



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



IMPLEMENTASI LABVIEW DALAM PEMANTAUAN KINERJA PANEL SURYA UNTUK OPTIMALISASI ENERGI

Sub Judul:

“Dual Axis Tracking System pada Solar Panel dengan Metode PID”

Tomi
2203433004
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

PROGRAM STUDI D-IV INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2024



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



IMPLEMENTASI LABVIEW DALAM PEMANTAUAN KINERJA PANEL SURYA UNTUK OPTIMALISASI ENERGI

Sub Judul:

“Dual Axis Tracking System pada Solar Panel dengan Metode PID”

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Terapan

Tomi

2203433004

PROGRAM STUDI D-IV INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2024



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Tomi

NIM : 2203433004

Tanda Tangan :

Tanggal : Selasa, 30 Januari 2024

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Tomi
NIM : 2203433004
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri
Judul Tugas Akhir : Implementasi LabVIEW dalam Pemantauan Kinerja Panel Surya untuk Optimalisasi Energi
Sub Judul : *Dual Axis Tracking System* pada Solar Panel dengan Metode *PID*

Telah diuji oleh tim penguji dalam sidang Tugas Akhir pada Selasa,
30 Januari 2024 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Supomo, ST., MT.
NIP. 196011101986011001

Depok, 07 Februari 2024

Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Rika Novita Wardhani, S.T.M.T.
NIP. 197011142008122001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Skripsi ini berjudul **“Implementasi LabVIEW dalam Pemantauan Kinerja Panel Surya untuk Optimalisasi Energi”** dengan subjudul penulis **“Dual Axis Tracking System pada Solar Panel dengan Metode PID”**.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rika Novita Wardhani, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.
2. Supomo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Skripsi ini;
3. Sahabat yang telah menemani penulis menyelesaikan studi dan tugas akhir ini; dan
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 30 Januari 2024

Tomi



Dual Axis Tracking System pada Solar Panel dengan Metode PID

Abstrak

Photovoltaic (PV) merupakan suatu device yang mampu merubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik. Ada dua hal yang bisa dilakukan untuk meningkatkan kinerja photovoltaic, yaitu pengembangan teknologi material PV dan teknologi penjejak matahari. Pada penelitian ini, difokuskan pada usaha peningkatan performansi PV melalui mekanisme sistem penjejak matahari. Secara umum, sistem penjejak matahari digunakan untuk mendapatkan input radiasi matahari yang selalu maksimal melalui pengendalian posisi PV agar selalu mengikuti pergerakan posisi matahari. Sistem yang dibangun terdiri atas dua bagian, yaitu subsistem mekanik (PV, motor, dan kerangka penjejak matahari) dan subsistem elektrik (sensor ldr, sensor ina219, voltage divider dan mikrokontroller). Metode kontrol yang dikembangkan pada sistem ini adalah berbasis PID, dimana parameter kontrol terbaik dicapai untuk K_p , K_i dan K_d , masing-masing adalah 0.004772, 0.000071, dan 0.00064, dengan indeks performansi respon kontrol meliputi settling time 5,4 s untuk servo vertikal dan 5,8 detik untuk servo horizontal serta overshoot 16,6% untuk servo vertikal dan 8,3% untuk servo horizontal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan daya keluaran PV dengan solar tracking system sebesar 34,14% jika dibandingkan dengan fixed PV.

Kata Kunci : Solar Cell, Solar Tracker Dual Axis, ESP32, PID

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Dual Axis Tracking System on Solar Panels using the PID Method

Abstract

Photovoltaic (PV) is a device that is able to convert solar radiation energy into electrical energy. There are two things that can be done to improve photovoltaic performance, namely the development of PV material technology and solar tracking technology. In this research, the focus is on efforts to increase PV performance through a sun tracking system mechanism. In general, a sun tracking system is used to obtain maximum solar radiation input by controlling the PV position so that it always follows the movement of the sun's position. The system built consists of two parts, namely the mechanical subsystem (PV, motor, and sun tracking frame) and the electrical subsystem (LDR sensor, Ina219 sensor, voltage divider and microcontroller). The control method developed for this system is PID-based, where the best control parameters achieved for K_p , K_i and K_d are 0.004772, 0.000071, and 0.00064 respectively, with a control response performance index including a setting time of 5.4 s for the vertical servo and 5.8 seconds for horizontal servo and overshoot of 16.6% for vertical servo and 8.3% for horizontal servo. The test results show that the increase in PV output power with the solar tracking system is 34.14% when compared to fixed PV.

Keywords: Solar Cell, Solar Tracker Dual Axis, ESP32 , PID

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SKRIPSI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
<i>Abstrak</i>	v
<i>Abstract</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Luaran.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Solar Cell	4
2.2 Solar Tracker.....	6
2.3 Modul Sensor INA 219.....	6
2.4 LDR (<i>Light Dependent Resistant</i>)	7
2.5 Modul Mikrokontroler ESP-32.....	8
2.6 Motor Servo	9
2.7 Kontroler.....	10
2.7.1 Kontrol PID.....	11
2.7.2 Kontroler Proporsional.....	12
2.7.3 Kontroler Integral	12
2.7.4 Kontroler Difrensial.....	13
2.8 Metode Perancangan Kendali PID Ziegler-Nichols	14
2.8.1 Metode Osilasi Ziegler Nichols	14
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	16
3.1 Perancangan.....	16

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.1	Deskripsi.....	17
3.1.2	Cara Kerja Sistem.....	17
3.1.3	Spesifikasi Alat	21
3.1.4	Karakteristik Alat	22
3.1.5	Blok Diagram.....	23
3.1.6	Perancangan Algoritma Utama kontrol PID	24
3.1.7	Perancangan Algoritma Kontroler PID	25
3.1.8	Perancangan Kontrol PID dengan Metode Osilasi Ziegler Nichols 28	
3.1.8.1	Perancangan Kontrol PID dengan Metode Osilasi Ziegler Nichols 28	
3.2	Realisasi Alat	29
3.2.1	Wiring Diagram Komponen dan Mikrokontroler	29
3.2.2	Pemrograman Panel Surya Dinamis.....	30
BAB IV PEMBAHASAN		31
4.1	Pengujian Panel Surya Dinamis dengan Metode PID	31
4.1.1	Deskripsi Pengujian.....	31
4.1.2	Prosedur Pengujian.....	31
4.1.3	Prosedur Pengujian Tuning PID Metode Osilasi Ziegler Nichols...32	
4.1.4	Pengujian Nilai Kritis Kp.....	33
4.1.5	Perhitungan Nilai PID.....	38
4.1.6	Hasil Pengujian Respon PID	38
4.1.6.1	Pengujian Respon PID Servo Vertikal.....	38
4.1.6.2	Pengujian Respon PID Servo Horizontal.....	39
4.1.7	Pengujian Fine Tuning.....	40
4.1.7.1	Pengujian Respon PID Vertikal dengan Fine Tuning	41
4.1.7.2	Pengujian Respon PID Horizontal dengan Fine Tuning	43
4.1.8	Pengujian Keseluruhan Sistem PID	46
4.1.8.1	Prosedur Pengujian.....	46
4.1.8.2	Hasil Pengujian Pada Servo Vertikal.....	46
4.1.8.3	Hasil Pengujian Pada Servo Horizontal.....	51
4.1.8.4	Pengujian Perbandingan PID Ziegler Nichols dengan Fine Tuning 55	
4.1.9	Validasi Sudut Solar Tracker dengan Bayangan Matahari	57
4.1.9.1	Prosedur Pengambilan Data Sudut.....	57
4.1.9.2	Hasil Pengujian Validasi Sudut.....	59
4.2	Pengujian Daya yang dihasilkan Panel Surya Dinamis dan Statis	61



