

Simulasi Reka Bentuk Penjejak Solar Dwi-paksi dengan Pengesan Cuaca

Ahmad Adham Abdul Hadi, Muhammad Aiman Mohd Yasin, Muhammad Fakhrol Amin Abd Rahim, Eddy Irwan Shah Saadon^{1*}

Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Pusat Pengajian Diploma
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Hab Pendidikan Tinggi Pagoh, 84600
Panchor, Johor, MALAYSIA

DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2022.03.02.046>

Received 31 March 2022; Accepted 31 May 2022; Available online 28 July 2022

Abstract: *More than 90% of the electricity generated in Malaysia is from coal and gas which are limited energy sources and cannot be regenerated. As the best alternative, solar energy can be used to generate electricity through solar panels. Most solar trackers produced are single axis and are unable to absorb solar energy at maximum levels. This project presents a simple, easy and cheaper implementation of automatic dual-axis solar tracking. The system uses the Arduino UNO as the control element and the light detector (LDR) as the sensing element. In hardware development, four light-sensitive resistors (LDRs) are used to detect the maximum light source from the sun. Two servo motors are also used to move the solar panel to the maximum sunlight position automatically. This solar tracker is equipped with weather status observed by rain drop sensor. Software development uses the C programming language and is targeted at Arduino UNO micro-controllers. The performance of solar trackers is analyzed and the results show that solar trackers are better than static solar panels in terms of voltage, current and power. Thus, solar trackers have proven to be more effective at absorbing maximum sunlight sources for solar harvesting applications.*

Keywords: *Solar panel, Dual-axis, Arduino UNO, Motor servo, Raindrop sensor*

Abstrak: Lebih 90% sumber tenaga elektrik yang dihasilkan di Malaysia adalah daripada arang batu dan gas yang merupakan sumber tenaga terhad dan tidak boleh dijana semula. Sebagai alternatif terbaik, tenaga matahari boleh digunakan untuk menjana tenaga elektrik melalui panel solar. Kebanyakan penjejak solar yang dihasilkan adalah satu paksi dan tidak dapat menyerap tenaga suria pada tahap maksimum. Projek ini membentangkan pelaksanaan penjejakan solar dwi-paksi automatik yang ringkas, mudah dan lebih murah. Sistem ini menggunakan Arduino UNO sebagai elemen kawalan dan pengesan cahaya (LDR) sebagai elemen penderiaan. Dalam pembangunan perkakasan, empat perintang peka cahaya (LDR) digunakan untuk mengesan sumber cahaya maksimum daripada matahari. Dua servo motor juga digunakan untuk menggerakkan panel solar ke kedudukan cahaya matahari yang maksimum secara automatik. Penjejak solar ini dilengkapi dengan status cuaca yang dicerap oleh rain drop sensor. Pembangunan perisian menggunakan bahasa pengaturcaraan C dan disasarkan ke mikro-pengawal Arduino UNO. Prestasi penjejak suria dianalisis dan hasilnya menunjukkan bahawa penjejak suria lebih baik daripada panel solar statik dari segi voltan, arus dan kuasa. Tujuan utama adalah untuk meningkatkan kecekapan sistem penjejakan yang dapat berputar secara keseluruhan empat arah secara berterusan mengikut intensiti sinaran dan untuk penukaran tenaga. Oleh itu, penjejak solar terbukti lebih berkesan untuk menyerap sumber cahaya matahari maksimum untuk aplikasi penuaian solar.

Kata kunci: Solar panel, Dwi-paksi, Arduino UNO, Motor servo, Raindrop sensor

1. Pengenalan

*Corresponding author: eddy@uthm.edu.my
2022 UTHM Publisher. All right reserved.
penerbit.uthm.edu.my/ojs/index.php/mari

