

# Optimalisasi Penggunaan *Solar Charge Control* untuk Memaksimalkan Output Daya pada *Solar Water Pump System*

Jajang Sopandi, Arnisa Stefanie, Dian Budhi Santoso

**Abstrak**— Melihat permasalahan diatas perlu adanya pembangkit listrik yang efisien, ramah lingkungan serta sumber energi tak terbatas, yaitu pembangkit listrik tenaga gelombang laut dan *photovoltaic* dengan menggunakan sistem *hybrid*. perancangan sistem konversi energi listrik dengan metode *hybrid* gelombang laut dan *photovoltaic* diharapkan mampu memberikan solusi atas kekurangan sumber energi listrik di kota Karawang. Hal inilah yang melatar belakangi penulis untuk membuat sebuah alat pembangkit tenaga listrik yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan pasokan listrik. Karena itulah dipilihlah “*Prototype Sistem Konversi Energi Listrik dengan Metode Hybrid Gelombang Laut menggunakan Linier Magnetik dan Photovoltaic*”.

**Kata Kunci**—*solarwaterpump, solarcharge control, photovoltaic.*

## I. PENDAHULUAN

Pemintaan energi di seluruh dunia meningkat dengan cepat, terutama karena kenaikan populasi dunia dan kedua karena kemajuan teknologi yang pesat yang diperkirakan akan terjadi di tahun-tahun mendatang (Dorf 1978). Kenaikan permintaan energi rata-rata tahunan merupakan fungsi kuat pertumbuhan Produk Nasional Bruto per kapita. Dengan demikian, tingkat konsumsi bahan bakar fosil saat ini akan menghasilkan pasokan energi yang tidak mencukupi untuk memenuhi permintaan dunia setelah tahun 2020 (Kreith and Kreider 1978). Melalui kementerian energi dan sumber daya mineral (ESDM), pemerintah Indonesia merencanakan pada tahun 2025 adalah 25% sumber energi di Indonesia memiliki potensi energi baru dan terbarukan yang cukup besar yang akan menjadi sumber utama untuk mengurangi pemakaian sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Pada umumnya sumber energi terbarukan yang bersumber dari alam seperti panas bumi, tenaga matahari, angin, air dan laut.

Energi matahari bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik terbarukan dengan menggunakan sel surya atau di kenal dengan istilah panel surya atau *photovoltaic*. Panel surya adalah alat yang berfungsi untuk menkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Teknologi yang diperkenalkan sebagai Sistem Energi Surya Fotovoltaik (SESF) atau secara umum dikenal sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik (PLTS Fotovoltaik). Pemerintah sudah lebih dari 15 tahun operasional

di beberapa wilayah Indonesia. Sistem Energi Surya merupakan sistem yang mudah dalam pengoperasiannya serta memerlukan biaya operasional dan pemeliharaan yang cukup rendah.

Air adalah salah satu sumber kebutuhan dasar manusia, baik untuk keperluan hidup sehari-hari dari kebutuhan untuk minum dan masak, keperluan sanitasi, dan untuk kebutuhan yang menunjang agrobisnis dan proses produksi. Dalam hal ini produktivitas air harus dijaga agar ketersediaan air tetap terpenuhi.

Indonesia masih terdapat beberapa daerah terisolasi atau terpencil yang sulit mendapatkan infrastruktur listrik yang disebabkan dari beberapa kondisi lingkungan yang kurang memadai. Oleh karena itu penggunaan energi matahari menjadi relevan sebagai pemasok energi listrik (Raghad S. Kamel, 2015).

Tenaga matahari dapat digunakan untuk berbagai tujuan, salah satunya untuk menghasilkan listrik yang disebut sebagai *solar electricity*. Salah satu aplikasinya memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga seperti halnya pompa air. Penggunaan *Solar Water Pump System* bisa membantu untuk memenuhi kebutuhan air di daerah terisolir yang belum mendapatkan pelayanan listrik PLN. Sedangkan untuk daerah perkotaan, *Solar Water Pump System* dapat digunakan untuk penghematan biaya listrik maupun sebagai cadangan energi listrik pada saat PLN tidak beroperasi.

