

**PENINGKATAN KINERJA PANEL SURYA
MELALUI RANCANG BANGUN *SOLAR PANEL TRACKER***

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Muhamad Fathurohman

NIM 219411011



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:
**PENINGKATAN KINERJA PANEL SURYA
MELALUI RANCANG BANGUN *SOLAR PANEL TRACKER***

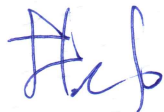
Oleh
Muhamad Fathurohman
NIM 219411011

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 31 Agustus 2023

Disetujui,

Pembimbing I,



Dr. Herman Budi Harja, S.T., M.T., IPM.
NIP.197902022008101001

Pembimbing II,



Fitria Suryatini, S.Pd., M.T.
NIP.198804242018032001

Disahkan,

Ketua Penguji,



Ir. Darman, M.T.
NIP. 196005091988031004

Anggota Penguji I,



Iwan Gunawan, S.T., M.T.
NIP. 196001031985031002

Anggota Penguji II,



Dhion Khairul Nugraha, S.T., M.T.
NIP. 199003102022031002

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhamad Fathurohman
NIM : 219411011
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Peningkatan Kinerja Panel Surya
Melalui Rancang Bangun *Solar Panel Tracker*

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 31 – 08 – 2023
Yang Menyatakan,

(Muhamad Fathurohman)
NIM 219411011

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhamad Fathurohman
NIM : 219411011
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Peningkatan Kinerja Panel Surya
Melalui Rancang Bangun *Solar Panel Tracker*

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 31 – 08 – 2023
Yang Menyatakan,

(Muhamad Fathurohman)
NIM 219411011

MOTO PRIBADI

Seberapa canggih alat yang digunakan, tanpa didampingi oleh ide dan akal pikiran, semua itu hanya sia-sia. Imbangi ilmu dengan adab dan tata-krama

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. *Jazakallahu Khairan*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *rabbi'l'aalamin*, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Swt., karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Peningkatan Kinerja Panel Surya Melalui Rancang Bangun *Solar Panel Tracker*”. Tidak lupa semoga shalawat serta salam dilimpah-curahkan kepada Nabi Muhammad Saw., kepada keluarganya, para sahabatnya, dan umatnya hingga akhir zaman.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan tugas akhir ini hingga selesai, khususnya kepada:

1. Ketua Jurusan Teknik Manufaktur, Bapak Jata Budiman, S.ST., M.T.
2. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Bapak Haris Setiawan, S.ST., M.T.
3. Bapak Dr. Herman Budi Harja, S.T., M.T., IPM. selaku dosen pembimbing 1 yang telah meluangkan kesempatan, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, saran dan bantuan selama proses pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini.
4. Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah meluangkan kesempatan, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, saran dan bantuan selama proses pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini.
5. Para penguji sidang tugas akhir Bapak Ir. Darman, M.T., Bapak Iwan Gunawan, S.T., M.T., dan Bapak Dhion Kairul Nugraha, S.T., M.T.

6. Panitia tugas akhir yang telah meluangkan waktu dan tenaganya sehingga kegiatan tugas akhir dapat berjalan sebagaimana mestinya.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis, Ibu Lilis Yuliati dan Bapak Amat Ngudi yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril maupun materil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk kakak dan adik yang telah memberikan motivasi dan dukungan baik dari segi moril maupun materil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Seluruh staff dosen serta instruktur jurusan Teknik Manufaktur POLMAN Bandung atas segala ilmu dan bimbingan yang telah diberikan selama penulis menempuh pendidikan di jurusan Teknik Manufaktur.
10. Sahabat mahasiswa seperjuangan kelas MED 2019 dan rekan-rekan mahasiswa jurusan Teknik Manufaktur dan POLMAN Bandung yang telah memberikan dukungan dan kerjasama dalam menyelesaikan pendidikan di kampus POLMAN Bandung.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua.

