

**UNIVERSITAS GUNADARMA**  
**FAKULTAS ILMU KOMPUTER & TEKNOLOGI INFORMASI**



**TULISAN ILMIAH**

**MONITORING POSISI PADA SISTEM KENDALI SOLAR PANEL**  
**UNTUK ENERGI TERBARUKAN**

**Nama** : Farhan Khoirudin  
**NPM** : 20120404  
**Jurusan** : Sistem Komputer  
**Pembimbing** : Mudrika, S.Kom, MT

**Diajukan Guna Melengkapi Sebagian Syarat Dalam Mencapai Gelar**  
**Setara Sarjana Muda**  
**Jakarta**  
**2023**

## **PERNYATAAN ORIGINALITAS DAN PUBLIKASI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Farhan Khoirudin

NPM : 20120404

Judul PI : Monitoring Posisi Pada Sistem Kendali Solar Panel Untuk  
Energi Terbarukan

Tanggal Sidang : 24 Juli 2023

Tanggal Lulus : 24 Juli 2023

Menyatakan bahwa tulisan ini adalah merupakan hasil karya saya sendiri dan dapat dipublikasikan sepenuhnya oleh Universitas Gunadarma. Segala kutipan dalam bentuk apapun telah mengikuti kaidah, etika, yang berlaku. Mengenai isi dan tulisan adalah merupakan tanggung jawab Penulis, bukan Universitas Gunadarma.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya dan dengan penuh kesadaran.



Jakarta, 15 Juli 2023

(Farhan Khoirudin)

## **LEMBAR PENGESAHAN**

Judul PI : Monitoring Posisi Pada Sistem Kendali Solar Panel Untuk Energi Terbarukan  
Nama : Farhan Khoirudin  
NPM : 20120404  
Tanggal Sidang : 24 Juli 2023  
Tanggal Lulus : 24 Juli 2023

### **Menyetujui**

Dosen Pembimbing

Kasubag sidang PI

**(Mudrika, S.Kom, MT)**

**(Dr. Sri Nawangsari, SE., MM., M.Ikom)**

Ketua Jurusan Sistem Komputer

**(Dr. Nur Sultan Salahuddin, S.Kom, MT)**

## **ABSTRAK**

Farhan Khoirudin 20120404

Monitoring Posisi Pada Sistem Kendali Solar Panel Untuk Energi Terbarukan  
Penulisan Ilmiah, Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi  
Informasi. Universitas Gunadarma, 2023

Kata Kunci : Solar Tracker, Dual Axis, Panel Surya, Sensor LDR, MPU6050, Servo  
Motor, Motor DC

( xii + 47 + Lampiran )

Solar tracker dual axis dimanfaatkan sebagai energi alternatif yang dapat menggantikan energi listrik yang digunakan saat ini. Dalam perancangan sistem alat ini terdapat sensor LDR yang bekerja pada sistem ini yang fungsinya membaca pergeseran matahari yang ditempatkan dengan sudut berbeda pada sel surya dan sensor MPU6050 di gunakan sebagai sensor arah dalam kondisi kemiringan tertentu yang terintegrasi pada sensor gyroscope. yang dimana ke dua sensor tersebut di proses menggunakan mikrokontroller ESP32. Motor DC dan Motor Servo berfungsi untuk mengatur panel surya agar mengikuti matahari saat bergerak melintasi langit.

Daftar pustaka ( 2015 – 2023 )

## **ABSTRACT**

Farhan Khoirudin 20120404

Position Monitoring in Solar Panel Control System for Renewable Energy  
Scientific Writing, Computer Systems, Faculty of Computer Science and  
Information Technology. Gunadarma University, 2023

Keywords: Solar Tracker, Dual Axis, Solar Panel, LDR Sensor, MPU6050, Servo  
Motor, DC Motor

( xii + 47 + Attachment )

Solar tracker dual axis is utilized as an alternative energy that can replace the electrical energy used today. In designing this tool system, there is an LDR sensor that works on this system whose function is to read the shift of the sun placed at different angles on the solar cell and the MPU6050 sensor is used as a direction sensor in certain tilt conditions integrated in the gyroscope sensor. which the two sensors are processed using the ESP32 microcontroller. DC Motors and Servo Motors function to adjust the solar panels to follow the sun as it moves across the sky.

Bibliography ( 2015 – 2023 )

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan berkat, anugerah dan karunia yang melimpah, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tulisan Ilmiah ini. Tulisan Ilmiah ini disusun guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Setara Sarjana Muda pada jurusan Sistem Informasi/ Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Gunadarma. Adapun judul Tulisan Ilmiah ini adalah “MONITORING POSISI PADA SISTEM KENDALI SOLAR PANEL UNTUK ENERGI TERBARUKAN”.

Walaupun banyak kesulitan yang Penulis harus hadapi ketika menyusun Penulisan Ilmiah ini, namun berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya tugas ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. E.S. Margianti, SE., MM., selaku Rektor Universitas Gunadarma.
2. Prof. Dr. rer-nat Achmad Benny Mutiara, SSi., SKom., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma.
3. Dr. Nur Sultan Salahuddin, SKom., MT., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma.
4. Dr. Sri Nawangsari, SE., MM., M.Ikom selaku Kepala Sub Bagian Sidang Penulisan Ilmiah Universitas Gunadarma.
5. Bapak Mudrika, S.Kom, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membantu dan memberikan bimbingan agar Penulisan Ilmiah ini dapat terselesaikan.
6. Semua staff Dosen Universitas Gunadarma yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis.
7. Kepada Bapak Paidi dan Ibu Sri Rahayu Kusumawati selaku Kedua Orangtua saya, serta keluarga yang selalu mendoakan, memberikan semangat dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan ilmiah ini.

8. Terimakasih kepada Asisten Laboratorium Robotika atas bantuan dan semangat yang telah diberikan sehingga Penulisan Ilmiah ini bisa selesai.
9. Terimakasih kepada teman kelas 3KB04 yang telah membantu saya baik secara langsung maupun secara tidak langsung dalam menyelesaikan Penulisan Ilmiah ini.
10. Terimakasih kepada Sportify dan Youtube atas lagu-lagu yang menemani saya dalam membuat laporan penulisan ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa Penulisan Ilmiah ini masih jauh dari kata sempurna karna itu segala kritik dan saran yang menuntun kepada kebaikan dan penyempurnaan Penulisan Ilmiah ini sangat diharapkan dan diterima dengan tangan terbuka.

Penulis berharap agar Penulisan Ilmiah ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat sebagai referensi pembaca dan semoga Allah SWT. Membalas segala kebaikan seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam Penulisan Ilmiah ini.

Jakarta, 15 Juli 2023

A handwritten signature in dark ink, consisting of stylized, cursive letters that appear to be 'F' and 'K' followed by a long horizontal stroke.

(Farhan Khoirudin)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN ORIGINALITAS DAN PUBLIKASI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Ruang Lingkup.....	3
1.3 Tujuan Penulisan .....	3
1.4 Metode Penulisan .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 IoT (Internet of Things).....	5
2.2 Solar Tracker .....	5
2.3 ESP32 (English For Specific Purpose).....	6
2.3.1 Spesifikasi <i>ESP32</i> .....	7
2.3.2 Pin Masukan dan Keluaran .....	7
2.4 LDR (Light Dependent Resistor) .....	10
2.4.1 Spesifikasi Sensor LDR .....	11
2.4.2 Pin Sensor LDR.....	11
2.5 Motor Servo .....	12
2.5.1 Spesifikasi Motor Servo SG90S .....	13
2.6 Sensor MPU6050.....	13
2.7 Resistor .....	13
2.8 Panel Surya.....	16
2.9 PCB (Printed Circuit Board) .....	17



2.10	Kabel <i>Jumper</i> .....	18
2.11	Baterai Aki .....	19
2.12	Solar Charge Controller .....	20
2.13	Flowchart .....	21
2.13.1	Fungsi Flowchart .....	21
2.13.2	Simbol Flowchart.....	22
2.14	Thinkspeak .....	24
<b>3.</b>	<b>PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
3.1	Analisa Rangkaian Secara Blok Diagram .....	26
3.1.1	Blok Aktivator .....	26
3.1.2	Blok <i>Input</i> .....	27
3.1.3	Blok Proses .....	27
3.1.4	Blok Output .....	28
3.2	Perancangan Alat Keseluruhan .....	29
3.3	Analisa Rangkaian Secara Diagram Alur (Flowchart) .....	30
3.4	Analisa Program Pada Arduino Uno .....	32
3.5	Cara Pengoperasian Alat .....	39
3.6	Hasil Uji Coba dan Data Pengamatan .....	39
3.6.1	Hasil Uji Coba Solar Panel Fixed .....	40
3.6.2	Hasil Uji Coba Solar Panel Tracker Dual Axis .....	43
<b>4.</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>46</b>
4.1	Kesimpulan.....	46
4.2	Saran .....	46
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>L-1</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	ESP32.....	6
Gambar 2.2	Datasheet ESP32 .....	7
Gambar 2.3	Bentuk dan Simbol Sensor LDR.....	10
Gambar 2.4	Pin Sensor LDR .....	11
Gambar 2.5	Motor Servo SG90S .....	12
Gambar 2.6	Sensor MPU6050 .....	13
Gambar 2.7	Resistor Tetap dan Resistor Variabel.....	14
Gambar 2.8	Panel Surya Mini.....	16
Gambar 2.9	Papan PCB .....	17
Gambar 2.10	Kabel Jumper Male to Male.....	18
Gambar 2.11	Kabel Jumper Male to Female .....	19
Gambar 2.12	Kabel Jumper Female to Female.....	19
Gambar 2.13	Baterai Aki .....	20
Gambar 2.14	Pin Out TP406.....	21
Gambar 2.15	Halaman Awal Website Thingspeak.....	25
Gambar 3.1	Blok Diagram.....	26
Gambar 3.2	Blok Input .....	27
Gambar 3.3	Blok Proses .....	27
Gambar 3.4	Blok Output.....	28
Gambar 3.5	Rangkaian Alat Keseluruhan.....	29
Gambar 3.6	Diagram Alur ( <i>Flowchart</i> ) Solar Tracker Dual Axis.....	30
Gambar 3.7	Grafik Pengamatan Tegangan Solar Panel Fixed.....	41
Gambar 3.8	Grafik Pengamatan Arus Solar Panel Fixed.....	42
Gambar 3.9	Grafik Pengamatan Daya Solar Panel Fixed.....	42
Gambar 3.10	Grafik Pengamatan Tegangan Solar Tracker .....	44
Gambar 3.11	Grafik Pengamatan Arus Solar Tracker .....	45
Gambar 3.12	Grafik Pengamatan Daya Solar Tracker .....	45

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32 .....	7
Tabel 2. 2 Warna Resistor.....	15
Tabel 2. 3 Simbol Flowchart.....	23
Tabel 3.1 Kode Program .....	32
Tabel 3.2 Hasil Uji Pengamatan Solar Panel Fixed Hari Pertama.....	40
Tabel 3.3 Hasil Uji Pengamatan Solar Panel Fixed Hari Kedua .....	40
Tabel 3.4 Hasil Uji Pengamatan Solar Panel Fixed Hari Ketiga .....	41
Tabel 3.5 Hasil Uji Pengamatan Solar Tracker Hari Pertama .....	43
Tabel 3.6 Hasil Uji Pengamatan Solar Tracker Hari Kedua .....	43
Tabel 3.7 Hasil Uji Pengamatan Solar Tracker Hari Ketiga.....	44

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Gambar L.1	Pengamatan Hasil Pengujian .....	L-1
Gambar L.2	Pengamatan Hasil Voltase .....	L-1
Gambar L.3	Pengamatan Hasil Arus Menggunakan Multimeter.....	L-2
Gambar L.4	Foto Alat Dari Atas.....	L-3
Gambar L.5	Foto Alat Dari Bawah.....	L-4
Gambar L.6	Foto Alat Dari Belakang.....	L-5

# **1. PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Kebutuhan energi yang semakin meningkat akibat terus bertambahnya populasi manusia, Maka dari itu kita membutuhkan energi yang ramah lingkungan. Energi ramah lingkungan ini adalah energi yang bersumber dari alam dan bukan energi fosil, seperti energi terbaru yang didefinisikan sebagai energi yang dapat diperbarui dan tidak pernah habis, yang bisa disebut sebagai energi alternatif yang berasal dari matahari, karena matahari juga dapat digunakan sebagai sumber tenaga listrik.

Berdasarkan sejarah, teknologi panel surya sudah ada pada abad ke-18, tepatnya pada tahun 1839. Seorang ahli fisika asal Perancis bernama Alexandre Edmond Becquerel yang pertama kali mencetuskan teknologi fotovoltaiik, awalnya teknologi fotovoltaiik dicetuskan melalui percobaan penyinaran dengan dua elektroda. Penyinaran ini menggunakan selenium yang bisa digunakan untuk menghasilkan energi listrik dengan jumlah yang sedikit. Percobaan ini merupakan bukti bahwa energi listrik bisa dihasilkan dari energi cahaya.

Permasalahan di atas dapat menimbulkan kekurangan sumber energi yang saat ini digunakan, sekarang ini kita menggunakan PLTU terintegrasi dengan PLN yang bahan bakarnya bersumber dari batubara atau minyak, yang dimana pembangkit listrik tenaga uap ini kurang ramah lingkungan.

Salah satu bahan energi terbarukan yaitu sinar matahari. Sinar matahari dipilih karena sumber tenaga terbarukan merupakan teknologi pilihan untuk menghasilkan sumber tenaga bersih, Karena Indonesia memiliki iklim tropis, jumlah sinar matahari sangat tinggi, sehingga dapat digunakan untuk produksi energi. PLTS merupakan teknologi ekologi karena tidak mengeluarkan polutan yang sama dengan pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Pemanfaatan sinar

matahari yang bisa dirubah dari energi matahari menjadi listrik menggunakan panel surya, yang rencananya nanti akan kita gunakan untuk irigasi tetes.

Maka dari itu untuk mendapatkan energi alternatif yang lain, membuat sebuah alat yang berjudul “*MONITORING POSISI PADA SISTEM KENDALI SOLAR PANEL UNTUK ENERGI TERBARUKAN*”. Alat tersebut dapat memberi tahu dimana posisi dari sinar matahari yang= harapannya dengan adanya penulisan ini solar panel yang saat ini digunakan bisa lebih maksimal dalam menyerap panas dari sinar matahari.

## 1.2 Ruang Lingkup

Pada penulisan ini, ruang lingkup dalam penelitian dibatasi dalam beberapa hal berikut yaitu:

- Alat ini di pergunakan pada panel surya.
- Alat ini menggunakan mikrokontroller ESP32 yang terhubung dengan 2 sensor, yaitu sensor LDR dan sensor MPU6050. Sensor LDR disini berfungsi untuk memicu pergerakan dari solar panel, sedangkan MPU6050 di gunakan sebagai sensor arah dalam kondisi kemiringan tertentu yang terintegrasi pada sensor gyroscope, disini kita menggunakan motor dc dan servo sebagai penggerak dari solar tracker.
- Alat ini menggunakan aplikasi yang dirancang pada MIT App Inventor yang terintegrasi dengan thingspeak sebagai database dari solar tracker.

## 1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan ini adalah untuk mencari sumber energi alternatif yang lebih efisien, untuk menggantikan energi listrik yang dimana sekarang pembangkit listrik tenaga uap ini kurang ramah lingkungan.

## 1.4 Metode Penulisan

Penyusunan makalah ini dilakukan dalam beberapa metode penulisan diantaranya adalah :

### 1. Identifikasi Masalah

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi permasalahan yang diangkat menjadi penelitian sehingga dapat mencapai solusi yang diinginkan.

### 2. Analisis Kebutuhan

Untuk memenuhi kebutuhan sistem ini, maka sistem yang dirancang harus memenuhi fungsi yaitu pada saat sistem dijalankan maka alat yang digunakan berjalan sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.

### 3. Perancangan Sistem

Metode perancangan sistem merupakan perancangan alat untuk menerapkan sistem, untuk memenuhi perancangan alat ini dibutuhkan

hardware berupa ESP32, Sensor LDR, Sensor MPU6050, Motor Servo, Motor DC dan Resistor.

#### **4. Pengujian Sistem**

Serangkaian pengujian terhadap sistem dilakukan untuk menguji kinerja dari masing – masing komponen yang membangun sistem. Pengujian juga dilakukan untuk kinerja sistem secara keseluruhan sehingga sesuai dengan tujuan awal sistem yang dibuat.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan makalah ini diantaranya adalah :

#### **1. PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisi tentang penyusunan makalah mulai dari latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan penulisan makalah, metode penulisan dan sistematika penulisan makalah.

#### **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini diuraikan teori yang mendukung pembuatan alat ini, diantaranya fungsi dasar komponen – komponen yang akan digunakan.

#### **3. PEMBAHASAN**

Pada bab ini membahas tentang rancangan dan analisa rangkaian, cara kerja dari alat tersebut, blok diagram, cara pengoperasian dan uji coba pada suatu alat atau objek.

#### **4. PENUTUP**

Pada bab ini merupakan bab terakhir pada penulisan yang berisikan kesimpulan atas pembahasan yang telah diuraikan dan pengoperasian pada alat yang telah dirancang, serta saran yang sifatnya memperbaiki sehingga dapat menyempurnakan penulisan.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 IoT (Internet of Things)

IoT merupakan singkatan dari *Internet of Things*, yang secara harfiah berarti "Internet dari Segala Hal". IoT merujuk pada konsep di mana objek fisik sehari-hari, seperti perangkat elektronik, kendaraan, peralatan rumah tangga, dan banyak lagi, terhubung satu sama lain melalui jaringan internet. Tujuan utama IoT adalah memungkinkan pertukaran data dan komunikasi antara objek-objek ini untuk mencapai tujuan tertentu.

Dalam sistem IoT, objek-objek tersebut dilengkapi dengan sensor, perangkat pengontrol, dan perangkat keras lainnya yang memungkinkan mereka untuk mengumpulkan data, berbagi data, dan mengambil tindakan berdasarkan data yang diterima. Data yang dikumpulkan dari objek-objek ini dapat dikirim ke server atau awan (*cloud*) untuk diolah lebih lanjut dan dianalisis. (Kurniawan et al., 2023)

### 2.2 Solar Tracker

*Solar tracker* adalah perangkat yang dirancang untuk mengikuti gerakan matahari dan mengarahkan panel surya ke posisi optimal sepanjang hari. Tujuan utama dari penggunaan *solar tracker* adalah untuk meningkatkan efisiensi pengumpulan energi surya dengan mengoptimalkan penyerapan sinar matahari oleh panel surya.

Secara umum, panel surya cenderung lebih efisien ketika mereka berada dalam posisi yang tepat menghadap matahari secara langsung. Dengan menggunakan solar tracker, panel surya dapat mengikuti gerakan matahari dari waktu ke waktu, memastikan bahwa mereka tetap menghadap langsung ke sumber sinar matahari sepanjang hari. Dengan demikian, *solar tracker* memungkinkan panel surya untuk menyerap sinar matahari dengan tingkat intensitas yang lebih tinggi, yang pada gilirannya dapat meningkatkan jumlah energi yang dihasilkan oleh panel surya.

*Solar tracker* dapat digunakan dalam sistem panel surya skala kecil hingga sistem komersial atau industri yang lebih besar. Ada beberapa jenis solar tracker yang berbeda, termasuk jenis berporos tunggal (*single-axis*) dan jenis berporos ganda (*dual-axis*). *Solar tracker* berporos tunggal dapat menggerakkan panel surya dalam satu sumbu, yaitu sumbu *horizontal* (timur ke barat) atau sumbu vertikal (naik turun). Sedangkan solar tracker berporos ganda dapat menggerakkan panel surya dalam dua sumbu, yaitu sumbu horizontal dan sumbu vertikal.

### 2.3 ESP32 (English For Specific Purpose)

ESP32 adalah *Mikrokontroler System on Chip (SoC)* berbiaya rendah dari *Espressif Systems*, yang juga sebagai pengembang dari *SoC ESP8266* yang terkenal dengan *NodeMCU*. *ESP32* adalah penerus *SoC ESP8266* dengan menggunakan *Mikroprosesor Xtensa LX6 32-bit Tensilica* dengan *Wi-Fi* dan *Bluetooth* yang terintegrasi.

Hal baik tentang *ESP32*, seperti *ESP8266* adalah komponen RF terintegrasi seperti *Power Amplifier*, *Low-Noise Receive Amplifier*, *Antena Switch*, dan *Filter*. Hal ini membuat perancangan *hardware* pada *ESP32* menjadi sangat mudah karena hanya memerlukan sedikit komponen eksternal.

Hal penting yang perlu diketahui tentang *ESP32* adalah diproduksi menggunakan teknologi 40 nm *ultra-low-power TSMC*. Jadi, dapat dioperasikan dengan baterai yang umum seperti yang sudah digunakan pada perangkat perlengkapan audio, monitoring, smartwatch, dll.



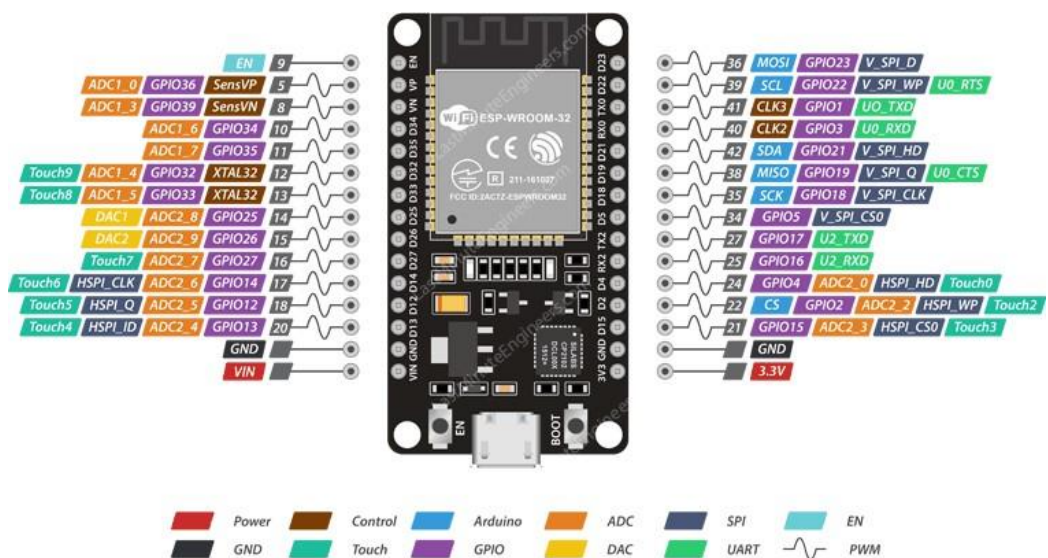
**Gambar 2. 1** *ESP32*

### 2.3.1 Spesifikasi ESP32

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32

Tegangan input	5 volt
Tegangan operasi	5 volt
ADC pin	18 buah
DAC pin	2 buah
Flash memory	128 KB
SRAM	320 KB
Clock Speed	240 MHz
Berat	25 gr
PXL	58,6 x 29 mm
Komunikasi	WiFi, Bluetooth, I2C, SPI, Serial

### 2.3.2 Pin Masukan dan Keluaran



#### **A. Power Pins**

Terdapat 2 *pin power viz.* Pin VIN & 3.3V Pin. Pin VIN dapat digunakan untuk men-suply ESP32 dan perangkat nya secara langsung, jika kita menggunakan tegangan 5V. Pin 3.3V merupakan output dari on board regulator. Pin ini dapat digunakan untuk men supply power ke komponen lainnya.

#### **B. GND**

Adalah PIN ground di ESP32 dev Board. Arduino Pins adalah ESP32 hardware I2C and SPI pins untuk menghubungkan dengan sensor dan perangkat lainnnya.

#### **C. GPIO**

Pins ESP32 Dev Board memiliki 25 pin GPIO yang dapat kita sesuaikan dengan program yang kita buat. Setiap GPIO yang diaktifkan secara digital dapat di set dengan internal pull-up atau pull-down atau di set ke high impedansi. Ketika kita set menjadi input, GPIO juga bisa kita set menjadi edge-trigger atau level-trigger untuk menghasilkan CPU interrupts.

#### **D. ADC**

Channels Board ini mengintegrasikan 12-bit SAR ADC dan 15 *Channel pin analog*. Beberapa Pin ini bisa digunakan untuk membuat penguat amplifier yang dapat digunakan untuk pengukuran sinyal analog yang rendah. ESP32 juga di design untuk mengukur tegangan ketika beroperasi dalam mode sleep.

#### **E. DAC**

Channels Board ini memilii fitur dua 8-bit DAC channel yang berfungsi untuk mengubah sinyal digital menjadi tegangan analog. Dual DAC ini dapat juga digunakan untuk men-drive rangkaian lainnya.

#### **F. Touch Pad**

Board ini mempunyai 9 capacitive sensing GPIO yang dapat mendeteksi berbagai capacitive dengan kontak langsung atau *close proximity* melalui sentuhan jari atau benda lain.

#### **G. UART**

*Pins ESP32 Dev Board* memiliki 2 *UART interfaces*, yaitu UART0 dan UART2, yang menyediakan komunikasi asinkron (RS232 dan RS485) dan juga IrDA dan dapat berkomunikasi hingga 5Mbps. UART juga menyediakan manajemen *hardware* dari CTS dan sinyal RTS dan *software flow control* (XON dan XOFF).

#### **H. SPI**

Pins ESP32 memiliki 3 SPI (SPI, HSPI dan VSPI) dalam *slave* dan *master mode*. SPI ini juga mendukung :

- a. *4 timing modes of the SPI format transfer*
- b. *Up to 80 MHz and the divided clocks of 80 MHz*
- c. *Up to 64-Byte FIFO*

Semua SPI dapat juga digunakan untuk terhubung dengan *external Flash/SRAM LCD*.

#### **I. ~ PWM Pins**

Board ini memiliki 25 *Channel Pin PWM*. *Output* dari PWM dapat digunakan untuk *men-drive digital motor* dan *LED*. *Controller* ini terdiri dari *PWM timer* dan *PWM operator*. Setiap timer menghasilkan sinkronisasi waktu atau dalam bentuk *independent* dan setiap *PWM operator* menghasilkan bentuk gelombang untuk satu PWM channel.

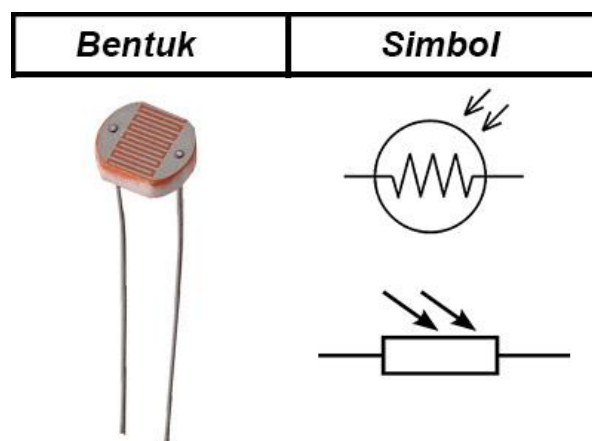
#### **J. EN Pins**

digunakan untuk meng-enable ESP32. Chip ini di enable dengan di set HIGH, saat di set LOW, chip bekerja dengan power minimum.

## 2.4 LDR (Light Dependent Resistor)

Light Dependent Resistor (LDR) adalah contoh sensor yang dapat membaca nilai cahaya. sensor ini dapat mengetahui adanya sinar yang terpancar dan akan membuat nilai tahanan LDR menjadi mengecil. Ketika sinar yang diterima oleh LDR gelap maka nilai hambatan LDR menjadi semakin berubah membesar. Sensor LDR mempunyai nilai hambatan sebesar  $1\text{ M}\Omega$  ketika kondisi gelap dan nilai menjadi kurang dari  $1\text{ K}\Omega$  Ketika mendapatkan sinar cahaya yang terang (Away, dkk, 2017). Intensitas cahaya untuk alat penelitian ini dikonversi dalam besaran tegangan  $0 - 3,3\text{V}$  untuk berikutnya dapat diolah menggunakan mikrokontroler.(Indra Rizkianto et al., n.d.)

Pada saat gelap atau cahaya redup, bahan dari cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relatif kecil. Sehingga hanya ada sedikit elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya redup, LDR menjadi konduktor yang buruk atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat gelap atau cahaya redup. Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya terang, LDR menjadi konduktor yang baik atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi kecil pada saat cahaya terang.



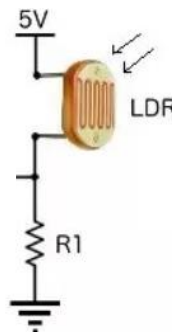
**Gambar 2. 3** Bentuk dan Simbol Sensor LDR

### 2.4.1 Spesifikasi Sensor LDR

#### A. *Light Dependent Resistor Sensor*

- a. *Supply : 3.3 V – 5 V (Arduino Available)*
- b. *Output Type: Digital Output (0 And 1)*
- c. *Inverse Output*
- d. *Include IC LM393 Voltage Comparator*
- e. *Sensitivitasnya Dapat Diatur*
- f. *Dimensi PCB Size: 3.2 Cm X 1.4 Cm*

### 2.4.2 Pin Sensor LDR



**Gambar 2. 4** Pin Sensor LDR

#### A. **Pin Analog**

Nilai resistansi LDR pada pin analog akan meningkat apabila intensitas cahaya meningkat dan menurun ketika intensitas cahaya semakin gelap.

#### B. **Pin Digital**

Pada pin digital, pada batas tertentu DO akan *high* atau *low*, yang dikendalikan sensitivitas nya menggunakan *on-board potentiometer*.

## 2.5 Motor Servo

*Motor servo* merupakan perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol *feedback loop* tertutup (close loop), sehingga dapat memastikan dan menentukan posisi sudut dari poros *output motor*. Daya yang dimiliki motor servo bervariasi, mulai beberapa *watt* sampai ratusan *watt*. *Motor servo* digunakan untuk berbagai keperluan seperti sistem pelacakan, peralatan mesin dan lain sebagainya. Motor servo dibagi menjadi dua, yaitu motor serco AC dan DC.

Motor servo DC lebih cocok digunakan pada aplikasi yang lebih kecil, sedangkan motor servo AC cocok digunakan untuk berbagai mesin industri. Hal ini dikarenakan motor servo AC bisa menangani arus yang lebih tinggi atau beban berat. Motor servo AC dibagi menjadi dua tipe, yaitu 2 phase (untuk aplikasi berdaya rendah) dan 3 phase (untuk aplikasi berdaya tinggi). Motor servo dibangun dengan presisi dan akurasi agar dapat memberikan pengguna kebebasan dalam mengaturnya sehingga membuat motor servo sangat terkontrol. (Izran Mardjun1, 2018)



**Gambar 2. 5** *Motor Servo SG90S*

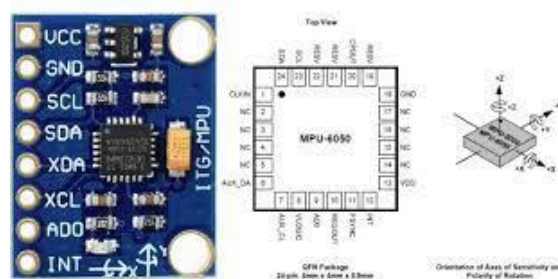


### 2.5.1 Spesifikasi Motor Servo SG90S

- *Operating Voltage is +5V*
- *Torque: 2.5kg/cm*
- *Operating speed is 0.1s/60°*
- *Gear Type: Plastic*
- *Rotation : 0°-180°*
- *Weight of motor : 9gm*
- *Package includes gear horns and screws*

### 2.6 Sensor MPU6050

Sensor MPU6050 adalah sensor dengan output 6 axis (3 akselerometer dan 3 gyroskop) lalu diproses oleh DMP (Digital Motion Processing) untuk dapat menampilkan nilai dari 3 output yaw, pitch dan roll dari MPU6050. Pengujian dilakukan agar sensor MPU6050 dapat menampilkan nilai yaw, pitch dan roll.



**Gambar 2. 6** *Sensor MPU6050*

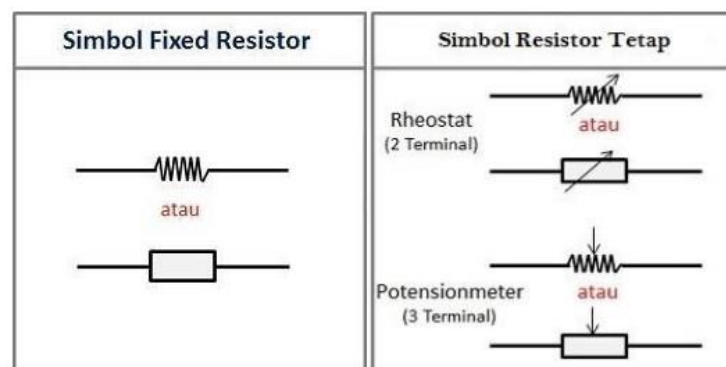
### 2.7 Resistor

*Resistor* adalah komponen elektronik dasar yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir melalui rangkaian. *Resistor* umumnya terbuat dari bahan karbon. Satuan hambatan *resistor* disebut ohm atau ditunjukkan dengan simbol  $\Omega$  (*omega*).

Jika *resistor* tidak diberi energi, tegangan yang melewatinya adalah sama. Jika Ketika *resistor* diberi energi, perbedaan tegangan di atasnya menjadi  $I.R$ , dimana  $I$  adalah arus dan  $R$  adalah nilai hambatan.

*Resistor* dapat dibagi menjadi dua jenis: resistor tetap dan resistor variabel. *Resistor* tetap adalah *resistor* dengan nilai resistansi tetap. *Resistor* tetap (umum) Ini adalah tabung dengan dua kaki tembaga di kiri dan kanan. Di tubuhnya Ada lingkaran yang membentuk gelang berkode warna untuk kenyamanan pengguna Mendeteksi tingkat hambatan tanpa mengukur besarnya hambatan dengan ohmmeter.

Berikut ini simbol dari *resistor* :



**Gambar 2. 7** Resistor Tetap dan *Resistor* Variabel

Tabel 2. 2 Warna *Resistor*

Warna	Gelang 1	Gelang 2	Multiplier	Toleransi
			Gelang 3	Gelang 4
Hitam		0	1 Ohm	
Coklat	1	1	10 Ohm	$\pm 1 \%$
Merah	2	2	100 Ohm	$\pm 2 \%$
Orange	3	3	1 K Ohm	
Kuning	4	4	10 K Ohm	
Hijau	5	5	100 K Ohm	$\pm 0,5 \%$
Biru	6	6	1 M Ohm	$\pm 0,25 \%$
Ungu	7	7	10 M Ohm	$\pm 0,10 \%$
Abu-abu	8	8		$\pm 0,05 \%$
Putih	9	9		
Emas			0,1 Ohm	$\pm 5 \%$
Perak			0,01 Ohm	$\pm 10 \%$

Tabel di atas ini memberikan nilai-nilai warna gelang secara jelas. Resistansi dibaca dari warna gelang yang paling depan ke arah gelang toleransi berwarna coklat, merah, emas atau perak. Biasanya warna gelang toleransi ini berada pada badan *resistor* yang paling pojok atau juga dengan lebar yang lebih menonjol, sedangkan warna gelang yang pertama agak sedikit ke dalam. Dengan demikian pemakai sudah langsung mengetahui berapa toleransi dari resistor tersebut

Gelang pertama dan seterusnya berturut – turut menunjukkan besar nilai satuan dan gelang terakhir adalah faktor pengalinya. Misalnya *resistor* dengan gelang kuning, violet, merah dan emas. Gelang berwarna emas merupakan gelang toleransi. Dengan demikian urutan warna gelang *resistor* ini adalah gelang pertama berwarna kuning, gelang ke - dua berwarna *violet* dan gelang ke-tiga berwarna merah. Gelang ke-empat tentu saja yang berwarna emas dan ini adalah gelang toleransi.

Dari tabel di atas diketahui jika gelang toleransi berwarna emas, berarti *resistor* ini memiliki toleransi 5%. Nilai resistansinya dihitung sesuai dengan urutan warnanya. Pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai satuan dari resistor ini. Karena *resistor* ini resistor 5% (yang biasanya memiliki tiga gelang selain gelang toleransi), maka nilai satuannya ditentukan oleh gelang pertama dan gelang kedua.

## 2.8 Panel Surya

Panel surya adalah sebuah system yang terdiri dari kepingan komponen modul-modul surya yang digabungkan menjadi satu panel yang berfungsi mengubah atau mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Hasil dari pengkonversian energi tersebut dapat digunakan sebagai kebutuhan energi listrik sehari-hari. Panel surya pada saat ini sangatlah berguna untuk memenuhi kebutuhan energi listrik sehari-hari karena panel surya adalah pembangkit listrik yang bersifat mandiri dan dapat mengurangi kebutuhan akan pasokan energi listrik dari PLN.(Benny et al., 2015)

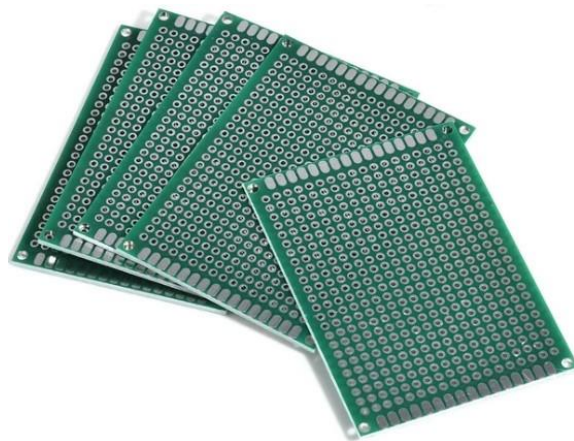
Pada perubahan atau konversi cahaya matahari terjadi saat cahaya matahari mengenai permukaan sel surya yang disebut photoelectric. Proses photoelectric terjadi karena bahan material yang menyusun sel surya berupa semikonduktor yang terdiri dari dua jenis semikonduktor yaitu lapisan tipe negative (n) dan lapisan tipe positive (p) yang tereksitasi dan menimbulkan aliran listrik akibat foton yang terkandung dalam energi matahari pada permukaan sel surya.



**Gambar 2. 8** Panel Surya Mini

## 2.9 PCB (Printed Circuit Board)

*Printed Circuit Board* disingkat PCB adalah sebuah papan komponen-komponen elektronika yang tersusun membentuk rangkaian elektronik atau tempat rangkaian yang menghubungkan komponen elektronik yang satu dengan lainnya tanpa menggunakan kabel. Disebut papan sirkuit karena diproduksi secara massal dengan cara mencetak. Ada tiga tipe PCB yang sering digunakan yaitu *single side*, *double side* dan *multi layer*. Single side artinya papan PCB tersebut hanya mempunyai satu sisi dilapisi oleh lempeng tembaga. Double side artinya papan PCB tersebut mempunyai dua sisi yang dilapisi oleh lempeng tembaga dan lapisan *fiber*-nya ada diantara dua lapisan tembaga tersebut, sehingga dapat membuat jalur di layer atas maupun layer bawah. *Multi layer* terdiri dari beberapa lapis tembaga yang bersifat konduktor yang disusun secara bergantian



**Gambar 2. 9** Papan PCB

## 2.10 Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* adalah kabel elektrik yang memiliki pin *konektor* di setiap ujungnya dan memungkinkanmu untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Biasanya kabel *jumper* digunakan pada *breadboard* atau alat *prototyping* lainnya agar lebih mudah untuk mengutakatik rangkaian. Konektor yang ada pada ujung kabel terdiri atas dua jenis yaitu konektor jantan (*male connector*) dan konektor betina (*female connector*)

Prinsip kerja kabel jumper yaitu untuk menghantarkan arus listrik agar dapat terhubung dari satu komponen ke komponen lainnya. Penyebab kabel jumper dapat mengaliri listrik dikarenakan terdapat konektor kecil pada ujung kabel yang fungsinya untuk menghantarkan arus listrik

Ada beberapa jenis kabel jumper yang paling umum digunakan dan dijual di pasaran, antara lain :

1. Kabel *Jumper Male to Male*



**Gambar 2. 10** Kabel *Jumper Male to Male*

2. Kabel *Jumper Female to Female*



**Gambar 2. 11** Kabel *Jumper Female to Female*

3. Kabel *Jumper Male to Female*



**Gambar 2. 12** Kabel *Jumper Male to Female*

## 2.11 Baterai Aki

Baterai aki digunakan untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk kimia dan melepaskannya secara bertahap ketika diperlukan. Baterai aki tidak secara aktif menampung daya dari sumber eksternal, seperti panel surya atau generator. Sebaliknya, baterai aki perlu diisi ulang atau *di-charge* dengan sumber daya eksternal, seperti sistem pengisian kendaraan atau charger yang terhubung ke listrik rumah atau sumber daya lainnya. Ketika diisi ulang, baterai aki mengubah energi listrik eksternal menjadi energi kimia untuk disimpan.

Setelah diisi ulang, baterai aki berfungsi sebagai sumber daya mandiri yang dapat menyediakan arus listrik pada perangkat atau sistem yang membutuhkan, seperti sistem listrik kendaraan, peralatan rumah tangga, atau peralatan elektronik portabel. Baterai aki memberikan pasokan listrik yang stabil dan dapat digunakan saat sumber daya eksternal tidak tersedia atau ketika ada kebutuhan untuk menggerakkan kendaraan atau perangkat di tempat yang tidak terjangkau oleh kabel listrik.

Jadi, secara singkat, baterai aki bukanlah penampung daya, melainkan sebagai sumber daya listrik yang menyimpan energi dalam bentuk kimia dan dapat melepaskannya secara bertahap ketika diperlukan.



**Gambar 2. 13** Baterai Aki

## **2.12 Solar Charge Controller**

Solar charge controller adalah perangkat yang digunakan untuk mengatur pengisian baterai dari panel surya ke sistem baterai. Fungsi utama solar charge controller adalah untuk melindungi baterai dari overcharging atau pengisian berlebihan, serta menghindari deep discharge atau pengosongan baterai secara berlebihan.



Solar charge controller memonitor arus listrik yang masuk dari panel surya ke baterai dan mengatur tegangan output yang diberikan ke baterai. Ketika panel surya menghasilkan daya yang cukup, solar charge controller akan mengisi baterai dengan arus yang sesuai. Namun, ketika baterai sudah penuh atau mendekati penuh, solar charge controller akan membatasi arus masuk untuk mencegah overcharging.



**Gambar 2. 14** Pin Out TP406

### 2.13 Flowchart

Flowchart adalah bagan yang menunjukkan alur atau alur dalam suatu program atau prosedur sistem secara logis. Flowchart (bagan alir) adalah sebuah ilustrasi berupa diagram alir dari algoritma-algoritma dalam suatu program, yang menyatakan arah aliran dari program tersebut.

#### 2.13.1 Fungsi Flowchart

Fungsi utama dari flowchart adalah memberi gambaran jalannya sebuah program dari satu proses ke proses lainnya. Sehingga, alur program menjadi mudah dipahami oleh semua orang. Selain itu, fungsi lain dari flowchart adalah untuk menyederhanakan rangkaian prosedur agar memudahkan pemahaman terhadap informasi tersebut.

Flowchart sendiri terdiri dari lima jenis, masing-masing jenis memiliki karakteristik dalam penggunaannya. Berikut adalah jenis-jenisnya:

##### 1. Flowchart Dokumen

Flowchart dokumen (*document flowchart*) atau bisa juga disebut dengan *paperwork flowchart*. Flowchart dokumen berfungsi untuk

menelusuri alur form dari satu bagian ke bagian yang lain, termasuk bagaimana laporan diproses, dicatat, dan disimpan.

## 2. Flowchart Program

Flowchart ini menggambarkan secara rinci prosedur dari proses program. Flowchart program terdiri dari dua macam, antara lain: flowchart logika program (*program logic flowchart*) dan flowchart program komputer terinci (*detailed computer program flowchart*).

## 3. Flowchart Proses

Flowchart proses adalah cara penggambaran rekayasa industrial dengan cara merinci dan menganalisis langkah-langkah selanjutnya dalam suatu prosedur atau sistem.

## 4. Flowchart Sistem

Flowchart sistem adalah flowchart yang menampilkan tahapan atau proses kerja yang sedang berlangsung di dalam sistem secara menyeluruh. Selain itu flowchart sistem juga menguraikan urutan dari setiap prosedur yang ada di dalam sistem.



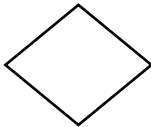
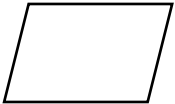



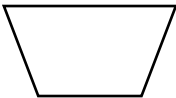
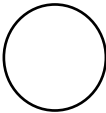
## 5. Flowchart Skematik

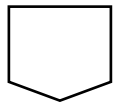
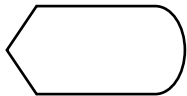

Flowchart ini menampilkan alur prosedur suatu sistem, hampir sama dengan flowchart sistem. Namun, ada perbedaan dalam penggunaan simbol-simbol dalam menggambarkan alur. Selain simbol-simbol, flowchart skematik juga menggunakan gambar-gambar komputer serta peralatan lainnya untuk mempermudah dalam pembacaan flowchart untuk orang awam.

### 2.13.2 Simbol Flowchart

Pada dasarnya simbol-simbol dalam flowchart memiliki arti yang berbeda-beda. Berikut adalah simbol-simbol yang sering digunakan dalam proses pembuatan flowchart.

**Tabel 2.3** Simbol Flowchart

No	Simbol	Nama	Fungsi
1.		<i>Process</i>	Simbol yang digunakan untuk menyatakan suatu proses yang dilakukan komputer
2.		Terminal	Simbol yang menyatakan awal atau akhir dari suatu program
3.		<i>Decision</i>	Simbol pilihan yang dapat menghasilkan dua kemungkinan jawaban antara ya atau tidak
4.		<i>Input / Output</i>	Symbol yang digunakan untuk proses input atau output
5.		<i>Predifine Process</i>	Symbol untuk melakukan suatu bagian atau prosedur
6.		<i>Document</i>	Simbol yang menyatakan bahwa input berasal dari dokumen dalam bentuk fisik atau output yang perlu dicetak
7.		<i>Preparation</i>	Simbol yang digunakan untuk memberikan nilai awal
8.		<i>Manual Operation</i>	Simbol yang menyatakan proses yang tidak dilakukan oleh komputer
9.		<i>On-Page Reference</i>	Simbol untuk keluar masuk atau penyambungan proses antar lembar kerja yang berbeda

10.		<i>Off-Page Reference</i>	Simbol untuk keluar masuk atau penyambungan proses antar lembar kerja yang berbeda
11.		<i>Display</i>	Simbol yang digunakan untuk menyatakan output yang digunakan
12.		<i>Flow</i>	Untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan yang lain

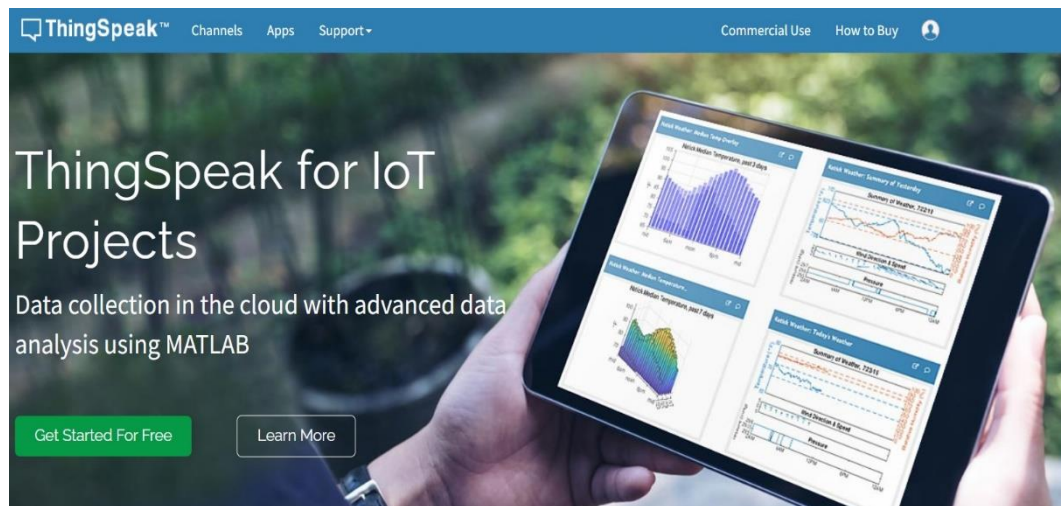
### 2.14 Thingspeak

ThingSpeak merupakan salah satu platform open source untuk monitoring pada "Internet of Things" aplikasi dan API untuk menyimpan dan mengambil data dari hal-hal yang menggunakan HTTP melalui Internet atau melalui Local Area Network. Thingspeak.com berfungsi sebagai pengumpul data yang berasal dari perangkat node berupa sensor-sensor yang sudah terhubung ke internet dan juga memungkinkan pengambilan data dari perangkat lunak untuk keperluan visualisasi, notifikasi, kontrol dan analisis historis data.

Unsur utama dari ThingSpeak adalah saluran, yang berisi bidang data, bidang lokasi, dan bidang status. Setelah membuat saluran ThingSpeak, kita bisa menulis data ke saluran proses dan melihat hasil data lewat MATLAB. Dari situ dapat dilihat reaksi terhadap data dengan tweet dan alert lainnya. Fitur-fitur dari Thingspeak sebagai berikut:

1. Open Api
2. Real-time data collection
3. Geolocation data
4. Data processing
5. Data Visualizations
6. Device status messages

## 7. Plugins

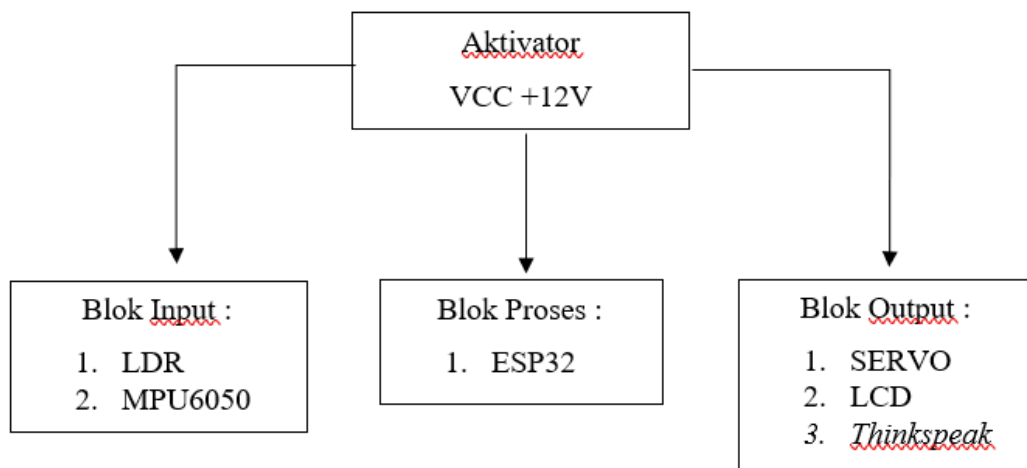


**Gambar 2. 15** Halaman Awal Website Thingspeak

### 3. PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan sepenuhnya membahas tentang rangkaian alat Sistem Monitoring Arus Daya Masuk Melalui Solar Panel Tracker dan penjelasan lengkap tentang analisis rangkaian secara blok diagram, menganalisa program, cara kerja alat, diagram alur (flowchart), dan hasil pengujian.

#### 3.1 Analisa Rangkaian Secara Blok Diagram



**Gambar 3. 1** Blok Diagram

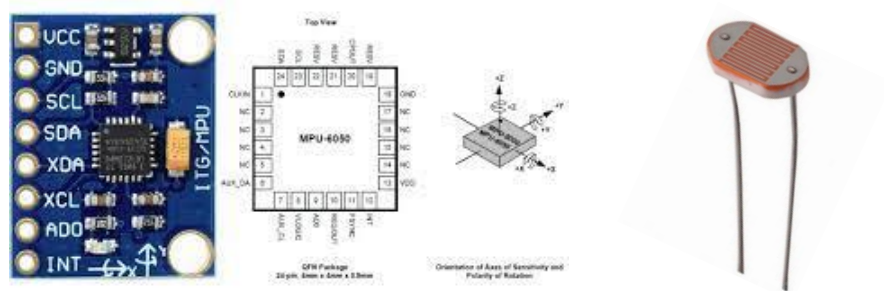
Gambar 3.1 memperlihatkan proses rangkaian secara blok diagram dengan 4 blok yaitu blok aktivator, blok input, blok proses, dan blok output. Blok aktivator adalah sumber daya yang digunakan untuk mengaktifkan semua komponen rangkaian, blok input adalah media masukkan ke mikrokontroler, blok proses memproses data input untuk menghasilkan output yang benar, dan blok output adalah tempat keluaran yang dihasilkan dari blok proses.

##### 3.1.1 Blok Aktivator

Pada rangkaian alat ini sumber tegangan VCC +12V, sumber tegangan tersebut berfungsi untuk mengoperasikan semua komponen pada rangkaian yang sudah diatur menggunakan mikrokontroler ESP32.

### 3.1.2 Blok *Input*

Blok *input* ini memiliki beberapa sensor yang digunakan sebagai inputan, inputan sensor yang pertama LDR (*Light Dependent Resistor*) digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya matahari, LDR dalam solar tracker dual axis adalah untuk memberikan umpan balik tentang posisi dan arah optimal panel surya agar panel surya selalu menghadap ke arah yang tepat sesuai cahaya matahari. Sensor kedua adalah MPU6050 berfungsi untuk mendeteksi gerakan dan perubahan sudut panel surya, bekerja dengan menggunakan kombinasi akselerometer dan giroskop untuk mendeteksi gerakan dan perubahan sudut pada panel surya.



**Gambar 3. 2** *Blok Input*

### 3.1.3 Blok *Proses*

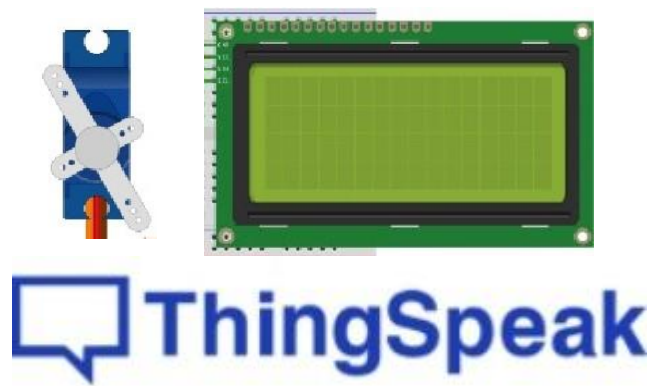
Blok proses ini menggunakan mikrokontroler ESP32, yang berfungsi sebagai tempat pemrosesan inti dari semua komponen pada rangkaian alat ini. Setelah menerima data dari LDR, MPU6050, dan Servo. ESP32 mengirimkan informasi tersebut ke semua komponen yang terhubung dan menjalankan program yang sudah dibuat.



**Gambar 3. 3** *Blok Proses*

### 3.1.4 Blok Output

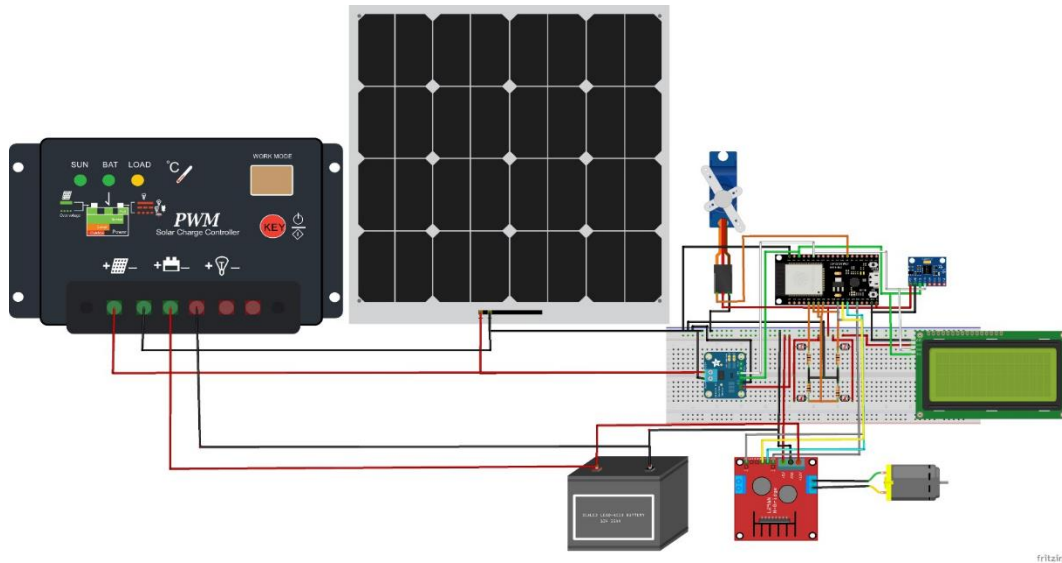
Blok output memiliki dua komponen sebagai outputan, yang pertama adalah Servo berfungsi sebagai penggerak, Servo menentukan sudut posisi yang diinginkan untuk panel surya pada sumbu horizontal dan sumbu vertikal. Selanjutnya LCD, berfungsi untuk menampilkan informasi posisi dari setiap LDR serta sudut yang di terima melalui sensor MPU6050 dan juga tegangan yang di terima. Yang terakhir adalah Thingspeak yang disini kita gunakan untuk melihat pergerakan solar tracker dari solar tracker dari jarak jauh yang dapat di akses menggunakan internet.



**Gambar 3. 4** Blok Output



### 3.2 Perancangan Alat Keseluruhan



**Gambar 3. 5** Rancangan Alat Keseluruhan

Rangkaian ini membutuhkan sumber tegangan +12V untuk mengaktifkan ESP32 yang merupakan tempat pemrosesan alat dan sensor pada alat ini. Daya +5V dialirkan ke komponen seperti LDR dan MPU6050. Media input pada rangkaian alat ini adalah Sensor LDR dan Sensor MPU6050. Sensor LDR ditempatkan pada bagian atas solar panel untuk mendeteksi intensitas cahaya yang terhubung dengan beberapa pin ESP32 sebagai pengirim data kemudian diproses dan memberikan keluaran pada LCD dimana berisi informasi jumlah intensitas cahaya yang diperoleh. Sensor LDR dipasang pada bagian atas berdekatan dengan solar panel agar cahaya yang dideteksi oleh sensor LDR dapat bekerja lebih maksimal tanpa adanya halangan, karena sensor LDR ini memiliki output untuk menggerakkan motor DC yang dimana motor DC ini bergerak mengikuti sumber cahaya yang dibantu oleh sensor LDR. Lalu ada sensor MPU6050 yang berfungsi untuk mengetahui seberapa besar perubahan arah yang diperoleh dari posisi sinar matahari, lalu LCD berguna untuk menampilkan informasi tersebut. (Rezkyanzah et al., n.d.)

- ### 3.3 Analisa Rangkaian Secara Diagram Alur (Flowchart)

7. Sensor MPU6050 akan membaca posisi dari arah sinar matahari yang di terima solar panel
8. Data tersebut akan ditampilkan pada thinspeak dan juga LCD bersamaan dengan intensitas cahaya yang di deteksi oleh sesor LDR

### 3.4 Analisa Program Pada Arduino Uno

**Table 3.1** Kode Program

Program	Keterangan
<pre>#include &lt;Wire.h&gt; #include &lt;WiFi.h&gt; #include &lt;ThingSpeak.h&gt; #include &lt;ESP32_Servo.h&gt; #include &lt;elapsedMillis.h&gt; #include &lt;MPU6050_tockn.h&gt; #include &lt;Adafruit_INA219.h&gt; #include &lt;LiquidCrystal_I2C.h&gt;</pre>	<p>Pada baris ini menambahkan library ESP32, INA219, MPU6050, LCD, dan Thinkspeak</p>
<pre>#define ldr1 35 //LDR top left - BOTTOM LEFT &lt;--- BDG #define ldr2 34 //LDR top rigt - BOTTOM RIGHT #define ldr3 39 //LDR down left - TOP LEFT #define ldr4 36 //ldr down rigt - TOP RIGHT</pre>	<p>Pada baris ini mendefinisikan pin berapa yang dipakai oleh sensor LDR</p>
<pre>// Channel Thingspeak unsigned long myChannelNumber = 2072644; const char * myWriteAPIKey = "LMEI8KH8QV4NHSXN";  // Alamat Sensor INA219 (Tegangan, Arus, Daya) const int INA_addr = 0x40; // INA219 address Adafruit_INA219 ina219(INA_addr);</pre>	<p>Pada baris ini mendefinisikan alamat untuk Thinkspeak, INA219, MPU6050, dan LCD</p>

<pre>// Alamat Sensor MPU6050 MPU6050 mpu6050(Wire); const int MPU_addr=0x68; // Alamat LCD 20x4  // Alamat LCD 20x4 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4); //LCD address to 0x27</pre>	
<pre>// Millis Sensor elapsedMillis readSensorLDRMillis; elapsedMillis readSensorINAMillis; elapsedMillis readSensorMPUMillis;  // Millis LCD elapsedMillis LDRPrintMillis; elapsedMillis MPUPrintMillis; elapsedMillis INAPrintMillis;  // Millis Thingspeak elapsedMillis thingspeakMillis;</pre>	<p>Pada baris ini mendeklarasikan sebuah objek seperti LDR, MPU, INA dan Thingspeak</p>
<pre>unsigned long readSensorInterval = 100; unsigned long LDRPrintInterval = 2000; unsigned long INAPrintInterval = 5000; unsigned long MPUPrintInterval = 8000;</pre>	<p>Pada baris ini mendeklarasikan beberapa variable bertipe unsigned long</p>
<pre>Servo horizontal; int servox = 90; int servoxLimitHigh = 180;</pre>	

<pre>int servoxLimitLow = 0; Servo vertical; int servoy = 45; int servoyLimitHigh = 180; int servoyLimitLow = 0; int Stop = 50;</pre>	<p>Pada baris ini mendeklarasikan motor servo bertipe integer</p>
<pre>float tegangan = 00; float arus = 00; float daya = 00; int TL; int TR; int DL; int DR;</pre>	<p>Pada baris ini mendeklarasikan sensor INA219 bertipe integer dan float</p>
<pre>void setup() {   Serial.begin(9600);   lcd.init();   lcd.backlight();   initSensor(); }</pre>	<p>Void setup berfungsi untuk menjalankan program hanya sekali ketika alat dinyalakan, pada void setup digunakan untuk menghidupkan serial monitor, LCD, dan sensor</p>
<pre>void loop() {   if(readSensorMillis&gt;=readSensorInterval){     initLDR();     initINA219();     readSensorMillis = 0;   }   if (LDRPrintMillis &gt;= LDRPrintInterval){     LcdPrintLDR();     LDRPrintMillis = 0;   }   if (INAPrintMillis &gt;= INAPrintInterval){     LcdPrintINA();</pre>	<p>Pada void loop program akan terus mengulang perintah yang diberikan hingga daya yang diberikan pada alat terhenti. Pada baris ini sensor INA219, LDR dan kondisi terulang akan berjalan, lalu</p>

<pre> INAPrintMillis = 0; } if (MPUPrintMillis &gt;= MPUPrintInterval){   LcdPrintMPU();   MPUPrintMillis = 0; }    Serial.print("Tegangan : ");   Serial.print(tegangan);   Serial.println(" Volt");   Serial.print("Arus : ");   Serial.print(arus);   Serial.println(" mAmp");   Serial.print("Daya : ");   Serial.print(daya);   Serial.println(" Watt");   Serial.print(TL);   Serial.print(" ");   Serial.print(TR);   Serial.print(" ");   Serial.print(DL);   Serial.print(" ");   Serial.print(DR);   Serial.println(" ");   delay(100); } </pre>	<p>akan ditampilkan pada serial monitor</p>
<pre> void initSensor(){   pinMode(ldr1, INPUT);   pinMode(ldr2, INPUT);   pinMode(ldr3, INPUT);   pinMode(ldr4, INPUT); </pre>	<p>Pada baris ini khusus untuk mendeklarasikan semua sensor beserta fungsi khususnya, seperti memberikan pin pada LDR,</p>

<pre> horizontal.attach(0); horizontal.write(90); vertical.attach(4); vertical.write(45); ina219.begin(); } </pre>	<p>menyesuaikan posisi pada motor servo dan menyalakan INA219</p>
<pre> void initLDR(){   TL = analogRead(ldr1);   TR = analogRead(ldr2);   DL = analogRead(ldr3);   DR = analogRead(ldr4);   int avgT = (TL + TR) / 2;   int avgD = (DL + DR) / 2;   int avgL = (TL + DL) / 2;   int avgR = (TR + DR) / 2;   int dvert = avgT - avgD;   int dhoriz = avgL - avgR;   if (-1*Stop &gt; dvert    dvert &gt; Stop)     if (avgT &lt; avgD){       servoy = servoy + 1;       if (servoy &gt; servoyLimitHigh) {         servoy = servoyLimitHigh;       }     }     else if (avgT &gt; avgD){       servoy= servoy - 1;       if (servoy &lt; servoyLimitLow){         servoy = servoyLimitLow;       }     }     else if (avgT == avgD){ </pre>	<p>Pada baris ini dikhususkan untuk memberikan pin pada LDR dan memberikan perintah pada LDR untuk menggerakkan motor servo agar solar panel dapat mengikuti sumber cahaya</p>



<pre>     }     vertical.write(servoy);     delay(20);   }   if (-1*Stop &gt; dhoriz    dhoriz &gt; Stop)   {     if (avgL &lt; avgR){       servox = servox + 1;       if (servox &gt; servoxLimitHigh) {         servox = servoxLimitHigh;       }     }     else if (avgL &gt; avgR){       servox= servox - 1;       if (servox &lt; servoxLimitLow){         servox = servoxLimitLow;       }     }     else if (avgL == avgR){     }     horizontal.write(servox);     delay(20);   } } </pre>	
<pre> void initINA219(){   tegangan = ina219.getBusVoltage_V();   arus = ina219.getCurrent_mA();   daya = tegangan * (arus/1000); //rumus   untuk mendapatkan nilai watt } </pre>	<p>Pada baris ini berfungsi untuk memberikan perintah pada INA219 untuk mendeteksi arus dan tegangan yang masuk kedalam solar panel</p>

<pre> void LcdPrintLDR(){   lcd.setCursor(0,0);   lcd.print("  Sensor LDR  ");   lcd.setCursor(0,1);   lcd.print("LDR1:");      lcd.print(TL);   lcd.print(" LDR2:"); lcd.print(TR);   lcd.setCursor(0,2);   lcd.print("LDR3:");      lcd.print(DL);   lcd.print(" LDR4:"); lcd.print(DR);   lcd.setCursor(0,3);   lcd.print("          "); }  void LcdPrintINA(){   lcd.setCursor(3,0);   lcd.print("Sensor INA219");   lcd.setCursor(0,1);   lcd.print("  Arus  :"); lcd.print(arus);   lcd.print(" mAmp"); lcd.print("  ");   lcd.setCursor(0,2);   lcd.print("  Daya  :"); lcd.print(daya);   lcd.print(" Watt"); lcd.print("  ");   lcd.setCursor(0,3);   lcd.print("Tegangan:");   lcd.print(tegangan); lcd.print(" Volt"); }  void LcdPrintMPU(){ </pre>	<p>Pada baris berfungsi untuk memunculkan informasi pada LCD tentang intensitas cahaya yang diperoleh sensor LDR untuk menggerakkan motor servo dan sensor INA juga memberikan informasi tentang arus dan tegangan yang masuk kedalam solar panel</p>

<pre> lcd.setCursor(3,0); lcd.print("Sensor MPU6050"); lcd.setCursor(0,1); lcd.print(" X :"); lcd.print("  Rad      "); lcd.setCursor(0,2); lcd.print(" Y :"); lcd.print("  Rad      "); lcd.setCursor(0,3); lcd.print(" Z :"); lcd.print("  Rad      "); } </pre>	
--	--

### 3.5 Cara Pengoperasian Alat

Berikut cara pengoperasian alat “ Monitoring Arus Daya Pada Sistem Kendali Solar Panel Untuk Energi Terbarukan ” :

- 3.3 Siapkan *adaptor atau power supply* dengan tegangan +12V untuk mengaktifkan alat yang akan digunakan
- 3.4 Siapkan mikrokontroler ESP32 yang sudah sukses tercompile dan pastikan semua kabel yang tersambung ke setiap komponen sudah terhubung dengan benar.
- 3.5 Jika rangkaian alat sudah terhubung dengan benar, maka LCD menyala dan akan menampilkan output berupa informasi intensitas cahaya yang diterima LDR dan arus masuk tegangan .
- 3.6 Letakan alat pada sumber cahaya agar sensor LDR dapat mendeteksi cahaya yang datang sehingga alat akan bergerak mengikuti sumber cahaya

### 3.6 Hasil Uji Coba dan Data Pengamatan

Hasil uji coba dan data pengamatan ini adalah untuk melihat data yang diambil dari sensor yang dipakai sebagai inputan yaitu sensor LDR dan sensor

MPU6050 kemudian mengambil data dari servo di tampilkan pada LCD dan Thinkspeak sebagai outputnya.

### 3.6.1 Hasil Uji Coba Solar Panel Fixed

Uji coba dilakukan selama 3 hari pada tempat parkir gunadarma depok yang lebih terbuka dan juga pada cuaca cerah sehingga dapat terkena cahaya dari matahari yang diterima oleh solar panel di tampilkan pada LCD dan Thinkspeak sebagai outputnya.

**Tabel 3. 2** Hasil Uji Pengamatan Solar Panel Fixed Hari Pertama

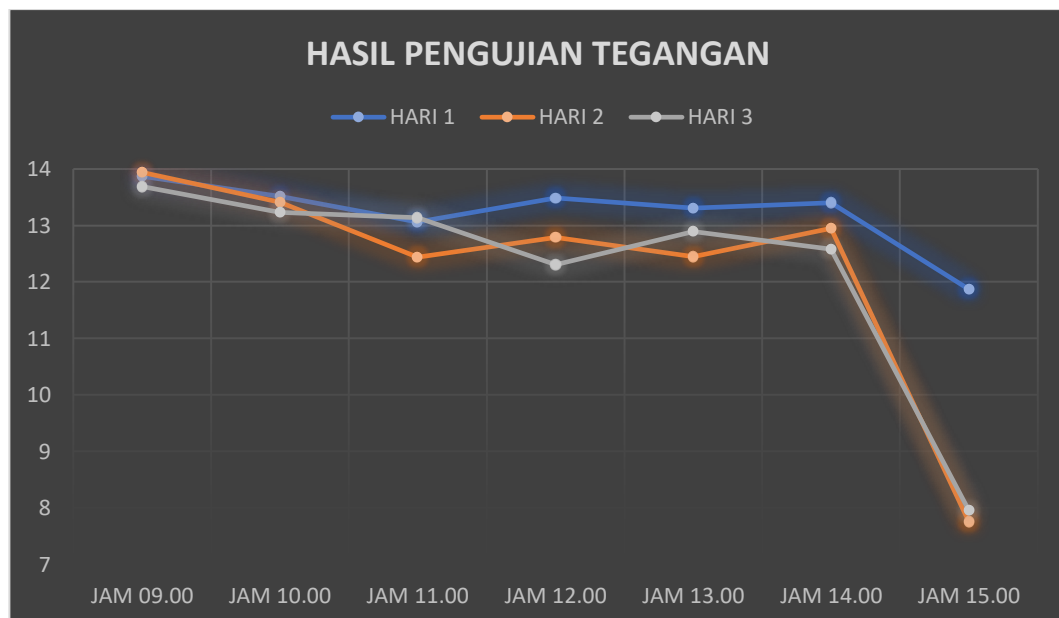
3 Juli 2023			
Jam	Tegangan	Arus	Daya
9	13,87 V	104 mA	1,442 W
10	13,52 V	82,4 mA	1,112 W
11	13,06 V	28,6 mA	0,373 W
12	13,49 V	119,3 mA	1,609 W
13	13,31 V	125,4 mA	1,669 W
14	13,40 V	83,1 mA	1,113 W
15	11,87 V	7,6 mA	0,921 W

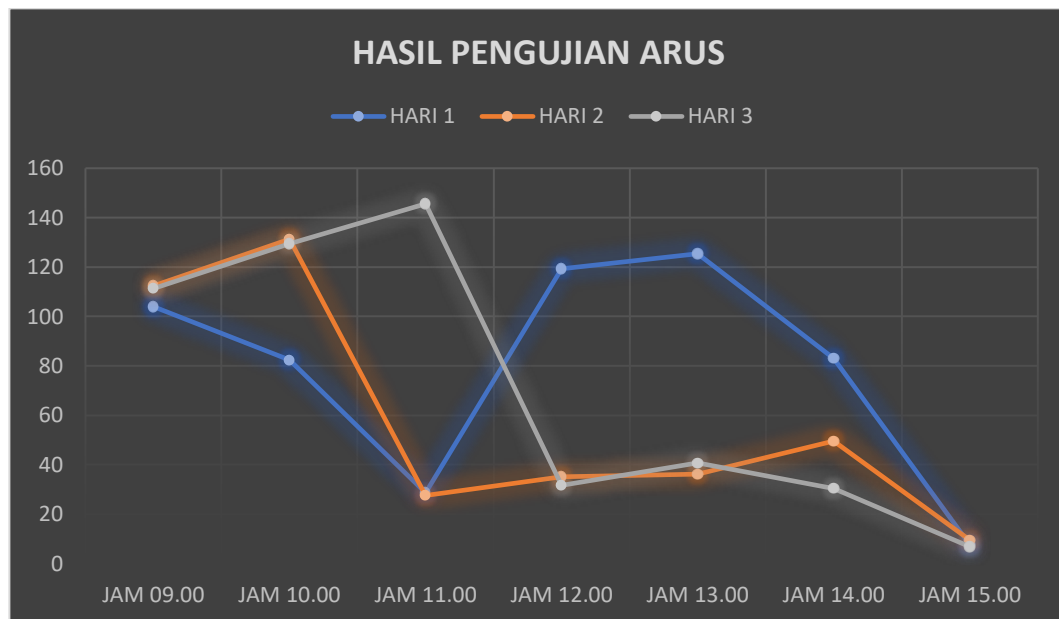
**Tabel 3. 3** Hasil Uji Pengamatan Solar Panel Fixed Hari Kedua

4 Juli 2023			
Jam	Tegangan	Arus	Daya
9	13,94 V	112,5 mA	1,568 W
10	13,41 V	131,3 mA	1,761 W
11	12,44 V	27,6 mA	0,343 W
12	12,79 V	35,2 mA	0,450 W
13	12,45 V	36,2 mA	0,451 W
14	12,95 V	49,6 mA	0,642 W
15	7,75 V	9,5 mA	0,074 W

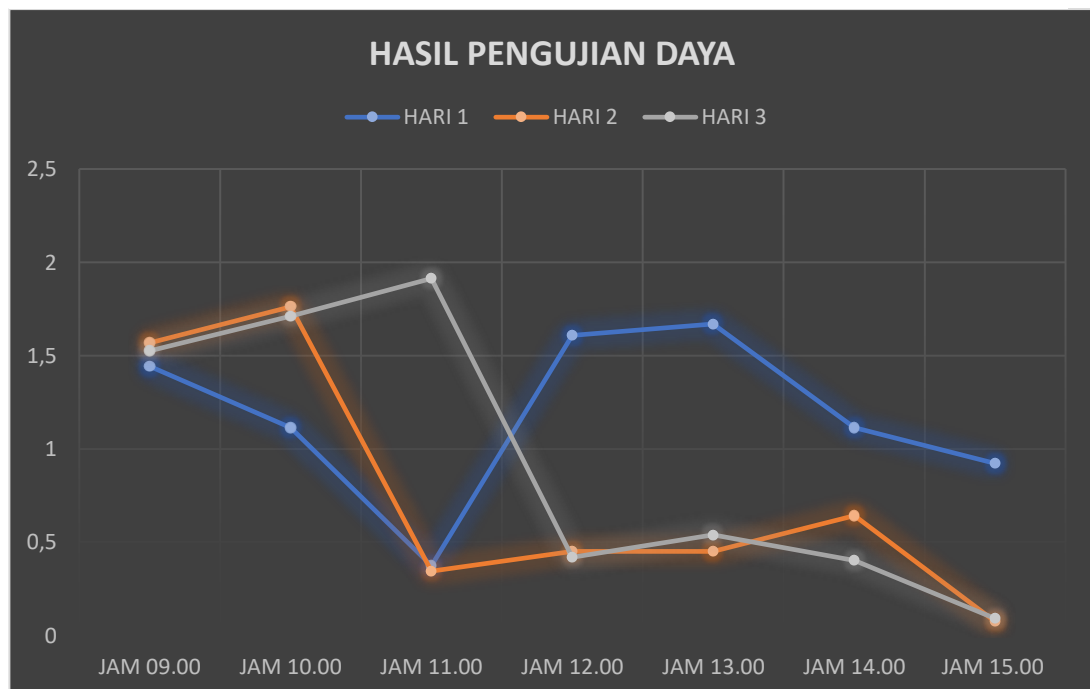
**Tabel 3. 4** Hasil Uji Pengamatan Solar Panel Fixed Hari Ketiga

5 Juli 2023			
Jam	Tegangan	Arus	Daya
9	13.69 V	111.3 mA	1.524 W
10	13.23 V	129.4 mA	1.712 W
11	13.14 V	145.6 mA	1.913 W
12	12.31 V	31.6 mA	0.418 W
13	12.89 V	40.7 mA	0.538 W
14	12.58 V	30.3 mA	0.401 W
15	7.95 V	6.8 mA	0.090 W

**Gambar 3.7** Grafik Pengamatan Hasil Pengujian Tegangan Solar Panel Fixed



**Gambar 3.8** Grafik Pengamatan Hasil Pengujian Arus Solar Panel Fixed



**Gambar 3.9** Grafik Pengamatan Hasil Pengujian Daya Solar Panel Fixed

### 3.6.2 Hasil Uji Coba Solar Panel Tracker Dual Axis

Uji coba dilakukan selama 3 hari pada tempat parkir gunadarma depok yang lebih terbuka dan juga pada cuaca cerah sehingga dapat terkena cahaya dari matahari. LDR akan mencoba mencari sumber cahaya matahari untuk menggerakkan motor servo agar solar panel mendapatkan cahaya sehingga MPU6050 dapat mendeteksi posisi dari arah sinar matahari yang diterima oleh solar panel dan di tampilkan pada LCD dan Thinkspeak sebagai outputnya.

**Tabel 3.5** Hasil Uji Pengamatan Solar Tracker Hari Pertama

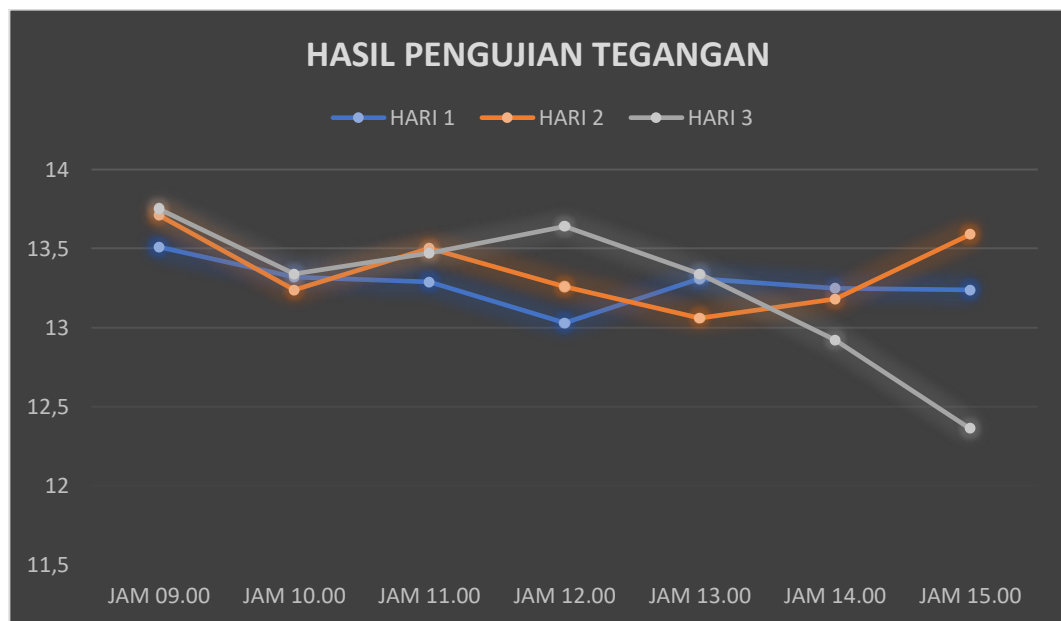
20 Juli 2023					
Jam	Tegangan (V)	Arus (mAmp)	Daya (W)	Posisi X (Derajat)	Posisi Y (Derajat)
9	13.51 V	143.3	1.936	30	40
10	13.32 V	143.8	1.915	45	50
11	13.29 V	147.1	1.955	65	35
12	13.03 V	143.3	1.867	75	20
13	13.31 V	123.5	1.644	115	35
14	13.25 V	68.5	0.908	140	45
15	13.34 V	67.6	0.902	155	50

**Tabel 3.6** Hasil Uji Pengamatan Solar Tracker Hari Kedua

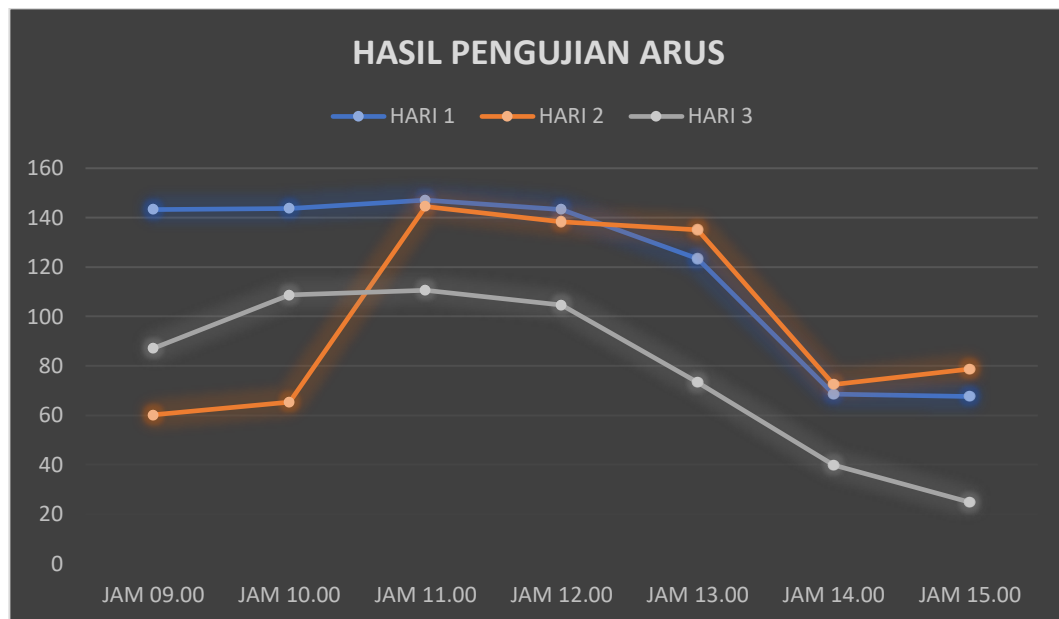
21 Juli 2023					
Jam	Tegangan (V)	Arus (mAmp)	Daya (W)	Posisi X (Derajat)	Posisi Y (Derajat)
9	13.71	60.2	0.825	25	60
10	13.24	65.4	0.866	55	45
11	13.5	144.5	1.951	60	30
12	13.26	138.4	1.835	110	20
13	13.06	135.1	1.764	115	15
14	13.18	72.4	0.954	120	12
15	13.59	78.8	1.071	135	10

**Tabel 3.7** Hasil Uji Pengamatan Solar Tracker Hari Ketiga

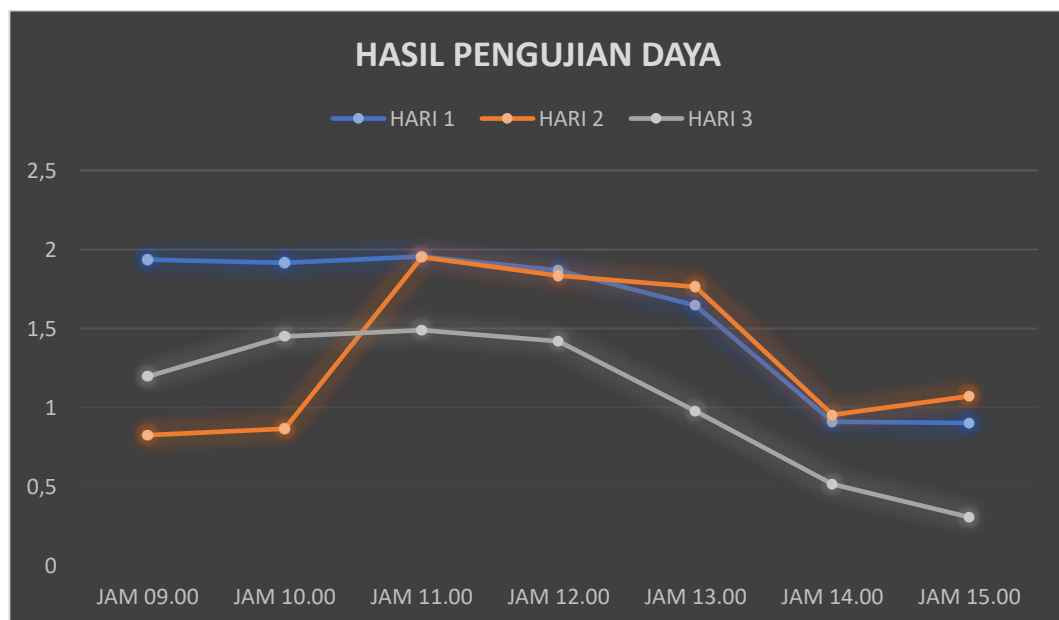
22 Juli 2023					
Jam	Tegangan (V)	Arus (mAmp)	Daya (W)	Posisi X (Derajat)	Posisi Y (Derajat)
9	13.75	87.1	1,197	15	50
10	13.34	108.7	1,450	45	25
11	13.47	110.6	1,489	90	25
12	13.64	104.6	1,418	105	20
13	13.34	73.3	0,978	125	15
14	12.92	39.8	0,514	140	10
15	12,36	24,8	0,306	155	8

**Gambar 3.10** Grafik Pengamatan Tegangan Solar Tracker





**Gambar 3.11** Grafik Pengamatan Arus Solar Tracker



**Gambar 3.12** Grafik Pengamatan Daya Solar Tracker

## **4. PENUTUP**

### **4.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil uji coba alat yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan alat telah berjalan sesuai dengan tujuan untuk mencari sumber energi alternatif, alat ini dibuat untuk mempercepat estimasi efisiensi tambahan yang dapat dicapai dengan menggunakan solar tracker dual axis dibandingkan dengan panel surya tetap.

### **4.2 Saran**

Dalam perancangan alat ini dapat dikembangkan untuk kedepannya dengan menambahkan sensor tegangan agar kita dapat mencari tahu efisiensi daya yang dihasilkan oleh panel surya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Izran Mardjun1, S. A. R. K. A. (2018). Rancang Bangun Solar Tracking Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro CosPhi*, Vol. 1, No. 2 Tahun 2018, 1(2597–9337), 1–6.
- Benny, I. M., Bgs, I., Swamardika, A., Wyn, I., Wijaya, A., & Elektro, J. T. (2015). *Rancang Bangun Sistem Tracking Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino* (Vol. 2, Issue 2).
- Indra Rizkianto, A., Suprianto, B., & Wanarti Rusimamto, P. (n.d.). *Rancang Bangun Sistem Kontrol Tracking Panel Surya Dengan Metode Fuzzy Logic Controller Berbasis ESP32*.
- Kurniawan, G. W., Agung, I. G. A. P. R., & Rahardjo, P. (2023). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Panel Surya Berbasis Internet of Things. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 22(1), 133. <https://doi.org/10.24843/mite.2023.v22i01.p17>
- Rezkyanzah, J., Purba, L. P., & Putra, C. A. (n.d.). *PERANCANGAN SOLAR TRACKER BERBASIS ARDUINO SEBAGAI PENUNJANG SISTEM KERJA SOLAR CELL DALAM PENYERAPAN ENERGI MATAHARI*.

## LAMPIRAN



L.1 Pengamatan Hasil Pengujian

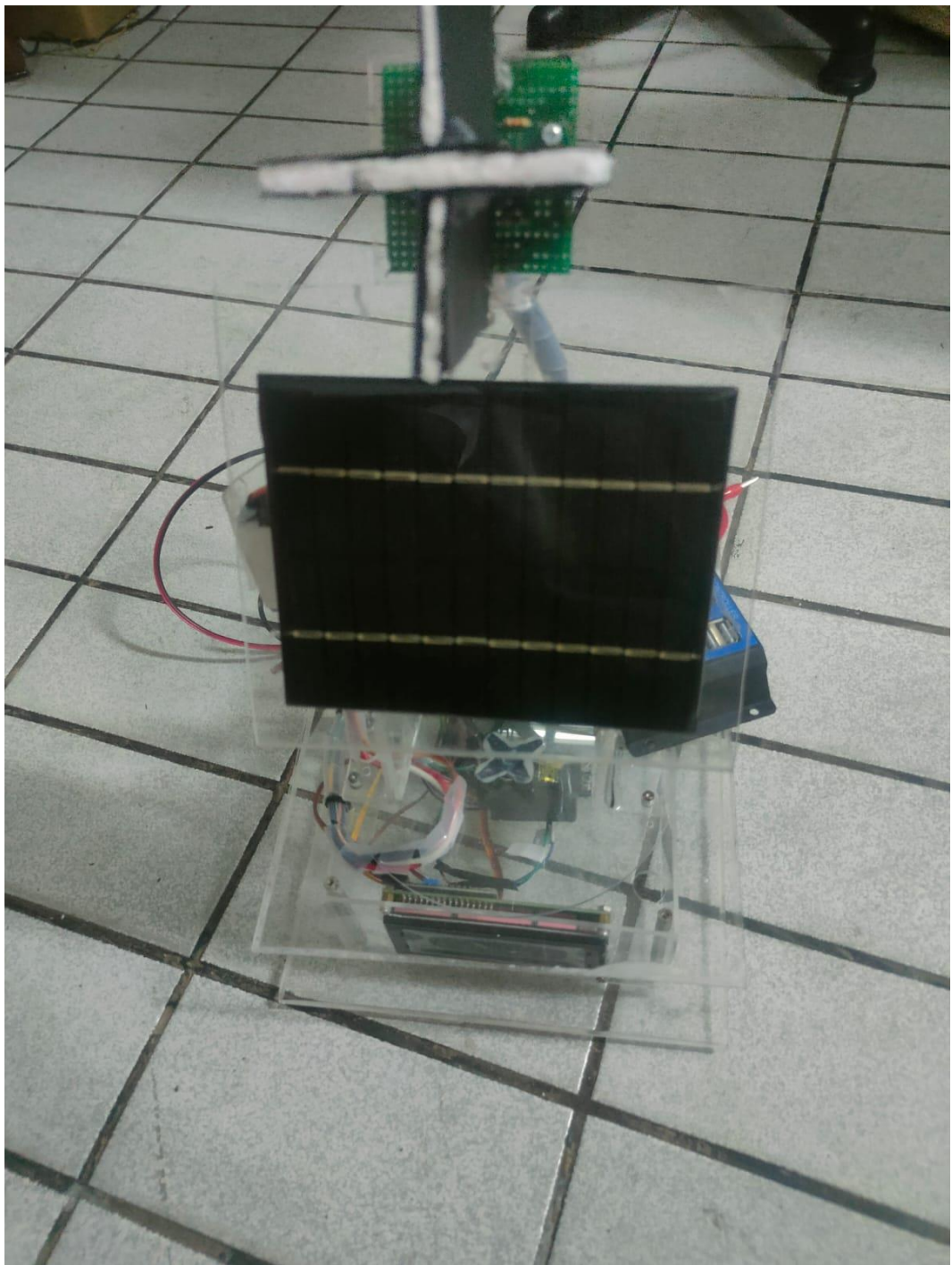


L.2 Pengamatan Hasil Voltase

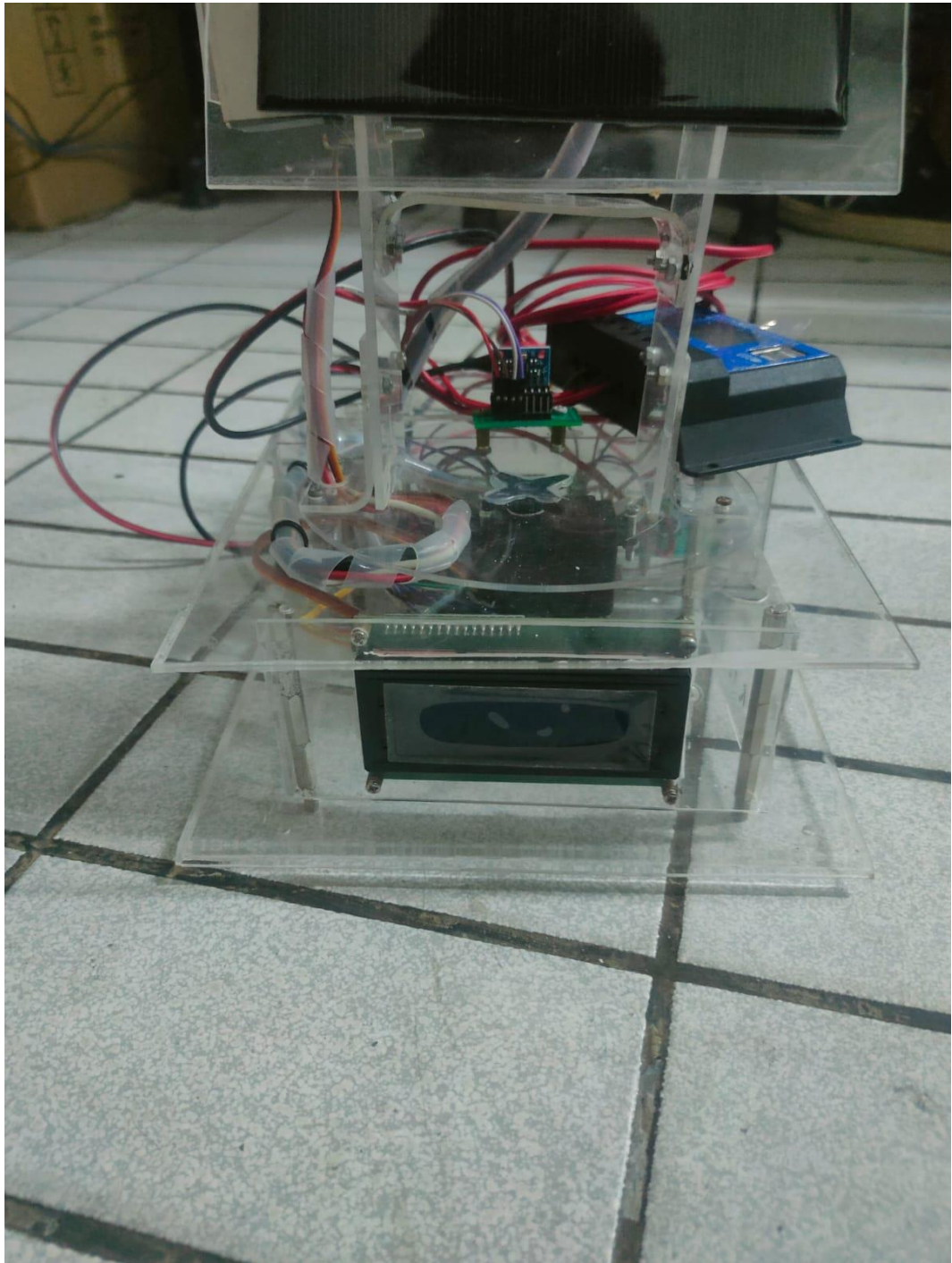


**L.3 Pengamatan Hasil Arus Menggunakan Multimeter**





**L.4** Foto Alat Dari Atas



**L.5** Foto Alat Dari Bawah





**L.6** Foto Alat Dari Belakang