

## Table Of Content

<b>Journal Cover</b>	2
<b>Author[s] Statement</b>	3
<b>Editorial Team</b>	4
<b>Article information</b>	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article	5
<b>Title page</b>	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
<b>Article content</b>	8

**ISSN (ONLINE) 2598-9936**



**INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES**  
PUBLISHED BY  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

## Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

## Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

## Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode>

# Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 25 No. 2 (2024): April

DOI: DOI 10.21070/ijins.v25i2.1137 . Article type: (Innovation in Electrical Engineering)

## EDITORIAL TEAM

### Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

### Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

### Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

## Article information

**Check this article update (crossmark)**



**Check this article impact (\*)**



**Save this article to Mendeley**



(\*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

## Solar Tracker Enhances Energy Yield by Over 35%

*Pelacak Tenaga Surya Meningkatkan Hasil Energi Lebih dari 35%*

**Muhammad Zum'an Azmi , muhammad@umsida.ac.id, (0)**

*Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
[<https://ror.org/017hvkd88>], Indonesia*

**Syamsudduha Syahrerini, syahrerini@umsida.ac.id, (1)**

*Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
[<https://ror.org/017hvkd88>], Indonesia*

**Izza Anshory , izzaanshory@umsida.ac.id, (0)**

*Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
[<https://ror.org/017hvkd88>], Indonesia*

**Shazana Dhiya Ayuni , shazana@umsida.ac.id, (0)**

*Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
[<https://ror.org/017hvkd88>], Indonesia*

<sup>(1)</sup> Corresponding author

### Abstract

The escalating demand for electricity, coupled with Indonesia's commitment to expanding renewable energy sources, particularly solar power, underscores the necessity for innovative approaches in optimizing solar energy utilization. This paper addresses the deficiency in traditional fixed-angle solar panels, which fail to harness solar energy efficiently due to their inability to track the sun's movement. Through a comprehensive study utilizing literature review and system design, this research aims to develop an advanced solar tracker system to enhance energy production. The proposed solar tracker employs a scanning method to adjust panel orientation every hour, ensuring optimal sunlight absorption throughout the day. The methodology encompasses literature review, system design, and partial testing to evaluate sensor functionality, battery charging circuit, real-time clock module, and stepper motor driver. Results indicate that the solar tracker system increases electricity generation by 35.53% compared to fixed-angle panels, demonstrating its efficacy in maximizing solar energy utilization. Furthermore, the system's ability to adapt to changing weather conditions underscores its potential for practical implementation in renewable energy initiatives, thereby contributing to sustainable energy development.

### Highlight:

**E**nergy boost: Solar tracker increases electricity generation by 35.53%.

**A**daptive design: Scans hourly for optimal sunlight absorption.

**P**racticality: Suitable for real-world renewable energy applications.

**Keyword:** Solar tracker, Renewable energy, Energy optimization, System design, Electrical efficiency

# Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 25 No. 2 (2024): April

DOI: DOI 10.21070/ijins.v25i2.1137 . Article type: (Innovation in Electrical Engineering)

Published date: 2024-04-22 00:00:00

---



## Pendahuluan

Seiring berkembangnya teknologi, kebutuhan listrik semakin lama semakin meningkat. Laju pertumbuhan kebutuhan tenaga listrik di Indonesia rata-rata sebesar 4,9% per tahun selama periode 2015-2050 (Outlook Energi Indonesia 2016)[1]. Pemerintah terus mengupayakan peningkatan energi terbarukan yang ramah lingkungan salah satunya yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Pemanfaatan energi surya di Indonesia sangatlah tepat karena letak Indonesia dilalui oleh garis khatulistiwa sehingga energi surya yang dihasilkan sangat melimpah.

