*Solar Cell*) atau juga sering disebut fotovoltaik adalah peralatan yang mampu mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi listrik. Teknologi *fotovoltaic* harus memenuhi tiga faktor efisiensi, stabilitas, dan biaya rendah untuk mencapai demonstrasi industri. Penggunaan Sel surya di berbagai industri yang digunakan sebagai pemasok energi

cadangan saat pasokan listrik mengalami gangguan (*Down*). *Down* atau pemadaman listrik terjadi oleh 2 faktor, yaitu faktor internal berupa *maintenance* atau faktor eksternal yang bersifat gangguan secara langsung dari perusahaan penyedia listrik saat melakukan proses transmisi Listrik kepada konsumennya. Sel surya sebagai pemeran utama untuk memaksimalkan pemanfaatan potensi energi cahaya matahari yang sampai ke bumi, selain dipergunakan untuk menghasilkan listrik, energi dari matahari juga bisa dimaksimalkan energi panasnya melalui sistem *solar thermal*.

Menurut Kasinathan et al. (2018) menjelaskan tentang Eksplorasi pasar teknologi energi dan peran inovasi dalam pemanfaatan energi matahari. Pertumbuhan fenomenal yang dialami dalam pasar energi *fotovoltaic* surya (PV). Kemajuan teknologi telah mengurangi biaya pembuatan PV surya dan membawa perubahan kebijakan dari pemerintah di seluruh dunia. Di antara teknologi energi surya, sistem PV surya menjadi semakin populer. Dengan demikian, ada kebutuhan untuk menilai solusi teknologi yang berpihak pada masyarakat miskin, termasuk kinerja lapangan, adopsi konsumen, interkoneksi grid, penyimpanan energi dan penilaian dampak lingkungan.

Ketersediaan air yang memenuhi syarat untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, sering menjadi masalah, terutama pada daerah yang sumber air bersihnya sangat terbatas. Energi matahari dapat mendorong proses pengolahan air adalah solusi berkelanjutan yang berpotensi bagi masalah kelangkaan air di dunia (Ramezaniapour et al., 2017). Meskipun teknologi dan peralatan pengolahan air telah tersedia, tetapi pada daerah-daerah tertentu, ketersediaan tenaga penggerak sering menjadi kendala di peralatan pengolahan air, karena ketiadaan jaringan listrik PLN atau pada daerah yang sudah mampu menyediakan generator set (*genset*) tetapi sulit mendapat suplai BBM (Effendi dan Raynaldi, 2018). Ada juga permasalahan beratnya biaya untuk membangun suatu industri pengolahan air bersih di suatu daerah tertinggal, serta kurangnya tenaga ahli di daerah terpencil untuk menguasai sistem pengolahan air bersih itu sendiri. Saat ini dibutuhkan suatu teknologi alat pengolahan air bersih yang bersifat *portable* dalam penerapannya untuk memudahkan proses pembuatan agar lebih efisien dalam penggunaan dan perawatannya.

Dengan adanya sistem pengolahan air bersih yang bersifat *portable* maka dibutuhkan energi lain yang mudah di dapat. Di wilayah tropis, cahaya matahari dapat diperoleh secara cuma-cuma sepanjang tahun, di mana saja, di tempat terpencil sekalipun. Jadi pemanfaatan Teknologi Listrik Tenaga Surya sangatlah ideal sebagai sumber energi lain pada sistem pengolahan air bersih yang bersifat *portable*. Sel surya tersebut dapat dimanfaatkan untuk pengisian akumulator baterai. Namun untuk pemakaian yang lama sangat tergantung dengan kapasitas akumulator baterai. Sehingga jika ingin menggunakan beberapa baterai diperlukan pengisian dan pemakaian yang saling bergantian sehingga diperlukan *switching* untuk mengganti proses antara pemakaian dan pengisian. Langkah penyempurnaan sistem butuh dilakukan agar pengisian baterai dapat dilakukan dengan lebih efisien dan lebih cepat (Anto et al. 2015). Harish dan Kumar (2016) menjelaskan bahwa kelebihan yang difokuskan pada pemodelan dan simulasi sistem berbasis PCM (*Phase Change Material*) yang digunakan dalam

berbagai aplikasi penyimpanan energi surya dalam beberapa penerapan.

