

**PROTOTIPE SISTEM KENDALI PENGERAK
SOLAR CELL DENGAN DUA LINTASAN
BERBASIS SENSOR PHOTODIODA DAN
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1

Program studi Fisika



diajukan oleh
PRADINA DYAN ISTIQLAL
12620026

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2016**



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/2390/2016

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul

: prototipe Sistem Kendali penggerak *Solar Cell*/Dengan Dua Lintasan Berbasis sensor Photodioda dan Mikrokontroler Arduino Uno

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Nama : Pradina Dyan istiqal

NIM : 12620026

Telah dimunaqasyahkan pada : 30 Juni 2016

Nilai Munaqasyah : A

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang


Frida Agung Rakhmadi, M.Sc.
NIP. 19780510 200501 1 003

Pengaji I



Agus Eko Prasetyo, S.Si, M.Si

Pengaji II



Andik Asmara, S.Pd, M.Pd

Yogyakarta, 11 Juli 2016

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Dr. Murtono, M.Si

NIP 19691212 200003 1 001

**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : PRADINA DYAN ISTIQLAL

NIM : 12620026

Judul Skripsi : Prototipe Sistem Kendali Pengerak Solar Cell Dengan Dua Lintasan Berbasis Sensor Photodiode dan Mikrokontroler Arudino Uno

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Sains

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 27 Juni 2016

Pembimbing

Frida Agung Rakhmadi, M.Sc

NIP. 19780510 200501 1 003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama : Pradina Dyan Istiqlal
NIM : 12620026
Prod : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Prototipe Sistem Kendali Pengerak *Solar Cell* Dengan Dua Lintasan Berbasis Sensor Photodioda dan Mikrokontroler Arudino Uno” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 27 Juni 2016
Yang menyatakan,



Pradina Dyan Istiqlal
NIM:12620026

MOTTO

*Inna solati wanusuki wamahyaya wamamati lillahi
rabbil alamiin*

(QS. Al Anam: 162)

Sesungguhnya segala urusan itu di tangan Allah

(QS. Ali Imran: 154)

HALAMAN PERSEMBAHAN

SKRIPSIINI SAYA PERSEMBAHKAN UNTUK :

1. Semua orang yang mau membaca skripsi saya sebagai bahan acuan mau pun koreksi dalam mengembangkan ilmu pengetahuan
2. Bapak Madina dan Mamah Retno Endarsih
3. Si Bungsu Berlian Desha Islami
4. Keluarga Besar
5. Parakesayangan Tira, Maya L, Maya A, Dhesytri, Wahyu dan Desti G. Sari
6. Sc Instrumentasi terkusus angkatan 2012 (Gilang, Nisa, Hida, Hikmah, Rofi, Nandang, Hisom, Niko, Eko, Gifari, Dita, Budi, Asma, Desiwida, Endah)
7. Fisika 2012
8. Almamater Tercinta Program Studi Fisika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, atas segala nikmat yang telah diberikan kepada kita semua. Sehingga pada kesempatan kali ini penulis masih diberikan kesehatan serta kemampuan untuk terus berfikir secara utuh. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Beliau sang pembawa kebenaran, Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya. Amiin.

Laporan dari hasil Praktek Kerja Lapangan ini merupakan salah satu bentuk pertanggung jawaban yang sifatnya wajib. Selain itu penulis juga berharap hal ini mampu digunakan sebagai bahan pemberian sekaligus upaya kemajuan bagi pihak-pihak terkait. Baik secara konseptual maupun dari segi keilmuan dalam bidang tertentu.

Sangat penulis sadari betul bahwa dalam penyusunan laporan ini banyak dibantu oleh pihak-pihak lain. Karena itu penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, semoga segala bentuk bantuannya mendapatkan keridoan dari Allah SWT.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua Bapak Madina dan Ibu Retno Endarsih serta Adik Berlian Desha Islami yang senantiasa memberikan sarana, prasarana dan atas kesabaran serta doa.
2. Bapak Frida Agung Rakhmadi selaku ketua jurusan Fisika, Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Skripsi. Terima kasih telah memberikan pikiran, tenaga dan waktu untuk mengoreksi, membimbing, mengarahkan dan motivasi selama ini.
3. Bapak Chriswantoro, selaku ketua pengelola PLTH Kincir Angin -Surya dan Biogas Bayu Baru yang telah memberikan kesempatan melakukan penelitian di PLTH Kincir Angin -Surya dan Biogas Bayu Baru.

4. Hikmah, Rofi, Gilang, Hida, Ahmad, Taufik, Peri Indriyanto dan Muklas yang telah memberikan semangat dukungan dan kesabaran dalam menghadapi keluhan penulis.
5. Dosen Fakultas Sains dan teknologi yang telah memberikan ilmu dan Wawasan kepada penulis selama ini.
6. Teman- teman di Fisika 2012 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
7. Seluruh anggota SC Instrumentrasi
8. Tri Sulistyo Yunianto yang telah menyempatkan diri memberi motivasi, dukungan, berbagi ilmu dan pengalaman
9. Dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Untuk itu saran dan kritik dari semua pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan dan kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menambah ilmu pengetahuan khususnya di bidang sains. Semoga Allah membalas kebaikan-kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis selama ini. Amin.