Pemanfaatan energi surya bukan hanya diperuntukkan PLTS negeri maupun swasta, masyarakat biasa juga bisa memanfaatkan energi surya yaitu dengan cara merakit rangkaian panel surya yang banyak dijual dipasaran. Pada umumnya panel surya dipasang secara permanen dengan sudut kemiringan yang tetap. Hal ini menyebabkan panel surya tidak dapat menyerap energi matahari secara maksimal karena matahari selalu bergerak dari timur ke barat atau biasa disebut gerak semu harian[2].

Penelitian yang dilakukan oleh Roni Syafrialdi[3] dengan judul "Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dengan Sensor LDR dan Penampilan LCD" menggunakan sensor LDR untuk mendeteksi posisi cahaya matahari, jika akurasi sensor LDR menurun, hal ini dapat menyebabkan solar tracker tidak bergerak pada posisi yang diharapkan.

Penelitian yang dilakukan oleh achmad ulul azmi[4] dengan judul "sistem tracking panel surya untuk pengoptimalan daya menggunakan metode kontrol self-tuning PID dengan JST jenis perceptron", panel surya dirancang untuk mengikuti pergerakan matahari. Sistem bekerja setiap satu menit secara real time tanpa ada perbedaan waktu antara siang dan malam. Hal ini menyebabkan adanya pemborosan daya yang tersimpan didalam baterai karena sistem menggerakkan motor setiap menit.

Dari permasalahan yang telah dipaparkan diatas munculah sebuah ide untuk merancang sistem solar tracker dengan metode scanning. Sistem scanning bekerja setiap satu jam pada pukul 08.00 hingga pukul 16.00 [5] dengan refrensi waktu dari pembacaan data RTC (Real Time Clock). Dari hasil pengukuran daya keluaran panel surya pada tiap titik sudut pergerakan dipilih nilai terbesar sebagai posisi terbaik ketika proses pengisian baterai. Sehingga diharapkan solar tracker dengan menggunakan metode scanning menghasilkan daya yang maksimal dalam proses pengisian baterai..

## Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu:

### A. Studi K pustakaan

Pada tahap ini mempelajari mengenai konsep serta kemungkinan permasalahan yang terjadi melalui referensi dari website, serta jurnal ilmiah tentang implementasi solar tracker.

### B. Studi Literatur

Pada tahap ini mempelajari tentang konsep solar tracker, sensor arus, driver motor stepper, mikrokontroler dan Modul RTC.

#### 1. Solar Tracker

Solar tracker merupakan piranti yang mengarahkan panel surya ke arah matahari. Penggunaan solar tracker dapat meningkatkan produksi listrik sekitar 33,3%, bahkan di beberapa daerah ada yang mencapai 40% bila dibandingkan dengan panel surya pada sudut yang tetap (Reshmi Banerjee, Guru Nanak Institute of Technology, 2015)[6].





**Figure 1.** Contoh Aplikasi Solar Tracker

## 2. Sensor Arus

GY-471 merupakan perangkat dengan IC MAX-471[7] yang dapat digunakan untuk mengukur arus pada tegangan DC. Prinsip pengukuran tegangan berdasarkan prinsip perancangan resistor pembagi tegangan. Jika tegangan suplai pada mikrokontroler sebesar 5V, maka tegangan yang dapat diukur tidak lebih dari  $5V \times 5 = 25V$ . Untuk mikrokontroler jenis AVR memiliki 10-bit AD jadi bisa mensimulasikan resolusi sebesar  $5V / 1023 = 0,00489V$ , sehingga tegangan minimum yang dapat terukur sebesar  $0,00489V \times 5 = 0,02445V$ .