MENGAPA MENGGUNAKAN SOLAR CELL

Keuntungan menggunakan *solar cell* antara lain sebagai berikut :

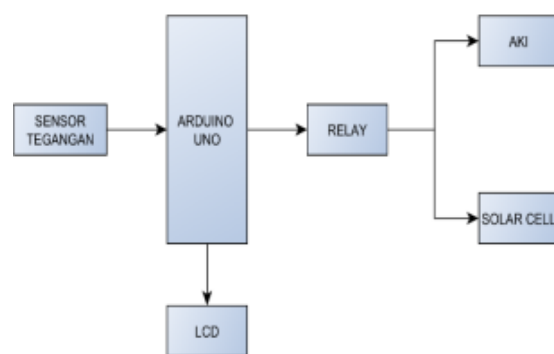
- Sumber energi panas matahari mudah didapat.
- Sumber energi yang Ramah lingkungan (non karbon).
- Instalasi pemasangan yang tidak rumit atau bersifat portable dan pengoperasian alat yang lebih mudah.
- Hemat biaya untuk sistem menengah.
- Dapat beroperasi dalam jangka waktu yang cukup lama.

MEDOTOLOGI PENELITIAN

Tahapan dari metodologi penelitian ini antara lain block diagram, flow chart system, dan Rancang bangun Alat.

Block diagram

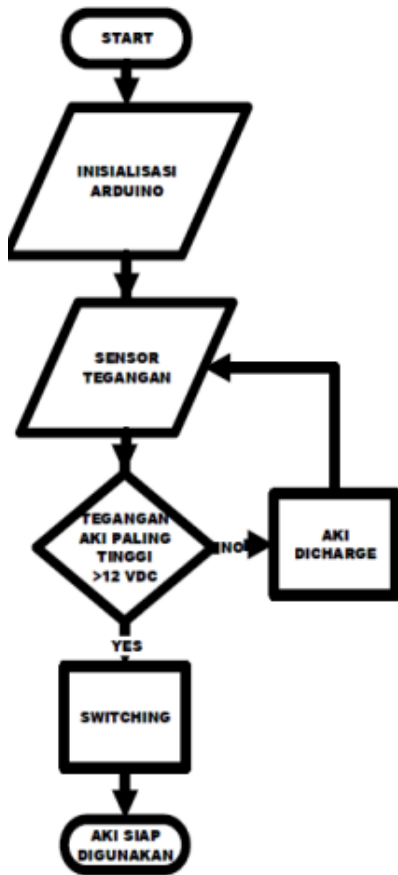
Blok diagram merupakan salah satu bagian terpenting dalam perancangan suatu perangkat, karena dari blok diagram rangkaian inilah dapat diketahui cara kerja rangkaian, sehingga blok diagram rangkaian tersebut akan menghasilkan suatu sistem yang dapat difungsikan atau dapat bekerja sesuai dengan perancangan. Adapun blok diagram perancangan pengoptimalan energi berbasis *Switching Charge* menggunakan *Solar Cell* pada mini PDAM dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Block Diagram Rancang Bangun Pengoptimalan Energi Berbasis *Switching Charge* menggunakan Solar Cell

Flow Chart System

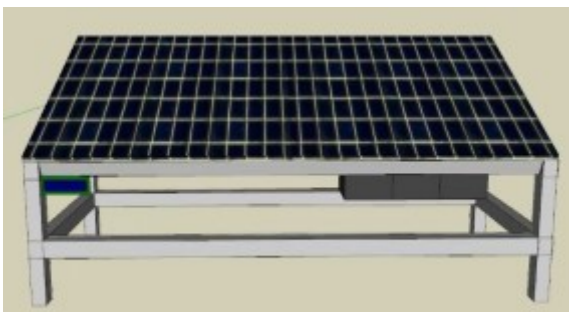
Berdasarkan flow chart proses kerja system Pengoptimalan Energi Cadangan Berbasis Switching Charge Dengan Menggunakan Solar Cell Pada Rancang Bangun Mini PDAM alat dapat dijelaskan secara menyeluruh seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir perangkat

Perancangan Mekanik

Rancang bangun alat dibuat untuk mengetahui bagaimana hasil dari sebuah perancangan yang telah dilakukan. Adapun rancang bangun mekanik Sistem Kendali Pengoptimalan Energi Berbasis Switching Charge menggunakan Solar Cell dapat dilihat pada Gambar 3.

