

**TUGAS AKHIR**

**PANEL SURYA DENGAN PELACAK SINAR SURYA**



**Julian Permana**

**NPM: 2014720001**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**2018**

**FINAL PROJECT**

**SOLAR PANEL WITH SOLAR TRACKER**



**Julian Permana**

**NPM: 2014720001**

**DEPARTMENT OF PHYSICS**

**FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**

**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**



**PANEL SURYA DENGAN PELACAK SINAR SURYA**

**Julian Permana**  
**NPM : 2014720001**

**Bandung, 16 Juli 2018**  
**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**

**Sylvia Hastuti Sutanto, Ph.D.**

**Pembimbing Serta**

**Reinard Primulando, Ph.D.**

**Ketua Tim Penguji**

**Aloysius Rusli, Ph.D.**

**Anggota Tim Penguji**

**Reinard Primulando, Ph.D.**

**Mengetahui,**  
**Ketua Program Studi**

**Philips Nicholas Gunawidjaja, Ph.D.**



## PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul:

### PANEL SURYA DENGAN PELACAK SINAR SURYA

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,

Tanggal 16 Juli 2018



Julian Permana

NPM: 2014720001

## **Abstrak**

Salah satu dampak negatif dari penggunaan energi yang sering tidak diperhatikan adalah polusi. Untuk memperkecil dampak polusi dari perubahan bentuk energi, maka dibuatlah berbagai solusi salah satunya panel surya. Panel surya mengubah energi panas Matahari menjadi energi listrik. Energi listrik yang merupakan hasil perubahan bentuk dari energi panas Matahari digunakan untuk memberi energi listrik pada alat-alat lainnya. Agar energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya maksimal, maka cahaya Matahari harus mempunyai arah datang yang tegak lurus terhadap panel surya. Untuk menjaga agar posisi panel surya tegak lurus terhadap sinar datang Matahari, maka posisi panel surya harus diubah-ubah mengikuti sinar datang Matahari. Servo digunakan untuk menggerakkan panel surya ke berbagai arah dengan persamaan gerak tertentu yang dikontrol Arduino. Persamaan gerak servo dicari dengan mengikuti persamaan gerak Matahari terhadap posisi di Bumi. Kemudian daya yang dihasilkan panel surya yang digerakkan dengan servo dibandingkan dengan daya yang dihasilkan dari panel surya yang stasioner. Hasil percobaan menunjukkan bahwa nilai daya yang dihasilkan kedua panel surya yang identik bervariasi.

**Kata kunci:** Arduino, panel surya, persamaan gerak, servo.



## **Abstract**

One of the overlooked negative impacts of energy usage is pollution. To reduce the pollution impact from alteration form of energy, many solutions are made and one of them is solar panel. Solar panel converts sunlight energy into electrical energy. Electrical energy, which is the result of alteration form of sunlight energy, is used by other electrical devices. In order for solar panel to alter sunlight energy into electrical energy at maximum condition, sunlight must be perpendicular to the solar panel surface. To keep solar panel surface perpendicular to incident sunlight, solar panel direction needs to be changed to follow incident sunlight. Servo is used to move solar panel in all directions with certain equations which is controlled by Arduino. Servo movement equations were found by following Sun movement equations relative to certain position from Earth. Then the power created by moving solar panel will be compared with stationer solar panel. The results show that the powers created by both solar panels vary.

**Keywords:** Arduino, solar panel, equation of movement, servo.



*Fisika UNPAR*



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya tugas akhir ini. Karya ilmiah dengan judul "Panel Surya dengan Pelacak Sinar Surya" dapat diselesaikan dengan baik. Penyelesaian tugas akhir ini merupakan satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Katolik Parahyangan. Pada masa penulisan tugas akhir terdapat beberapa kendala. Kendala yang ditemui adalah kendala teknis saat melakukan percobaan menggunakan alat tertentu. Kendala lain adalah pengaruh lingkungan pada hasil data yang tidak dapat dikendalikan atau diminimalkan oleh penulis.