**Figure 2.** Sensor Arus GY-471

## 3. Drive Motor Stepper

A3967SLB[8] merupakan driver motor microstepping lengkap dengan penerjemah internal. Hal ini dirancang untuk mengoperasikan motor stepper bipolar pada mode full step, half step, quarter step dan eighth step, dengan kemampuan keluaran driver 30V dan  $\pm 750\text{mA}$ . Penerjemah adalah kunci yang mudah untuk implementasi A3967SLB. Dengan hanya memasukkan satu pulsa pada masukan STEP motor akan mengambil satu langkah (full step, half step, quarter step dan eighth step tergantung pada dua logika masukan). Tidak ada tabel urutan fasa, frekuensi tinggi garis kontrol, atau antarmuka kompleks ke program. Proteksi sirkuit internal mencakup shutdown termal dengan histeresis, under-voltage lockout (UVLO) dan crossover-current protection. Urutan daya khusus tidak diperlukan



**Figure 3.** Driver Motor Stepper A3967SLB

#### 4. Mikrokontroler

Arduino mega 2560[9] merupakan papan rangkaian mikrokontroler yang didalamnya menggunakan komponen utama yaitu chip ATmega 2560[10]. Berikut ini adalah spesifikasi dari arduino Mega 2560.

- a. Menggunakan chip mikrokontroler ATmega 2560.
- b. Komunikasi tatap muka menggunakan USB-UART CH340G.
- c. 54 pin digital I/O.
- d. 6 pin analog input.
- e. Memori flash 256 KB.
- f. EEPROM 4 KB.
- g. Kecepatan clock 16 MHz



**Figure 4.** *Arduino Mega 2560*

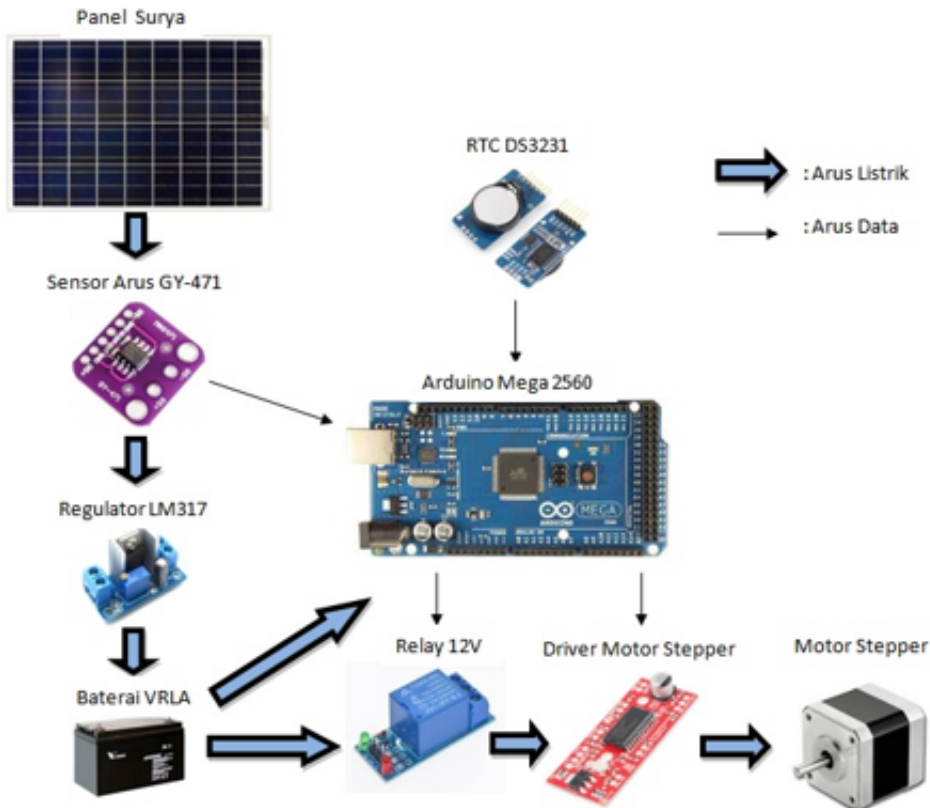
DS3231[11] adalah clock real-time I2C dengan harga yang murah dan sangat akurat dengan Temperature Compensated Crystal Oscillator (TCXO) dan perangkat kristal. Perangkat ini menggabungkan masukan baterai, dan mempertahankan ketepatan waktu yang akurat saat daya utama perangkat terputus.



