

Prototipe *Solar Tracking* Berbasis Arduino dan Sensor Light Dependent Resistor (LDR)

Bangun Aji Saputra, Alfian Ma'arif
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirimkan 21 Juni 2021
Direvisi 11 Januari 2022
Diterima 02 Agustus 2022

Kata Kunci:

Panel Surya;
Sensor LDR;
Mikrokontroler;
Tracking;
Fuzzy

Penulis Korespondensi:

Alfian Ma'arif,
Universitas Ahmad Dahlan,
Yogyakarta, Indonesia
Email:
alfianmaarif@ee.uad.ac.id

ABSTRACT / ABSTRAK

The government prioritizes the availability of electrical energy, especially in the industrial sector and urban areas, but the infrastructure to provide access to electricity in rural areas, especially street lighting, is still very lacking as a result of the need for a different energy source to overcome this problem. Solar cells are power plants that can convert solar energy into electricity, but most solar panels are installed statically which results in less than optimal absorption of solar energy. The purpose of this research is to make a prototype solar tracking based on the Arduino Mega 2560 microcontroller with the fuzzy logic method with an LDR sensor as a light sensor and a servo motor as a driver so that the solar panel can track the movement of the sun to get the maximum light intensity. The results of this study there are four test conditions which indicate that the percentage of the comparison value of solar panels statically and tracking in cloudy conditions is 34.07% while the test in cloudy sunny conditions is 25.603%.

Pemerintah memprioritaskan ketersediaan energi listrik khususnya di sektor industri dan wilayah perkotaan tetapi infrastruktur untuk memberikan akses listrik di daerah pedesaan terutama penerangan jalan masih sangatlah kurang akibatnya perlunya sumber energi yang berbeda diperlukan untuk mengatasi masalah ini. Sel surya adalah pembangkit listrik yang dapat mengubah energi matahari menjadi listrik namun sebagian besar Panel surya dipasang secara statis yang mengakibatkan penyerapan energi matahari kurang optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat Prototype solar tracking berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan metode *fuzzy logic* dengan sensor LDR sebagai sensor cahaya dan motor servo sebagai penggerak sehingga panel surya dapat melacak pergerakan matahari untuk mendapatkan intensitas cahaya yang maksimal. Hasil dari penelitian ini terdapat empat kondisi pengujian yang menunjukkan bahwa persentase nilai perbandingan panel surya secara statis dan tracking dalam kondisi mendung sebesar 34,07% sedangkan pengujian dalam kondisi cerah Berawan sebesar 25,603%.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



Sitasi Dokumen ini:

B. Aji Saputra and A. Ma'arif, "Prototipe Solar Tracking Berbasis Arduino dan Sensor Light Dependent Resistor (LDR)," *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 30-40, 2022, DOI: [10.12928/biste.v4i1.5547](https://doi.org/10.12928/biste.v4i1.5547)

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan penduduk Indonesia saat ini semakin tinggi terutama dalam pemakaian listrik, dengan bertambahnya jumlah penduduk dan juga dengan kemajuan teknologi mengakibatkan di wilayah pedesaan yang kurang penerangan jalan [1]. Berbagai kendala seperti keadaan geografis, topografi, dan persebaran penduduk menghambat penyediaan listrik di pedesaan, sehingga infrastruktur untuk memberikan akses listrik pedesaan sangat kurang memadai oleh karena itu dibutuhkan energi alternatif [2]. panel surya menghasilkan listrik tergantung pada jumlah cahaya yang diterima dari matahari namun sebagian besar panel surya dipasang secara statis dalam pemakaiannya [3]. Pada dasarnya letak panel surya hanya mengarah ke satu arah, sehingga menghalangi penyerapan sinar matahari secara optimal. panel surya harus dapat mengikuti arah pergerakan matahari agar dapat memanfaatkan energi terbarukan dari sinar matahari secara maksimal. untuk itu diperlukan suatu sistem atau teknologi yang dapat menggerakkan panel surya untuk mengikuti pergerakan matahari dan posisi lintasan matahari dari timur ke barat yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Mega [4].

Penelitian oleh I Wayan Sutaya membuat prototipe alat solar Tracker yang menunjukkan bahwa alat ini mampu menemukan arah datangnya cahaya. Ketika rangkaian sensor 1 menghasilkan tegangan keluaran 4,65volt dan rangkaian sensor 2 menghasilkan tegangan 4,06 volt tetapi tidak menunjukkan pergerakan motor. Hal ini menunjukkan bahwa tracker tidak selalu bergeser ketika ketika perbedaan tegangan antara kedua sensor harus mencapai perbedaan kurang dari 59 mV. Dengan hasil pengamatan langsung saat panel surya tidak bergerak posisi panel surya akan tegak lurus dengan arah datangnya matahari [5].

Azwaan Zakariah melakukan penelitian yang berjudul "Dual-Axis Solar Tracking System Based on Fuzzy Logic Control and Light Dependent Resistors as Feedback Path Elements." Penelitian ini memanfaatkan pelacak surya yang menggunakan dua sumbu ganda dengan metode *fuzzy logic*. Arduino Uno sebagai mikrokontroler, sensor LDR untuk mengetahui intensitas cahaya dari matahari, dua motor power window (satu untuk sumbu vertikal dan yang lain untuk sumbu horizontal). dari hasil pengujian sistem ini mampu memberikan sedikit peningkatan efisiensi daya keluaran 18,13% dibandingkan ke sistem panel stasioner [6].

Chaerul Jalaludin dalam penelitiannya yang berjudul "Optimasi daya keluaran pada solar panel dengan metode tracking berbasis *internet of Things*," menggunakan mikrokontroler Arduino IDE dan ESP8266 yang nantinya data akan dikirim pada smartphone dengan aplikasi Android. Alat tracker matahari dapat meningkatkan output panel surya sebesar 27,4%, sedangkan uji acakan matahari menggunakan lensa fresnel dapat meningkatkan output sebesar 14% [7].

Istiyo Winarno melakukan penelitian yang berjudul "Maksimum Power Point Tracker (MPPT) Berdasarkan Metode *Perturb Dan Observe* Dengan Sistem *Tracking Panel Surya Singel Axis*". Dengan algoritma penjejak yang mencari DP/DV yang bernilai nol sebagai pertanda puncak kurva Maksimum *Power Point Tracker* (MPPT). Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino uno dan motor DC sebagai penggerak aktuator. Hasil dari penelitian didapatkan efisiensi daya yang mau di capai sebesar 86,5% [8].

Dewa Gede Dede Pramana melakukan penelitian yang berjudul "Rancang bangun berbasis mikrokontroler atmega 328." Pembuatan GUI dari *Ground Control Software* (GCS) untuk mengamati kinerja panel surya menggunakan dua buah sensor yaitu sensor tegangan dan Sensor Arus ACS712 sedangkan mikrokontroler yang digunakan arduino uno Atmega328. Pada pengujian digunakan 3buah panel surya sebagai perbandingan [9].

Evan Dwi Septiawan melakukan penelitian yang berjudul "Sistem kendali posisi sel surya menggunakan PID kontroler" sistem penggerak single axis menggunakan motor DC. Arduino Nano sebagai mikrokontroler dan LCD untuk menampilkan data dari sensor LDR. hasil pengujian sebesar 27,278 watt secara statis sedangkan menggunakan metode PID didapatkan hasil pengujian sebesar 32,959 didapatkan hasil perbandingan sebesar 20,82% [10].

M Barkah Salim melakukan penelitian yang berjudul "Analisis kemampuan panel surya monokristalin 150 Watt pada arus dan pengisian yang di hasilkan," penggunaan panel surya 150 Watt, Inverter 300 Watt, dan aki kering 12 Volt berjumlah 2 buah. Pengujian dilakukan dalam 3 keadaan pengukuran mendapatkan hasil kondisi langit mendung arus berkisar 0,6 ampere hingga 0.8 ampere, kondisi cerah berawan 0,9 hingga 1,9 ampere, dan kondisi cerah arus sekitar 2,0 hingga 3,5 ampere, dan nilai arus rata-rata pengisian baterai sebesar 8-9% [11].

Energi matahari membutuhkan komponen semikonduktor khususnya sel surya untuk menghasilkan listrik. Teknologi Photovoltaic (PV) adalah konversi energi matahari menjadi listrik menggunakan sel surya. Sekarang, dalam pertumbuhan energi terbarukan sistem ini banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari [12]. Energi listrik yang di hasilkan dari panel surya tergantung pada beberapa faktor yaitu bahan pembuatan, intensitas cahaya matahari temperatur dan posisi panel terhadap arah datangnya matahari. Umumnya penampang modul panel surya dipasang menghadap pada posisi tertentu. Perubahan posisi matahari disebabkan oleh adanya gerak semu harian matahari [13].

Sistem tracking panel surya adalah satu unit yang dapat mengontrol posisi panel. Sistem ini dirancang agar permukaan modul panel surya selalu menghadap sinar matahari berada. Sistem tracking pada panel surya dapat dikelompokkan ke dalam berbagai kategori berdasarkan berbagai faktor. Jumlah 2 sumbu rotasi dapat digunakan untuk mengklasifikasikan kategori pertama yaitu sumbu timur dan barat sedangkan kategori kedua terdapat 4 sumbu yaitu timur, barat utara, dan selatan. Hal inilah yang melatarbelakangi pembuatan solar tracking system yang menggunakan komponen LDR sebagai sensor cahaya dan motor servo untuk menggerakkan modul sel surya. Hambatan sensor LDR akan berubah akibat sinar matahari yang menyinarinya dan dapat mempengaruhi nilai tegangan yang akan di proses dan diolah menjadi nilai input analog pada mikrokontroler [4].

Logika *Fuzzy* merupakan metode yang banyak difungsikan sebagai kontrol sensor cahaya dan motor servo. Hal ini dikarenakan metode ini memiliki respons yang lebih fleksibel dibandingkan kontrol konvensional lainnya. Dalam menghadapi cuaca yang berubah ubah secara tidak linier, logika *fuzzy* dapat mengambil keputusan dengan baik. Logika *Fuzzy* merupakan suatu metode kendali yang pada dasarnya menyerupai pola pikir manusia dalam mengambil suatu keputusan secara acak atau tidak pasti (samar) yaitu nilai yang terletak antara 0 dan 1. Sistem kendali ini memiliki himpunan tersendiri yaitu himpunan *fuzzy* yang memiliki derajat keanggotaan tertentu. dari logika *fuzzy* merupakan batas batas dimana nilai tersebut diklasifikasikan, suatu nilai bisa saja masuk ke dalam dua atau lebih suatu klasifikasi [14], [15].

Maximum Power Point Tracking (MPPT) merupakan suatu metode untuk memaksimalkan daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya. MPPT berfungsi untuk menjejak daya yang dihasilkan panel surya agar berada pada titik maksimum dengan kondisi iradiasi dan suhu lingkungan yang berubah. Terdapat dua jenis MPPT yang dapat digunakan untuk memaksimalkan daya keluaran panel surya, yaitu MPPT statis dan dinamis. MPPT statis merupakan metode pencarian titik daya maksimum panel surya berdasarkan kurva karakteristik, sedangkan MPPT dinamis merupakan metode yang digunakan pada penelitian ini dimana pencarian titik daya maksimum panel surya berdasarkan sudut datang sinar matahari terhadap panel surya [6], [16].

Berdasarkan pada latar belakang masalah, penelitian ini akan mengusulkan tentang Prototipe Solar Tracking Berbasis Arduino dan Sensor LDR. Penelitian menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai pengolah data dan pengeksekusi algoritma tracking. Sensor Light Dependent Resistor (LDR) untuk mendeteksi arah cahaya matahari dan motor servo untuk menggerakkan panel surya ke arah cahaya matahari. Hasil pengujiannya akan membandingkan hasil tegangan sistem tanpa solar tracker dan dengan solar tracker.

2. METODE

Pengujian sistem awal yang akan dibuat adalah mengukur atau menguji tingkat optimasi output tegangan pada perangkat prototipe *solar tracking* kemudian membandingkan dengan pengukuran perangkat menggunakan sistem statis (konvensional). Dalam hal tingkat optimasi output tegangan atau penerimaan energi listrik pada saat menggunakan sistem tracking di terdapat mikrokontroler di dalamnya. Pengolahan data dari sensor cahaya LDR mengirim sinyal analog mikrokontroler Arduino Mega dan memerintahkan aktuator linier motor servo untuk memindahkan posisi dari modul sel surya menggunakan metode *fuzzy logic*. Dengan mengikuti gerak semu harian matahari dari timur ke barat, serta gerak semu bulanan matahari selatan dan utara yaitu terdapat empat sumbu arah. Sudut vertikal dan horizontal motor servo harus ditentukan limit switch masing-masing di arah Timur dan Barat, untuk membatasi pergerakan dari sudut motor servo.

2.1. Desain Sistem

Perancangan alat pada penelitian ini meliputi perancangan diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 1. Arduino Mega adalah jenis produk Arduino dengan mikroprosesor ATmega 2560 yang terpasang pada papan sirkuit. Dibandingkan dengan Arduino Nano dan Arduino Uno, board ini memiliki lebih banyak pin I/O, terdapat 54 pin I/O digital di papan, termasuk 16 pin input analog (15 di antaranya adalah PWM) dan 4 pin UART (port serial perangkat keras) [12].

Light Dependent Resistor yang di singkat menjadi LDR adalah jenis resistor yang memiliki nilai resistansi atau hambatan yang berubah-ubah tergantung dari intensitas cahaya yang diterimanya. Saat cahaya terang, nilai resistansi pada sensor menurun, dan saat cahaya redup, nilai resistansi meningkat [2]. Pada rangkaian modul sensor LDR ini terdapat 3 buah pin diantaranya pin VCC, GND, dan output analog.

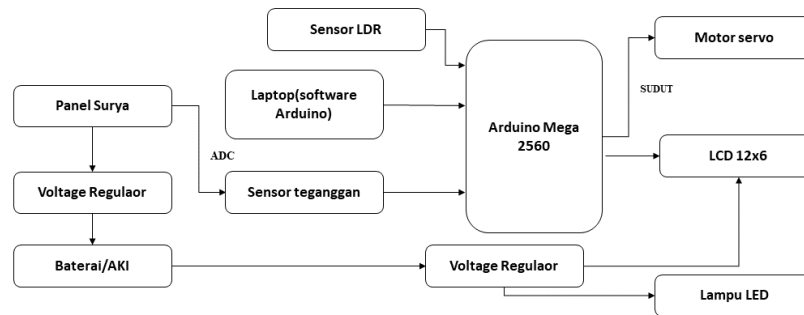
Voltage Regulator merupakan rangkaian elektronika yang berfungsi sebagai penurun tegangan DC-DC untuk mempertahankan dan memastikan tegangan pada level tertentu secara otomatis, sehingga didapatkan nilai tegangan keluaran bisa stabil. Baterai yang digunakan tegangan adalah baterai lithium dengan besar tegangan 12V. Namun baterai lithium menjadi berbahaya dan dapat meledak apalagi dipakai untuk arus besar yang mengakibatkan baterai lebih cepat rusak, maka dari itu diperlukan sebuah modul pengaman (Protection board) yang di sebut (Battery Management System) untuk 3 cell baterai.

Liquid Crystal Display 16×2 menggunakan terbuat dari kristal cair yang berfungsi sebagai tampilan media. LCD 16×2 memiliki dua baris, masing-masing menampilkan 16 karakter, dengan total 32 karakter.

Secara umum, LCD ini menggunakan 16 pin sebagai input kontrol, namun penggunaan pinnya tidak efisien, sehingga diperlukan modul khusus agar layar LCD dapat dikontrol dengan 4 buah pin [11]. Layar LCD untuk input analog dikendalikan hanya dengan menggunakan 2 pin yaitu SDA dan SCL Pada modul I2C.

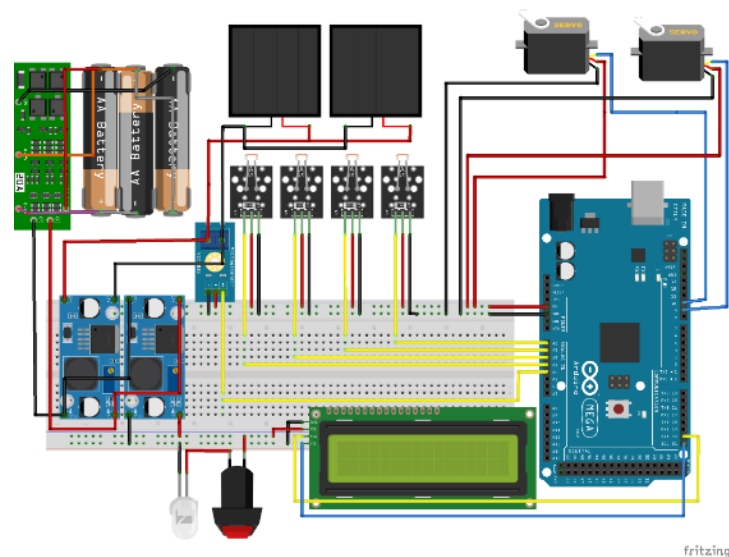
Motor servo merupakan motor listrik yang menggunakan sistem loop tertutup. Poros keluaran motor ini dapat digerakkan dengan sudut tertentu, kecepatan dan posisi yang tidak dimiliki motor biasa. Input ke kontrolnya adalah sinyal yang mewakili posisi yang diperintahkan untuk poros output [13].

Modul sensor tegangan pada pengoperasiannya didasarkan penekanan resistansi dan dipasang secara paralel pada sumber tegangan yang akan di hitung. Modul ini dapat menurunkan tegangan input sebesar 5 kali tegangan aslinya. Jadi jika tegangan 5V diperlukan dari input analog Arduino, sensor hanya dapat membaca tegangan maksimum 25V Pada tegangan 3,3 V, tegangan input tidak boleh melebihi 16,5 V [4].



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Terdapat penjelasan pada [Gambar 1](#) yaitu terdapat bagian input panel surya, voltage regulator sebagai penurun dan penstabil tegangan dari panel ke modul BMS, Baterai / aki, sensor LDR sebagai sensor cahaya, dan bagian pemrosesan dan kalkulasi untuk mentracking panel yaitu Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler kemudian di bagian output terdapat motor servo sebagai penggerak panel surya, LCD menampilkan persentase pengukuran, dan Lampu LED. Untuk mempermudah perancangan perangkat lunak pengontrolan alat terlebih dahulu dibuat perancangan komponen untuk menjabarkan alur kerja sistem pada Solar Tracking dapat dilihat pada [Gambar 2](#).

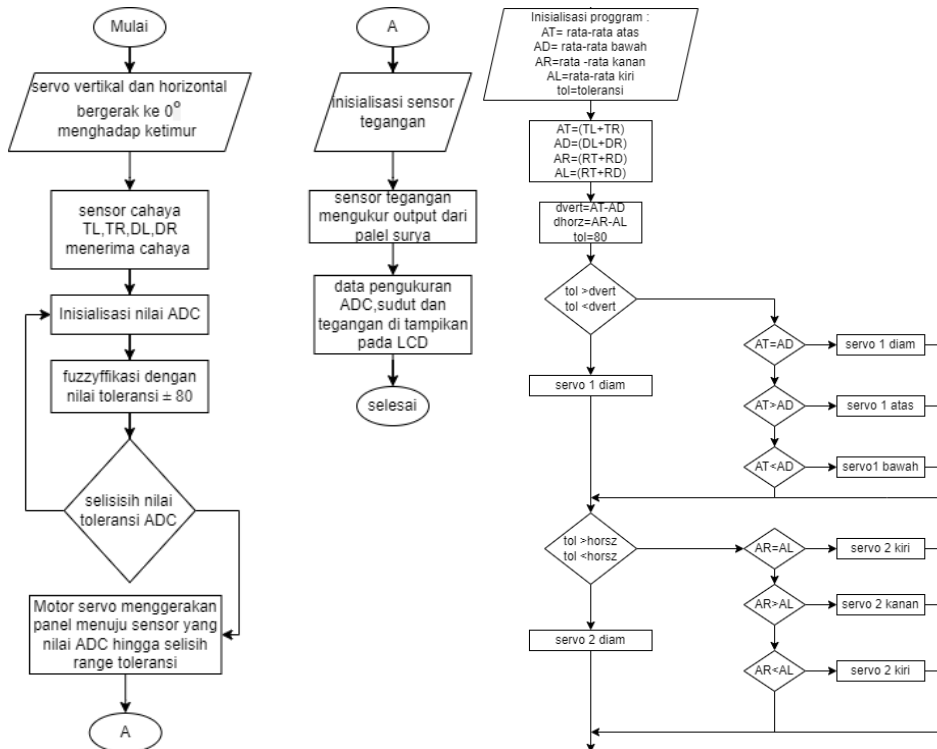


Gambar 2. Rangkaian Sistem

Pada [Gambar 2](#) terdapat 5 sensor yang dihubungkan ke mikrokontroler arduino mega di antaranya 4 buah sensor LDR yang terhubung ke pin A0 – A3, sensor tegangan terhubung ke pin A4, 2 buah motor servo sebagai penggerak panel surya ke input digital pin 10 dan 9, LCD 16×2 untuk menampilkan nilai tegangan ke pin 20 SDA dan 21 SCL. Kemudian output panel dihubungkan ke baterai dan sensor tegangan lalu dari baterai dihubungkan ke step down untuk menurunkan tegangan baterai agar bisa menghidupkan lampu LED.

2.2. Algoritma

Diagram Alir *Solar Tracking System* dapat dilihat pada **Gambar 3**. Pada saat sistem dinyalakan pertama kali servo vertikal dan horizontal bergerak ke sudut 0°. sensor LDR menerima cahaya akan melalui proses inialisasi nilai ADC kemudian fuzzyfikasi dengan nilai toleransi ± 80. Sistem kemudian menggunakan pendekatan scanning untuk mencari objek yaitu posisi matahari berada, namun jika hal tersebut tidak terdeteksi maka sistem akan melakukan scan ulang sampai ditemukan. Panel surya akan mengikuti objek setelah diidentifikasi, dan perangkat akan menyerap energi matahari, kemudian proses inialisasi pada modul sensor tegangan untuk mengukur nilai keluaran yang di hasilkan dari panel surya baru setelah itu data akan di tampilkan pada LCD berupa nilai ADC sensor persentase tegangan listrik yang dihasilkan dari panel surya serta sudut gerak motor servo.

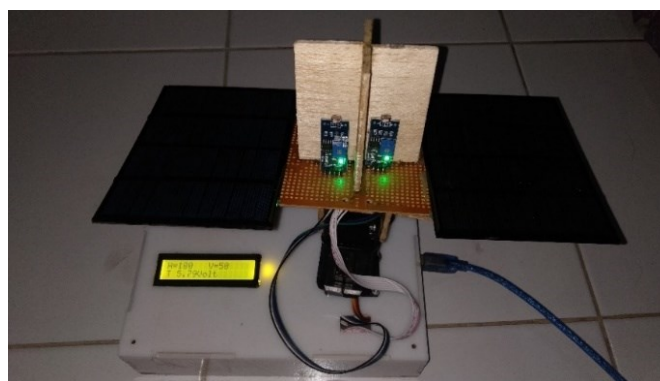


Gambar 3. Diagram Alir *Solar Tracking System*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Perangkat Keras

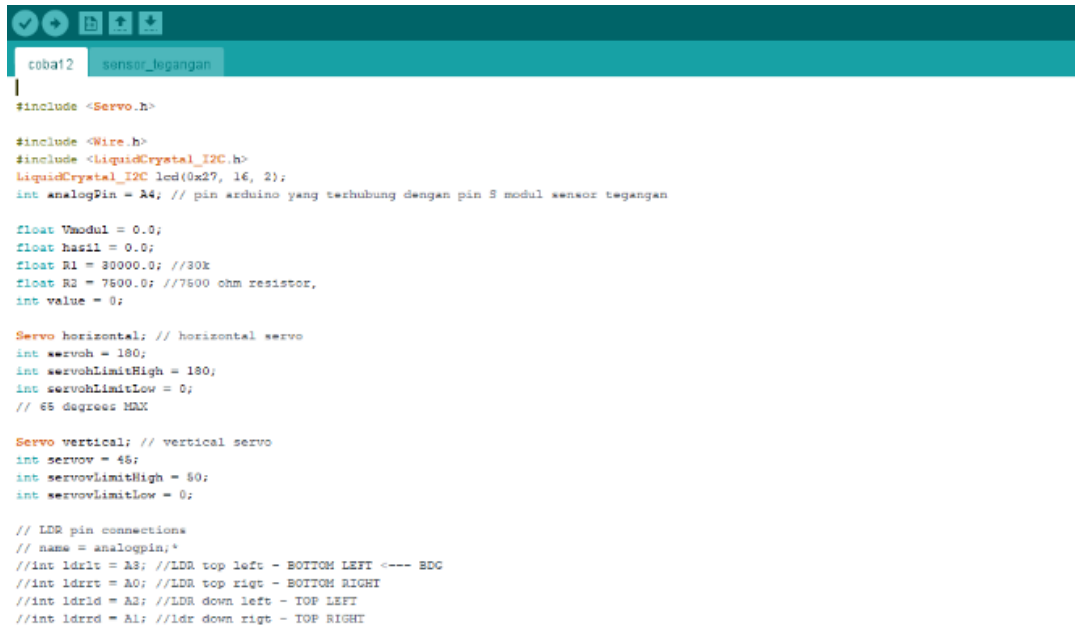
Pada penelitian solar tracking ini diperlukan pengujian terhadap perangkat keras untuk memastikan rangkaian yang dipasang dapat beroperasi dengan baik, pengujian perangkat keras ini dilakukan dengan cara menjalankan alatnya dan memastikan semua rangkaian sudah terpasang dengan baik seperti pada **Gambar 4** yang menampilkan semua komponen sudah terhubung dengan baik.



Gambar 4. Hasil Pengujian Perangkat Keras

3.2. Pengujian Perangkat Lunak

Pada penelitian solar tracking ini diperlukan pengujian terhadap perangkat lunak untuk memastikan alat bekerja dengan baik, pengujian perangkat lunak ini dilakukan dengan cara menjalankan program yang telah diberikan pada alat dan memastikan semua program dapat beroperasi dengan benar sehingga dapat mengoperasikan alat yang digunakan. Pastikan alat sudah bisa dioperasikan dengan memasukkan program yang sudah dipersiapkan kepada Arduino yang merupakan mikroprosesor pada alat seperti pada [Gambar 5](#).



```

cobaf2  sensor_tegangan
#include <Servo.h>

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
int analogPin = A4; // pin arduino yang terhubung dengan pin S modul sensor tegangan

float Vmodul = 0.0;
float hasil = 0.0;
float R1 = 30000.0; //30K
float R2 = 7500.0; //7500 ohm resistor,
int value = 0;

Servo horizontal; // horizontal servo
int servoh = 180;
int servohLimitHigh = 180;
int servohLimitLow = 0;
// 65 degrees MAX

Servo vertical; // vertical servo
int servov = 45;
int servovLimitHigh = 50;
int servovLimitLow = 0;

// LDR pin connections
// name = analogpin,*
//int ldr1t = A3; //LDR top left - BOTTOM LEFT <--- BDC
//int ldr1r = A0; //LDR top right - BOTTOM RIGHT
//int ldr1d = A2; //LDR down left - TOP LEFT
//int ldr1d = A1; //ldr down right - TOP RIGHT

```

Gambar 5. Tampilan Software Arduino

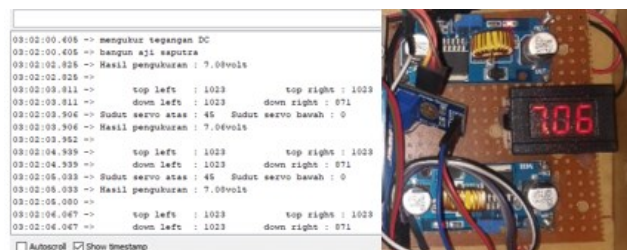
Dari [Gambar 5](#) program sudah dapat terupload sehingga perlu dilakukan pengecekan pada LCD apakah sudah dapat menampilkan data yang diinginkan seperti pada [Gambar 6](#).



Gambar 6. Tampilan Data Pada Layar LCD

3.3. Pengujian Sensor Tegangan

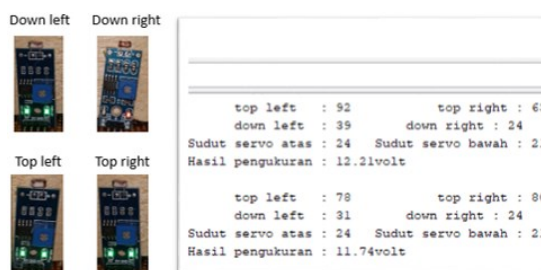
Pengujian tegangan dapat dilakukan dengan menghubungkan output panel surya ke pin input sensor tegangan yaitu VCC sebagai pin positif (+) dan *ground* sebagai pin negatif (-). Hasil pengukuran ini juga dibandingkan dengan hasil pengukuran tegangan dengan menggunakan alat voltmeter digital. Dengan nilai perbandingan yang didapatkan dari alat ini dengan alat voltmeter digital didapatkan nilai sebesar 0,02 V. pada [Gambar 7](#) dapat dilihat perbedaan dari hasil pengukuran sensor tegangan dan voltmeter digital.



Gambar 7. Pengujian Sensor Tegangan

3.4. Pengujian Modul Sensor LDR

Pengujian berikutnya yaitu sensor LDR, pengujian ini dilakukan dengan menggunakan empat buah sensor LDR yang masing-masing diposisikan antara lain sensor 1 kanan atas, sensor 2 kanan bawah, sensor 3 kiri bawah, dan sensor 4 kiri atas. Untuk mengetahui apakah alat yang digunakan sudah dapat mengikuti arah dari cahaya yang diterima dalam pengambilan data berikut adalah pengujian sensor LDR yang ditampilkan di serial monitor dapat dilihat pada [Gambar 8](#).



Gambar 8. Pengujian Sensor LDR

3.5. Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian dilakukan pengambilan data secara langsung antara pukul 08.00 WIB sampai dengan pukul 15.00 WIB data akan disimpan setiap pengujian selama 30 menit. Terdapat 4 tabel pengujian di antaranya pengujian statis kondisi mendung dan cerah berawan kemudian pengujian tracking kondisi mendung dan cerah berawan. Hal ini bertujuan untuk tahu seberapa besar hasil nilai tegangan yang diperoleh dari alat tersebut dalam pengujian statis maupun secara tracking.

Pengujian pertama dilakukan secara statis pada saat kondisi mendung, didapatkan sebuah data yang diambil dari pukul 08.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB dengan sudut vertikal servo sebesar 45° dan sudut horizontal servo sebesar 0° didapatkan rata-rata data tegangan sebesar 5,40V. Data dapat di lihat pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Pengujian Data Statis Kondisi Mendung

Waktu	Sudut		Nilai Tegangan
	Servo Vertikal	Servo Horizontal	
08.00	45	0	4,92
08.30	45	0	5,66
09.00	45	0	6,03
09.30	45	0	5,95
10.00	45	0	5,09
10.30	45	0	5,15
11.00	45	0	5,21
11.30	45	0	6,16
12.00	45	0	5,19
12.30	45	0	5,21
13.00	45	0	6,42
13.30	45	0	6,65
14.00	45	0	4,32
14.30	45	0	4,3
15.00	45	0	4,77
	Rata-Rata		5,40

Pengujian kedua yang dilakukan secara statis pada saat kondisi mendung didapatkan sebuah data yang diambil dari pukul 08.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB dengan sudut vertikal servo sebesar 45° dan sudut horizontal servo sebesar 0° didapatkan rata-rata data tegangan sebesar 7,53 V. data pengujian dapat dilihat pada [Tabel 2](#).

Pengujian ketiga yang dilakukan secara *tracking* pada saat kondisi mendung didapatkan data yang sudah menampilkan sudut perubahan servo yang didapatkan pada saat melakukan pengambilan data dengan *tracking* yang dilakukan dari pukul 08.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB dengan mendapatkan nilai tegangan dengan rata-rata sebesar 7,24 V. Data pengujian dapat dilihat pada [Tabel 3](#).

Pengujian keempat yang dilakukan secara *tracking* pada kondisi cerah berawan didapatkan sudut perubahan servo yang didapatkan pada saat melakukan pengambilan data dengan tracking yang dilakukan dari pukul 08.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB dengan mendapatkan nilai tegangan dengan rata-rata sebesar 9,46 V. Hasil dapat dilihat pada [Tabel 4](#).

Tabel 2. Pengujian Data Statis Kondisi Cerah Berawan

Waktu	Sudut		Nilai Tegangan
	Servo Vertikal	Servo Horizontal	
08.00	45	0	6,65
08.30	45	0	5,51
09.00	45	0	11,07
09.30	45	0	11,03
10.00	45	0	11,22
10.30	45	0	11,31
11.00	45	0	11,32
11.30	45	0	6,65
12.00	45	0	6,18
12.30	45	0	5,83
13.00	45	0	5,78
13.30	45	0	5,95
14.00	45	0	4,82
14.30	45	0	4,55
15.00	45	0	5,09
	Rata-Rata		7,53

Tabel 3. Pengujian Data *Tracking* Kondisi Mendung

Waktu	Sudut		Nilai Tegangan
	Servo Vertikal	Servo Horizontal	
08.00	46	0	5,47
08.30	44	0	6,03
09.00	45	6	8,6
09.30	45	0	7,88
10.00	36	0	5,71
10.30	30	9	7,09
11.00	24	15	9,87
11.30	24	21	8,23
12.00	3	42	8,20
12.30	0	95	8,03
13.00	0	104	7,88
13.30	0	127	7,92
14.00	0	141	8,05
14.30	0	148	4,60
15.00	0	180	5,06
	Rata-Rata		7,24

Tabel 4. Pengujian Data *Tracking* Kondisi Cerah Berawan

Waktu	Sudut		Nilai Tegangan
	Servo Vertikal	Servo Horizontal	
08.00	44	0	10,95
08.30	45	1	10,5
09.00	41	0	11,51
09.30	34	5	11,97
10.00	15	11	5,44
10.30	10	30	10,38
11.00	15	35	11,44
11.30	10	30	11,14
12.00	15	90	10,57
12.30	0	84	10,28
13.00	0	96	7,71
13.30	0	133	8,60
14.00	0	151	8,45
14.30	0	161	7,71
15.00	0	180	5,31
	Rata-Rata		9,46

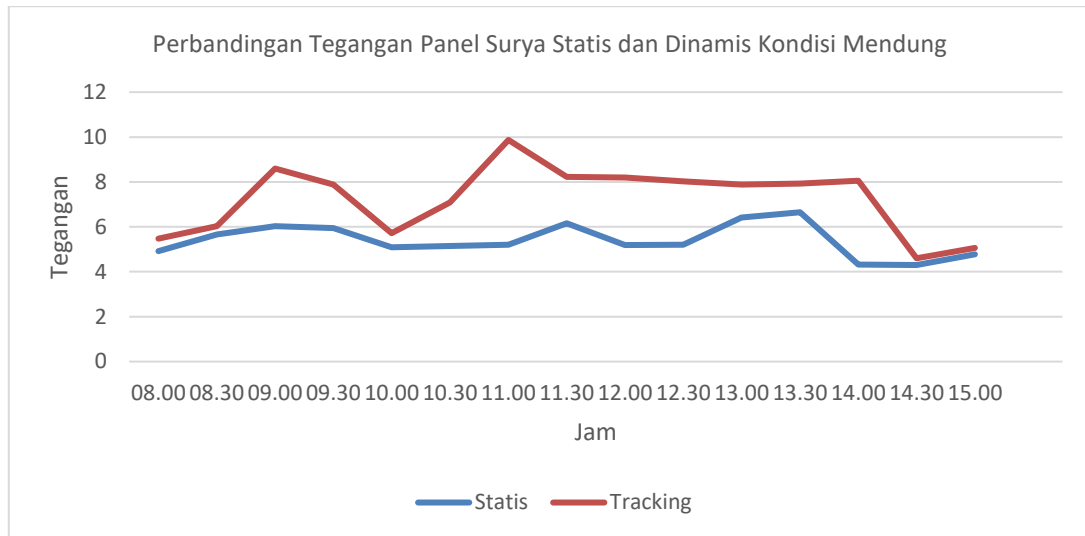
3.5 Hasil Perbandingan Pengujian Statis dan Tracking

Pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan tracking dan tanpa menggunakan tracking ini selanjutnya dilakukan pengolahan data sehingga didapatkan grafik perbandingan dari kedua pengujian yang telah dilakukan, dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Optimalisasi}(\%) = \frac{V_{out \text{ solar tracking}} - V_{out \text{ metode statis}}}{V_{out \text{ metode statis}}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Optimalisasi}(\%) &= \frac{7,24V - 5,40V}{5,40V} \times 100\% \\ &= 34,07\% \end{aligned}$$

Gambar 9 adalah hasil data grafik perbandingan yang dilakukan pada saat kondisi mendung.

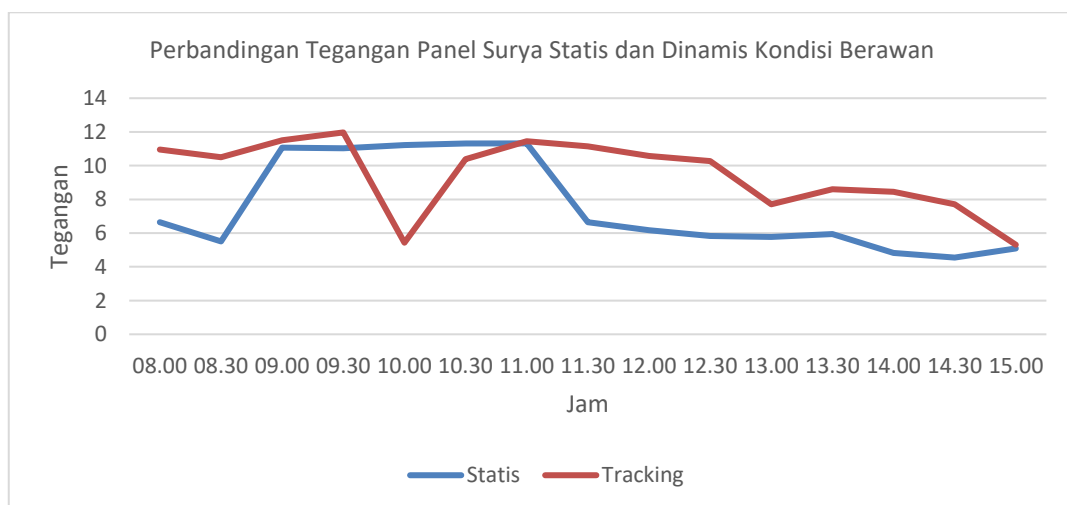


Gambar 9. Grafik Perbandingan Dalam Kondisi Mendung

Dengan menggunakan rumus perbandingan presentase tegangan dari percobaan statis dan tracking pada keadaan cuaca mendung yang telah dilakukan didapatkan hasil sebesar 34,07 %.

$$\begin{aligned} \text{Optimalisasi}(\%) &= \frac{9,46V - 7,53V}{7,53V} \times 100\% \\ &= 25,63\% \end{aligned}$$

Gambar 10 adalah hasil data grafik perbandingan yang dilakukan pada saat kondisi cerah berawan.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Dalam Kondisi Cerah Berawan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu Prototipe *Solar Tracking* Berbasis Arduino dan Sensor LDR terdapat hal-hal yang dapat ditarik menjadi kesimpulan dari penelitian tersebut adalah prototipe solar tracking berbasis Arduino dapat berjalan dengan baik dan dapat menyerap energi matahari sesuai dengan harapan peneliti. Pada penelitian ini juga digunakan dua buah panel surya 12V yang di pasang secara paralel. Prototipe solar tracking berbasis Arduino sudah dapat mengikuti pergerakan sinar matahari dengan menggunakan motor servo dengan arahan sensor LDR. Prototipe solar tracking berbasis Arduino mendapatkan nilai yang lebih baik dai pengujian secara statis dengan nilai perbandingan dari kedua pengujian yang memiliki perbandingan sebesar 34,07% pada saat keadaan mendung dan nilai perbandingan yang didapatkan pada keadaan cerah berawan sebesar 25,36%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT, karena kehendak dan ridha-Nya peneliti dapat menyelesaikan jurnal ini. Peneliti sadari skripsi ini tidak akan selesai tanpa doa, dukungan dan dorongan dari berbagai pihak. Adapun dalam kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak dan semoga kebaikan yang telah diberikan kepada penulis sebagai amal ibadah dengan balasan pahala dari Allah SWT.

REFERENSI

- [1] A. Muhammad, "Rancang Bangun Solar Tracking System Untuk Optimasi Output Daya Pada Panel Surya," *J. instek Inform. sains dan Teknol. UIN*, vol. 4, p. 10, 2019, <https://doi.org/10.24252/instek.v4i1.6768>.
- [2] A. Zakariah, J. J. Jamian, and M. A. M. Yunus, "Dual-axis solar tracking system based on fuzzy logic control and Light Dependent Resistors as feedback path elements," *2015 IEEE Student Conf. Res. Dev. SCORED 2015*, pp. 139–144, 2015, <https://doi.org/10.1109/SCORED.2015.7449311>.
- [3] C. Jalaludin and T. Pangaribowo, "Optimasi Daya Keluaran Pada Solar Panel Dengan Metode Tracking Berbasis Internet Of Things," *J.Tekno.Elektro*, vol. 12, no. 1, p. 6, 2021, <https://doi.org/10.22441/jte.2021.v12i1.002>.
- [4] D. E. Myori, R. Mukhaiyar, and E. Fitri, "Sistem Tracking Cahaya Matahari pada Photovoltaic," *INVOTEKJ.Inov.Vokasional dan Teknol.*, vol. 19, no. 1, pp. 9–16, 2019, <https://doi.org/10.24036/invotek.v19i1.548>.
- [5] I. W. Sutaya, "Alat Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler 8 Bit ATmega8535," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 12, no. 2, pp. 157-170, 2015, <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPTK/article/view/6483>.
- [6] A. Zakariah, J. J. Jamian and M. Amri Md Yunus, "Dual-axis solar tracking system based on fuzzy logic control and Light Dependent Resistors as feedback path elements," *2015 IEEE Student Conference on Research and Development (SCORED)*, 2015, pp. 139-144, <https://doi.org/10.1109/SCORED.2015.7449311>.
- [7] C. Jalaludin and T. Pangaribowo, "Optimasi Daya Keluaran Pada Solar Panel Dengan Metode Tracking Berbasis Internet Of Things," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 1, 2021, <https://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/jte/article/view/9155>.
- [8] I. Winarno and L. Natasari, "Maximum Power Point Tracker (MPPT) Berdasarkan Metode Perturb and Observe Dengan Sistem Tracking Panel Surya Single Axis," *Prosiding Semin. Nas. Sains dan Teknol*, pp. 1–9, 2017, <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/1901>.
- [9] D. G. D. Pramana, I. W. A. Wijaya, and I. M. A. Suyadnya, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kinerja Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Atmega 328," *Jurnal Spektrum*, vol. 4, no. 2, pp. 89-96, 2018, <https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2017.v04.i02.p12>.
- [10] E. D. Septiawan, R. Nugraha, and S. Sumaryo, "Sistem Kendali Posisi Sel Surya Menggunakan PID Kontroler," *eProceedings of Engineering*, vol. 6, no. 2, 2019, <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/10510>.
- [11] M. B. Salim and N. Rajabiah, "Analisis Kemampuan Panel Surya Monokristalin 150 Watt pada Arus dan Pengisian yang Dihasilkan," *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, vol. 3, no. 1, pp. 29-35, 2019, <http://journal.unha.ac.id/index.php/JIPFRI/article/view/342>.
- [12] M. J. Nahar, M. R. Sarkar, M. Uddin, M. F. Hossain, M. M. Rana, and M. R. Tanshen, "Single Axis Solar Tracker for Maximizing Power Production and Sunlight Overlapping Removal on the Sensors of Tracker," *International Journal of Robotics and Control Systems*, vol. 1, no. 2, pp. 186–197, 2021, <https://doi.org/10.31763/ijrcs.v1i2.333>.
- [13] M. E. Margana, "Solar Tracking Dual – Axis Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Lensa Fresnal Guna Meningkatkan Efisiensi Pengfokusan Cahaya Matahari," *Eksergi*, vol. 15, no. 2, pp. 77–80, 2019, <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/eksergi/article/view/1509>.
- [14] R. A. Prasetyo., "Optimasi Daya Pada Panel Surya Dengan Solar Tracker System Dual Axis Menggunakan Metode Fuzzy Logic Controller," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 7, no. 2, 2021, <https://doi.org/10.5281/zenodo.4657052>.
- [15] A. N. Ouda and A. Mohamed, "Autonomous Fuzzy Heading Control for a Multi-Wheeled Combat Vehicle," *International Journal of Robotics and Control Systems*, vol. 1, no. 1, pp. 90–101, 2021, <https://doi.org/10.31763/ijrcs.v1i1.286>.

- [16] Y. L. Chuang, M. Herrera, and A. Balal, "Using PV Fuzzy Tracking Algorithm to Charge Electric Vehicles," *International Journal of Robotics and Control Systems*, vol. 2, no. 2, pp. 253–261, Mar. 2022, <https://doi.org/10.31763/ijrcs.v2i2.636>.

BIOGRAFI PENULIS



Bangun Aji Saputra Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan.



Alfian Ma'arif memperoleh gelar sarjana teknik (S.T.) dari jurusan teknik elektro universitas Islam Indonesia pada tahun 2014 dan memperoleh gelar master of engineering (M.Eng.) dari departemen teknik elektro, universitas gadjah mada pada tahun 2017. Saat ini, beliau adalah staf pengajar di program studi teknik elektro, universitas ahmad dahlan sejak 2018. Topik penelitiannya meliputi bidang sistem kendali. Beliau merupakan anggota organisasi IEEE, ASCEE & IAENG. Selain mengajar, penulis juga merupakan pembimbing tim mobil listrik UAD. Lalu beliau juga merupakan editor di jurnal internasional IJRCs, JRC & JITEKI, mitra bestari di jurnal internasional & nasional, dan editor di jurnal nasional BISTE. Selain menguasai bidang instrumentasi dan elektronika, penulis juga menguasai bahasa pemrograman seperti Matlab dan Latex.