Tenaga boleh diperbaharui adalah tenaga yang berasal dari sumber semula jadi seperti cahaya matahari, angin, hujan, air pasang, dan sistem tenaga geoterma, yang boleh diperbaharui (diisi semula secara semula jadi). [1] Ia menyediakan penjanaan elektrik sebanyak 19% di seluruh dunia termasuk Malaysia yang merupakan antara yang terpentas dari segi ekonomi negara-negara berkembang di Asia. [2] Dalam dekad yang lalu, Malaysia berjaya mencapai hampir 20% peningkatan tenaga dari 13,000 MW pada tahun 2000 hingga 15,500 MW pada tahun 2009. [3]. Di bawah Rancangan Malaysia ke-8 [4], kerajaan Malaysia mengubah Dasar Empat Bahan Bakar yang berdasarkan minyak, gas, arang batu dan tenaga hidro kepada Dasar Lima Bahan Api dengan penambahan tenaga boleh diperbaharui sebagai elemen kelima. Seterusnya dalam Rancangan Malaysia ke-12 [5], menggariskan Dimensi Kemampanan Alam Sekitar yang mengambil kira antara lain, pengurusan ekonomi biru dan hijau, tenaga boleh diperbaharui serta ekonomi kitaran bagi mengurangkan sisa disamping mewujudkan nilai daripada sisa tersebut Oleh sebab permintaan tenaga elektrik terus meningkat dari tahun ke tahun tetapi sumber utama minyak, gas dan arang batu semakin berkurangan dan tidak boleh diperbaharui, tenaga suria telah dikenal pasti oleh kerajaan sebagai yang terbaik berinisiatif untuk menyelesaikan masalah ini.

Kedudukan matahari akan sentiasa berubah mengikut masa, ini akan menyebabkan panel solar akan turut berubah. Ini merupakan ciri utama bagi rekabentuk penjejak solar yang dihasilkan supaya jumlah tenaga solar yang ditukar kepada tenaga elektrik berada pada tahap maksimum. Pada masa kini, terdapat banyak jenis penjejak suria yang diciptakan tetapi dua asas kategori penjejak yang banyak digunakan ialah penjejak paksi tunggal [6-8] dan dwi-paksi [9-12]. Secara amnya, penjejak solar paksi tunggal bergerak dari timur ke barat dengan satu darjah kebebasan manakala penjejak moden menjejaki pergerakan matahari timur barat dan utara selatan [10].



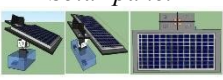

Daripada semua projek yang dikaji [6-12] tidak dinyatakan pengesanan cuaca digunakan dalam projek penjejak solar. Oleh itu projek ini bercadang merakabentuk sistem penjejakan solar dua paksi yang diintegrasikan dengan sensor cuaca mengesan titsan air hujan yang dipapar pada paparan kristal cecair (LCD).

2. Bahan dan Metodologi

2.1 Perkakasan dan Perisian

Jadual 1 adalah senarai perkakasan dan perisian yang digunakan dalam projek ini.

Jadual 1: Perkakasan dan Perisian

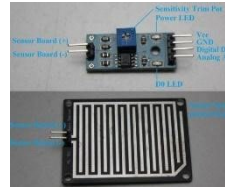
Perkakasan dan Perisian	Fungsi	Perkakasan dan Perisian	Fungsi
 <p><i>Arduino Uno R3</i></p>	Memprogram <i>microcontroller</i>	 <p><i>Liquid crystal display 16x2</i></p>	Bertujuan untuk memberi maklum balas kedudukan serta menggerakkan sesuatu pada kedudukan di antara 0 hingga 180 darjah.
 <p><i>Solar panel</i></p>	Mengumpulkan tenaga cahaya matahari dan ubah kepada tenaga elektrik	 <p><i>Breadboard</i></p>	Bertujuan untuk memberi maklum balas kedudukan serta menggerakkan sesuatu pada kedudukan di antara 0 hingga 180 darjah.

Jadual 2: Perkakasan dan Perisian (Sambungan)

<i>SG90 Micro servo</i>	Bertujuan untuk memberi maklum balas kedudukan	<i>Raindrop sensor</i>	Bertujuan untuk memberi maklum balas kedudukan
-------------------------	--	------------------------	--



serta menggerakkan sesuatu pada kedudukan di antara 0 hingga 180 darjah



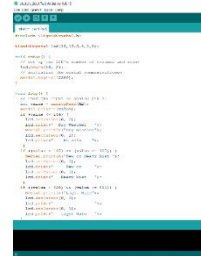
serta menggerakkan sesuatu pada kedudukan di antara 0 hingga 180 darjah.