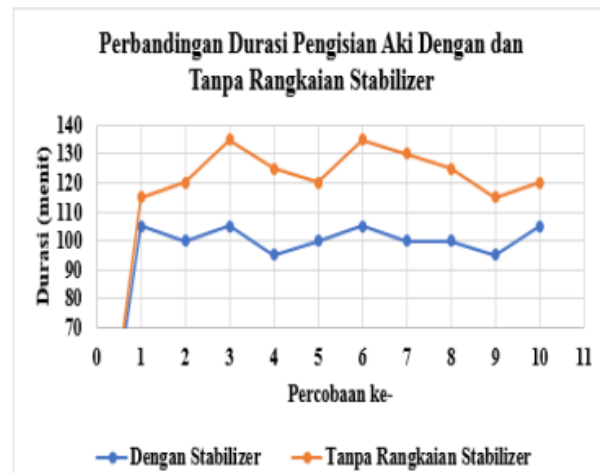


Gambar 3. Rancang Bangun Alat

DATA DAN ANALISA

Perbandingan Durasi Pengisian Aki Dengan dan Tanpa Rangkaian Stabilizer

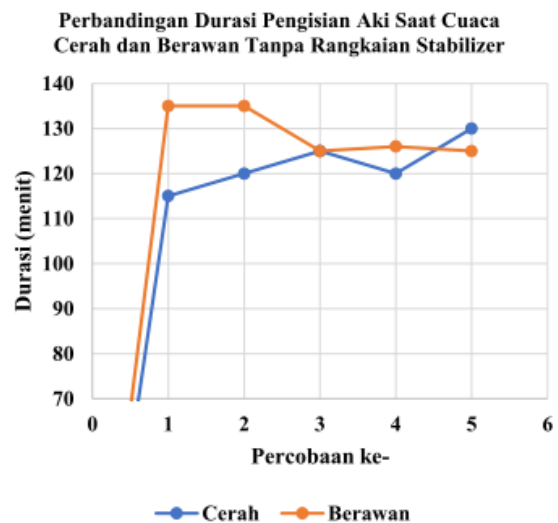
Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan hasil percobaan bahwa durasi pengisian Aki atau baterai dari 12 VDC ke 13,4 VDC dengan menggunakan stabilizer lebih cepat dibandingkan tanpa stabilizer.



Gambar 4. Perbandingan Durasi Pengisian Aki Dengan dan Tanpa Rangkaian Stabilizer

Perbandingan Durasi Pengisian Aki Saat Cuaca Cerah dan Berawan Tanpa Rangkaian Stabilizer

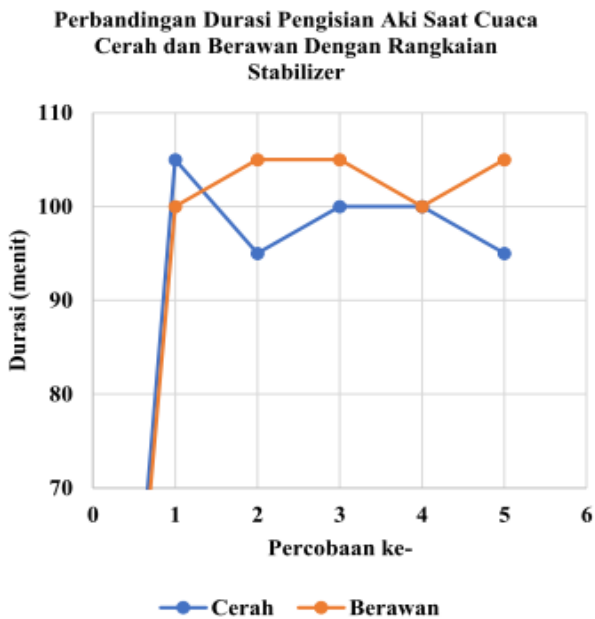
Berdasarkan hasil percobaan bahwa durasi pengisian Aki atau baterai dengan tanpa stabilizer lebih lambat dibandingkan menggunakan stabilizer ditunjukkan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan Durasi Pengisian Aki saat cuaca cerah atau berawan tanpa rangkaian stabilizer

Perbandingan Durasi Pengisian Aki Saat Cuaca Cerah dan Berawan Dengan Rangkaian Stabilizer

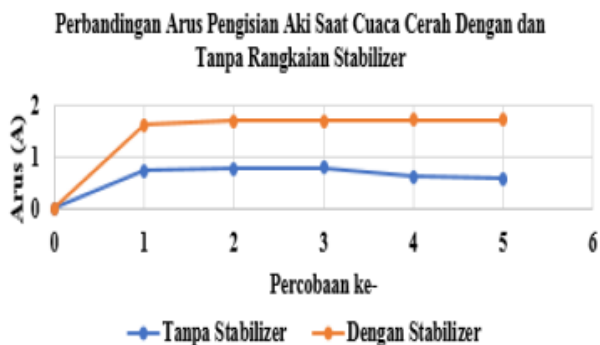
Berdasarkan hasil percobaan durasi pengisian menyatakan lebih cepat saat menggunakan alat stabilizer, untuk memastikannya dilakukan juga perhitungan perbandingan alat dengan durasi waktu pengisian di cuaca yang berbeda ditunjukkan seperti pada Gambar 6., hal itu menunjukan alat yang di buat dengan menggunakan Stabilizer cenderung efektif.