**Figure 5.** *Modul RTC DS3231*

### C. Perancangan Sistem

perancangan sistem ini membahas tentang diagram blok sistem kerja solar tracker mulai dari panel surya menerima cahaya matahari sampai dengan motor stepper menggerakkan solar tracker.



**Figure 6.** *Blok Diagram Sistem*

Pada gambar 6 dijelaskan panel surya menerima cahaya matahari sehingga terjadi perubahan energi matahari



menjadi energi listrik. Arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dialirkan kerangkaian regulator dimonitoring terlebih dahulu oleh sensor arus GY-471 dan sensor tegangan. Rangkaian regulator yang terdiri dari komponen utama IC LM317 [12] berfungsi sebagai pengatur arus dan menjaga kestabilan tegangan pada saat proses pengisian baterai. Baterai VRLA [13] berfungsi sebagai media penyimpanan energi listrik dari hasil pengisian oleh panel surya dan sumber energi pada sistem solar tracker.

Pusat pengolahan data dari interface input dan output menggunakan mikrokontroler jenis Mega 2560. Sebagai referensi waktu pada sistem solar tracker menggunakan RTC DS3231. Motor stepper digunakan untuk menggerakkan panel surya ketika dalam proses scanning sinar matahari, sudut pembacaan data pada proses scanning yaitu sekitar 10 setiap stepnya. Proses pergerakan motor stepper[14] dikendalikan oleh driver motor stepper jenis A3967SLB. Rangkaian relay digunakan sebagai kontrol penghubung catu daya antara driver motor stepper[15] dengan baterai.

## D. Analisa Sistem

Pada proses analisa sistem langkah pertama yang dilakukan yaitu pengujian sistem secara parsial. Pengujian sensor arus dan tegangan dilakukan dengan menghubungkan pin output sensor ke mikrokontroler, sebagai sumber tegangan pembacaan sensor menggunakan DC power supply dan hasil dari pembacaan sensor ditampilkan ke LCD[16]. Pengujian rangkaian pengisian baterai dilakukan dengan menghubungkan panel surya ke rangkaian regulator dan output dari rangkaian pengisian baterai dihubungkan ke baterai serta untuk memastikan rangkaian pengisian baterai berfungsi dengan baik yaitu dengan mengukur arus dan tegangan output rangkaian regulator. Pengujian modul RTC DS3231 dilakukan dengan menghubungkan modul RTC ke mikrokontroler serta data hasil pengujian ditampilkan ke LCD. Pengujian driver motor stepper dilakukan dengan menghubungkan pin input ke mikrokontroler dan pin output ke motor stepper. Pada langkah yang terakhir yaitu pengujian sistem secara keseluruhan, pengujian ini dilakukan untuk memastikan sistem bekerja dengan baik.

## Hasil dan Pembahasan

Untuk mengetahui sistem bekerja dengan baik maka pada bab ini membahas tentang pengujian sistem secara keseluruhan, perbandingan penggunaan solar tracker dengan tanpa menggunakan solar tracker dan pengujian sistem ketika terjadi perubahan cuaca.

### A. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pada pengujian sistem secara keseluruhan memastikan solar tracker dapat melakukan scanning dan menentukan posisi panel surya ke arah intensitas cahaya matahari yang paling besar. Data yang diukur meliputi tegangan output dan arus output panel surya.



**Figure 7.** Pengujian sistem secara keseluruhan

Pada gambar 7 pengujian dilakukan pada pukul 08.00 sampai pukul 16.00 dengan kondisi langit cerah. Pengambilan data arus dan tegangan merupakan hasil dari pembacaan sensor arus dan tegangan.