Tinkercad



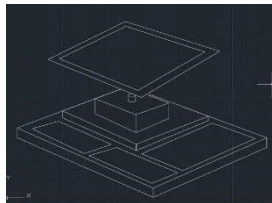
Bertujuan untuk memberi maklum balas kedudukan serta menggerakkan sesuatu pada kedudukan di antara 0 hingga 180 darjah

Arduino IDE



Bertujuan untuk memberi maklum balas kedudukan serta menggerakkan sesuatu pada kedudukan di antara 0 hingga 180 darjah

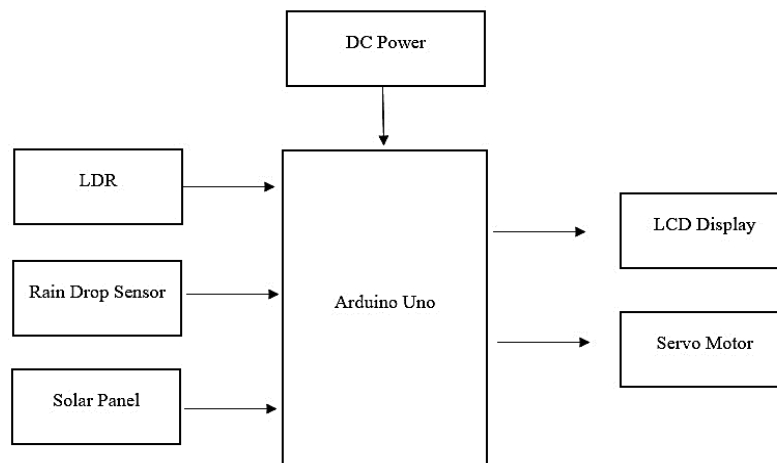
AutoCAD



Bertujuan untuk memberi maklum balas kedudukan serta menggerakkan sesuatu pada kedudukan di antara 0 hingga 180 darjah

2.2 Metodologi

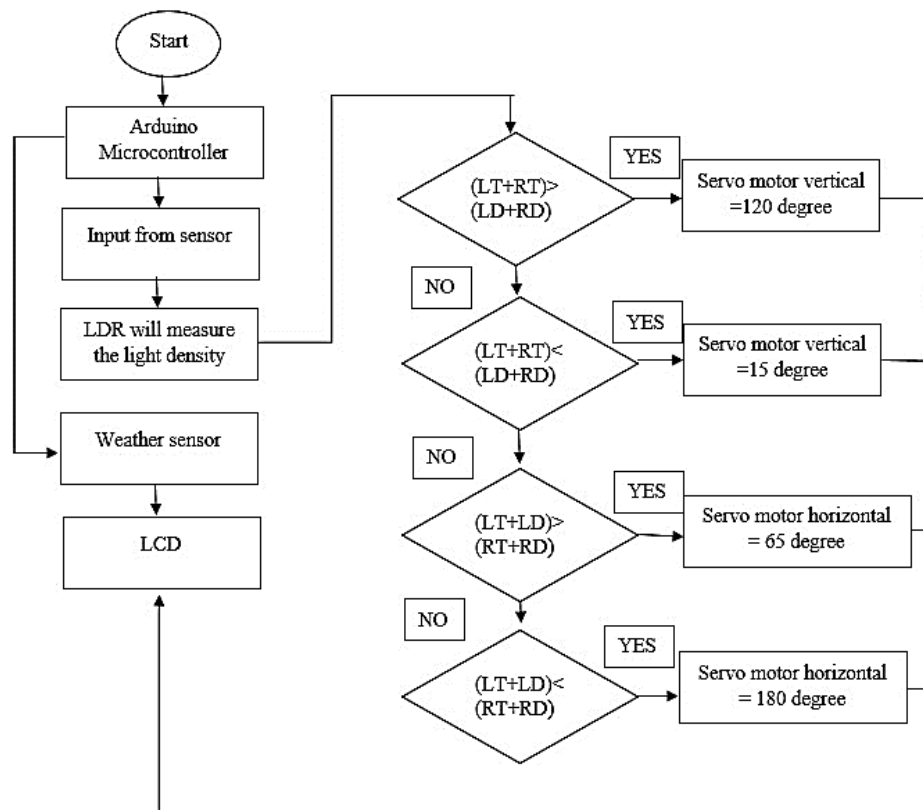
Projek Dual Axis Solar Tracker dihasilkan untuk meningkatkan kecekapan dalam pengumpulan tenaga solar berorientasikan cahaya matahari. **Rajah 1** menunjukkan gambarajah blok sistem. Sistem dimulakan dengan sensor LDR yang mengesan kedudukan cahaya matahari. Seterusnya Arduino memproses maklumat dari sensor untuk memerintahkan motor servo 180 darjah untuk bergerak mengikut kedudukan matahari. Seterusnya, fotovoltaiik mengumpulkan tenaga dari cahaya matahari dan mengecas bateri. Pada masa yang sama, pengesan titisan air hujan akan mengesan air dan akan memaparkan status cuaca semasa pada paparan LCD.