Sistem ini juga tidak lepas dari perkembangan teknologi yang semakin mewabah dikalangan masyarakat. Sistem kontrol yang akan membantu jalannya proses dari alat tersebut serta untuk mendapatkan tegangan yang optimal terhadap jalannya proses *water pump*.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data penelitian ini adalah:

#### 1. Studi Literatur

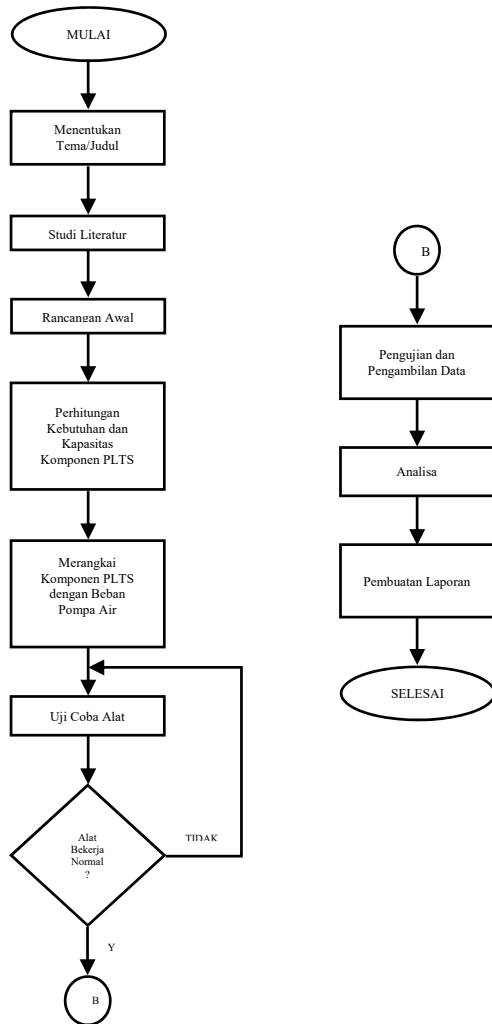
Studi literatur dimaksudkan untuk mencari serta mempelajari berbagai sumber referensi atau teori yang berhubungan dengan penelitian tugas akhir ini, seperti halnya buku, jurnal dan berbagai aritikel yang bersangkutan dengan alat ini.

2. Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap alat yang telah dirancang, untuk diteliti mengenai permasalahan yang akan ditinjau.

B. Metodologi Perancangan Alat

Perencanaan meliputi sebagian besar langkah kerja dari proses analisa terhadap tahapan dari perancangan alat *solar water pump*. Diagram alur perencanaan dan perancangan alat dapat dilihat di gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram Penelitian *Solar Water Pump System*

1. Penentuan Tema/Judul

Judul yang diambil dalam penelitian kali ini adalah optimasi tegangan pada *solar water pump system* menggunakan *solar charge controller*.

2. Studi Literatur

Yaitu mengkaji jurnal, buku serta referensi-referensi yang berkaitan dengan alat penelitian berupa data sheet dari alat-alat yang digunakan untuk penelitian.

3. Rancangan Awal

Dalam observasi awal dilakukan peninjauan dan identifikasi terhadap kebutuhan serta permasalahan yang ada

sesuai judul yang diambil, seperti halnya:

4. Lokasi yang dijadikan tempat untuk tempat pengujian

Perhitungan kapasitas kebutuhan alat

Perencanaan perancangan sistem

5. Perhitungan Kebutuhan dan Kapasitas Komponen PLTS

Adalah penentuan komponen yang akan dipakai dengan kapasitas sesuai desain rangkaian kerja. Dari desain rangkaian kerja maka dapat ditentukan apa saja yang perlu dipersiapkan dalam membuat perancangan sistem panel surya untuk kebutuhan sistem pompa air. Komponen yang perlu dipersiapkan adalah:

- Panel surya
- Solar Charge Controller
- Baterai
- Inverter
- Pompa air AC sebagai beban

Tidak hanya komponen diatas saja yang perlu diperhatikan namun dari segi tempat/*cassing* serta perkakas penunjang dari alat yang akan di rancang juga adalah sebagai bahan pertimbangan untuk menunjang kerapihan dari perancangan sistem

6. Merangkai Komponen PLTS dengan Beban Pompa Air

Setelah komponen tersedia lengkap beserta perkakas yang akan digunakan, maka langkah dselanjutnya adalah merupakan realisasi dari perancangan *solar water pump system* yang telah dibuat di awal tahapan dimulai dari menyiapkan komponen, pembuatan sketsa rangkaian, merangkai instalasi pada setiap alat komponen, sehingga alat layak untuk dilakukan pengujian. Namun pada pengujian tidak selalu sesuai harapan dan selalu menemui kendala yang dapat memakan waktu yang tidak sesuai dengan perencanaan.

7. Pengujian alat

Setelah pembuatan sistem selesai maka sistem akan diuji kinerjanya. Pada pengujian *solar water system* yang dilakukan yaitu mengukur tegangan output yang dihasilkan dari sel surya dengan penggunaan *solar charge controller* MPPT (*maximum power point tracking*) dan PWM (*pulse widht modulation*). Hasil yang dikeluarkan dari kedua *solar charge controller* tersebut akan diadapatkan perbedaan yang berhubungan daya atau tegangan efisien guna dalam pengisian baterai/*accu*.

Hal ini juga dilakukan untuk pengujian ketahanan baterai/*accu* dalam pengoperasian terhadap beban pompa 1 phasa dengan kapasitas 200 Watt yang dihubungkan ke pengubah tegangan inverter berkapasitas 100 Watt serta pengaruh terhadap debit air yang dihasilkan.

Jika pengujian sistem tidak beroperasi sesuai dengan diagram kerja maka akan kembali lagi pada proses perancangan sistem, jika pengujian beroperasi sesuai dengan diagram kerja (perancangan sistem berhasil) maka akan dilanjutkan dengan analisa kinerja rancangan.

8. Analisis

Bagian ini merupakan hasil analisa data kerja dari alat yang dibuat. Dalam pengambilan data kita bisa mengetahui apakah alat yang kita buat dapat berfungsi dengan baik atau tidak, hal ini dapat diketahui dari hasil analisis data yang

diambil pada tahap uji coba. Apakah terjadi penyimpangan yang cukup signifikan dari data yang diambil, atau hasil yang diambil merupakan data yang relatif sama.

### 9. Perancangan Sistem

Sistem yang dirancang dalam perancangan ini adalah suatu energi listrik yang berasal dari sumber energi matahari dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Selain itu dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan motor pompa air untuk beberapa penggunaan salah satunya seperti pengolahan daur ulang air limbah atau penyedotan air untuk sumber kebutuhan dengan energi listrik yang sudah di konversikan melalui inverter 12 Volt DC sampai 220 Volt AC.

Alat yang dikembangkan pada prinsip kerja *solar water pump system* yang dilengkapi dengan *solar cell*, *solar charger controller* (*pulse width modulation* (PWM) dan *maximum power point tracking* (MPPT), inverter, dan pompa AC 1 fasa. Pada perancangan alat *Solar water pump system*, aliran daya atau tegangan yang dihasilkan dari *solar cell* diatur oleh *solar charge controller* yang digunakan untuk pengontrolan pengisian baterai (*accu*).