Gambar 6. Hasil sampel Durasi pada baterai saat cuaca cerah atau berawan.

Perbandingan Arus Pengisian Saat Cuaca Berawan Dengan atau Tanpa alat Stabilizer

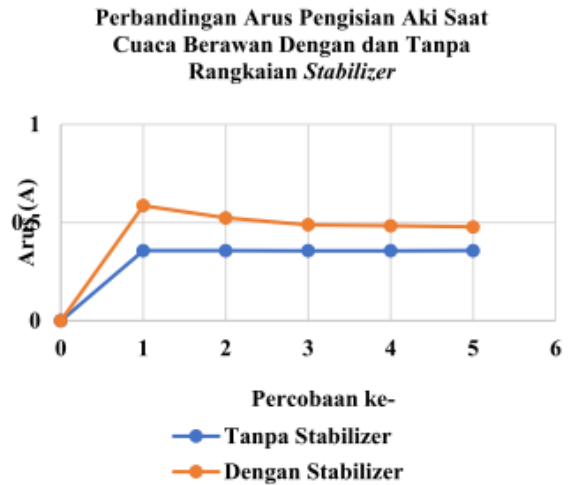
Berdasarkan hasil percobaan bahwa Arus pengisian Aki atau baterai saat cuaca cerah dengan menggunakan stabilizer jauh lebih besar dibandingkan tanpa menggunakan stabilizer ditunjukkan seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan Arus baterai saat cuaca berawan dengan atau tanpa stabilizer

Perbandingan Arus Pengisian Aki Saat Cuaca Berawan Dengan dan Tanpa Rangkaian Stabilizer

Berdasarkan hasil percobaan bahwa Arus pengisian Aki atau baterai saat cuaca berawan dengan menggunakan stabilizer sedikit lebih besar dibandingkan tanpa menggunakan stabilizer dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil sampel arus (A) pada baterai saat cuaca berawan dengan atau tanpa stabilizer

Pengujian Lama Penggunaan Baterai atau aki ketika terhubung pada beban

Pada bagian ini menjelaskan tentang proses penggunaan baterai yang telah diisi dan melihat proses switching yang berlangsung pada alat dan mengukur berapa lama kapasitas pemakaian baterai dalam penurunan 1 VDC dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Switching Pada Setiap Baterai

Dengan pengambilan data yang sudah berjalan maka didapat hasil pada penggunaan setiap baterai dengan keluaran Output minimum 2 A pada setiap kondisi ke 3 baterai, dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Discharge Menggunakan Charger Lippo

Tabel 1. Hasil Penggunaan 3 Buah Baterai

Aki	Tegangan Aki (V)		Arus Discharge (A)	Durasi (menit)
	Awal	Akhir		
1	13,21	11,86	2	120
2	13,77	11,94	2	120
3	13,15	11,85	2	120

Dapat dilihat pada Tabel 1, jika beban penggunaan sebesar 2 A yang didischarge atau digunakan dengan rata-rata penurunan tegangan selama 120 menit pada Baterai akan mengalami penurunan 1,35 VDC, sehingga dapat dianalisa bahwa jika plant mini PDAM water treatment membutuhkan Arus sebesar 3,6 A dan Tegangan 12 V untuk Setiap Komponen dapat dianalisa berapa lama 1 VDC penurunan pada baterai yang digunakan bertahan, sebagai berikut :

Penggunaan Persamaan *Depth of Discharge* (DoD) (Anonim, 2015):

$$\frac{\text{Waktu Pembuangan Arus (1)}}{\text{Waktu Pembuangan Arus (2)}} = \frac{\text{Arus Pembuangan(2)}}{\text{Arus Pembuangan (1)}}$$

Ket :

- (1) : waktu dan arus pembuangan yang telah diketahui
- (2) : waktu dan arus pembuangan yang akan dicari

Diketahui :

Baterai 1 :

- Tegangan Awal = 13.21 VDC
- Tegangan Akhir = 11.86 VDC
- Tegangan berkurang = 1.35 VDC
- Arus pembuangan = 2 A
- Lama Waktu pembuangan = 120 menit

Ditanya :

- Lama Waktu pembuangan arus jika arus 3,6 A?