Dengan semua kendala yang dihadapi penulis, penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan arahan yang berguna untuk penyelesaian tugas akhir ini. Pertama-tama, penulis ingin berterima kasih kepada pembimbing utama yaitu Ibu Sylvia Hastuti Sutanto, Ph.D. yang memberikan pengarahan pada penulisan sehingga penulisan tugas akhir sesuai dengan standar penulisan dan pembimbing serta yaitu Bapak Reinard Primulando, Ph.D. yang memberikan pengarahan kepada penulisan serta percobaan untuk mendapatkan data. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dua dosen penguji yaitu Bapak Aloysius Rusli, Ph.D. dan Reinard Primulando, Ph.D. yang memberikan arahan dan saran untuk perbaikan isi dan konten tugas akhir ini.

Selanjutnya penulis ingin berterima kasih kepada orang tua dan saudara yang telah mendukung secara materiil dan moril untuk mendukung penulisan tugas akhir ini. Penulis juga ingin berterima kasih kepada teman-teman Fisika Universitas Katolik Parahyangan angkatan 2014 yaitu Baskara, Arifin, Putri, Paulina, Paksi dan Ridwan yang telah mendukung penulisan tugas akhir ini.

# Daftar Isi

<b>1</b>	<b>Pendahuluan</b>	<b>1</b>
1.1	Latar belakang . . . . .	1
1.2	Rumusan masalah . . . . .	1
1.3	Tujuan . . . . .	2
1.4	Batasan masalah . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Dasar Teori</b>	<b>3</b>
2.1	Panel surya . . . . .	3
2.2	Persamaan gerak Matahari terhadap Bumi . . . . .	7
2.3	Arduino Uno . . . . .	17
2.3.1	Catu daya . . . . .	18
2.3.2	Koneksi daya . . . . .	18
2.3.3	<i>Input</i> analog . . . . .	18
2.3.4	Koneksi digital . . . . .	19
2.3.5	<i>Microcontroller</i> . . . . .	19
2.3.6	Komponen lainnya . . . . .	19
2.3.7	Cara penggunaan Arduino . . . . .	19
2.3.8	Susunan program pada Arduino . . . . .	20
2.4	NodeMcu ESP8266 . . . . .	21
2.5	INA219 . . . . .	21
2.6	Servo . . . . .	22
2.7	<i>Pulse Width Modulation</i> . . . . .	22
<b>3</b>	<b>Metode Penelitian dan Prosedur</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>Hasil dan Pembahasan</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>Kesimpulan dan Saran</b>	<b>33</b>
	<b>Referensi</b>	<b>34</b>
<b>A</b>	<b>Program untuk Arduino Uno</b>	<b>36</b>
<b>B</b>	<b>Program untuk NodeMcu ESP8266</b>	<b>41</b>

## Daftar Gambar

2.1	Rangkaian setara panel surya. Gambar diambil dari referensi [5]. . . . .	6
2.2	Posisi Matahari terhadap Bumi. Gambar diambil dari referensi [8]. . . . .	8
2.3	Bidang lintasan Matahari LDCM dilihat dari atas. Gambar diambil dari referensi [8].	9
2.4	Bidang DOSZ. Gambar diambil dari referensi [8]. . . . .	10
2.5	Sudut <i>azimuth</i> ( $A$ ) dan sudut <i>altitude</i> ( $h$ ) Matahari. Gambar diambil dari referensi [8]. . . . .	10
2.6	Peta zona waktu berdasarkan sudut bujur. Gambar diambil dari referensi [9]. . . . .	13
2.7	Posisi $H$ dan $H_m$ . Gambar diambil dari referensi [8]. . . . .	14
2.8	Skema bagian-bagian Arduino. Gambar diambil dari referensi [10]. . . . .	18
2.9	NodeMcu ESP8266. Gambar diambil dari referensi [12]. . . . .	21
2.10	INA219. Gambar diambil dari referensi [13]. . . . .	21
2.11	Servo SG90. Gambar diambil dari referensi [14]. . . . .	22
3.1	Rangkaian percobaan. . . . .	25
3.2	Alat percobaan yang telah dirangkai sesuai dengan skema rangkaian. . . . .	25

## Daftar Tabel

2.1	Persamaan-persamaan waktu bulan Januari sampai Juni. Tabel diambil dari referensi [8]. . . . .	15
2.2	Persamaan-persamaan waktu bulan Juli sampai Desember. Tabel diambil dari referensi [8]. . . . .	16