4.2.1	Deskripsi Pengujian	61
4.2.2	Prosedur Pengujian	61
4.2.3	Pengujian Nilai Intensitas Cahaya Matahari dengan Lux Meter	63
4.2.4	Data Hasil Pengujian Panel Surya Dinamis dan Statis	65
4.2.4.1	Analisis Data Perbandingan Panel Surya Statis dan Dinamis.....	69
BAB V PENUTUP		72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA		73



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) photoelectric effect, (b) photovoltaic effect.....	4
Gambar 2.2 (a) Solar Panel (b) Kumpulan solar cell yang diseri.....	5
Gambar 2.3 Modul sensor INA 219.....	7
Gambar 2.4 Pembagi tegangan pada LDR.....	8
Gambar 2.5 Konfigurasi Pin Modul Mikrokontroler ESP-32.....	8
Gambar 2.6 Spesifikasi Motor Servo TD-8120MG.....	10
Gambar 2.7 Diagram blok kontroler proporsional integral dan difrensial.....	11
Gambar 2.8 Diagram blok kontroler proporsional.....	12
Gambar 2.9 Diagram blok kontroler intergal.....	13
Gambar 2.10 Diagram blok kontroler difrensial.....	13
Gambar 2.11 Sistem loop tertutup dengan kontroler proporsional.....	15
Gambar 2.12 Kurva respon sustain oscillation.....	15
Gambar 3.1 Design Solar Tracker Dual Axis.....	17
Gambar 3.2 desain pemisah setiap LDR.....	18
Gambar 3.3 Flowchart Sistem.....	19
Gambar 3.4 Flowchart Sistem Lanjutan.....	20
Gambar 3.5 Blok Diagram.....	23
Gambar 3.6 Digram Alir Algoritma Utama.....	25
Gambar 3.7 Diagram blok kendali sistem.....	25
Gambar 3.8 Wiring Diagram Komponen dan Mikrokontroler.....	29
Gambar 4.1 Diagram blok pengujian tuning parameter PID.....	33
Gambar 4.2 Grafik respon servo vertikal saat terjadi osilasi berkesinambungan.	36
Gambar 4.3 Grafik respon servo horizontal saat terjadi osilasi berkesinambungan,	37
Gambar 4.4 Grafik respon PID Vertikal dengan nilai $K_p=0,004272$, $K_i=0,00712$ dan $K_d=0,0006408$	39
Gambar 4.5 Grafik respon PID Horizontal dengan nilai $K_p=0,004272$, $K_i=0,00712$ dan $K_d=0,0006408$	40
Gambar 4.6 Parameter Karakteristik PID.....	41
Gambar 4.7 Grafik respon PID vertikal dengan nilai $K_p= 0.004772$, $K_i=$ 0.000071 dan $K_d= 0.00064$	43
Gambar 4.8 Grafik respon PID horizontal dengan nilai $K_p= 0.004772$, $K_i=$ 0.000071 dan $K_d= 0.00064$	45
Gambar 4.9 Grafik respon servo vertikal pada kondisi tanpa PID dan menggunakan PID.....	48
Gambar 4.10 Grafik respon sistem PID servo vertikal dengan gangguan dan tanpa gangguan.....	50
Gambar 4.11 Grafik respon servo horizontal pada kondisi tanpa PID dan menggunakan PID.....	52
Gambar 4.12 Grafik respon sistem PID servo horizontal dengan gangguan dan	

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

tanpa gangguan	54
Gambar 4.13 Grafik Respon Perbandingan PID Servo Vertikal dengan Ziegler Nichols dan Fine Tuning.....	56
Gambar 4.14 Grafik Respon Perbandingan PID Servo Horizontal dengan Ziegler Nichols dan Fine Tuning.....	57
Gambar 4.15 Pengambilan data sudut bayangan matahari Sumber: Dokumentasi penulis	58
Gambar 4.16 Pengambilan data sudut solar tracker Sumber: Dokumentasi penulis	58
Gambar 4.17 Grafik Validasi Sudut Sumber: Dokumentasi penulis	60
Gambar 4.18 Diagram blok pengujian tuning parameter PID	63
Gambar 4.19 Pengambilan data intensitas cahaya dengan alat ukur lux meter... 63	
Gambar 4.20 Data perbandingan nilai intensitas cahaya pada saat solar panel dalam keadaan statis dan dinamis.....	65
Gambar 4.21 Grafik Perbandingan Daya antara Solar Panel Statis dan Dinamis 70	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penalaan paramater PID dengan metode osilasi.....	15
Tabel 3.1 Spesifikasi Modul/Komponen Lainnya.....	21
Tabel 4.1 Alat dan Bahan Pengujian	32
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tuning dengan Meningkatkan Nilai Kontroler Proporsional.....	34
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian PID Vertikal dengan Nilai $K_p = 0,00712$	34
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian PID Horizontal dengan Nilai $K_p = 0,00712$	36
Tabel 4.5 nilai parameter PID sebelum melakukan Fine Tuning.....	38
Tabel 4.6 Data Hasil Respon PID Vertikal dengan Fine Tuning	41
Tabel 4.7 Data Hasil Respon PID Horizontal dengan Fine Tuning	43
Tabel 4.8 nilai parameter PID setelah fine tuning	46
Tabel 4.9 Data Perbandingan Servo Vertikal Menggunakan PID dan Tanpa PID 47	
Tabel 4.10 Data Perbandingan Servo Vertikal Saat Sistem Diberi Gangguan dan Tanpa Gangguan.....	49
Tabel 4.11 Data Perbandingan Servo Horizontal Menggunakan PID dan Tanpa PID	51
Tabel 4.12 Data Perbandingan Servo Horizontal Saat Sistem Diberi Gangguan dan Tanpa Gangguan.....	53
Tabel 4.13 Nilai PID Ziegler Nichols dan Fine Tuning.	55
Tabel 4.14 Validasi sudut	59
Tabel 4.15 Alat dan Bahan Pengujian.....	61
Tabel 4.16 data perbandingan nilai lux pada saat solar panel dalam keadaan statis dan dinamis.....	64
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Produksi Panel Surya Statis	66



Tabel 4.18 Hasil Pengujian Produksi Panel Surya Dinamis 67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Daftar Riwayat Hidup Penulis	75
Lampiran 2	Hasil Data Pengujian PID Vertikal dan Horizontal Sebelum Fine Tuning	76
Lampiran 3	Program Sitem Panel Surya Dinamis Dengan PID Kontrol dan Monitoring LabVIEW	84
Lampiran 4	Foto Alat	92
Lampiran 5	Anggaran Biaya Tugas Akhir	94



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan manusia terhadap energi semakin meningkat. Namun pada kenyataannya jumlah energi yang tersedia di bumi ini semakin menipis. Hal ini memicu para peneliti, akademisi, dan manusia lainnya untuk berlomba-lomba membuat energi baru. Dimana energi baru ini akan menjadi sebuah energi yang dapat diperbaharui dalam waktu yang dekat. Energi ini biasa disebut dengan Renewable Energy [9]. Renewable Energy berperan sebagai alternative dari energi yang tidak dapat diperbaharui seperti energi fosil. Salah satu energi yang dapat diperbaharui adalah energi dari cahaya matahari. Energi ini tersedia setiap hari dan tersebar disemua daerah yang ada di muka bumi ini. Energi surya yang diterima di Negara Indonesia kurang lebih sekitar 4,5 kWh/m²/hari di daerah barat dan 5,1 kWh/m²/hari untuk daerah timur [1]. Pancaran sinar matahari inilah yang nantinya akan dirubah menjadi energi listrik dan digunakan untuk kebutuhan manusia.

Salah satu alat yang dapat digunakan untuk menangkap energi matahari adalah *solar cell*. *Solar cell* atau *photovoltaic* merupakan suatu alat yang mampu menghasilkan listrik dari energi cahaya [2]. Pada saat ini, pemasangan solar cell kebanyakan masih dalam keadaan statis atau diam. Hal ini menyebabkan penyerapan energi matahari tidak optimal [3]. Dengan adanya hal tersebut, maka dibuatlah suatu alat yang dinamakan *Solar Tracker*. Alat ini bertujuan untuk untuk memaksimalkan penyerapan energi matahari dengan cara mengikuti arah datang sinar matahari secara otomatis. Dengan ikutnya berputar solar panel, maka tingkat penyerapan energi photon dari matahari dapat dimaksimalkan.