Rajah 1: Gambarajah blok

Rajah 2 menunjukkan carta alir pergerakan penjejak suria. Bermula dengan empat sensor LDR yang mengesan kedudukan matahari, data yang telah diterima dari sensor akan ditukar daripada analog data kepada data digital dan data akan dibaca di Arduino UNO untuk membuat perbandingan untuk kedudukan suria panel sejajar dengan sinaran matahari. Sistem akan menganalisis data untuk

menentukan arah matahari dan motor servo bergerak secara mendatar dan menegak mengikut arahan kod pengaturcaraan telah ditetapkan di Arduino IDE. Bacaan yang diambil akan terganggu disebabkan oleh cuaca manakala pengesanan titisan hujan akan membaca kehadiran hujan dan akan menghantar maklumat ke Arduino untuk memaparkan status cuaca pada LCD. Nilai bacaan pengesanan rain drop sensor dan status cuaca dipaparkan di **Jadual 2**.



Rajah 2: Carta alir projek

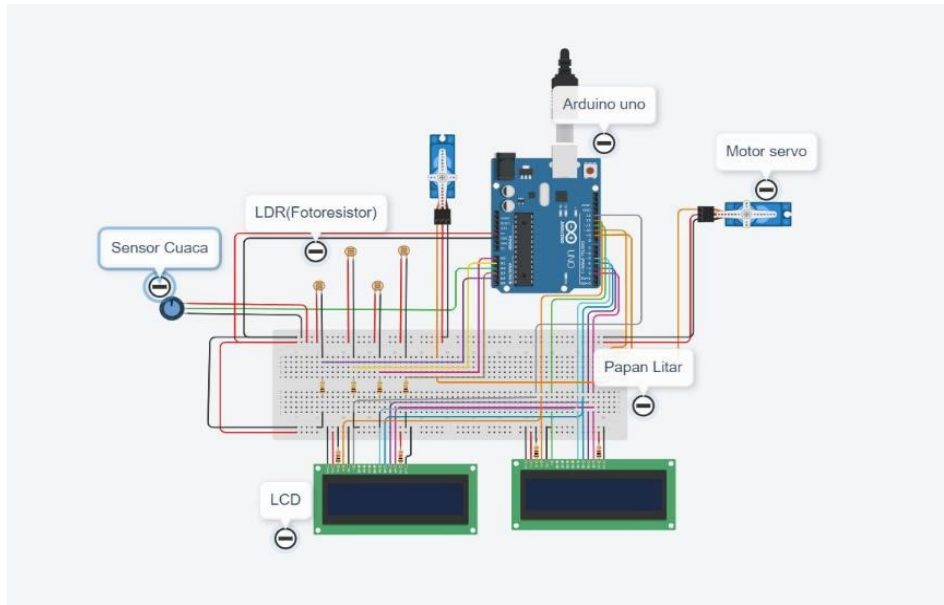
Jadual 2: Nilai bacaan raindrop sensor dan status cuaca

Nilai Bacaan (%)	Status Cuaca
< 164	Tiada hujan
165 – 327	Kabus tebal
328 -511	Hujan renyai
512 -696	Hujan sederhana
697 – 854	Hujan lebat
> 855	Hujan yang sangat lebat

3. Keputusan dan Perbincangan

Keputusan simulasi akan dibincangkan di dalam bahagian ini. **Rajah 3** adalah rekabentuk litar simulasi Tinkercad. Di dalam litar tersebut, rain drop sensor diganti dengan perintang boleh laras kerana rain drop sensor tiada di dalam pangkalan data komponen Tinkercad. Apabila aras LDR diubah, motor servo akan berputar mengikut bacaan sudut yang telah diaturcara dalam Arduino IDE. LCD 1 memaparkan status cuaca manakala LCD 2 memaparkan bacaan servo 1 dan servo 2. Arduino Uno akan memproses data servo kepada formula matematik yang telah diprogram bagi menetapkan kedudukan solar panel. Seterusnya keratan kod pengaturcaraan Arduino IDE bagi motor servo dan status cuaca dipaparkan pada **Rajah 4** dan **5**. Rekabentuk 3D menggunakan perisian AutoCAD diwakilkan oleh

Rajah 6 di mana warna biru - Arduino R3, warna hijau - LCD 16x2, warna kuning – breadboard, warna ungu – motor servo, warna merah – LDR dan warna putih – panel solar.