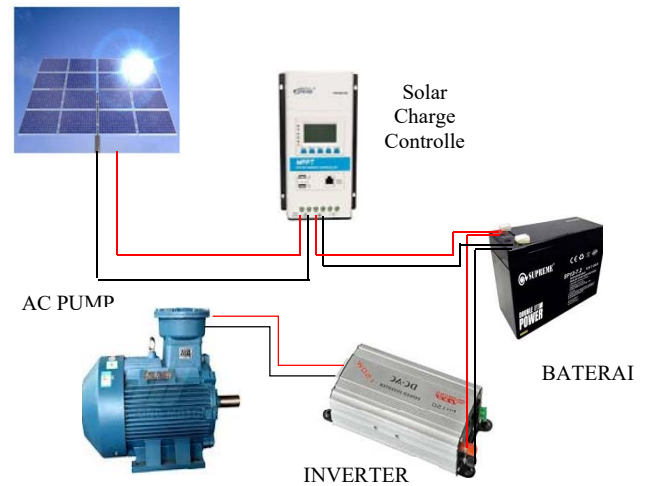
*Solar charge controller* berfungsi untuk memproteksi terhadap *overcharge* agar kemungkinan kerusakan pada *accu* dapat diminimalisir. Setelah *accu* terisi, inverter dapat digunakan untuk mengubah tegangan DC menjadi AC guna mengoperasikan beban (pompa air).



Gambar 2.2 Perancangan Solar Water Pump System

Pada sistem ini, daya atau tegangan yang dihasilkan dari *solar cell* tidak dapat mengoperasikan beban secara langsung. Energi *solar cell* disimpan terlebih dahulu dalam *accu* yang selanjutnya digunakan untuk mengoperasikan beban. Keberadaan baterai membuat sistem dapat mengoperasikan beban dengan kinerja beban lebih dipengaruhi oleh kondisi *accu* dibandingkan besarnya radiasi yang diterima oleh *solar cell*.

### B. Prinsip Kerja Alat



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Alat Solar Water Pump System

Berikut adalah tahap sistem *solar water pump* diantaranya:

1. Radiasi matahari diterima oleh *photovoltaic* sebagai pembangkit energi listrik yang memberikan tegangan maksimum 60 Volt pada siang hari. *Photovoltaic* yang digunakan dengan mempunyai kapasitas daya maksimum 100 Watt.
2. Tegangan *direct current* (DC) yang diterima dihubungkan dengan *Solar Charge Controller* agar tegangan yang dialirkan tetap terkontrol serta terhindar dari berbagai gangguan kelistrikan.
3. Pada tahap ke tiga *output* tegangan yang dihasilkan dari *Solar charge controller* akan masuk ke baterai untuk disimpan. Baterai yang digunakan dengan kapasitas arus 32 Ah dan tegangan 12 Volt.
4. Tahap selanjutnya pengkonversian pada inverter (tegangan DC menjadi tegangan AC), karena tegangan yang dihasilkan mulai dari *solar cell* sampai ke *accu* adalah tegangan DC yang mana tegangan ini harus di ubah terlebih dahulu agar sesuai dengan beban yang diperlukan pada alat ini yaitu tegangan AC. Inverter yang dipakai adalah inverter dengan kapasitas daya maksimal 1000 Watt dan input tegangan minimal 12 Volt dan maksimal 36 Volt.
5. Setelah tegangan di konversikan maka beban bisa dioperasikan untuk menyedot air dengan pompa 1 fasa yang mempunyai beban daya 200 Watt. Dari hasil ini bisa terlihat berapa lama serta debit yang dihasilkan dari rangkaian kelistrikan *solar cell* sampai inverter dengan penggunaan *solar charge controll* yang berbeda. Dan didapatkan perbandingan yang efisiensi untuk penggunaan pada rangkaian kelistrikan *solar water pump system* yang efektif.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil simulasi dan analisis data dari simulasi terhadap *Solar Water Pump System* yang meliputi:

1. Mementukan nilai tegangan dan ampere keluaran sel surya yang optimum sebagai tegangan referensi untuk *charge controll*, serta debit air yang dihasilkan.
2. Simulasi keseluruhan dengan kontrol MPPT dan PWM

3. Kekuatan daya baterai terhadap beban yang dipakai oleh pompa motor 1 phasa.

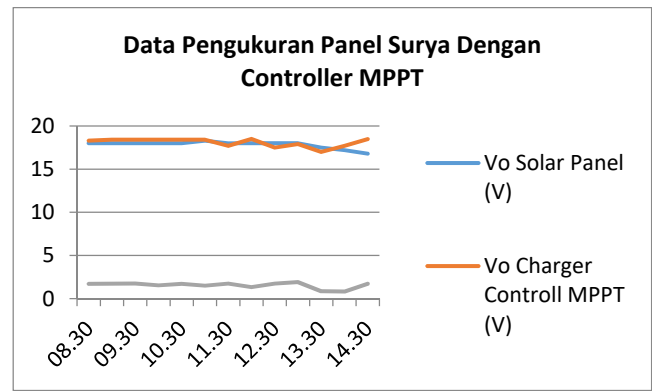
Dari keseluruhan simulasi akan membandingkan sistem alat ini dengan MPPT dan PWM diseluruh radiasi yang ada.

A. Analisa Data Panel Surya

Berdasarkan tabel dari hasil percobaan berupa pengukuran yang telah dilaksanakan dari pagi menjelang sore dapat dianalisa dengan diagram grafik sebagai berikut:

B. Analisa Data dengan Charge Controller

Analisa ini dilakukan untuk membandingkan efisiensi antara controller MPPT dengan controller PWM. Dari hasil data ini bisa diketahui daya atau tegangan yang keluar dari masing-masing controller.



Gambar 3.2 Grafik Data Pengukuran Controller MPPT

Daya yang diperoleh dari pengujian adalah hasil dari perkalian antara tegangan yang keluar dari panel solar dengan arus yang dikeluarkan menggunakan charge controller yang berbeda. Pada Tabel 5.2 dan 5.3 terlihat keluaran antara solar charge controller MPPT dan PWM sangat jelas keluaran yang dihasilkan oleh solar charge MPPT lebih besar daripada keluaran dari solar charge controller PWM. Rata-rata kenaikan keluaran jika memakai solar charge controller MPPT adalah 11% - 30% lebih besar jika dibandingkan dengan menggunakan solar charge controller PWM. presentase kenaikan daya output solar charge controller MPPT justru lebih terasa jika matahari mulai redup (berawan) jika dibandingkan dengan solar charge controller PWM. Maka dari itu metoda maximum power point tracker dianggap tepat untuk memaksimalkan daya pada saat matahari mulai redup, terkecuali pada saat malam hari karena tegangan keluaran (Vout) modul surya adalah 0 VDC.

C. Analisa dari percobaan baterai dengan rangkaian beban.

Dari hasil percobaan yang dilakukan terdapat persamaan untuk mengetahui berapa lama waktu beban dapat beroperasi.

$$\frac{P_{beban}}{U \times I_{accu}} = \text{Jam}$$

$$\frac{200 \text{ Watt}}{13,6 \text{ Volt} \times 32 \text{ Ah}} = 0,46 \text{ Jam}$$

Dimana:

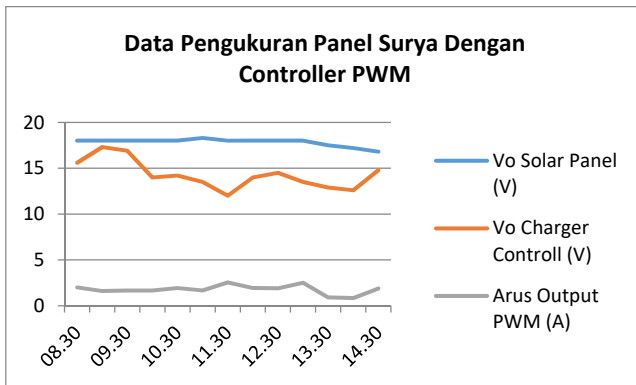
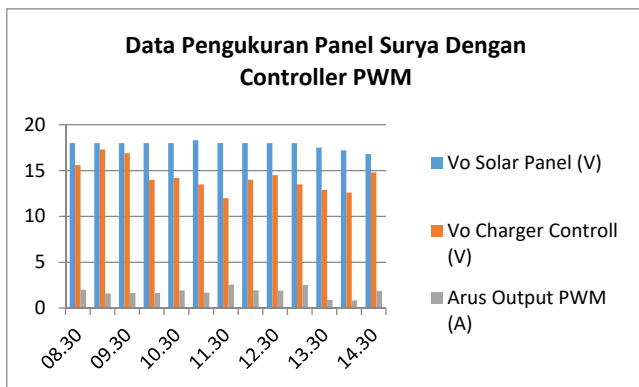
- $P_{beban}$  = Daya yang terdapat pada beban
- $U$  = Tegangan yang dihasilkan dari sumber energi listrik (accu)
- $I_{accu}$  = Arus yang terdapat pada batterai

Dari percobaan diatas dapat disimpulkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

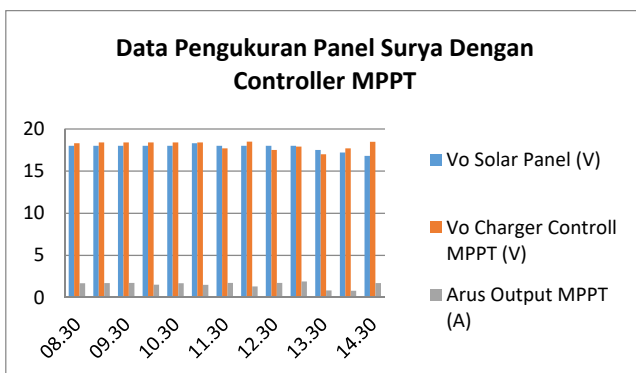
$$\frac{0,46}{1} \times 60 = 27,6 \text{ menit.}$$

Hal ini disimpulkan durasi waktu pengoperasian dengan kapasitas baterai yang digunakan pada percobaan terhadap beban pompa yang digunakan adalah berkisar 27,6 menit.

Dari percobaan diatas dapat disimpulkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Grafik Data Pengukuran Controller PWM



$$\frac{0,46}{1} \times 60 = 27,6 \text{ menit.}$$

Hal ini disimpulkan durasi waktu pengoperasian dengan kapasitas baterai yang digunakan pada percobaan terhadap beban pompa yang digunakan adalah berkisar 27,6 menit.

D. Analisa dari pengujian debit air dan daya *input* dengan daya *output*

a. Pengujian debit air

Pada percobaan debit *solar water pump system* dilakukan pengujian pada debit air yang dihasilkan oleh pompa secara manual dengan persamaan sebagai berikut:

$$((t' \times \sum \text{air}) \times 6) \times t'' =$$

t' : waktu yang diperlukan (detik)

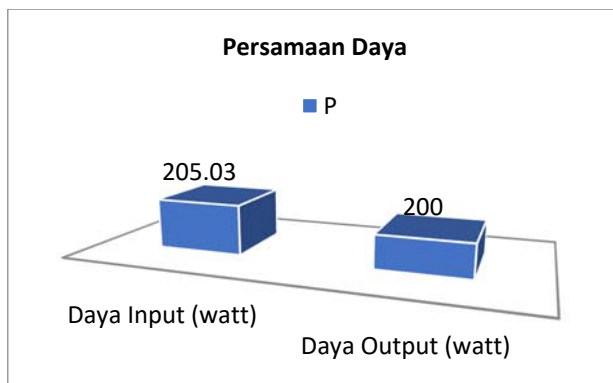
t'' : waktu yang dihasilkan dari kapasitas baterai (menit)

∑air: air yang dihasilkan (liter)

$$((10 \times 5,3) \times 6) \times 27,6 = 877.68 \text{ liter}$$

Dari persamaan yang dihasilkan dari pompa tersebut adalah 31,8 Liter/menit, maka dengan waktu yang dihasilkan dari kapasitas baterai yang ada adalah 877,68 liter. Hasil debit air yang dihasilkan dari rangkaian *solar water pump system* dapat memenuhi kebutuhan air dalam sehari untuk 2 kepala rumah tangga yang masing-masing 1 kepala rumah tangga terdiri dari 3-4 orang penghuni.

b. Pengujian Daya Input dengan Daya Output



Gambar 3.3 Grafik Persamaan Pin dengan Pout

Pada grafik diatas bisa dilihat daya input sebanding dengan daya output, hal ini menunjukkan tegangan dan arus yang dihasilkan bebanding lurus dengan tegangan dan arus pada keluaran.

#### REFERENSI

[1] D. E. Myori, R. Mukhaiyar, and E. Fitri, "Sistem Tracking Cahaya Matahari pada Photovoltaic," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 19, no. 1, pp. 9–16, 2019, doi: 10.24036/invotek.v19i1.548.

[2] S. S. Yatmani, "Sistem kendali Solar Tracker Untuk Meningkatkan efisiensi Daya," *J. Tek. Mesin ITI*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.31543/jtm.v4i1.354.

[3] A. Joewono, R. Sitepu, and P. R. Angka, "Rancang Bangun Sistem Lampu Penerangan Jalan Umum Terintegrasi Dengan Battery Lithium," *J. Elektro*, vol. 12, pp. 33–42, 2019.

[4] R. Fernandes and M. Yuhendri, "Implementasi Solar Tracker Tanpa Sensor pada Panel Surya," vol. 06, no. 02, pp. 337–343, 2020.

[5] I. Mardjun *et al.*, "Rancang Bangun Solar Tracking Berbasis Arduino Uno," vol. 1, no. 2, pp. 19–24, 2018.

[6] K. W. Fauzi, T. Arfianto, and N. Taryana, "Perancangan dan Realisasi Solar Tracking System Untuk Peningkatan Efisiensi Panel Surya Menggunakan Arduino Uno," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 4, no. 1, pp. 63–74, 2018, doi: 10.15575/telka.v4n1.63-74.

[7] M. Fezari and A. Al Dahoud, "Integrated Development Environment 'IDE' For Arduino Integrated Development Environment 'IDE' For Arduino Introduction to Arduino IDE," no. October, 2018, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/328615543>.

[8] D. Menggunakan, L. Kabur, and F. Logic, "MEKANIKA 83 Volume 10 Nomor 2 , Maret 2012 Keywords : Abstract : MEKANIKA 84 Volume 10 Nomor 2 ,

[9] B. A. B. Ii, "Bab ii dasar teori 2.1.,," pp. 5–18.

[10] G. B. Ardina, "RANCANG BANGUN DUAL AXIS SOLAR TRACKER PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO ,," pp. 1–11, 2019.

[11] M. Otong, "Perancangan Modular Baterai Lithium Ion (Li-Ion) untuk Beban Lampu LED," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasikomputer*, vol. 8, no. 2, p. 260, 2019, doi: 10.36055/setrum.v8i2.6808.

[12] B. H. Purwoto, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 01, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.

[13] M. Rif'an, S. H. Pramono, M. Shidiq, R. Yuwono, H. Suyono, and F. Suhartati, "Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari Di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya," *J. EECCIS*, vol. 6, no. 1, pp. 44–48, 2012.

[14] Sidik Susilo, Muhammad Nizam, Eko Prasetya Budjana "Perancangan Solar Tracker Sebagai Peningkatan Efisiensi Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya Dengan Menggunakan Logika Kabur (*Fuzzy Logic*)," *MEKANIKA Volume 10 Nomor 2, Maret 2012*.

[15] Achmad Ulul Azmy, Sumardi, and Munawar Agus Riyadi " Sistem Tracking Panel Surya Untuk Pengoptimalan Daya Menggunakan Metode Kontrol SelfTuning Pid Dengan Jst Jenis Perceptron," *TRANSMISI*, 17, (1), 2015, e-ISSN 2407–6422, 36.