## Daftar Grafik

2.1	Daya <i>output</i> panel surya terhadap sudut datang sinar Matahari. Gambar diambil dari referensi [1]. . . . .	3
4.1	Plot grafik arus listrik terhadap tegangan panel surya. . . . .	27
4.2	Daya terhadap tegangan panel surya. . . . .	28
4.3	Plot grafik arus listrik terhadap tegangan panel surya menggunakan persamaan (14). . . . .	28
4.4	Daya terhadap waktu panel surya bergerak. . . . .	29
4.5	Daya terhadap waktu panel surya stasioner. . . . .	29

4.6	Selisih daya terhadap waktu panel surya. . . . .	30
4.7	Pengaruh suhu dan intensitas Matahari terhadap grafik beban karakteristik panel surya. Gambar diambil dari referensi [2] . . . . .	31



# 1 Pendahuluan

## 1.1 Latar belakang

Pengolahan energi panas Matahari dengan memanfaatkan efek *photovoltaic* yang menghasilkan arus listrik dan tegangan sudah ada sejak tahun 1839 oleh Alexandre Edmond Becquerel [3]. Energi panas Matahari dapat menjadi energi andalan yang baru untuk menggantikan energi fosil karena energi sinar Matahari lebih ramah lingkungan. Energi panas Matahari dapat digunakan di sebagian besar bagian Bumi karena sinar Matahari umumnya bersinar setiap harinya, kecuali di lingkaran utara saat sekitar *Winter Solstice* dan lingkaran selatan saat sekitar *Summer Solstice* karena sinar Matahari tidak mengenai bagian permukaan Bumi tersebut saat waktu itu. Penggunaan energi panas Matahari lebih bersahabat kepada lingkungan karena tidak menghasilkan emisi atau polusi berlebih pada lingkungan dibanding dengan energi fosil. Energi panas Matahari yang berhasil menembus ke Bumi berkurang karena ada sinar Matahari yang dihamburkan oleh molekul air dan lapisan atmosfer Ozon ( $O_3$ ). Agar panel surya menghasilkan daya yang maksimal, setidaknya panel surya harus mempunyai posisi permukaan yang tegak lurus dengan sinar datang Matahari setiap waktu. Posisi panel surya dapat diubah-ubah sehingga selalu tegak lurus dengan sinar datang Matahari dengan menggunakan Arduino Uno dan servo. Arduino Uno adalah salah satu jenis *microcontroller* yang fungsinya dapat diubah-ubah dan dapat disesuaikan dengan penggunaan. Arduino Uno dapat diprogram dengan bahasa pemrograman tertentu sesuai dengan kebutuhan. Servo adalah perangkat elektronik digital yang dapat diprogram dari Arduino Uno sehingga dapat bergerak ke dan dari posisi tertentu. Bahasa pemrograman yang dipakai adalah C.

## 1.2 Rumusan masalah

Dari latar belakang di atas, rumusan masalahnya adalah bagaimana tingkat efisiensi daya yang dihasilkan dari panel surya yang stasioner dibandingkan dengan panel surya yang bergerak mengikuti arah tegak lurus pancaran sinar Matahari?

### **1.3 Tujuan**

Tujuan tugas akhir ini adalah:

1. Membentuk persamaan gerak yang digunakan untuk program di *microcontroller* sehingga permukaan panel surya tegak lurus terhadap sinar datang Matahari.
2. Membandingkan daya yang dihasilkan dari panel surya yang stasioner dan panel surya yang digerakkan dengan *microcontroller*.

### **1.4 Batasan masalah**

Batasan masalah adalah seperti yang tercantum di bawah ini:

1. Penggunaan *microcontroller* Arduino Uno yang sama untuk setiap percobaan.
2. Penggunaan dua panel surya yang sama dan tidak bermerek untuk setiap percobaan.
3. Pembacaan tegangan dan kuat arus menggunakan modul INA219.
4. Pelacak sinar surya berupa *software* yang isinya program di dalam Arduino Uno.
5. Eksperimen hanya dilakukan satu kali.