Dalam tugas akhir ini dirancang sebuah alat *solar tracking system* yang fungsinya untuk memaksimalkan energi matahari dengan cara mengikuti arah sinar datang matahari secara otomatis. Dalam alat tersebut dipasang empat buah sensor LDR (*Light Dependent Resistor*). Dimana sensor tersebut dapat membaca intensitas



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

cahaya yang masuk dari matahari. Masukan Intensitas tersebutlah yang nantinya akan dipergunakan sebagai acuan panel surya untuk bergerak ke arah sumbu dimana matahari berada. Pergerakan solar tracker akan sangat bergantung pada metode kontrol yang digunakan. Kontrol yang digunakan dalam alat ini adalah kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*). Kontrol ini dipakai karena umum digunakan dan juga terdapat *library* pada *software* Arduino IDE yang mudah dipelajari. Dengan bergeraknya *solar tracker*, maka energi matahari yang dapat dimanfaatkan akan semakin maksimal dan efisien. Oleh karena itu, diharapkan alat ini bisa meningkatkan penyerapan energi matahari secara maksimal untuk dikonversikan menjadi energi listrik demi memenuhi kebutuhan manusia yang semakin bertambah dalam sektor *renewable energy*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, timbul permasalahan:

1. Bagaimana mengimplementasikan kontrol PID pada ESP32 ?
2. Bagaimana perbedaan efisiensi daya yang diserap oleh solar panel statis dan solar panel dinamis ?
3. Bagaimana cara mendapatkan data dari sensor INA219 ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Kontrol yang digunakan yaitu PID dengan metode osilasi Ziegler Nichols.
2. Aktuator yang digunakan yaitu motor servo.
3. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan efisiensi daya yang diserap oleh panel surya statis dan dinamis.
4. Sensor yang digunakan adalah 4 buah LDR sebagai input dari PID.
5. Sensor tegangan dan arus yang digunakan adalah INA219



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Tujuan

Tujuan tugas akhir yang diambil adalah :

1. Dapat merancang dan membangun solar tracking system dual axis menggunakan kontrol PID dengan Mikrokontroler ESP32.
2. Dapat menganalisis perbandingan daya output antara solar panel statis dan solar panel dinamis.

1.5 Luaran

1. Bagi lembaga pendidikan
 - Rancang bangun panel surya dinamis berbasis LabVIEW sebagai alat analisis efisiensi daya yang diserap oleh panel surya.
2. Bagi mahasiswa
 - Laporan tugas akhir
 - Draft Artikel Ilmiah



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat penulis ambil dari alat “Dual Axis Tracking System pada Solar Panel dengan Metode PID” adalah sebagai berikut:

1. PID kontrol yang diterapkan pada sistem ini sudah berjalan dengan baik, ketika ada perbedaan nilai pada LDR atau *error* maka *solar tracker* akan bergerak menuju setpoint dan menstabilkan pergerakannya. Akan tetapi perhitungan metode osilasi ziegler nichols tidak menghasilkan ke stabilan yang optimum, maka dari itu dilakukan pengujian fine tuning dan didapatkan parameter Kp Ki dan Kd yang sesuai dan menghasilkan sistem yang stabil yaitu secara berturut-turut Kp= 0.004772, Ki= 0.000071 dan Kd= 0.00064.
2. Berdasarkan hasil pengujian perbandingan sudut motor servo dengan bayangan benda matahari didapatkan kesimpulan terdapat error derajat paling besar yaitu 4° yang berarti sudut servo berhasil mengikuti pergerakan matahari dan tegak lurus terhadap matahari.
3. Persentase optimasi yang diperoleh dari penerapan sistem panel surya dinamis dengan PID kontrol metode osilasi ziegler nichols yaitu sebesar 34.14%

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang diberikan penulis untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan atau membuat aplikasi monitoring grafik PID dan daya yang dihasilkan solar panel berbasis android atau mobile agar mudah dalam pemantauan kinerja solar panel.
2. Alat ukur yang dipakai dalam memvalidasi nilai tegangan dan arus pada solar panel dinamis dan statis harus sama dan terkalibrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Simatupang, Sandos dkk. 2013. Rancang Bangun dan Uji Coba Solar Tracker pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler ATmega16. Malang: Universitas Brawijaya
- [2] Nelson Jenny. 2003. The Physics Of Solar Cell. UK: Imperial College Press.
- [3] Saputra, Wasana dkk. 2008. Rancang Bangun Solar Tracking System Untuk Mengoptimalkan Penyerapan Energi Matahari pada Solar Cell. Jakarta: Universitas Indonesia
- [4] Muhammad, Amar dkk. 2012. Rancang Bangun Sistem Penjejak Matahari 2 Sumbu Berbasis Kontrol Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [5] Susilo, Sidik dkk. 2012. Perancangan Solar Tracker Sebagai Peningkatan Efisiensi Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya dengan Menggunakan Logika Kabur (Fuzzy Logic). Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- [6] L. Aziz, D. Wahiddin and S. A. Puspita Lestari, "Penerapan Dual Axis Solar Tracking dengan Fuzzy Logic Controller untuk Optimalisasi Output pada Solar Cell," Scientific Student Journal for Information, Technology and Science, vol. II, pp. 203-213, 2021.
- [7] ServoCity. 1999-2013. hs-805bb_mega_power. Diperoleh Desember 2013, dari http://www.servocity.com/html/hs-805bb_mega_power.html
- [8] Hartanto ,Nanang Budi dkk. 2013. Pengaturan Posisi Motor Servo DC Dengan Metode P, PI, Dan PID . Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- [9] Balabel, Ashraf dkk. 2013. Design and Performance of Solar Tracking Photo-Voltaic System; Research and Education. Taif: Mechanical Engineering Dept, Taif University.
- [10] A. Braun, "Auto-Tuning," *Optim. und Adapt. Regelung Tech. Syst.*, pp. 213– 219, 2020, doi: 10.1007/978-3-658-30916-9_12.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [11] T. P. Satya, F. Puspasari, H. Prisyanti and E. R. M. Saragih, "Perancangan dan Analisis Sistem Alat Ukur Arus Listrik Menggunakan Sensor ACS712 Berbasis Arduino Uno dengan Standard Clampmeter," Jurnal SIMETRIS, vol. Vol. 11, April 2020.
- [12] Ogata, Katsuhiko. (1997). Modern Control Engineering (Third Edition). New Jersey.
- [13] Ogata, Katsuhiko. (2010). Modern Control Engineering (Fifth Edition). New Jersey.
- [14] Siregar, M. S. (2018). Implementasi Kendali Fuzzy-PID Sebagai Metode Wall Following Pada Robot Hexapod Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI). Malang : Skripsi Jurusan Teknik Elektro FT-UB.
- [15] R. Hasrul, "Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif," Jurnal Sain, Energi, Teknologi dan Industri, pp. 79 - 87, 2021.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



TOMI

Jenjang pendidikan yang dijalani penulis sebagai berikut: Lulus dari SDN 06 Pagi Cakung Timur pada tahun 2010, Kemudian melanjutkan Sekolah di SMP Negeri Jakarta dan Lulus pada Tahun 2013, Lalu bersekolah di SMK Negeri 4 Jakarta jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik dan Lulus pada Tahun 2016, Kemudian Penulis melanjutkan Studi di Universitas Negeri Jakarta dengan Gelar Diploma Tiga (D3) dengan Program Studi Teknik Elektronika dan lulus pada Tahun 2021. Kemudian Penulis kembali melanjutkan Studi Di Politeknik Negeri Jakarta dengan Gelar Sarjana Terapan (S.Tr.T) dan lulus pada Tahun 2024 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Instrumentasi dan Kontrol Industri, Politeknik Negeri Jakarta.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Lampiran 2 Hasil Data Pengujian PID Vertikal dan Horizontal Sebelum Fine Tuning