Akhir kata dengan segala keterbatasan, penulis berharap semoga karya tulis ini dapat menambah wawasan, dan ilmu pengetahuan serta bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

ABSTRAK

Energi matahari merupakan sumber energi terbarukan yang efektif untuk dimanfaatkan melalui penggunaan panel surya menjadi energi listrik. Penggunaan panel surya dapat berfungsi dengan baik ketika posisinya berada menghadap arah datangnya matahari. Sehingga untuk memanfaatkan secara maksimal, panel surya harus mampu bergerak secara dinamis mengikuti pergerakan matahari. Pergerakan panel surya dapat dilakukan dengan penggunaan perangkat pemosisian sehingga dapat menjadi solusi dalam mengoptimalkan kinerja panel surya. Perangkat pemosisian panel surya atau *Solar Panel Tracker* difungsikan dengan mengidentifikasi perubahan intensitas cahaya matahari yang kemudian menjadi instruksi pergerakan panel surya. Pada penelitian ini perangkat yang dibuat terdiri dari komponen mekanik sebagai konstruksi rangka pembawa panel surya, komponen elektronik sebagai perangkat kendali, dan teknologi informasi sebagai pemroses data serta integrasi antara komponen elektronik dan mekanik. Prinsip kerja dari perangkat adalah merubah intensitas cahaya matahari yang dideteksi oleh sensor LDR menjadi pergerakan panel surya oleh motor DC menggunakan perhitungan algoritma PID secara terkendali. Parameter perhitungan algoritma didapat untuk sumbu elevasi yaitu Kp, Ki dan Kd, masing-masing adalah 10,7; 0,2; dan 0,9; dengan respon *settling time* 70,951 detik. Serta parameter algoritma didapat untuk sumbu azimuth yaitu Kp, Ki dan Kd, masing-masing adalah 15,4; 2,7; dan 1,2; dengan respon *settling time* 65,887 detik. Hasil perhitungan mampu menggerakkan perangkat naik turun sumbu elevasi antara 0°-45° dan berputar sumbu azimuth 360°. Hasil pengujian panel surya menggunakan perangkat *Solar Panel Tracker* menunjukkan peningkatan daya sebesar 48,38% serta efisiensi energi penggunaan pada sistem sebesar 5,09% dari energi yang diterima.

Kata kunci: Energi Matahari, Dinamis, Integrasi, Kinerja, Algoritma PID

ABSTRACT

Solar energy is an effective renewable energy source to be utilized through the use of solar panels into electrical energy. The use of solar panels can function properly when the position is facing the direction of the sun. So that to make maximum use, solar panels must be able to move dynamically following the movement of the sun. The movement of solar panels can be done with the use of a positioning device so that it can be a solution in optimizing the performance of solar panels. The solar panel positioning device or Solar Panel Tracker functions by identifying changes in sunlight intensity which then becomes an instruction for the movement of solar panels. In this research, the device consists of mechanical components as the construction of the solar panel carrier frame, electronic components as control devices, and information technology as a data processor and integration between electronic and mechanical components. The working principle of the device is to convert the intensity of sunlight detected by the LDR sensor into the movement of the solar panel by the DC motor using the PID algorithm calculation in a controlled manner. Algorithm calculation parameters obtained for the elevation axis are Kp, Ki and Kd, respectively 10.7, 0.2, and 0.9, with a settling time response of 70.951 seconds. And the algorithm parameters obtained for the azimuth axis are Kp, Ki and Kd, respectively 15.4, 2.7, and 1.2, with a settling time response of 65.887 seconds. The calculation results are able to move the device up and down the elevation axis between 0°-45° and rotate the azimuth axis 360°. The test results of solar panels using the Solar Panel Tracker device show an increase in power of 48.38% and the efficiency of energy use in the system of 5.09% of the energy received.

Keywords: *Solar Energy, Dynamic, Integration, Performance, PID Algorithm*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI).....	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah.....	I-3
I.4 Tujuan.....	I-4
I.5 Manfaat.....	I-4
I.6 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
II.1 Geometri dan Pergerakan Bumi terhadap Matahari.....	II-1
II.1.1 Posisi Matahari dan Bidang Miring di Bumi	II-1
II.1.2 Sudut Bidang Miring Terhadap Radiasi Matahari	II-3
II.2 Faktor Pengaruh Kinerja Panel Surya	II-5
II.3 Efisiensi Panel Surya.....	II-7
II.3.1 Efisiensi Konversi Panel Surya.....	II-7
II.3.2 Efisiensi Daya Normalisasi.....	II-8
II.4 Sistem Kendali	II-8
II.4.1 Sistem Kendali Lup Terbuka (<i>Open Loop</i>).....	II-8
II.4.2 Sistem Kendali Lup Tertutup (<i>Closed Loop</i>).....	II-9
II.5 Algoritma Kendali <i>Proportional Integral Derivative</i> (PID).....	II-9