Hasil:

$$\text{Lama waktu pembuangan arus} = \frac{2 \times 120 \text{ menit}}{3,6}$$

Lama waktu pembuangan arus = 66.667 menit

Jadi, lama waktu pembuangan jika arus 3,6 A dengan pengurangan tegangan sebesar 1.35 VDC dari tegangan awal 13.21 VDC dengan tegangan akhir 11.86 VDC adalah 66.667 menit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan, data, dan analisa yang diperoleh dari Pengoptimalan Energi Cadangan Berbasis Switching Charge Dengan Menggunakan Solar Cell Pada Rancang Bangun Mini PDAM bahwa proses pengisian baterai memiliki perbedaan durasi yang berbeda pada saat waktu pengisian. hal ini di sebabkan oleh faktor cuaca yang mempengaruhi, faktor perbandingan cuaca yang digunakan adalah 2 kondisi, yaitu : cuaca cerah dan cuaca berawan.

Perbandingan proses pengisian baterai menggunakan stabilizer, mempunyai perbedaan besar arus pengisian yaitu, besar arus = 0,4261 A saat cuaca berawan, dan arus = 1,4118 A di saat cuaca cerah. Sedangkan perbedaan arus saat tanpa menggunakan alat stabilizer sebesar = 0,2971 A saat proses pengisian arus di cuaca berawan tanpa menggunakan alat stabilizer, dan arus = 0,5885 A saat proses pengisian di cuaca cerah.

Perbedaan waktu pengisian menggunakan alat stabilizer dan tanpa menggunakan alat stabilizer mempunyai selisih waktu antara 20 menit lebih cepat dalam proses pengisian saat tegangan awal = 12 VDC ke 13,4 VDC. Setiap baterai terhubung dengan beban penggunaan arus sebesar 2A dan tegangan 12V maka akan bertahan selama 120 menit dengan penurunan 1,35 VDC pada baterai jika digunakan dari rata-rata tegangan awal 13.00 VDC.

Dengan adanya pengisian *Switching Charge* maka baterai atau aki tetap dapat memasok sumber tegangan ke plant mini PDAM secara real-time karena rata-rata pengisian ke setiap baterai yang sedang discharge dari 12.00 VDC ke 13.00 VDC adalah 110 menit dan lama waktu penggunaan baterai untuk plant mini PDAM dengan besar arus 3,6 A. dan pengurangan tegangan terjadi sebesar 1.35 VDC dari tegangan awal 13.21 VDC dengan tegangan akhir 11.86 VDC adalah 66.667 menit.

Namun untuk saat ini, data pengisian baterai pada penelitian ini masih cukup lama karena pengambilan data nilai saat proses pengisian baterai melalui solar cell dapat dikatakan sulit karena ada masalah pada saat mencocokkan antara waktu dan cuaca sehingga sebaiknya dilakukan dengan sebuah sistem monitoring arus dan tegangan yang berbasis real-time dan juga dapat diakses

dari jarak jauh dengan mempunyai log tersendiri. Penerapan rangkaian proteksi yang bersifat portable dapat diterapkan untuk menjaga komponen dari kerusakan jika panel mengalami sambaran petir.

DAFTAR PUSTAKA

- Anto, B., Hamdani, E., and Abdullah, R. (2015). Portable Battery Charger Berbasis Sel Surya. *J. Rekayasa Elektr.* 11(1): 19–24.
- Effendi, A. and Raynaldi, F. (2018). Analisa Perhitungan Irigasi Dengan Menggunakan Tenaga Panel Surya Di Daerah Koto Baru Simalanggang Payakumbuh. *Jurnal Teknik Elektro.* 7(2): 128-132.
- Harish, V. S. K. V. and Kumar, A. (2016). A review on modeling and simulation of building energy systems. *Renew. Sustin. Energy Rev* (56): 1272–1292.
- Kasinathan, P., Govindarajan, U., Ramachandaramurthy, V. K., Selvi, T. S. O. and Jeevarathinam, B. (2018). Integrating solar photovoltaic energy conversion systems into industrial and commercial electrical energy utilization—A survey. *J. Ind. Inf. Integr* (10): 39–54.
- Ramezaniapour, M., Zhang, Y., Sivakumar, M., Yang, S., and Enever, K. (2017). Application of solar energy in water treatment processes: A review. *J. Desalination* (428): 116–145.