Hasil Data PID Vertikal			Hasil Data PID Horizontal		
Waktu (s)	Input PID Vertikal	Output PID Vertikal	Waktu (s)	Input PID Horizontal	Output PID Horizontal
0,2	-5	-0,43	0,2	-4	-0,52
0,4	-14	-0,64	0,4	-12	-0,66
0,6	-14	-0,52	0,6	-10	-0,6
0,8	-33	-0,62	0,8	-30	-0,64
1	-36	-0,72	1	-31	-0,99
1,2	-43	-1,01	1,2	-31	-1,07
1,4	-43	-1,11	1,4	-38	-1,23
1,6	-43	-1,56	1,6	-30	-1,71
1,8	-55	-1,66	1,8	-44	-1,72
2	-66	-2,14	2	-64	-2,44
2,2	-59	-2	2,2	-54	-2,3
2,4	-57	-2,37	2,4	-46	-2,57
2,6	-41	-2,56	2,6	-41	-2,82
2,8	-45	-3,08	2,8	-35	-3,22
3	-41	-3	3	-32	-3,25
3,2	-3	-4,34	3,2	10	-4,49
3,4	-2	-4,24	3,4	5	-4,42
3,6	-2	-3	3,6	7	-4,31
3,8	-3	-2,47	3,8	5	-4,35
4	-3	-1,94	4	7	-4,37
4,2	1	-3,87	4,2	15	-4,37
4,4	2	-1,46	4,4	16	-4,53
4,6	5	-4,01	4,6	6	-4,41
4,8	1	-2,07	4,8	7	-4,45
5	5	-1,82	5	14	-4,19
5,2	1	-2,2	5,2	5	-4,38

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5,4	-3	-2,82	5,4	2	-4,15
5,6	-1	-2,7	5,6	13	-4,27
5,8	1	-2,23	5,8	6	-4,49
6	1	-1,89	6	5	-4,11
6,2	-1	-1,89	6,2	12	-4,23
6,4	2	-3,48	6,4	9	-4,36
6,6	1	-3,24	6,6	13	-4,38
6,8	2	-3,55	6,8	17	-4,33
7	10	-2,42	7	23	-3,96
7,2	3	-1,42	7,2	17	-3,92
7,4	4	-1,63	7,4	19	-3,97
7,6	9	-2,04	7,6	19	-4,12
7,8	9	-0,98	7,8	18	-3,72
8	12	-2,64	8	19	-3,78
8,2	11	-2,24	8,2	19	-3,63
8,4	21	-3,34	8,4	34	-3,72
8,6	28	-1,76	8,6	40	-3,14
8,8	13	-0,97	8,8	17	-3,61
9	18	-1,12	9	21	-3,51
9,2	23	-0,94	9,2	29	-3,28
9,4	35	-2,57	9,4	41	-2,58
9,6	38	-2,17	9,6	42	-2,47
9,8	23	-2,37	9,8	31	-2,41
10	23	-2,49	10	34	-2,65
10,2	17	-2,45	10,2	32	-2,61
10,4	18	-2,1	10,4	21	-2,16
10,6	28	-2,1	10,6	34	-2,15
10,8	52	-1,23	10,8	53	-1,4
11	65	-0,83	11	70	-1,06
11,2	65	-0,76	11,2	77	-0,92



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

11,4	70	-0,29	11,4	76	-0,85
11,6	67	-0,12	11,6	79	-0,3
11,8	82	0,27	11,8	95	0,22
12	83	1,26	12	84	1,05
12,2	120	1,93	12,2	120	1,73
12,4	134	2,46	12,4	138	2,34
12,6	134	2,57	12,6	143	2,43
12,8	119	3,19	12,8	128	2,99
13	128	3,83	13	135	3,57
13,2	142	4,47	13,2	149	4,35
13,4	156	5,52	13,4	161	5,32
13,6	181	6,74	13,6	182	6,49
13,8	228	8,34	13,8	237	8,19
14	272	9,7	14	285	9,58
14,2	13	7,29	14,2	17	7,28
14,4	-555	-0,77	14,4	-549	-0,92
14,6	-441	0,13	14,6	-439	-0,06
14,8	-442	-2,56	14,8	-435	-2,77
15	-448	-4,95	15	-443	-5,1
15,2	-294	-4,6	15,2	-288	-4,78
15,4	-93	-3,52	15,4	-93	-3,71
15,6	-75	-4,28	15,6	-75	-4,51
15,8	-7	-3,66	15,8	2	-3,84
16	179	-0,56	16	186	-0,86
16,2	173	-0,65	16,2	179	-0,84
16,4	185	0,61	16,4	185	0,52
16,6	170	1,24	16,6	180	1,17
16,8	176	2,1	16,8	176	1,93
17	-36	-0,34	17	-35	-0,46
17,2	-21	0,53	17,2	-19	0,48



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

17,4	-22	0,27	17,4	-8	0,23
17,6	3	0,39	17,6	4	0,16
17,8	-8	0,37	17,8	5	0,32
18	-15	0,27	18	-2	0,05
18,2	-2	0,68	18,2	8	0,43
18,4	0	0,27	18,4	3	0,19
18,6	8	0,93	18,6	18	0,63
18,8	15	0,49	18,8	28	0,3
19	41	0,85	19	49	0,8
19,2	30	1,38	19,2	37	1,14
19,4	71	1,97	19,4	86	1,88
19,6	-74	-0,21	19,6	-69	-0,3
19,8	-72	0,07	19,8	-60	0,01
20	-74	-0,58	20	-68	-0,63
20,2	-90	-0,98	20,2	-80	-1,04
20,4	-89	-1,16	20,4	-87	-1,19
20,6	-74	-1,81	20,6	-73	-1,85
20,8	-86	-1,88	20,8	-86	-2,06
21	54	-0,5	21	69	-0,52
21,2	-76	-2,24	21,2	-67	-2,41
21,4	153	1,13	21,4	158	0,96
21,6	222	1,98	21,6	229	1,94
21,8	-68	-0,97	21,8	-57	-1,1
22	-42	-0,04	22	-34	-0,33
22,2	-72	-1,01	22,2	-68	-1,2
22,4	-61	-1,28	22,4	-61	-1,51
22,6	-69	-1,58	22,6	-56	-1,71
22,8	-60	-1,59	22,8	-48	-1,74
23	54	-0,35	23	62	-0,59
23,2	57	-0,31	23,2	59	-0,54



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

23,4	55	-0,3	23,4	67	-0,31
23,6	82	0,62	23,6	90	0,51
23,8	44	0,31	23,8	59	0,2
24	73	1,2	24	88	1,14
24,2	59	1,35	24,2	61	1,18
24,4	-19	0,34	24,4	-16	0,31
24,6	-59	0,1	24,6	-51	-0,15
24,8	-21	0,28	24,8	-12	0,21
25	-60	-0,36	25	-49	-0,46
25,2	-23	0,07	25,2	-20	-0,11
25,4	-56	-0,63	25,4	-41	-0,69
25,6	-46	-0,62	25,6	-36	-0,84
25,8	-44	-0,69	25,8	-42	-0,85
26	-49	-1,1	26	-45	-1,18
26,2	-33	-1,1	26,2	-30	-1,25
26,4	-42	-1,42	26,4	-41	-1,7
26,6	66	-0,34	26,6	74	-0,35
26,8	98	0,7	26,8	106	0,41
27	49	0	27	52	-0,15
27,2	108	1,37	27,2	108	1,36
27,4	109	1,74	27,4	123	1,72
27,6	-89	-0,55	27,6	-89	-0,6
27,8	-116	-0,59	27,8	-101	-0,88
28	-5	0,6	28	7	0,34
28,2	-104	-1,27	28,2	-102	-1,5
28,4	-40	-0,86	28,4	-28	-1,08
28,6	-75	-1,3	28,6	-73	-1,57
28,8	-62	-1,35	28,8	-57	-1,64
29	60	-0,42	29	70	-0,45
29,2	-71	-2,19	29,2	-59	-2,25