No	Waktu Pengukuran	V Input (V)	I Input (A)	Daya Input (W)
1	08.00	18.1	0.66	11.9
2	09.00	18	0.67	12.1
3	10.00	17.9	0.66	11.8
4	11.00	18	0.66	11.9

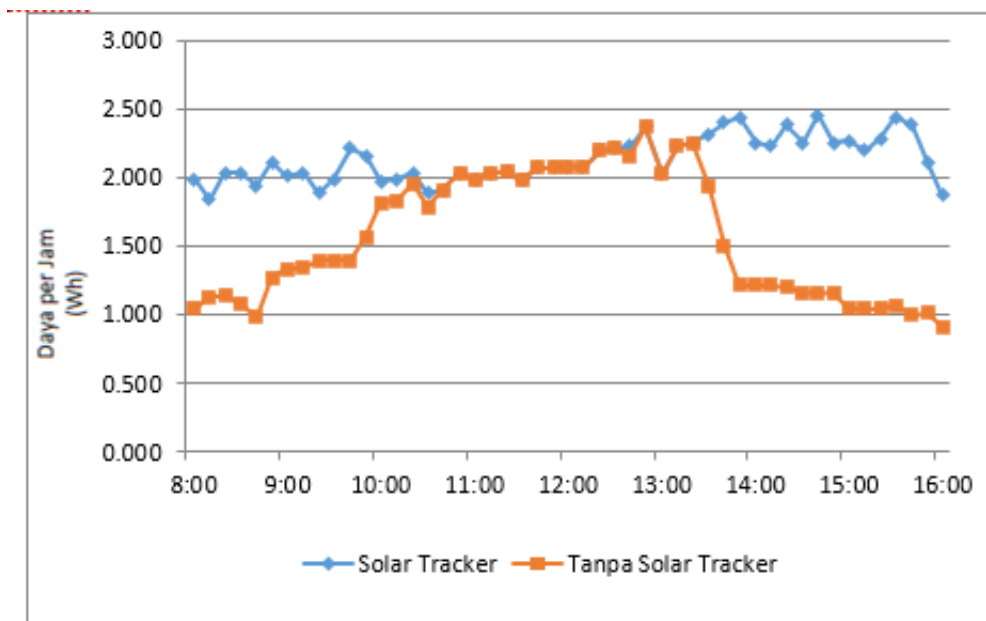
5	12.00	17.4	0.72	12.5
6	13.00	18.7	0.65	12.2
7	14.00	17.8	0.76	13.5
8	15.00	17.7	0.77	13.6
9	16.00	15.6	0.72	11.2

**Table 1.** Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Dari tabel hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa daya yang diserap oleh solar tracker relatif stabil dan tidak ada selisih yang terlalu signifikan. Penurunan tersebut disebabkan pada saat pengukuran cahaya matahari terhalang oleh awan.

### B. Perbandingan Penggunaan Solar Tracker dengan Tanpa Menggunakan Solar Tracker

Pada pengujian sub bab ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara penggunaan solar tracker dengan tanpa menggunakan solar tracker.



**Figure 8.** Grafik Perbandingan Antara Menggunakan Solar Tracker dengan

Tanpa Menggunakan Solar Tracker

Berdasarkan hasil pengujian solar tracker pada grafik gambar 3.2, total daya yang diserap mulai pukul 08.00 sampai 16.00 yaitu 104.452 Wh, sedangkan tanpa menggunakan solar tracker yaitu 77.072 Wh. Sehingga hasil pengukuran dari kedua metode tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem solar tracker menghasilkan energi yang lebih besar yaitu sebesar 35.53%.

### C. Pengujian Sistem Ketika Terjadi Perubahan Cuaca

Pada pengujian sistem ketika terjadi perubahan cuaca, cahaya matahari yang menuju solar tracker terhalang oleh awan mendung, sistem tetap melakukan scanning dengan mencari posisi dengan intensitas cahaya matahari yang paling besar.

No	Posisi ke-	V Input (V)	I Input (A)	Daya Input (W)
1	1	13.5	0.26	3.5
2	2	13.6	0.28	3.8
3	3	13.8	0.3	4.1
4	4	13.7	0.31	4.3
5	5	13.8	0.32	4.5
6	6	13.8	0.33	4.5
7	7	13.7	0.32	4.4

8	8	13.7	0.3	4.1
9	9	13.5	0.28	3.8

**Table 2.** Hasil Pengujian Sistem Ketika Terjadi Perubahan Cuaca

Berdasarkan hasil pengujian sistem solar tracker ketika terjadi perubahan cuaca, sistem tetap melakukan scanning dengan hasil pembacaan sensor seperti pada Tabel 2, sistem dapat menyimpulkan posisi dengan intensitas cahaya yang paling besar yaitu pada posisi ke- 6 dengan daya input 4.5W.

## Kesimpulan

Dari hasil pengujian keseluruhan sistem dapat disimpulkan bahwa sistem solar tracker mampu menghasilkan energi listrik 35.53% lebih besar bila dibandingkan dengan tanpa menggunakan solar tracker. Ketika terjadi perubahan cuaca sistem mampu mencari posisi dengan intensitas matahari yang paling besar.

## References

1. A. ESDM, Yudiarto, A. Sugiyono, L. M. A. Wahid, and Adiarso, "Outlook Energy Indonesia 2018," Pusat Pengajian Industri Proses Energi, vol. 53, no. 9, pp. 1-94, 2016.
2. J. P. Ipa, F. Matematika, and D. A. N. Ilmu, "Unit 13: gerak benda langit."
3. R. Syafrialdi, "Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dengan Sensor LDR dan Penampil LCD," J. Fis. Unand, vol. 4, no. 2, pp. 113-122, 2015.
4. A. Ulul Azmy, Sumardi, and M. Agus Riyadi, "Sistem Tracking Panel Surya Untuk Pengoptimalan Daya Menggunakan Metode Kontrol Self-Tuning Pid Dengan Jst Jenis Perceptron," Transmisi, vol. 17, no. 1, pp. 35-41, 2015.
5. M. A. Saputra, M. F. Azis, and E. Aditia, "Inovasi peningkatan efisiensi panel surya berbasis," Pkm-Kc, pp. 1-6, 2014.
6. S. Racharla and K. Rajan, "Solar tracking system-a review," Int. J. Sustain. Eng., vol. 10, no. 2, pp. 72-81, 2017, doi: 10.1080/19397038.2016.1267816.
7. "MAX406-MAX419.pdf."
8. I. Allegro MicroSystems, "A3967 Microstepping driver with translator," User Manuals, 2007.
9. P. By ALLDATASHEETCOM, "MEGA-2560 ETC | Alldatasheet," pp. 1-18, 2022.
10. O. A. Comparator, S. Sleep, M. Idle, and A. D. C. N. Reduction, "Features • Advanced RISC Architecture - 135 Powerful Instructions - Most Single Clock Cycle Execution - 32 x 8 General Purpose Working Registers - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits In-System Program," Power.
11. Maxim, "Extremely Accurate I 2 C-Integrated RTC / TCXO / Crystal Extremely Accurate I 2 C-Integrated," pp. 1-20, 2015.
12. T. I. Incorporated, "LM317L 3-Terminal Adjustable Regulator LM317L 3-Terminal Adjustable Regulator," pp. 1-19, 2016.
13. "Baterai.pdf."
14. P. Of and S. Sciences, "Procedia Of Social Sciences and Humanities ARM STM32F4 Microcontroller Implementation for Control and Modeling of BLDC Motor Implementasi Mikrokontroler ARM STM32F4 untuk Kontrol dan Pemodelan Motor BLDC Procedia Of Social Sciences and Humanities," vol. 0672, no. c, pp. 935-940, 2022.
15. Promoco, "Hybrid Stepper Motor 42BYGH Series Hybrid Stepper Motor", [Online]. Available: <https://www.promoco-motors.com/>
16. M. Data and A. M. Ratings, "LCD-020N004L Vishay 20 x 4 Character LCD STANDARD VALUE UNIT ELECTRICAL CHARACTERISTICS CONDITION UNIT LCD-020N004L," Datasheet, pp. 1-3, 2016.