Yogyakarta, 27 Juni 2016

Pradina Dyan Istiqlal

12620026

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
HALAMAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1.Latar Belakang Masalah.....	1
1.2.Rumusan Masalah	4
1.3.Tujuan Penelitian	4
1.4.Batasan Penelitian	4
1.5.Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1.Studi Pustaka.....	6
2.2.Landasan Teori.....	8

2.2.1. Matahari dalam Perfektif Islam.....	8
2.2.2. Energi Surya.....	10
2.2.3. Radiasi Harian Matahari pada Permukaan Bumi	11
2.2.4. Pengaruh Sudut Datang terhadap Radiasi yang diterima.....	13
2.2.5. <i>Solar Cell</i>	14
2.2.6. Photodiode	15
2.2.7. Motor Servo	18
2.2.8. Mikrokontroler Arduino Uno.....	20
2.2.9. Karakteristik Sensor	24

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.2. Alat dan Bahan.....	31
3.2.1. Alat.....	31
3.2.2 Bahan	32
3.3. Prosedur Penelitian.....	32
3.3.1. Katskterisasi Sensor Photodioda.....	32
3.3.2. Pembuatan Prototipe Sistem Kendali Penggerak <i>Solar Cell</i> ...	34
3.3.3. Uji Coba Sistem Kendali.....	40
3.3.4. Analisa Data Uji Coba Prototipe Sistem Kendali	41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil	42
4.1.1. Karakterisasi Sensor Photodioda	42
4.1.2. Pembuatan Prototipe Sistem Kendali.....	45

4.1.3. Uji Coba Prototipe Sistem Kendali	46
4.2. Pembahasan.....	47
4.2.1. Karakterisasi Sensor Photodioda	47
4.2.2. Pembuatan Prototipe Sistem Kendali.....	51
4.2.3. Cara Kerja Pergerakan Motor Servo terhadap Pembacaan Sensor	55
4.2.4. Uji Coba Prototipe Sistem Kendali	56
4.1.5. Integrasi-Interkoneksi	57

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran.....	61

DAFTAR PUSTAKA **64**

LAMPIRAN..... **66**



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Cadangan Energi Fosil	2
Tabel 2.1 Penelitian yang Relevan.....	6
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Uno.....	22
Tabel 2.3 Pedoman Penentuan Kuat Lemahnya Korelasi.....	27
Tabel 3.1 Alat untuk Membuat Sistem Dekripsi	31
Tabel 3.2 Bahan untuk Membuat Sistem Dekripsi	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Terjadinya Efek Fotovoltaik	11
Gambar 2.2 Radiasi Sorotan dan Radiasi Sebaran yang mengenai Permukaan Bumi	12
Gambar 2.3 Grafik Besar Radiasi Harian Matahari yang Mengenai Permukaan Bumi	13
Gambar 2.4 Arah Sinar Datang Membentuk Sudut Terhadap Normal Bidang <i>Solar Cell</i>	13
Gambar 2.5 Photodiode.....	16
Gambar 2.6 Cara kerja photodida	17
Gambar 2.7 Rangkaian sensor photodioda	17
Gambar 2.8 Motor Servo.....	19
Gambar 2.9 Sistem Mekanik Motor Servo	19
Gambar 2.10 Mikrokontroler Arduino Uno	20
Gambar 2.11 a) Kolerasi Positif.....	27
Gambar 2.11 b) Kolerasi Negatif	27
Gambar 2.12 Grafik Penentuan Eror Ripitabilitas	29
Gambar 3.1 Prosedur penelitian.....	33
Gambar 3.2 Proses Pembuatan Perangkat Keras	35
Gambar 3.3 Ilustrasi Sistem Mekanik Prototipe Sistem Kendali.....	36
Gambar 3.4 Prosedur pembuatan Perangkat Lunak	37
Gambar 3.5 Diagram Alir Prosedur Pembuatan Perangkat Lunak Prototipe	

Sistem Kendali	38
Gambar 3.6 ArduinoIDE	39
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Intensitas Cahaya (Lux) dengan Tegangan (Volt) pada Sensor Photodiода 1	42
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Intensitas Cahaya (Lux) dengan Tegangan (Volt) pada Sensor Photodiода 2	43
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Intensitas Cahaya (Lux) dengan Tegangan (Volt) pada Sensor Photodiода 3	43
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Intensitas Cahaya (Lux) dengan Tegangan (Volt) pada Sensor Photodiода 4	44
Gambar 4.5 Susunan Susunan prototipe sistem kendali	45
Gambar 4.6 Grafik perbandingan daya <i>solar cell</i> dinamis dan <i>solar cell</i> statis	46
Gambar 4.7 Grafik perbandingan tegangan <i>solar cell</i> dinamis dan <i>solar</i> <i>cell</i> statis.....	46
Gambar 4.8 Grafik perbandingan arus <i>solar cell</i> dinamis dan <i>solar cell</i> statis	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Karakterisasi Sensor.....	65
Lampiran 2 Perhitungan Ripitabilitas Sensor Photodioda	71
Lampiran 3 Data Uji Coba Prototipe <i>Solar cell</i>	73
Lampiran 4 Perhitungan Keberhasilan.....	74
Lampiran 5 Listing Program Prototipe Sistem Kendali	75
Lampiran 6 Tempat Pengambilan Data.....	77

PROTOTIPE SISTEM KENDALI PENGERAK *SOLAR CELL* DENGAN
DUA LINTASAN BERBASIS SENSOR PHOTODIODA DAN
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO

Pradina Dyan Istiqlal
12620026

ABSTRAK

Penelitian prototipe sistem kendali penggerak *solar cell* dengan dua lintasan berbasis sensor photodiode dan mikrokontroler arduino uno telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah mengkarakterisasi sensor photodiode, membuat sistem kendali penggerak *solar cell* agar tegak lurus terhadap sinar matahari dengan dua lintasan dan membandingkan data keluaran *solar cell* dinamis dengan *solar cell* statis. Prosedur penelitian ini dilakukan dalam empat tahapan : karakterisasi photodiode, pembuatan prototipe sistem kendali penggerak *solar cell*, uji coba sistem kendali dan analisa data uji coba sistem kendali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fungsi transfer dan faktor kolerasi sensor photodiode adalah $V_1 = 3 \times 10^{-5}I + 1,202$ $r_1 = 0,990$; $V_2 = 3 \times 10^{-5} I + 1,95$ $r_2 = 0,990$; $V_3 = 3 \times 10^{-5} I + 1,196$ $r_3 = 0,991$; dan $V_4 = 3 \times 10^{-5} I + 1,95$ $r_4 = 0,990$. Sensitivitas sensor photodiode adalah 3×10^{-5} volt/lux. Ripitabilitas sensor adalah 99,83%; 99,77%; 99,76% dan 99,87%. Data keluaran *solar cell* dinamis menghasilkan energi keluaran lebih besar daripada *solar cell* statis dengan energi keluaran rata-rata adalah 21,55%, sedangkan tingkat keberhasilan *solar cell* dinamis adalah 97,14%.

Kata kunci: Arduino uno, Photodiode, *Solar cell*

**PROTOTYPE OF SOLAR CELL PROPULSION CONTROL SYSTEM
WITH TWO TRACKS BASED ON PHOTODIODE SENSOR AND
ARDUINO UNO MICROCONTROLLER**

**Pradina Dyan Istiqlal
12620026**

ABSTRACT

The research **on** prototype of solar cell propulsion control system with two tracks based on photodiode sensor and arduino uno microcontroller has been done. The purpose of this research is to characterize the photodiode sensor, creat solar cell propulsion control system to be perpendicular to the sun **light** with two tracks and compare the output of dynamic solar cell with static solar cell. This **research was** conducted in four phases : characterization of photodiode sensors, manufacturing of solar cell control system prototype, testing of control system and analysis of control system testing data. The research showed that the transfer function and correlation factors of photodiode sensors were $V_1 = 3 \times 10^{-5} I + 1,202$ $r_1 = 0,990$; $V_2 = 3 \times 10^{-5} I + 1,95$ $r_2 = 0,990$; $V_3 = 3 \times 10^{-5} I + 1,196$ $r_3 = 0,991$; and $V_4 = 3 \times 10^{-5} I + 1,95$ $r_4 = 0,990$. The sensitivity of photodiode sensors were 3×10^{-5} volt / lux. Repetabilitas of photodiode sensors were 99.83%; 99.77%; 99.76% and 99.87%. The output energy of dynamic solar cell was greater than the static solar cell with an average output energy was 21.55%, while the sucees rate of dynamic solar cell **was** 97.14%.

Key Words : Arduino uno, Photodiode, Solar cell

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Energi listrik merupakan jenis energi yang paling banyak digunakan oleh manusia karena energi listrik mudah dikonversi menjadi bentuk energi lain (Manan,2009). Energi listrik merupakan kebutuhan pokok bagi masyarakat karena banyak digunakan. Hampir semua aktifitas manusia berhubungan dengan energi listrik. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan tingkat populasi penduduk di Indonesia yang semakin tinggi maka permintaan akan energi listrik juga meningkat. Oleh karena itu, berbagai upaya telah dilakukan oleh pemerintah agar dapat memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat. Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dengan melakukan pembangunan pembangkit energi listrik.

Sistem pembangkit listrik di Indonesia sebagian besar menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber panas untuk menghasilkan steam yang bertemperatur dan bertekanan tinggi dalam menghasilkan energi listrik. Penggunaan bahan bakar fosil harus efisien karena ketersediaannya yang terbatas seperti ditunjukkan dalam Tabel 1.1. Bahan bakar fosil memberikan dampak polusi udara yang sangat besar sehingga ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dalam jangka waktu panjang sangat tidak relevan.

Tabel 1.1 Cadangan Energi Fosil

Tipe Energi	Cadangan Total
Minyak bumi	7,73 milyar bbl
Gas Bumi	152,9 Trilun CF
Batubara	28,17 milyar Ton

(Sumber : Kementerian ESDM, 2016)

Energi matahari menjadi salah satu solusi yang tepat untuk pembangunan pembangkit listrik di Indonesia karena ketersediaannya di alam tidak terbatas dan Indonesia berada pada kawasan katulistiwa. Manusia hanya dituntut untuk berfikir dan mengelola sumber daya alam berupa sinar matahari untuk dijadikan sumber energi cadangan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Salah satu upaya teknologi untuk memanfaatkan energi matahari adalah dengan menggunakan *solar cell*.

Solar cell adalah suatu elemen aktif yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, dengan prinsip yang disebut efek photovoltaik. *Solar cell* terbuat dari keping (wafer) bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif, sama dengan dioda hanya permukaannya dibuat luas supaya bisa menangkap cahaya matahari sebanyak mungkin. Apabila cahaya jatuh pada permukaan *solar cell* maka akan timbul perbedaan tegangan. Untuk mendapatkan daya yang lebih besar *solar cell* dapat dihubung seri atau paralel tergantung sifat penggunaannya. (Beiser, 1987).

Solar cell memanfaatkan teori cahaya sebagai partikel. Sebagaimana diketahui bahwa cahaya baik yang tampak maupun yang tidak tampak memiliki dua buah sifat yaitu sebagai gelombang dan sebagai partikel yang disebut dengan foton. Dengan menggunakan sebuah piranti semikonduktor yang memiliki

permukaan luas dan terdiri dari rangkaian dioda tipe p dan n, cahaya yang datang akan mampu diubah menjadi energi listrik (Beiser, 1987).

Untuk memanfaatkan energi cahaya matahari dengan maksimal maka *solar cell* harus terus menerus terpapar sinar matahari. Semakin besar intensitas cahaya matahari yang ditangkap oleh *solar cell*, semakin besar daya listrik yang dihasilkan. Namun permasalahan yang sering terjadi yaitu belum optimalnya penyerapan sinar matahari oleh *solar cell* dikarenakan posisi peletakan *solar cell* masih bersifat statis. Di negara yang memiliki 4 musim, peletakan dengan bersifat statis masih dimungkinkan, akan tetapi di negara yang terletak di garis khatulistiwa peletakan *solar cell* statis tidaklah efisien. Sistem *solar cell* tersebut masih harus dilengkapi pula dengan suatu sistem kendali yang berfungsi untuk mengatur arah permukaan dari panel surya agar selalu menghadap matahari, sehingga energi dari sinar matahari dapat sepenuhnya jatuh ke permukaan panel surya.

Sistem kendali ini dapat dikembangkan menggunakan dua lintasan dengan memanfaatkan photodiode sebagai sensor dan arduino uno sebagai mikrokontroler. Karena sistem kendali ini menggunakan cahaya sebagai dasar pengendalian *solar cell* agar selalu sejajar dengan arah sinar matahari dan sistem ini menggunakan sinyal yang mampu diterjemahkan oleh arduino uno. Dipilih sensor photodiode karena sensor ini lebih sensitive terhadap perubahan intensitas cahaya dibandingkan sensor cahaya lain. Selain itu komponen ini juga mudah ditemukan di pasaran dan harganya cukup terjangkau.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan yang diteliti dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik sensor photodioda yang digunakan dalam prototipe sistem kendali penggerak *solar cell*?
2. Bagaimana membuat sistem kendali penggerak *solar cell* agar tegak lurus terhadap sinar matahari dengan dua lintasan?
3. Bagaimana perbandingkan data keluaraan *solar cell* dinamis dengan *solar cell* statis ?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengkarakterisasi sensor photodioda
2. Membuat sistem kendali penggerak *solar cell* agar tegak lurus terhadap sinar matahari dengan dua lintasan.
3. Membandingkan data keluaraan *solar cell* dinamis dengan *solar cell* statis.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Karakterisasi photodioda yang diamati pada penelitian adalah karakteristik statis meliputi, fungsi transfer, koefisien kolerasi, sensitivitas dan rippetabilitas.
2. Sistem yang digunakan mikrokontroler arduino uno yang berfungsi untuk mengontrol operasi sistem.

3. *Solar cell* yang digunakan adalah *solar cell monokromatik* dengan daya maksimal 2 watt.
4. Sistem kendali yang dibuat merupakan prototipe atau dengan kata lain rancangan dasar skala kecil.
5. Sistem kendali bergerak hanya dua lintasan yaitu gerak semu matahari dan gerak harian matahari.

1.5. Manfaat Penelitian

Prototipe sistem kendali penggerak *solar cell* dengan dua lintasan ini membantu masyarakat dan pemerintah dalam memanfaatkan energi matahari sebagai sumber dalam membuat energi listrik agar dapat dihasilkan energi yang maksimum.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Karakteristik sensor photodioda 1 pada penelitian ini yakni: fungsi transfer $V = 3 \times 10^{-5}I + 1,202$, ; hubungan *input* dan *output* yang sangat kuat dengan koefisien korelasi $r = 0,990$; sensitivitas sensor sebesar 3×10^{-5} volt/lux; ripitabilitas 99,83%; Karakteristik sensor photodioda 2 pada penelitian ini yakni: fungsi transfer $V = 3 \times 10^{-5} I + 1,194$, ; hubungan *input* dan *output* yang sangat kuat dengan koefisien korelasi $r = 0,990$; sensitivitas sensor sebesar 3×10^{-5} volt/lux; ripitabilitas 99,77%; Karakteristik sensor photodioda 3 pada penelitian ini yakni: fungsi transfer $V = 3 \times 10^{-5}I + 1,196$, ; hubungan *input* dan *output* yang sangat kuat dengan koefisien korelasi $r = 0,991$; sensitivitas sensor sebesar 3×10^{-5} volt/lux; ripitabilitas 99,76%; Karakteristik sensor photodioda 4 pada penelitian ini yakni: fungsi transfer $V = 3 \times 10^{-5} I + 1,95$, ; hubungan *input* dan *output* yang sangat kuat dengan koefisien korelasi $r = 0,991$; sensitivitas sensor sebesar 3×10^{-5} volt/lux; ripitabilitas 99,87%;
2. Telah dibuat prototipe sistem kendali penggerak *solar cell* menggunakan empat buah photodioda sebagai sensor, arduino uno sebagai otak pengendali dan motor servo SG90s sebagai pengerak.

3. *Solar cell* dinamis dengan *solar cell* statis menghasilkan penambahan daya rata-rata pada *solar cell* dinamis sebesar 21,55%, sedangkan *solar cell* dinamis mempunyai tingkat keberhasilan sebesar 97,14%.

5.2. Saran

1. Dalam mengambil data seharusnya dilakukan data periode yang lebih lama dan menggunakan hambatan yang berbeda.
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya prototipe sistem kendali penggerak *solar cell* ini dapat dikembangkan dengan menggunakan sensor lain maupun motor penggerak lain.
3. Dapat dikembangkan prototipe sistem kendali berbasis timer.
4. Sebagai seorang muslim hendaklah kita peka terhadap kejadian-kejadian pada alam untuk meningkatkan keimanan



DAFTAR PUSTAKA

- Adhyatya, Wimas. 2011. *Belajar Elektronika*. Diakses tanggal 20 Desember 2013 dari <http://belajarelka.blogspot.com/2011/06/pengertian-led.html>
- Anjaswati, Irma Tri. 2013. *Sensor Photodiode*. Diakses tanggal 7 Januari 2015 dari http://irmatrianjaswati-fst11.web.unair.ac.id/artikel_detail-84996-Sensorsensor20photo-dioda.html
- Andy. 2011. Motor Servo. Diakses tanggal 22 Mei 2016 dari <http://andydharmaalau.com/?p=85>
- Anonim, 2005: *Photovoltaic Fundamentals*, diakses pada tanggal 03 Maret 2016 dari <http://www.fsec.ucf.edu/pvt/pvbasics/index.htm>
- Arindya, Radita. 2013. *Penggunaan dan Pengaturan Motor Listrik*. Yogyakarta : Graha ilmu
- Beiser. Arthur. 1987. *Konsep Fisika Modern Edisi Keempat*. Diterjemahkan oleh DR. The Houwling. Jakarta
- Beisher, Arthur. 1992. *Konsep Fisika Modern*. Jakarta : Erlangga.
- Cakradiwangsa, Yayas. 2013. *Makalah Motor Servo*. diakses pada tanggal 03 Maret 2016 dari <http://id.scribd.com/doc/156131684/Makalah-motor-servo#scribd>.
- Chaisson,E. dan S. McMillan,1996. *Astronomy Today. Second Edition*. New Jersey : Prentice Hall.
- Daldjoeni, N., 1983. *Pokok-Pokok Klimatologi*. Bandung: Penerbit Alumni.
- Damashqiy,A. ,2004. *Tafsīr al-Qur'an al-'Azīm*, terj. M. Abdul Ghaffar, Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'I.
- Dwiatmaja, A. W. 2013. *Rancang Bangun Sistem Deteksi Daging Ayam Tiren Berbasis Resistansi dan Mikrokontroler ATMega8*. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Fraden, J., 2010, *Handbook Of Modern Sensors : Physics, Sesigns, and Application*, 4nd-Ed, Springer-Verlag,. New York.
- Giandi , gilang. 2011. *Solar Cell* . diakses Diakses tanggal 23 Januari 2016 dari <http://gilanggiandi.blogspot.co.id/2011/04/solar-cell.html>
- Jansen, T.J., 1995: *Teknologi Rekayasa Sel Surya*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.

- Kadir, Abdul. 2014. *From Zero To A Pro Arduino Panduan Mempelajari Aneka Proyek Berbasis Mikrokontroler*. Yogyakarta : penerbit Andi Offset
- Krane, Kenneth. 1988. *Fisika Modern*. Jakarta: UI Press.
- Kusuma, Yudhy W. J. 2015. *Rancang Bangun PEngerak Otomatis Panel Surya Menggunakan Sensor Photodiode Berbasis Mikrokontroller Atmega 16* . ELECTRICIAN- Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro Vol 9, No 1. Hal 11-20
- Manan, Saiful.2009, *Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Effisien, Handal dan Ramah Lingkungan di Inodonesia* (Skripsi). Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- Najmurrokhman, Asep. 2011. *Perancangan Prototipe Sistem Penjejak Matahari Untuk Mengoptimalkan Penyerapan Energi Surya Pada Solar Cell* (skripsi), Jurusan Teknik Elektro Universitas Jenderal Achmad Yani
- Nn. *Arduino UNO*. Diakses tanggal 23 Januari 2016 dari <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- Nugroho, Ahmad. *Penggunaan Solar Cell*, diakses 27 Desember 2015 dari <http://tlts.wordpress.com>
- Purwono,Joko dkk. 2012. *Sistem Kendali Penjejak Sinar Matahari Dua Lintasan Berbasis Mikrokontroler AT89C51*. ISSN 1690-6930 hal. 191-198
- Qardhawi, M. Y. 1993. *Halal dan Haram Dalam Islam*. Surabaya. Bina Ilmu.
- Raharjo, Emanuel Budi. 2010. *Sistem Kendali Penjejak Sinar Matahari Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA8535* (skripsi), Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- Ramdhani, Mohamad. 2008. *Rangkaian Listrik*. Bandung: Institut Teknologi Telkom, Erlangga.
- Rusminto Tjatur W, 2003: *Solar Cell Sumber Energi masa depan yang ramah lingkungan*, Berita Iptek, Jakarta.
- Sarojo, Ganijanti Aby. 2011. *Gelombang dan Optika*. Jakarta: SalembaTeknika.
- Sears dan Zemansky. 2002. *Fisika Universitas Jilid 2*. Penterjemah: Endang Juliastuti., Jakarta:Erlangga
- Shihab, M. Quarish. 2002. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al Qur'an*. Jakarta Lentera Hati.
- Soegeng,R., 1996.*Lonosfer*. Yogyakarta :Penerbit Andi Offset

- Sudibyo, Ma'rufin.2011, *Sang Nabipun Berputar*, Solo:Tinta Medina
- Sugiyono. 2007. *Statistika untuk Penelitian*. Jakarta: Alfabeta.
- Wuryantoro, Didik. 2015. *Rancang Bangun Sistem Deteksi Madu Murni dan Campuran LED dan Fotodioda (skripsi)*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
- Yo, Hen. 2013. *Photovoltaic Effect (Efek Fotovoltaik)*. Diakses tanggal 23 Januari 2016 dari <http://hendrayoh.blogspot.co.id/2013/05/photovoltaic-effect-efek-fotovoltaik.html>

*Lampiran 1*Data karakterisasi Sensor Photodioda

Sensor Photodioda 1

waktu	intensitas cahaya (lux)	Tegangan (Volt)										Vmax- Vmin			
		V1	V2	V3	V4	V5	v6	v7	v8	v9	v10				
7:00	13400	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.52	1.52	1.52	1.478	1.52	1.46	0.06
7:30	14500	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0
8:00	14800	1.64	1.64	1.64	1.64	1.63	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.639	1.64	1.63	0.01
8:30	45000	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	0
9:00	78000	3.19	3.2	3.2	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.192	3.2	3.19	0.01
9:30	92000	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	0
10:00	94000	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	0
10:30	96600	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	0
11:00	101000	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	0
11:30	105500	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	0
12:00	106000	4.12	4.12	4.12	4.12	4.13	4.13	4.15	4.13	4.13	4.13	4.128	4.15	4.12	0.03
12:30	105900	4.12	4.12	4.12	4.1	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.118	4.12	4.1	0.02
13:00	104600	4.06	4.06	4.06	4.07	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.061	4.07	4.06	0.01
13:30	104000	4.05	4.05	4.05	4.05	4.05	4.04	4.04	4.04	4.05	4.05	4.047	4.05	4.04	0.01
14:00	102500	3.98	3.98	3.98	3.98	3.99	3.98	3.98	3.99	3.98	3.98	3.982	3.99	3.98	0.01
14:30	97000	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.95	3.96	3.96	3.959	3.96	3.95	0.01
15:00	79000	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	0
15:30	54900	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06	3.05	3.05	3.05	3.06	3.06	3.057	3.06	3.05	0.01
16:00	21200	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.07	2.07	2.08	2.08	2.08	2.078	2.08	2.07	0.01
16:30	14700	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	0
17:00	8300	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.12	1.12	1.126	1.13	1.12	0.01

Sensor Photodioda 2

waktu	intensitas cahaya (lux)	tegangan										rata2	Vmax	Vmin	Vmax- Vmin
		V1	V2	V3	V4	V5	v6	v7	v8	v9	v10				
7:00	13400	1.5	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.52	1.52	1.52	1.478	1.52	1.46	0.06
7:30	14500	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0
8:00	14800	1.6	1.64	1.64	1.64	1.63	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.639	1.64	1.63	0.01
8:30	45000	2.4	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	0
9:00	78000	3.2	3.2	3.2	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.192	3.2	3.19	0.01
9:30	92000	3.9	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	0
10:00	94000	3.9	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	0
10:30	96600	3.9	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	0
11:00	101000	4	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	0
11:30	105500	4.1	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	0
12:00	106000	4.1	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.15	4.13	4.13	4.13	4.132	4.15	4.13	0.02
12:30	105900	4.1	4.12	4.12	4.1	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.118	4.12	4.1	0.02
13:00	104600	4.1	4.06	4.06	4.07	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.061	4.07	4.06	0.01
13:30	104000	4.1	4.05	4.05	4.05	4.05	4.04	4.04	4.04	4.05	4.05	4.047	4.05	4.04	0.01
14:00	102500	4	3.98	3.98	3.98	3.99	3.98	3.98	3.99	3.98	3.98	3.982	3.99	3.98	0.01
14:30	97000	4	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.95	3.96	3.96	3.959	3.96	3.95	0.01
15:00	79000	3.6	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	0
15:30	54900	3.1	3.06	3.06	3.06	3.06	3.05	3.05	3.05	3.06	3.06	3.057	3.06	3.05	0.01
16:00	21200	2.1	2.08	2.08	2.08	2.08	2.07	2.07	2.08	2.08	2.08	2.078	2.08	2.07	0.01
16:30	14700	1.6	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	0
17:00	8300	1.1	1.13	1.11	1.11	1.11	1.11	1.13	1.13	1.13	1.13	1.122	1.13	1.11	0.02

Sensor photodioda 3

waktu	intensitas cahaya (lux)	tegangan										rata2	Vmax	Vmin	Vmax-Vmin
		V1	V2	V3	V4	V5	v6	v7	v8	v9	v10				
7:00	13400	1.5	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.52	1.52	1.52	1.478	1.52	1.46	0.06
7:30	14500	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0
8:00	14800	1.6	1.64	1.64	1.64	1.63	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.639	1.64	1.63	0.01
8:30	45000	2.4	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	0
9:00	78000	3.2	3.2	3.2	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.192	3.2	3.19	0.01
9:30	92000	3.9	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	3.86	0
10:00	94000	3.9	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	0
10:30	96600	3.9	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	0
11:00	101000	4	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	3.97	0
11:30	105500	4.1	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	0
12:00	106000	4.1	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.15	4.13	4.13	4.13	4.132	4.15	4.13	0.02
12:30	105900	4.1	4.12	4.12	4.1	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.118	4.12	4.1	0.02
13:00	104600	4.1	4.06	4.06	4.07	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.06	4.061	4.07	4.06	0.01
13:30	104000	4.1	4.05	4.05	4.05	4.05	4.04	4.04	4.04	4.05	4.05	4.047	4.05	4.04	0.01
14:00	102500	4	3.98	3.98	3.98	3.99	3.98	3.98	3.99	3.98	3.98	3.982	3.99	3.98	0.01
14:30	97000	4	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.95	3.96	3.96	3.959	3.96	3.95	0.01
15:00	79000	3.6	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	0
15:30	54900	3.1	3.06	3.06	3.06	3.06	3.05	3.05	3.05	3.06	3.06	3.057	3.06	3.05	0.01
16:00	21200	2.1	2.08	2.08	2.08	2.08	2.07	2.07	2.08	2.08	2.08	2.078	2.08	2.07	0.01
16:30	14700	1.6	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	0
17:00	8300	1.1	1.13	1.11	1.11	1.11	1.11	1.13	1.13	1.13	1.13	1.122	1.13	1.11	0.02

Sensor Photodioda 4

Koefisien korelasi sensor Photodioda 1

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{21 \times 5394356,3 - 1452900 \times 65,765}{\sqrt{[(21 \times 1,30 \times 10^{11}) - (1452900)^2] \times [21 \times 229,8942 - 65,7610^2]}}$$

$$r = \frac{17731513,8}{1787759}$$

$$r = 0,990$$

Sensor photodioda 2

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{21 \times 5394031 - 1452900 \times 65,725}{\sqrt{[(21 \times 1,30 \times 10^{11}) - (1452900)^2] \times [21 \times 229,79 - 65,725^2]}}$$

$$r = \frac{17782792}{17931831}$$

$$r = 0,990$$

sensor Photodioda 3

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{21 \times 5389072 - 1452900 \times 65,678}{\sqrt{[(21 \times 1,30 \times 10^{11}) - (1452900)^2] \times [21 \times 229,4065 - 65,678^2]}}$$

$$r = \frac{17746950}{17898983}$$

$$r = 0,991$$

sensor Photodioda 4

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{21 \times 5393639,9 - 1452900 \times 65,725}{\sqrt{[(21 \times 1,30 \times 10^{11}) - (1452900)^2] \times [21 \times 229,76 - 65,725^2]}}$$

$$r = \frac{177774585,4}{17922876,4}$$

$$r = 0,99$$

Lampiran 2

1. Photodioda 1

Menentukan persentase eror repeatabilitas:

$$\delta = \frac{L}{F} \times 100\%$$

$$\delta = \frac{0,0091}{4,15} \times 100\%$$

$$\delta = 0,17\%$$

Menentukan persentase repeatabilitas:

$$repeatabilitas = 100\% - \delta$$

$$repeatabilitas = 100\% - 0,17\%$$

$$repeatabilitas = 99,83\%$$

2. Photodioda 2

Menentukan persentase eror repeatabilitas:

$$\delta = \frac{L}{F} \times 100\%$$

$$\delta = \frac{0,0}{4,1} \times 100\%$$

$$\delta = 0,23\%$$

Menentukan persentase repeatabilitas:

$$repeatabilitas = 100\% - \delta$$

$$repeatabilitas = 100\% - 0,23\%$$

$$repeatabilitas = 99,9976\%$$

3. Photodioda 3

Menentukan persentase eror repeatabilitas:

$$\delta = \frac{\frac{L}{F}}{F} \times 100\%$$

$$\delta = \frac{\frac{0.0091}{4.15}}{4.15} \times 100\%$$

$$\delta = 0, 24\%$$

Menentukan persentase repeatabilitas:

$$\text{repeatabilitas} = 100\% - \delta$$

$$\text{repeatabilitas} = 100\% - 0, 24\%$$

$$\text{repeatabilitas} = 99,76\%$$

4. Photodioda 4

Menentukan persentase eror repeatabilitas:

$$\delta = \frac{\frac{L}{F}}{F} \times 100\%$$

$$\delta = \frac{\frac{0.0071}{4.15}}{4.15} \times 100\%$$

$$\delta = 0, 23\%$$

Menentukan persentase repeatabilitas:

$$\text{repeatabilitas} = 100\% - \delta$$

$$\text{repeatabilitas} = 100\% - 0,23\%$$

$$\text{repeatabilitas} = 99,77\%$$

Lampiran 3 Data Uji Coba solar cell

Jam	<i>Sollar Cell</i> Dinamis			<i>Sollar Cell</i> Statis			% P	$P_d > P_s$
	V (Volt)	I(A)	P (Watt)	V (Volt)	I (A)	P (Watt)		
8:00	0,055	0,000011	$0,61 \times 10^{-6}$	0,056	0,000011	$0,616 \times 10^{-6}$	1,785714	tidak
8:15	0,057	0,000013	$0,74 \times 10^{-6}$	0,055	0,000012	$0,66 \times 10^{-6}$	12,27273	ya
8:30	0,05	0,000012	$0,6 \times 10^{-6}$	0,05	0,00001	$0,5 \times 10^{-6}$	20	ya
8:45	0,037	0,000008	$0,3 \times 10^{-6}$	0,037	0,000006	$0,222 \times 10^{-6}$	33,33333	ya
9:00	0,257	0,00008	$2,1 \times 10^{-6}$	0,242	0,000078	$1,89 \times 10^{-6}$	8,921382	ya
9:15	0,256	0,00008	2×10^{-6}	0,242	0,000077	$1,86 \times 10^{-6}$	9,906622	ya
9:30	0,258	0,000081	$2,1 \times 10^{-6}$	0,244	0,000075	$1,83 \times 10^{-6}$	14,19672	ya
9:45	0,26	0,000081	$2,1 \times 10^{-6}$	0,244	0,000073	$1,78 \times 10^{-6}$	18,2349	ya
10:00	0,27	0,000079	$2,1 \times 10^{-6}$	0,245	0,000076	$1,86 \times 10^{-6}$	14,55424	ya
10:15	0,314	0,000098	$3,1 \times 10^{-6}$	0,275	0,000081	$2,23 \times 10^{-6}$	38,1459	ya
10:30	0,304	0,000089	$2,7 \times 10^{-6}$	0,275	0,000084	$2,31 \times 10^{-6}$	17,12554	ya
10:45	0,24	0,000017	$4,1 \times 10^{-6}$	0,211	0,000016	$3,38 \times 10^{-6}$	20,85308	ya
11:00	0,321	0,000088	$2,8 \times 10^{-6}$	0,313	0,00007	$2,19 \times 10^{-6}$	28,92743	ya
11:15	0,324	0,000093	3×10^{-6}	0,283	0,000084	$2,38 \times 10^{-6}$	26,75416	ya
11:30	0,213	0,000069	$1,5 \times 10^{-6}$	0,19	0,000062	$1,18 \times 10^{-6}$	24,76231	ya
11:45	0,303	0,000076	$2,3 \times 10^{-6}$	0,278	0,000078	$2,17 \times 10^{-6}$	6,198118	ya
12:00	0,3	0,000068	2×10^{-6}	0,284	0,000054	$1,53 \times 10^{-6}$	33,02034	ya
12:15	0,303	0,000081	$2,5 \times 10^{-6}$	0,273	0,000069	$1,88 \times 10^{-6}$	30,29145	ya
12:30	0,311	0,000091	$2,8 \times 10^{-6}$	0,271	0,000077	$2,09 \times 10^{-6}$	35,62563	ya
12:45	0,315	0,000087	$2,7 \times 10^{-6}$	0,275	0,000067	$1,84 \times 10^{-6}$	48,73813	ya
13:00	0,213	0,000017	$3,6 \times 10^{-6}$	0,1921	0,000013	$2,5 \times 10^{-6}$	44,9966	ya
13:15	0,153	0,00001	$1,5 \times 10^{-6}$	0,141	0,000009	$1,27 \times 10^{-6}$	20,56738	ya