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

29,4	111	0,71	29,4	119	0,56
29,6	82	0,4	29,6	88	0,13
29,8	90	0,71	29,8	101	0,56
30	94	1,23	30	99	1,16
30,2	122	2,04	30,2	123	1,82
30,4	57	1,66	30,4	65	1,37
30,6	-17	1,02	30,6	-45	-1,04
30,8	-74	0,26	30,8	-64	-1,54
31	-101	-0,44	31	-47	-1,46
31,2	-76	-0,03	31,2	-23	-1,45
31,4	-53	-0,33	31,4	53	-0,73
31,6	-91	-1,26	31,6	159	0,78
31,8	-61	-1,05	31,8	168	1,61
32	-85	-1,84	32	166	1,49
32,2	-33	-1,14	32,2	149	1,88
32,4	25	-0,69	32,4	37	1,03
32,6	-9	-1,28	32,6	-99	-0,33
32,8	154	0,91	32,8	-88	-0,13
33	187	2,01	33	-99	-1,24
33,2	-6	0,04	33,2	-105	-1,39
33,4	-66	-0,65	33,4	-81	-1,79
33,6	119	2,25	33,6	-108	-2,42
33,8	-129	-1,24	33,8	-44	-2,07
34	-103	-1,03	34	174	0,83
34,2	-27	-0,06	34,2	46	-0,79
34,4	-97	-1,82	34,4	165	1,42
34,6	8	-0,6	34,6	92	0,86
34,8	-87	-1,98	34,8	33	0,34
35	24	-0,49	35	-60	-0,58
35,2	117	0,86	35,2	-25	-0,07



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

35,4	26	-0,27	35,4	54	0,63
35,6	155	2,16	35,6	-76	-0,82
35,8	-90	-1,06	35,8	-73	-1,06
36	-92	-1,12	36	-76	-1,6
36,2	44	0,52	36,2	-75	-2,09
36,4	-97	-2,08	36,4	-74	-2,18
36,6	54	0,4	36,6	-5	-1,34
36,8	-21	-0,6	36,8	134	0,14
37	-21	-0,95	37	139	0,08
37,2	-2	-0,26	37,2	127	0,49
37,4	-7	-0,5	37,4	159	1,37
37,6	15	-0,3	37,6	226	3,14
37,8	-23	-0,8	37,8	93	2
38	-21	-0,63	38	-85	0,51
38,2	-19	-0,94	38,2	-97	0,09
38,4	-20	-1,3	38,4	-82	-0,2
38,6	-21	-0,96	38,6	-89	-0,53
38,8	-15	-0,91	38,8	-80	-0,97
39	-1	-0,81	39	-93	-1,74
39,2	-16	-1,45	39,2	-84	-2,09
39,4	-2	-0,82	39,4	-71	-2,05
39,6	5	-1,19	39,6	-66	-2,59
39,8	36	-0,55	39,8	-59	-2,53
40	19	-0,56	40	99	-0,91
40,2	31	-0,05	40,2	244	1,27
40,4	37	-0,02	40,4	230	2,13
40,6	41	0,06	40,6	212	2,76
40,8	32	0,39	40,8	-4	0,5
41	39	0,48	41	-85	0,18
41,2	67	0,97	41,2	-78	0,08



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

41,4	75	1,82	41,4	-73	-0,23
41,6	85	2,09	41,6	-71	-0,87
41,8	6	1,27	41,8	-79	-1,46
42	-69	0,32	42	-83	-1,27
42,2	-69	0,31	42,2	-71	-1,69
42,4	-103	-0,12	42,4	-60	-1,95
42,6	-117	-0,78	42,6	-66	-2,48
42,8	-87	-0,96	42,8	-49	-2,28
43	-74	-1,14	43	99	-0,58
43,2	-76	-1,74	43,2	122	-0,14
43,4	-91	-1,87	43,4	160	1,19
43,6	-36	-1,71	43,6	119	1,25
43,8	76	-0,29	43,8	205	2,92
44	72	-0,13	44	-45	-0,26
44,2	87	0,42	44,2	-91	-0,23
44,4	104	0,83	44,4	-81	-0,24
44,6	103	1,31	44,6	-70	-0,89
44,8	70	1,28	44,8	-94	-1,53
45	-64	-0,4	45	-70	-1,71
45,2	-69	-0,38	45,2	-90	-1,97
45,4	-64	-0,75	45,4	-77	-2,39
45,6	-64	-0,46	45,6	-59	-2,84
45,8	-57	-0,87	45,8	-62	-2,64
46	-78	-1,24	46	281	2,1
46,2	-54	-1,4	46,2	264	2,1



Lampiran 3 Program Sitem Panel Surya Dinamis Dengan PID Kontrol dan Monitoring LabVIEW

```

#include <Arduino.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include "esp32_adc_lut.h"

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>

const char* ssid = "Kuroky";
const char* password = "strongwall";

WiFiClient client;
const char* serverIP = "192.168.0.10";
const int serverPort = 8000;
//----- SERVO -----
//-----

#include <Servo.h>
Servo servoV; // create servo object to control a servo
Servo servoH; // create servo object to control a servo

#define pin_servoV 26
#define pin_servoH 27

#define MIN_SUDUT 0
#define MAX_SUDUT 180

#define MIN_PULSE_WIDTH 544 // UNTUK SUDUT 0
#define MAX_PULSE_WIDTH 2500 // UNTUK SUDUT 180

int servoV_PULSE_WIDTH;
int servoH_PULSE_WIDTH;

int sudut_ServoV = 90; // ini adalah nilai awal dari sudut servo vertikal
int sudut_ServoH = 180; // ini adalah nilai awal dari sudut servo horizontal

//----- DIGITAL FILTER -----
//-----
// AUTHOR: Rob Tillaart
// https://github.com/RobTillaart/RunningAverage

#include "RunningAverage.h"

RunningAverage samples_ADC_FL(30); // buat filter dengan 10 sampel
RunningAverage samples_ADC_FR(30); // buat filter dengan 10 sampel
RunningAverage samples_ADC_BL(30); // buat filter dengan 10 sampel
RunningAverage samples_ADC_BR(30); // buat filter dengan 10 sampel
  