II.5.1	Proses <i>Tuning</i> Parameter PID	II-12
II.5.2	Metode Ziegler-Nichols	II-13
II.5.3	Spesifikasi Respon Waktu	II-15
II.6	Sistem Penjejak Dua Sumbu Kebebasan	II-17
II.7	Komponen Utama <i>Solar Panel Tracker</i> Dua Sumbu Kebebasan	II-18
II.7.1	Sensor <i>Light Dependent Resistance</i>	II-18
II.7.2	Panel Surya	II-19
II.7.3	Mikrokontroler Arduino Mega 2560	II-20
II.7.4	Aktuator	II-21
II.8	Perangkat Lunak (<i>Software</i>) Arduino IDE	II-22
II.8.1	Fitur <i>Software</i> Arduino IDE	II-23
II.8.2	Struktur Pemrograman Arduino IDE	II-24
II.9	Metode Perancangan VDI 2206	II-26
II.10	Penilaian VDI 2225	II-27
II.11	CAD (<i>Computer Aided Design</i>)	II-28
II.12	Elemen Transmisi	II-29
II.12.1	Sabuk Gigi (<i>Timing Belt</i>)	II-29
II.12.2	Ulir Daya	II-30
BAB III	METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1	Proses Perancangan Metode VDI 2206	III-3
III.2	<i>Requirements Elicitation</i>	III-6
III.2.1	Identifikasi Masalah	III-6
III.2.2	Mendefinisikan Daftar Tuntutan	III-8
III.3	<i>System Architecture and Design</i>	III-10
III.3.1	Perancangan Domain Mekanik	III-10
III.3.2	Perancangan Domain Elektronik	III-18
III.3.3	Perancangan Domain Teknologi Informasi	III-24
III.3.4	Pemilihan Alternatif Fungsi	III-28
III.3.5	Alternatif Fungsi Kombinasi	III-29
III.3.6	Penilaian Alternatif Varian Konsep	III-32
III.4	<i>Implementation of System Elements</i>	III-34
III.4.1	Rancangan Konsep Variasi Terpilih	III-34

III.5	<i>System Integration and Verification</i>	III-35
III.5.1	Integrasi Domain Elektronik.....	III-35
III.5.2	Integrasi Teknologi Informasi	III-42
III.6	Pembuatan Program Kendali <i>Solar Panel Tracker</i>	III-45
III.7	Prosedur Penalaan Parameter PID Ziegler-Nichols	III-46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		IV-1
IV.1	Perhitungan Berat Komponen Gerak	IV-1
IV.1.1	Berat Komponen Gerak Sudut Elevasi	IV-1
IV.1.2	Berat Komponen Gerak Sudut Azimuth.....	IV-2
IV.2	Perhitungan Daya Transmisi Ulir Transportir.....	IV-2
IV.3	Perhitungan Daya Transmisi <i>Timing Belt</i>	IV-4
IV.4	Validasi Daya Transmisi	IV-6
IV.5	Hasil Identifikasi Sensor Terhadap Sumber Cahaya.....	IV-7
IV.6	Tanggapan Aktuator.....	IV-9
IV.7	Analisis Parameter PID Metode Ziegler-Nichols metode ke-2.....	IV-9
IV.7.1	Sumbu Elevasi	IV-9
IV.7.2	Sumbu Azimuth	IV-12
IV.8	Analisis <i>Transient</i>	IV-14
IV.8.1	Sumbu Elevasi	IV-14
IV.8.2	Sumbu Azimuth	IV-17
IV.9	Analisis <i>Steady State</i>	IV-19
IV.10	Hasil Pengukuran Panel Surya Statis	IV-19
IV.11	Hasil Pengukuran Panel Surya dengan <i>Solar Panel Tracker</i>	IV-20
IV.12	Analisis Efisiensi Panel Surya.....	IV-21
IV.12.1	Efisiensi Panel Surya Statis dan Dinamis	IV-21
IV.12.2	Efisiensi Energi Luaran dan Penggunaan Sistem	IV-24
IV.13	Analisis Sudut Permukaan Terhadap Radiasi Matahari	IV-25
BAB V PENUTUP.....		V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Urutan hari dalam tahun	II-4
Tabel II.2 Karakteristik parameter PID.....	II-12
Tabel II.3 Penalaan Ziegler-Nichols metode ke-1	II-13
Tabel II.4 Penalaan Ziegler-Nichols metode ke-2	II-14
Tabel II.5 Fungsi fitur pada <i>software</i> Arduino IDE	II-24
Tabel II.6 Skala penilaian metode VDI 2225.....	II-28
Tabel II.7 Koefisien gesek pada beberapa kondisi.....	II-32
Tabel II.8 Koefisien gesek pada <i>Collar</i>	II-32
Tabel III.1 Uraian diagram alir penelitian.....	III-2
Tabel III.2 Daftar tuntutan	III-8
Tabel III.3 Daftar tuntutan domain mekanik.....	III-9
Tabel III.4 Alternatif fungsi konstruksi	III-12
Tabel III.5 Alternatif fungsi komponen penggerak.....	III-13
Tabel III.6 Alternatif fungsi komponen transmisi rotasi.....	III-14
Tabel III.7 Alternatif fungsi komponen transmisi translasi	III-16
Tabel III.8 Alternatif fungsi komponen pendeteksi	III-17
Tabel III.9 Alternatif <i>photosensor</i>	III-19
Tabel III.10 Alternatif mikrokontroler	III-20
Tabel III.11 Alternatif Sensor Besaran Listrik.....	III-22
Tabel III.12 Alternatif <i>Interface</i>	III-23
Tabel III.13 Kotak morfologi.....	III-28
Tabel III.14 Penilaian aspek teknik.....	III-33
Tabel III.15 Penilaian aspek ekonomis	III-33
Tabel III.16 Penilaian alternatif kombinasi.....	III-34
Tabel III.17 Konsep komponen terpilih	III-35
Tabel IV.1 Kebutuhan torsi dan daya mekanik tiap sumbu	IV-6
Tabel IV.2 Hasil respon sensor LDR	IV-7
Tabel IV.3 Pengujian aktuator	IV-9
Tabel IV.4 Parameter PID rancangan	IV-11
Tabel IV.5 Parameter PID rancangan	IV-13
Tabel IV.6 Hasil pengukuran panel surya statis.....	IV-19

Tabel IV.7 Hasil pengukuran panel surya dengan *solar panel tracker*.....IV-20
Tabel IV.8 Data sudut latitude dan deklinasi di Polman BandungIV-25

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Sudut-sudut posisi matahari terhadap suatu benda miring	II-2
Gambar II.2 Kurva karakteristik V-I dan V-P terhadap perubahan temperatur..	II-5
Gambar II.3 Kurva karakteristik V-I dan V-P terhadap perubahan iradiasi	II-6
Gambar II.4 Kurva karakteristik V-I dan V-P terhadap perubahan sudut	II-7
Gambar II.5 Diagram sistem lup terbuka	II-9
Gambar II.6 Diagram sistem lup tertutup	II-9
Gambar II.7 Diagram alir pengendalian PID	II-11
Gambar II.8 Kurva tanggapan bentuk S.....	II-13
Gambar II.9 Kurva osilasi	II-14
Gambar II.10 Grafik spesifikasi respon waktu	II-16
Gambar II.11 Prinsip penjejak dua sumbu [6]	II-18
Gambar II.12 <i>Light Dependent Resistance</i>	II-19
Gambar II.13 Konstruksi panel surya [15].....	II-20
Gambar II.14 Arduino mega 2560 [16].....	II-20
Gambar II.15 Motor dc	II-22
Gambar II.16 Fitur <i>software</i> Arduino IDE.....	II-23
Gambar II.17 Tampilan struktur program	II-25
Gambar II.18 V model metode VDI 2206	II-26
Gambar II.19 Ilustrasi CAD produk.....	II-28
Gambar II.20 Sabuk dan puli gigi.....	II-29
Gambar II.21 Ulir segi empat.....	II-30
Gambar II.22 Ulir trapesium	II-31
Gambar II.23 Ulir gigi gergaji	II-31
Gambar II.24 Reaksi gaya normal ulir trapesium	II-33
Gambar III.1 Diagram alir penelitian.....	III-1
Gambar III.2 Model pengembangan produk mekatronik.....	III-4
Gambar III.3 Gambar diagram alir proses VDI 2206	III-5
Gambar III.4 <i>Black box sistem solar panel tracker</i>	III-11
Gambar III.5 Diagram fungsi sistem.....	III-11
Gambar III.6 Blok diagram sistem elektronik.....	III-18
Gambar III.7 Diagram alir program kendali posisi	III-24

Gambar III.8 Diagram alir program tampilan	III-26
Gambar III.9 Alternatif fungsi kombinasi 1 (a) pandangan depan (b) pandangan samping kanan (c) pandangan isometri	III-29
Gambar III.10 Alternatif fungsi kombinasi 2 (a) pandangan depan (b) pandangan samping kanan (c) pandangan isometri	III-31
Gambar III.11 Blok diagram integrasi domain elektronik	III-37
Gambar III.12 Rancangan rangkaian perangkat keras sistem kendali	III-39
Gambar III.13 Rangkaian sistem kendali keseluruhan	III-39
Gambar III.14 Pemosisian sensor LDR	III-40
Gambar III.15 Rangkaian sensor LDR.....	III-41
Gambar III.16 Rangkaian sensor INA219	III-42
Gambar III.17 Diagram alir program integrasi PID kendali posisi.....	III-43
Gambar III.18 Diagram sub proses kendali PID	III-44
Gambar III.19 Tampilan menu program Arduino IDE	III-45
Gambar III.20 Diagram alir penalaan Ziegler-Nichols metode ke-2	III-47
Gambar IV.1 Rakitan fungsi gerak sudut elevasi.....	IV-2
Gambar IV.2 Rakitan fungsi gerak sumbu azimuth.....	IV-2
Gambar IV.3 Transmisi <i>timing belt</i> dan <i>pulley</i> sudut azimuth	IV-4
Gambar IV.4 Grafik panduan pemilihan <i>timing belt GT2</i>	IV-6
Gambar IV.5 Grafik respon LDR.....	IV-8
Gambar IV.6 Grafik respon sistem dengan Kcr 25.....	IV-10
Gambar IV.7 Hasil pengaruh parameter PID	IV-11
Gambar IV.8 Grafik respon sistem dengan Kcr 30.....	IV-12
Gambar IV.9 Hasil pengaruh parameter PID	IV-13
Gambar IV.10 Grafik respon sistem sumbu elevasi.....	IV-14
Gambar IV.11 Analisis respon elevasi.....	IV-15
Gambar IV.12 Grafik respon sistem sumbu azimuth.....	IV-17
Gambar IV.13 Analisis respon azimuth	IV-18
Gambar IV.14 Grafik perbandingan tegangan	IV-22
Gambar IV.15 Grafik perbandingan arus.....	IV-23
Gambar IV.16 Grafik perbandingan daya.....	IV-23
Gambar IV.17 Grafik perbandingan energi	IV-24

Gambar IV.18 Sudut latitude dan deklinasi di Polman BandungIV-26

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A:	RINCIAN KRITERIA PENILAIAN VDI 2225
LAMPIRAN B:	KATALOG KOMPONEN STANDAR
LAMPIRAN C:	MASSA ELEMEN RAKITAN DAN ELEMEN BAGIAN HASIL HITUNG <i>SOLIDWORKS SIMULATION</i>
LAMPIRAN D:	PROGRAM ALGORITMA SISTEM KENDALI
LAMPIRAN E:	TAMPILAN TEKNOLOGI INFORMASI SISTEM
LAMPIRAN F:	HASIL RANCANGAN DAN GAMBAR KERJA

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

ADC	= <i>Analog to Digital Converter</i>
CCW	= <i>Counter Clock Wise</i>
CW	= <i>Clock Wise</i>
D	= <i>Derivative</i>
DC	= <i>Direct Current</i>
EBT	= Energi Baru Terbarukan
I	= arus listrik [Ampere], <i>Integral</i>
LCD	= <i>Liquid Crystal Display</i>
LDR	= <i>Light Dependent Resistance</i>
P	= <i>Proportional</i>
PID	= <i>Proportional Integral Derivative</i>
PV	= <i>Photovoltaic</i>
R	= resistansi [Ohm]
SPT	= <i>Solar Panel Tracker</i>
t	= waktu [detik]
V	= beda potensial [Volt]
VDI	= <i>Verein Deutsche Ingenieuer</i> / Persatuan Insinyur Jerman
Wp	= <i>Watt peak</i>

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Dampak yang kurang baik terhadap lingkungan serta biaya yang selalu meningkat menjadi kendala dalam penggunaan energi sebagai kebutuhan mendasar dalam kehidupan. Energi yang bersumber dari fosil dengan pemanfaatan secara terus menerus, lambat laun ketersediaan di alam dapat mengalami penyusutan. Pengembangan terhadap pemanfaatan sumber energi yang dapat dimanfaatkan secara terus menerus tanpa adanya penyusutan sangat dibutuhkan dalam menanggulangi permasalahan yang ada saat ini.

Energi dengan sumber yang dapat diperbaharui kembali menjadi salah satu solusi yang dapat dimanfaatkan dalam menanggulangi ketersediaan energi di kemudian hari. Sumber energi dengan ketersediaan yang berkelanjutan dengan biaya yang ekonomis menjadikan energi tersebut berdampak baik bagi kehidupan [1]. Tentunya peralihan terhadap energi fosil menjadi Energi Baru Terbarukan (EBT) harus melihat potensi yang ada di sekitar untuk dimanfaatkan, sehingga peralihan energi menjadi lebih efektif dan efisien.

Indonesia memiliki potensi yang besar akan energi terbarukan, dimana kondisi geografis yang strategis dengan garis khatulistiwa menjadikan ketersediaannya melimpah. Indonesia memiliki total potensi EBT cukup melimpah yang diperkirakan mencapai 3.686 GW yang bersumber dari tenaga surya, angin, hidro, panas bumi, bio-energi, dan energi laut. Besaran ketersediaan energi terbarukan berupa, tenaga air sebesar 95 GW, panas bumi 24 GW, bio-energi 57 GW, surya 3.295 GW, angin 155 GW, energi laut 60 GW [2].

Melihat potensi energi terbarukan yang tersedia, energi matahari menjadi salah satu sumber energi berkelanjutan yang efektif untuk dimanfaatkan. Pemanfaatan energi yang bersumber dari matahari atau biasa disebut energi surya menjadi alternatif yang efektif karena ketersediaan dan keberlangsungan yang melimpah. Energi yang berasal dari matahari cenderung dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik yang

diubah menggunakan sebuah perangkat yang bernama *solar panel* atau panel surya, dimana perangkat tersebut tersusun atas kumpulan sel-sel surya yang bekerja dengan memanfaatkan efek *Photovoltaic* (PV). Potensi tersebut dengan rata-rata radiasi matahari di Indonesia dapat membangkitkan energi listrik sebesar 1000 W/m² saat tengah hari yang cerah [3].

Penggunaan panel surya sebagai perangkat yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik masih dirasa kurang maksimal, karena panel surya dapat berfungsi sangat baik ketika posisinya berada tegak lurus menghadap arah datangnya matahari atau sudut antara bidang horizontal dan garis ke matahari membentuk sudut 90° [4]. Sehingga untuk memanfaatkan secara maksimal, panel surya harus mampu menyerap energi matahari saat berada di berbagai posisi atau perubahan pergerakan matahari.

Salah satu upaya untuk memaksimalkan kinerja dari panel surya tersebut adalah dengan dibuatnya sebuah sistem yang mampu menjejak pergerakan matahari. Pergerakan dari sistem penjejak matahari atau *solar tracker* dapat diidentifikasi menggunakan perhitungan gerak matahari berdasarkan pengukuran titik koordinat lokasi [5] maupun data masukan dari *sensing element* berupa *Light Dependent Resistance* (LDR) [6],[7].

Berdasarkan pemaparan yang sudah disebutkan, penelitian mengenai peningkatan kinerja panel surya menggunakan sistem penjejak matahari telah banyak dikembangkan di beberapa lingkup. Penelitian-penelitian sebelumnya memiliki kecenderungan adanya peningkatan terhadap luaran dari panel surya yang menggunakan sistem penjejak matahari dari pada tanpa sistem penjejak [3],[6]-[10]. Namun dengan penggunaan sistem tersebut belum banyak membahas penggunaan daya pada sistem, sehingga apakah sistem penjejak tersebut efektif dalam meningkatkan kinerja panel surya. Penelitian ini dilakukan dengan judul **“PENINGKATAN KINERJA PANEL SURYA MELALUI RANCANG BANGUN SOLAR PANEL TRACKER”** bertujuan untuk menghasilkan sebuah sistem perangkat yang mampu mengidentifikasi perubahan intensitas cahaya matahari yang kemudian dikonversi menjadi suatu pergerakan bagi panel surya menggunakan algoritma tertentu. Pemanfaatan sistem penjejak *dual axis* dipilih

dengan memperhatikan alternatif sistem mekanik dan kendali untuk didapat efisiensi yang baik dari sistem penjejak tersebut. Hal ini dilakukan dengan maksud dapat mengoptimalkan sumber energi matahari sebagai sumber Energi Baru Terbarukan (EBT).

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang memunculkan gagasan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana mengidentifikasi perubahan intensitas cahaya matahari sebagai data masukan perangkat?
2. Bagaimana algoritma sistem yang digunakan dapat sesuai dalam mengidentifikasi perubahan intensitas cahaya matahari untuk mengendalikan posisi ketegaklurusan?
3. Bagaimana perangkat sistem kendali dan teknologi informasi yang dapat merubah data identifikasi intensitas cahaya matahari menjadi pengendalian posisi panel surya?
4. Bagaimana konstruksi perangkat keras mekanik yang dapat memposisikan panel surya berdasarkan instruksi sistem kendali?
5. Bagaimana kinerja panel surya yang dihasilkan dengan perangkat yang dibangun?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan permasalahan yang sudah disebutkan, agar dapat dibahas lebih spesifik dan terarah maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Mendeteksi perubahan intensitas cahaya matahari dengan sensor *Light Dependent Resistance* (LDR).
2. Langkah instruksi kendali menggunakan algoritma *close loop* dengan pendekatan PID.
3. Perangkat sistem kendali *Solar Panel Tracker* berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan tampilan LCD untuk sistem teknologi informasi.
4. Rancang bangun berupa *prototype* yang merupakan gambaran sebenarnya dari produk akhir dengan menggunakan metode perancangan VDI 2206.

5. Kinerja yang diukur berupa tegangan, arus dan daya DC yang digunakan serta keluaran dari perangkat berdasarkan waktu pengamatan dalam jam tertentu dengan kondisi cerah.

I.4 Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang ada dengan batasan terhadap permasalahan tersebut, penelitian yang dilakukan memiliki tujuan menghasilkan sebuah perangkat *Solar Panel Tracker* dengan sistem kendali. Perangkat tersebut mampu mengonversi perubahan sumber cahaya akibat pergerakan matahari menjadi pergerakan panel surya untuk dapat mengikuti perubahan sumber cahaya.

Penggunaan perangkat tersebut diupayakan dapat memposisikan panel surya agar dapat bergerak secara dinamis. Sehingga dengan dinamisnya pergerakan panel surya dapat meningkatkan kinerjanya dalam menghasilkan energi luaran sebagai upaya dalam pemanfaatan energi matahari sebagai energi terbarukan.

I.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi institusi, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai konsep untuk referensi dalam pemanfaatan energi serta sumber pembelajaran terkait energi terbarukan sebagai sumber energi alternatif.
2. Bagi peneliti, penelitian ini menambah pengetahuan dan wawasan dengan penerapan terhadap ilmu yang sudah didapat sebelumnya dalam perkuliahan ke dalam bentuk pembuatan sebuah sistem untuk pemanfaatan energi terbarukan dan peralatan penunjang dengan efisiensi energi yang dihasilkan.
3. Penelitian ini kedepannya diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sikap pemanfaatan energi terbarukan yang menjadi sumber energi peralihan dari ketergantungan sumber energi fosil di masyarakat kemudian hari.

I.6 Sistematika Penulisan

Sistematika Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI, berisi gambaran umum tentang teori-teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama yang berasal dari jurnal, buku, dan sumber lainnya.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi metode serta langkah-langkah penelitian tugas akhir yang akan dilakukan pada perancangan sistem dan pembuatan perangkat, seperti langkah-langkah pembuatan guna menjawab permasalahan yang ada.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi langkah-langkah pengujian dan analisa serta pembahasan mengenai hasil penelitian tugas akhir.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dari kajian yang dilakukan dan saran untuk pengembangan hasil kajian di masa mendatang.