Lampiran 4

Perhitungan Keberhasilan

$$\% \text{ keberhasilan} = \left(\frac{i}{n} \right) \times 100\%$$

$$= (34/35) \times 100\%$$

$$= 97,14\%$$

Lampiran 5



The screenshot shows the Arduino IDE interface with the sketch titled "program_pengerak_selsurya". The code is written in C++ and defines two servos: "vertical" and "horizontal". It uses four photodiodes connected to pins 0, 1, 2, and 3. The "setup()" function initializes the serial port at 9600 bps and attaches the servos to pins 10 and 9. The "loop()" function reads the analog values from the photodiodes, calculates differences, and updates the servo positions based on the vertical difference. If the vertical difference is greater than 20, it moves the vertical servo. If the horizontal difference is greater than 20, it moves the horizontal servo.

```
program_pengerak_selsurya | Arduino 1.6.6
File Edit Sketch Tools Help
program_pengerak_selsurya

#include <Servo.h>
Servo vertical;
int servov=90;
Servo horizontal;
int servoh=90;
void setup()
{
Serial.begin(9600);
horizontal.attach(10);
vertical.attach(9);
}
int photodioda0 = 0;
int photodioda1 = 1;
int photodioda2 = 2;
int photodioda3 = 3;
void loop()
{
int a= analogRead(photodioda0);

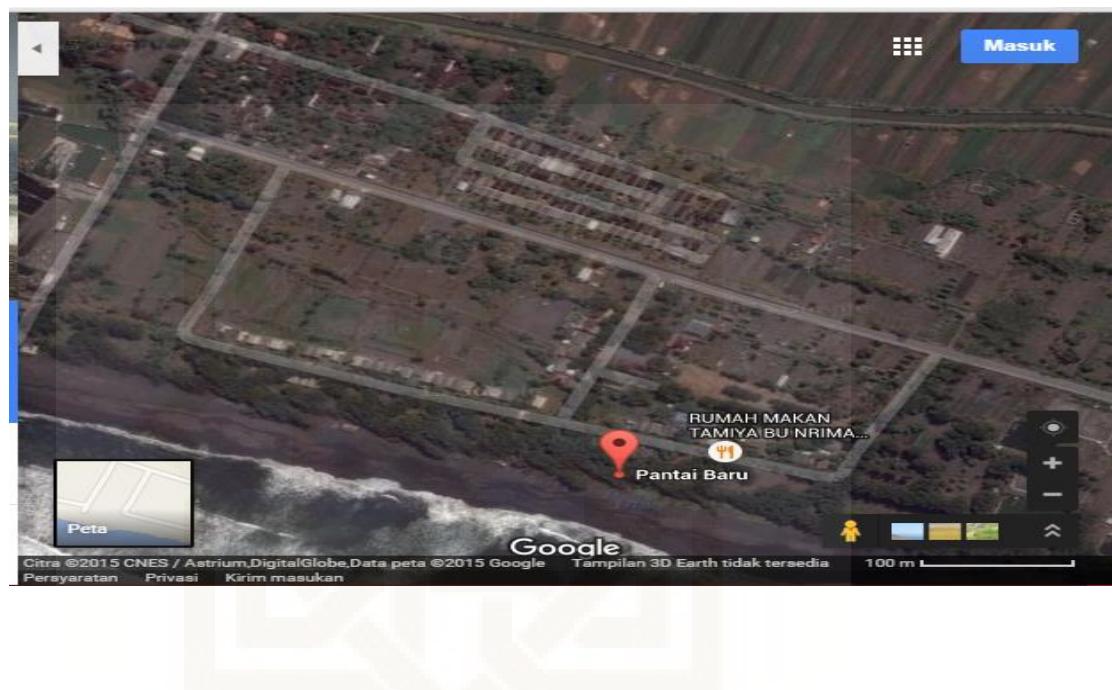
int b= analogRead(photodioda1);
int c = analogRead(photodioda2);
int d = analogRead(photodioda3);
int dvert = (a-c);
int dhoriz =(b-d);
if (-20> dvert || dvert >20)
{
if (a>c)
{
servov = ++ servov;
if (servov >180)
{
servov = 180;
}
}
else if (a<c)

servov =-- servov;
if (servov < 0)
{
servov =0;
}
}
vertical.write(servov);
delay(100);
}
if (-20> dhoriz || dhoriz > 20)
{
if (b> d)
{
servoh = -- servoh;
if (servoh < 0)
{
servoh =0;
}
}
```

```
servoh = -- servoh;
if (servoh < 0)
{
servoh =0;
}
}
else if ( b<d)
{
servoh = ++ servoh;
if (servoh> 180)
{
servoh = 180;
}
}
horizontal.write(servoh);
delay(10);
}
```

Lampiran 6

Peta tempat pengambilan data



CURRICULUM VITAE

A. BIODATA PRIBADI

Nama : Pradina Dyan Istiqlal
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat/Tanggal Lahir : Bantul, 17 Oktober 1993
Alamat Asal : Miri, Sriharjo Imogiri Bantul Yogyakarta
Email : dina.istiqlalgmail.com
No Hp : 085867154660



B. Pendidikan Formal :

- SD 1 Kebon Agung : Lulus Tahun 2005
- SMP N 2 Imogiri : Lulus Tahun 2008
- SMA N 1 Jetis : Lulus Tahun 2011
- UIN Sunan Kalijaga : Masuk Tahun 2012-

C. Pengalaman Organisasi

- Forum Remaja Masjid Nurul Huda
- PERMIKU (Perkumpulan Muda Mudi Miri Kulon)
- PIK-R Yudhistira Imogiri
- Forum Sekolah Bersama DIY
- Keluarga Mahasiswa Bantul
- HIMAYO
- IKPM DIY
- ASTRONIC
- FBMF (Forum Besar Mahasiswa Fisika) Yogyakarta
- HIMAFI UIN Sunan Kalijaga

D. Pengalaman Kerja

- Tentor bimbel 2011-2016
- Operator warnet 2012-213
- SPG triset 2014
- Admin Online 2015
- Castomor Servis dan Marketing Colorful Photografi Juni 2015- Mei 2016

E. Keahlian

- Microsoft Office Word
- Microsoft Office Excel
- Microsoft Office visio
- Microsoft Office PowerPoint
- Internet (Email, media social, bloging, internet marketing)