```

```

define Pin_ADC_FL 32
#define Pin_ADC_FR 35
#define Pin_ADC_BL 33
#define Pin_ADC_BR 34

int ADC_FR_Law, ADC_FR_Raw, ADC_BR_Law, ADC_BR_Raw;
int ADC_FL_LUT, ADC_FR_LUT, ADC_BL_LUT, ADC_BR_LUT;
int ADC_FL_Filtered, ADC_FR_Filtered, ADC_BL_Filtered, ADC_BR_Filtered;
int AVG_ADC_F, AVG_ADC_B, AVG_ADC_L, AVG_ADC_R;
int selisih_ADC_R_L, selisih_ADC_F_B;

unsigned long last_millis = 0, last_millis1 = 0, last_millis2 = 0, last_millis3 = 0, last_millis7 = 0, last_millis8 = 0;

//----- SENSOR INA219 -----
//-----
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>

Adafruit_INA219 ina219_pv;

float tegangan_pv, arus_pv, daya_pv, energi_pv;
float tegangan_load, arus_load, daya_load, energi_load;

//----- RTC dan SD CARD -----
//-----
#include <SD.h>
#include <RTClib.h>

#define SD_CS 5

RTC_DS1307 rtc;

File SDFileData;

//----- LCD 16 x2 I2C -----
//-----
#include <stdio.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display

#include <PZEM004Tv30.h>
#if !defined(PZEM_SERIAL)
#define PZEM_SERIAL Serial2
  
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

#endif

#if !defined(PZEM_RX_PIN) &&
!defined(PZEM_TX_PIN)
#define PZEM_RX_PIN 16
#define PZEM_TX_PIN 17
#endif

PZEM004Tv30 pzem(PZEM_SERIAL, PZEM_RX_PIN,
PZEM_TX_PIN); // PZEM terhubung ke port serial2 dari
ESP32

//----- PID -----
#include <PID_v1.h>

double setpoint = 0.0; // selisih nilai LDR diharapkan
nol, nol artinya panel tegak lurus dengan arah
matahari
double input_v, output_v;
double input_h, output_h;

double Kp = 0.004772; // fine tuning metode ziegler
nichols
double Ki = 0.000071;
double Kd = 0.00064;

PID pid_v(&input_v, &output_v, &setpoint, Kp, Ki, Kd,
REVERSE);
PID pid_h(&input_h, &output_h, &setpoint, Kp, Ki, Kd,
REVERSE);

int sampling_time = 200;

void setup()
{
//----- INISIALISASI -----
// put your setup code here, to run once:
Serial.begin(115200); // 115200 bit per detik
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{ Serial.print("->");
delay(200);
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi Successfully Connected");
Serial.print("NodeMCU IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
Serial.println("ESP32 as a Server Role Started");
// initialize the LCD
lcd.begin();
// Turn on the backlight and print a message.
lcd.backlight();
lcd.clear();

```

```

pzem.resetEnergy(); // untuk reset nilai counter
energy pada memori internal IC PZEM004T

//----- INISIALISASI SERVO -----
-----

servoV.attach(pin_servoV,
Servo::CHANNEL_NOT_ATTACHED,
MIN_SUDUT, MAX_SUDUT,
MIN_PULSE_WIDTH, MAX_PULSE_WIDTH);
servoH.attach(pin_servoH,
Servo::CHANNEL_NOT_ATTACHED,
MIN_SUDUT, MAX_SUDUT,
MIN_PULSE_WIDTH, MAX_PULSE_WIDTH);

// posisi awal diatur seperti ini
servoV.write(90); // solar panel menghadap keatas,
lalu
servoH.write(180); // solar panel menghadap ke
timur, posisi home

delay(1000);

//----- INISIALISASI PID-----
-----

//setup PID
pid_v.SetMode(AUTOMATIC);
pid_h.SetMode(AUTOMATIC);
pid_v.SetSampleTime(sampling_time); // How
often, in milliseconds, the PID will be evaluated.
(int>0) The default is 200ms.
pid_h.SetSampleTime(sampling_time); // How
often, in milliseconds, the PID will be evaluated.
(int>0) The default is 200ms.
pid_v.SetOutputLimits(-90, 90); // antara -90
sampai 90 derajat
pid_h.SetOutputLimits(-90, 90); // antara -90
sampai 90 derajat

//----- INISIALISASI INA219 -----
-----

Serial.println("Inisialisasi sensor INA219: ");
if (! ina219_pv.begin())
{
Serial.println("INA219 PV error");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("INA219 PV error");
while (1) {
delay(10);
}
}
else
{
Serial.println("INA219 PV Sukses");
}

```



HAK CIPTA :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



©

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
//----- INISIALISASI RTC -----
-----

Serial.println("Initializing RTC ...");

// initialize the RTC DS1307
if (!rtc.begin())
{
  // rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__),
  F(__TIME__)));
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("ERROR: RTC!!! ");
  Serial.println("RTC failed, or not present");
  return;
}
else
{
  Serial.println("RTC Sukses");
}

if (!rtc.isrunning())
{
  Serial.println("RTC lost power, AtuR Ulang
  RTC!");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("ERROR: RTC LOSS!");
  while (1) {
    delay(10);
  }
}

//----- INISIALISASI SPI dan SD CARD
-----

Serial.println("Initializing SD card...");

if (!SD.begin(SD_CS))
{
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("ERROR: SD card!!");
  Serial.println("Card failed, or not present");
  return;
}
else
{
  Serial.println("SD Card Present");
}

// explicitly start clean
samples_ADC_FL.clear();
samples_ADC_FR.clear();
samples_ADC_BL.clear();
samples_ADC_BR.clear();
```

```
last_millis = millis();
last_millis1 = millis();
last_millis2 = millis();
last_millis3 = millis();
last_millis7 = millis();
last_millis8 = millis();
}

int display_change = 0;

void loop()
{
  ADC_FR_Law = analogRead(Pin_ADC_FL);
  ADC_FR_Raw = analogRead(Pin_ADC_FR);
  ADC_BR_Law = analogRead(Pin_ADC_BL);
  ADC_BR_Raw = analogRead(Pin_ADC_BR);

  ADC_FL_LUT = (int)ADC_LUT[ADC_FR_Law];
  ADC_FR_LUT = (int)ADC_LUT[ADC_FR_Raw];
  ADC_BL_LUT = (int)ADC_LUT[ADC_BR_Law];
  ADC_BR_LUT =
  (int)ADC_LUT[ADC_BR_Raw];

  samples_ADC_FL.add(ADC_FL_LUT);
  samples_ADC_FR.add(ADC_FR_LUT);
  samples_ADC_BL.add(ADC_BL_LUT);
  samples_ADC_BR.add(ADC_BR_LUT);

  DateTime now = rtc.now();
  if (now.hour() >= 6 && now.hour() < 18 ){
  //
  if (millis() - last_millis8 > 400UL) // 200mS. time
  sampling response time sistem
  {
    last_millis8 = millis();
    StaticJsonDocument<256> jsonDoc;

    // Format the integer values with four digits
    char formatted_ADC_FL_LUT[5];
    char formatted_ADC_FR_LUT[5];
    char formatted_ADC_BL_LUT[5];
    char formatted_ADC_BR_LUT[5];
    char formatted_tegangan_pv[6];
```



©
H

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

char formatted_ arus_pv[6];
char formatted_ daya_pv[6];
char formatted_ tegangan_load[6];
char formatted_ arus_load[6];
char formatted_ daya_load[6];
char formatted_sudutV[4];
char formatted_sudutH[4];
char formatted_outputV[6];
char formatted_outputH[6];

    sprintf(formatted_ADC_FL_LUT, "%04d",
ADC_FL_LUT);
    sprintf(formatted_ADC_FR_LUT, "%04d",
ADC_FR_LUT);
    sprintf(formatted_ADC_BL_LUT, "%04d",
ADC_BL_LUT);
    sprintf(formatted_ADC_BR_LUT, "%04d",
ADC_BR_LUT);
    sprintf(formatted_tegangan_pv, "%05.2f",
tegangan_pv);
    sprintf(formatted_ arus_pv, "%05.2f", arus_pv);
    sprintf(formatted_ daya_pv, "%05.2f", daya_pv);
    sprintf(formatted_tegangan_load, "%05.2f",
tegangan_load);
    sprintf(formatted_ arus_load, "%05.2f", arus_load);
    sprintf(formatted_ daya_load, "%05.2f", daya_load);
    sprintf(formatted_sudutV, "%03d", sudut_ServoV);
    sprintf(formatted_sudutH, "%03d", sudut_ServoH);
    if( output_v > 0 ) sprintf(formatted_outputV,
"%04.1f", output_v);
    if( output_v < 0 ) sprintf(formatted_outputV,
"%03.1f", output_v);
    if( output_h > 0 ) sprintf(formatted_outputH, "%04.1f",
output_h);
    if( output_h < 0 ) sprintf(formatted_outputH, "%03.1f",
output_h);

    // Add an array to the JSON document
    JsonArray array =
jsonDoc.createNestedArray("dataArray");
    array.add(formatted_ADC_FL_LUT);
    array.add(formatted_ADC_FR_LUT);
    array.add(formatted_ADC_BL_LUT);
    array.add(formatted_ADC_BR_LUT);
    array.add(formatted_tegangan_pv);
    array.add(formatted_ arus_pv);
    array.add(formatted_ daya_pv);
    array.add(formatted_tegangan_load);
    array.add(formatted_ arus_load);
    array.add(formatted_ daya_load);
    array.add(formatted_sudutV);
    array.add(formatted_sudutH);
    array.add(formatted_outputV);
    array.add(formatted_outputH);
    String jsonData;
    serializeJson(jsonDoc, jsonData);

    // Send JSON data to LabVIEW via TCP
    sendDataToLabVIEW(jsonData);
}
if (millis() - last_millis1 > sampling_time) // 200mS.
time sampling response time sistem
{