Rajah 3: Rekabentuk litar di Tinkercad

```
void motor(){
  int sensorTop = analogRead(A0);
  int sensorBottom = analogRead(A1);
  int sensorLeft = analogRead(A2);
  int sensorRight = analogRead(A3);

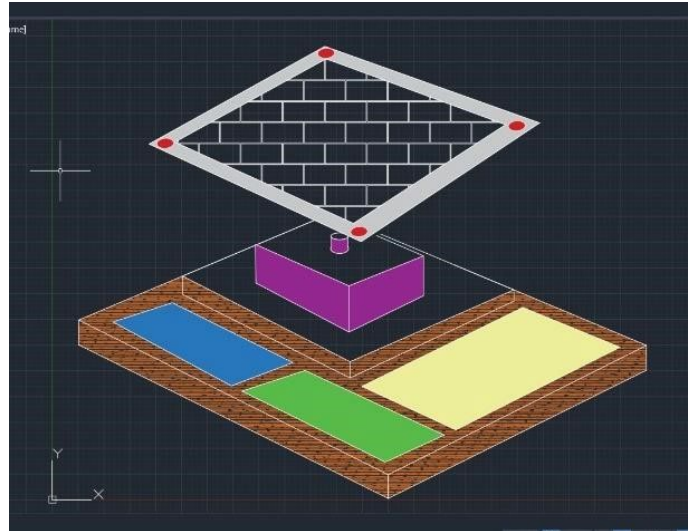
  int avgT=(sensorTop+sensorBottom)/2;
  int avgB=(sensorLeft+sensorRight)/2;
  int avgL=(sensorTop+sensorLeft)/2;
  int avgR=(sensorBottom+sensorRight)/2;

  if (avgT > avgB)
  {
    UpDown(sensorTop, sensorBottom);
  }
  if(avgT < avgB)
  {
    UpDown(sensorTop, sensorBottom);
  }
  if(avgL > avgR)
  {
    LeftRight(sensorLeft, sensorRight);
  }
  if(avgL < avgR)
  {
    LeftRight(sensorLeft, sensorRight);
  }
  delay(10);
}
}
```

Rajah 4 : Kod Pengaturcaraan Servo Motor

```
void weather(){
  // read the input on analog pin 2:
  int value = analogRead(A4);
  Serial.println(value);
  if (value <= 164) {
    lcd2.setCursor(0, 0);
    lcd2.print(" Dry Weather ");
    Serial.println("Dry Weather");
    lcd2.setCursor(0, 1);
    lcd2.print(" No Rain ");
  }
  if ((value > 165) && (value <= 327)) {
    Serial.println("Dew or Heavy Mist ");
    lcd2.setCursor(0, 0);
    lcd2.print(" ");
    lcd2.setCursor(0, 1);
    lcd2.print(" Heavy Mist ");
  }
  if ((value > 328) && (value <= 511)) {
    Serial.println("Light Rain");
    lcd2.setCursor(0, 0);
    lcd2.print(" ");
    lcd2.setCursor(0, 1);
    lcd2.print(" Light Rain ");
  }
  if ((value > 512) && (value <= 696)) {
    Serial.println("Moderate Rain");
    lcd2.setCursor(0, 0);
    lcd2.print(" ");
    lcd2.setCursor(0, 1);
    lcd2.print(" Moderate Rain ");
  }
}
```

Rajah 5 : Kod Pengaturcaraan Status Cuaca



Rajah 6: Rekabentuk 3D di AutoCAD

4. Kesimpulan

Secara amnya, objektif projek ini berjaya dicapai dengan menghasilkan dua paksi penjejak solar yang bergerak secara automatik mengikut kedudukan matahari. Teknologi penjejakan ini sangat mudah dari segi reka bentuk, kos rendah dan tepat dalam pengesanan. Dengan mempertimbangkan semua aspek di atas, sistem penjejakan paksi dwi ini dapat disimpulkan bahawa, ini adalah sistem penjejakan yang efisien dengan penyediaan elektromekanik kos rendah dan keperluan penyelenggaraan rendah.

Selain itu, beberapa penambahbaikan sistem dapat dilakukan untuk meningkatkan hasilnya. Sebaiknya analisis dilakukan dengan panel solar dengan intensiti lebih tinggi yang menghasilkan voltan dan arus elektrik yang lebih tinggi. Ia juga disarankan agar pengukuran voltan ditingkatkan dengan menggunakan 'data tracker'.

Penghargaan

Kami mengucapkan ribuan penghargaan dan terima kasih kepada Pusat Pengajian Diploma Universiti Tun Hussein Onn atas segala sokongannya.

Rujukan

- [1] "Tenaga boleh diperbaharui - Wikipedia Bahasa Melayu, Ensiklopedia Bebas", *Ms.wikipedia.org*, 2021. [Online]. Available: https://ms.wikipedia.org/wiki/Tenaga_boleh_diperbaharui [Accessed: 04- Jul- 2021]
- [2] "Tinjauan Makroekonomi", *Www1.treasury.gov.my*, 2021. [Online]. Available: <http://www1.treasury.gov.my/pdf/ekonomi/2021/Bab-3.pdf> [Accessed: 04-Jul- 2021]
- [3] "Perbelanjaan persekutuan 2010", *Mof.gov.my*, 2021. [Online]. Available: https://www.mof.gov.my/arkib/perbelanjaan/2010/cadangan_anggaran.pdf [Accessed: 04- Jul- 2021]
- [4] Pejabat Perdana Menteri Malaysia (2001), Rancangan Malaysia Ke-8, 2001 – 2005. <https://www.pmo.gov.my/dokumenattached/RMK/RM8.pdf>
- [5] Kementerian Sumber Manusia (2021), Garis Panduan Penyediaan Rancangan Malaysia Ke-12, 2021-2025. <https://www.epu.gov.my/sites/default/files/2020-03/Garis%2520Panduan%2520Penyediaan%2520RMKe-12%252C%2520%252820212025%2529.pdf>
- [6] P. Rani, O. Singh and S. Pandey, "An Analysis on Arduino based Single Axis Solar Tracker," 2018 5th IEEE Uttar Pradesh Section International Conference on Electrical,

- Electronics and Computer Engineering (UPCON), 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/UPCON.2018.8596874.
- [7] N. T. Katrandzhiev and N. N. Karnobatev, "Algorithm for Single Axis Solar Tracker," 2018 IEEE XXVII International Scientific Conference Electronics - ET, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/ET.2018.8549644.
- [8] G. Mehdi, N. Ali, S. Hussain, A. A. Zaidi, A. Hussain Shah and M. M. Azeem, "Design and Fabrication of Automatic Single Axis Solar Tracker for Solar Panel," 2019 2nd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET), 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICOMET.2019.8673496.
- [9] A. Masih and I. Odinaev, "Performance Comparison of Dual Axis Solar Tracker with Static Solar System in Ural Region of Russia," 2019 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology (USBREIT), 2019, pp. 375-378, doi: 10.1109/USBREIT.2019.8736642.
- [10] A. Sawant, D. Bondre, A. Joshi, P. Tambavekar and A. Deshmukh, "Design and Analysis of Automated Dual Axis Solar Tracker Based on Light Sensors," 2018 2nd International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), 2018 2nd International Conference on, 2018, pp. 454-459, doi: 10.1109/I-SMAC.2018.8653779.
- [11] A. Y. Pratama, A. Fauzy and H. Effendi, "Performance Enhancement of Solar Panel Using Dual Axis Solar Tracker," 2019 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI), 2019, pp. 444-447, doi: 10.1109/ICEEI47359.2019.8988902.
- [12] M. T. Bin Mostafa, S. M. T. A. Choudhury and S. Hosain, "Design and Performance Analysis of a Dual Axis Solar Tracker," 2019 IEEE 1st International Conference on Energy, Systems and Information Processing (ICESIP), 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICESIP46348.2019.8938338.