```

```

    AVG_ADC_B = (ADC_BL_Filtered +
ADC_BR_Filtered) / 2; // average value back
    AVG_ADC_R = (ADC_FR_Filtered +
ADC_BR_Filtered) / 2; // average value right
    AVG_ADC_L = (ADC_FL_Filtered +
ADC_BL_Filtered) / 2; // average value left

    selisih_ADC_F_B = AVG_ADC_F - AVG_ADC_B;
    selisih_ADC_R_L = AVG_ADC_R - AVG_ADC_L;

    input_v = selisih_ADC_F_B;
    pid_v.Compute(); // performing
    PID calculations and output to motors
    sudut_ServoV = sudut_ServoV + (int)output_v; // //
    ambil nilai output PID

    input_h = selisih_ADC_R_L;
    pid_h.Compute(); // performing
    PID calculations and output to motors

    if (sudut_ServoV < 80) sudut_ServoH =
sudut_ServoH + (int)output_h; // // ambil nilai output
    PID
    if (sudut_ServoV >= 90) sudut_ServoH =
sudut_ServoH - (int)output_h; // // ambil nilai output
    PID

    if (sudut_ServoV < 20) sudut_ServoV = 20;
    if (sudut_ServoV > 160) sudut_ServoV = 160;

    if (sudut_ServoH < 0) sudut_ServoH = 0;
    if (sudut_ServoH > 180) sudut_ServoH = 180;
    servoV.write(sudut_ServoV);
    servoH.write(sudut_ServoH);

    Serial.print("ADC AVG F:");
    Serial.print(AVG_ADC_F);
    Serial.print(" B:");
    Serial.print(AVG_ADC_B);
    Serial.print(" R:");
    Serial.print(AVG_ADC_R);
    Serial.print(" L:");
    Serial.print(AVG_ADC_L);

    Serial.print("\t");

    Serial.print("Dif F_B:");
    Serial.print(selisih_ADC_F_B);
    Serial.print(" R_L:");
    Serial.print(selisih_ADC_R_L);

    Serial.print("\t");

    Serial.print(F("SP:"));
    Serial.print(setpoint);
    Serial.print(" ");
    Serial.print(F("IN V:"));

```




©

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

Serial.print(input_v);
Serial.print(" ");
Serial.print(F("OUT V:"));
Serial.print(output_v);
Serial.print(" ");
Serial.print(F("IN H:"));
Serial.print(input_h);
Serial.print(" ");
Serial.print(F("OUT H:"));
Serial.print(output_h);

Serial.print("\t");

Serial.print("ServoV:");
Serial.print(sudut_ServoV);
Serial.print(" ServoH:");
Serial.print(sudut_ServoH);
Serial.println();

}
}
else {
ADC_FL_Filtered = samples_ADC_FL.getAverage();
ADC_FR_Filtered =
samples_ADC_FR.getAverage();
ADC_BL_Filtered =
samples_ADC_BL.getAverage();
ADC_BR_Filtered =
samples_ADC_BR.getAverage();

AVG_ADC_F = (ADC_FL_Filtered +
ADC_FR_Filtered) / 2; // average value front
AVG_ADC_B = (ADC_BL_Filtered +
ADC_BR_Filtered) / 2; // average value back
AVG_ADC_R = (ADC_FR_Filtered +
ADC_BR_Filtered) / 2; // average value right
AVG_ADC_L = (ADC_FL_Filtered +
ADC_BL_Filtered) / 2; // average value left

selisih_ADC_F_B = AVG_ADC_F - AVG_ADC_B;
selisih_ADC_R_L = AVG_ADC_R - AVG_ADC_L;

input_v = selisih_ADC_F_B;

input_h = selisih_ADC_R_L;

int sudut_ServoV = servoV.read();
int sudut_ServoH = servoH.read();

if( sudut_ServoV < 145 ){sudut_ServoV =
sudut_ServoV + 1; delay(200);}
if( sudut_ServoH < 180 ){sudut_ServoH =
sudut_ServoH + 1; delay(200);}
if( sudut_ServoV > 145) sudut_ServoV = 145;
if( sudut_ServoH > 180) sudut_ServoH = 180;
servoV.write(sudut_ServoV);
servoH.write(sudut_ServoH);
delay(300);

```

```

Serial.print("ADC AVG F:");
Serial.print(AVG_ADC_F);
Serial.print(" B:");
Serial.print(AVG_ADC_B);
Serial.print(" R:");
Serial.print(AVG_ADC_R);
Serial.print(" L:");
Serial.print(AVG_ADC_L);

Serial.print("\t");

Serial.print("Dif F_B:");
Serial.print(selisih_ADC_F_B);
Serial.print(" R_L:");
Serial.print(selisih_ADC_R_L);

Serial.print("\t");

Serial.print(F("SP:"));
Serial.print(setpoint);
Serial.print(" ");
Serial.print(F("IN V:"));
Serial.print(input_v);
Serial.print(" ");
Serial.print(F("OUT V:"));
Serial.print(output_v);
Serial.print(" ");
Serial.print(F("IN H:"));
Serial.print(input_h);
Serial.print(" ");
Serial.print(F("OUT H:"));
Serial.print(output_h);

Serial.print("\t");

Serial.print("ServoV:");
Serial.print(sudut_ServoV);
Serial.print(" ServoH:");
Serial.print(sudut_ServoH);
Serial.println();

}

if (millis() - last_millis2 > 5000UL)
{
last_millis2 = millis();

baca_sensor();

```



©

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

char nilai[50];

if (display_change == 1)
{
    display_change = 0;

    lcd.clear(); // hapus semua tulisan di lcd
    sprintf(nilai, "DC %.2fV", tegangan_pv);
    lcd.setCursor(0, 0); // Pindahkan kursor ke kolom
0 dan baris 1
    lcd.print(nilai);

    sprintf(nilai, "%.2fA %.2fW", arus_pv,
daya_pv);
    lcd.setCursor(0, 1); // Pindahkan kursor ke kolom
1 dan baris 2
    lcd.print(nilai);
}
else if ( display_change == 0)
{
    display_change = 2;

    lcd.clear(); // hapus semua tulisan di lcd
    sprintf(nilai, "AC %.2fV", tegangan_load);
    lcd.setCursor(0, 0); // Pindahkan kursor ke kolom
0 dan baris 1
    lcd.print(nilai);

    sprintf(nilai, "%.2fA %.2fW", arus_load,
daya_load);
    lcd.setCursor(0, 1); // Pindahkan kursor ke kolom
1 dan baris 2
    lcd.print(nilai);
}
else if ( display_change == 2){
    display_change = 1;
    DateTime now = rtc.now();

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Waktu: ");
    lcd.print(now.hour(), DEC);
    lcd.print(':');
    lcd.print(now.minute(), DEC);
    lcd.print(':');
    lcd.print(now.second(), DEC);

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Tgl: ");
    lcd.print(now.day(), DEC);
    lcd.print('/');
    lcd.print(now.month(), DEC);
    lcd.print('/');
    lcd.print(now.year(), DEC);
}
}

```

```

if (millis() - last_millis3 > 60000UL)
{
    last_millis3 = millis();

    DateTime now = rtc.now();

    char nama_file[15] = "/datalog.csv";

    char isi_file[300];
    sprintf(isi_file, "%02u-%02u-
%04u;%02u:%02u;%02f;%03f;%03f;%02f;%03f;%03f;
%d;%d;%02f;%02f;%02f;%02f;%d;%d;%d;%d\r\n",
now.day(), now.month(), now.year(), now.hour(),
now.minute(), tegangan_pv, arus_pv, daya_pv,
tegangan_load, arus_load, daya_load, sudut_ServoV,
sudut_ServoH, input_v, output_v, input_h, output_h,
ADC_FL_Filtered, ADC_FR_Filtered, ADC_BL_Filter
ered, ADC_BR_Filtered);
    Serial.print("Save ke SD CARD: ");
    Serial.println(isi_file);
    appendFile(SD, nama_file, isi_file);
}

delay(1);
}

void baca_sensor()
{
    int ADC = (int)ADC_LUT[analogRead(36)]; //
baca nilai ADC dari hasil sensor divider resistance
yang dipasang pada kutub negatif pv. lalu output
sensor dihubungkan ke pin VP atau GPIO36 dari
ESP32

    float tegangan_adc = (3.3 * ADC / 4095.0) ;

    const float R1 = 100.0;
    const float R2 = 20.0; .
    float tegangan_kutub_negatif_pv = tegangan_adc *
((R1 + R2) / R2) ;

    float tegangan_kutub_positif_pv =
ina219_pv.getBusVoltage_V() +
(ina219_pv.getShuntVoltage_mV() / 1000.0); //
tegangan shunt dalam mili volt sehingga harus dibagi
dengan 1000 untuk mengubahnya ke volt

    tegangan_pv = tegangan_kutub_positif_pv -
tegangan_kutub_negatif_pv;
    tegangan_pv = abs(tegangan_pv);
    arus_pv = ina219_pv.getCurrent_mA(); // dalam
satuan miliAmpere (mA)
    arus_pv = arus_pv / 1000.0; // diubah menjadi
satuan Ampere (A)

```



```

    arus_pv = abs(arus_pv);
    daya_pv = tegangan_pv * arus_pv; // dalam satuan
    Watt (W)
    daya_pv = abs(daya_pv);

    // tampilkan data pada serial monitor
    Serial.print("Tegangan kutub positif pv: ");
    Serial.print(tegangan_kutub_positif_pv, 2);
    Serial.println("V"); // tampilkan 2 digit di belakang
    koma
    Serial.print("Tegangan kutub negatif pv: ");
    Serial.print(tegangan_kutub_negatif_pv, 2);
    Serial.println("V"); // tampilkan 2 digit di belakang
    koma

    Serial.print("Tegangan PV: ");
    Serial.print(tegangan_pv, 2); Serial.println("V"); //
    tampilkan 2 digit di belakang koma
    Serial.print("Arus PV: "); Serial.print(arus_pv, 3);
    Serial.println("A"); // tampilkan 3 digit di belakang
    koma
    Serial.print("Daya PV: "); Serial.print(daya_pv, 3);
    Serial.println("W");

    Serial.println();

    // Read the data from the sensor
    tegangan_load = pzem.voltage();
    arus_load = pzem.current();
    daya_load = pzem.power();
    energi_load = pzem.energy();
    float frequency_load = pzem.frequency();
    float pf_load = pzem.pf();

    // Check if the data is valid
    if (isnan(tegangan_load)) {
        Serial.println("Error reading tegangan_load");
        tegangan_load = 0.00;
    } else if (isnan(arus_load)) {
        Serial.println("Error reading current");
    } else if (isnan(daya_load)) {
        Serial.println("Error reading power");
    } else if (isnan(energi_load)) {
        Serial.println("Error reading energy");
    } else if (isnan(frequency_load)) {
        Serial.println("Error reading frequency");
    } else if (isnan(pf_load)) {
        Serial.println("Error reading power factor");
    } else {

        // Print the values to the Serial console
        Serial.print("Voltage: ");
        Serial.print(tegangan_load); Serial.println("V");
        Serial.print("Current: "); Serial.print(arus_load);
        Serial.println("A");
    }

```

```

        Serial.print("Power: ");
        Serial.print(daya_load);
        Serial.println("W");
        Serial.print("Energy: ");
        Serial.print(energi_load, 3);
        Serial.println("kWh");
        Serial.print("Frequency: ");
        Serial.print(frequency_load, 1);
        Serial.println("Hz");
        Serial.print("PF: ");
        Serial.println(pf_load);
    }
}

void appendFile(fs::FS &fs, const char * path,
const char * message)
{
    Serial.printf("Appending to file: %s\n", path);

    File file = fs.open(path, FILE_APPEND);
    if (!file) {
        Serial.println("Failed to open file for
        appending");
        return;
    }

    if (file.print(message)) {
        Serial.println("Message appended");
    } else {
        Serial.println("Append failed");
    }
    Serial.println();

    file.close();
}

void readFile(fs::FS &fs, const char * path) //
contoh : readFile(SD, "/datalog.csv");
{
    Serial.printf("Reading file: %s\n", path);

    File file = fs.open(path);
    if (!file) {
        Serial.println("Failed to open file for
        reading");
        return;
    }

    Serial.println("Read from file: ");
    while (file.available()) {
        Serial.write(file.read());
    }
    file.close();
}

```

hak cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



©

```

void deleteFile(fs::FS &fs, const char * path) //
contoh : deleteFile(SD, "/datalog.csv");
{
  Serial.printf("Deleting file: %s\n", path);
  if (fs.remove(path)) {
    Serial.println("File deleted");
  } else {
    Serial.println("Delete failed");
  }
}

void sendDataToLabVIEW(String data) {
  if (!client.connected()) {
    Serial.println("Connecting to LabVIEW
server...");
    if (client.connect(serverIP, serverPort)) {
      Serial.println("Connected to LabVIEW server");
    } else {
      Serial.println("Connection failed");
      return;
    }
  }

  // Print the length of the JSON data
  Serial.print("JSON Data Length: ");
  Serial.println(data.length());

  // Send the JSON data to LabVIEW
  client.print(data);
  Serial.println("Data sent to LabVIEW");

  // Close the connection after sending data
  // client.stop();
}

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 4 Foto Alat



Gambar L-1. Tampak Depan Alat

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar L-2. Tampak Samping Alat



Gambar L-3 Design Pemisah LDR

Lampiran 5 Anggaran Biaya Tugas Akhir

Material	Kuantitas	Harga satuan (Rp)	Total
Panel Surya 20 Wp	1	Rp 210.000,00	Rp 210.000,00
Sensor LDR	4	Rp 2.000,00	Rp 8.000,00
Motor servo TD 8120MG	2	Rp 250.000,00	Rp 500.000,00
Accu 12 V 6 aH	1	Rp 210.000,00	Rp 210.000,00
Solar Charge Controller MPPT	1	Rp 120.000,00	Rp 120.000,00
aluminium profile 20x20 (2 m)	1	Rp 200.000,00	Rp 200.000,00
dudukan panel surya (servo horizontal)	1	Rp 45.000,00	Rp 45.000,00
bracket panel surya (servo vertikal)	1	Rp 25.000,00	Rp 25.000,00
Mikrokontroler ESP 32	1	Rp 80.000,00	Rp 80.000,00
Sensor INA219	1	Rp 30.000,00	Rp 30.000,00
Modul RTC DS1307	1	Rp 30.000,00	Rp 30.000,00
Modul SD Card	1	Rp 10.000,00	Rp 10.000,00
box project	2	Rp 15.000,00	Rp 30.000,00
regulator LM2596	1	Rp 15.000,00	Rp 15.000,00
sd card 8GB	1	Rp 50.000,00	Rp 50.000,00
TOTAL			Rp 1.563.000,00


Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta