

**RANCANG BANGUN *SMART SOLAR PANEL TRACKING*
DAYA 2200 WP BERBASIS DFMA DAN MODULARITAS
KOMPONENNYA**

Tugas Akhir

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

Oleh

Rangga Sulaiman Taufik

221411036



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

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**RANCANG BANGUN *SMART SOLAR PANEL TRACKING*
DAYA 2200 WP BERBASIS DFMA DAN MODULARITAS
KOMPONENNYA**

Oleh:

Rangga Sulaiman Taufik

221411036

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

Bandung, 25 Agustus 2025

Disetujui,

Pembimbing I,

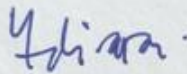


Dr. Herman Budi Harja,

S.T., M.T., IPM

NIP.197902022008101001

Pembimbing II,

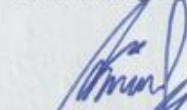


M. Yazid Diratama,

S.Tr., M.T.

NIP.199401032022031014

Pembimbing III,



Pradika Novjandani,

S.Pd., M.T.

NIP.199011032024061001

Disahkan,

Penguji I,



Marta Hayu Raras Sita

Rukmika Sari, S.T., M.Sc.

NIP. 199407302024062001

Penguji II,



Febby Fauziah, S.Tr.T.,

M.T.

NIP.199803022025062005

Penguji III,



Mohamad Fauzi, S.T.,

M.T.

NIP.196206261988031003

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Rangga Sulaiman Taufik
NIM : 221411036
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun *Smart Solar Panel*
Daya 2200 WP Berbasis DFMA dan
Modularitas Komponennya

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 : 01-07-2025
Yang Menyatakan,



Rangga Sulaiman Taufik
NIM 221411036

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Rangga Sulaiman Taufik
NIM : 221411036
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun *Smart Solar Panel*
Daya 2200 WP Berbasis DFMA dan
Modularitas Komponennya

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, mengalihmedia/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 : 01-07-2025
Yang Menyatakan,



Rangga Sulaiman Taufik
NIM 221411036

MOTO PRIBADI

Jangan biarkan kegagalan menghalangimu untuk mencoba lagi, karena setiap kegagalan membawa pelajaran berharga yang akan membawamu lebih dekat ke kesuksesan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang berjudul “Rancang Bangun *Smart Solar Panel Tracker* Daya 2200 WP Berbasis DFMA dan Modularitas Komponennya” ini dengan baik dan tepat waktu.

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

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 skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Bapak Dr. Herman Budi Harja, S.T., M.T., IPM. selaku dosen pembimbing 1 dan Ketua Jurusan Teknik Manufaktur yang telah meluangkan kesempatan, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, saran, dan bantuan selama proses pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak M. Yazid Diratama, S.Tr., 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.
3. Bapak Pradika Noviandani, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing 3 yang telah meluangkan kesempatan, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, saran, dan bantuan selama proses pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini.
4. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur Bapak Dr. Heri Setiawan S.T., M.T.
5. Penguji sidang tugas akhir Ibu Marta Hayu Raras Sita Rukmika Sari, S.T., M.Sc., Ibu Febby Fauziah, S.Tr.T., M.T., dan Bapak M. Fauzi, S.T., M.T.
6. Seluruh staff dosen serta instruktur jurusan Teknik Manufaktur Politeknik Manufaktur Bandung

7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Sumaryati S.Pd dan Bapak Imam Cholik yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi material maupun non material, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk adik penulis, Rizky Zain Fadhillah.
9. Ilham Azhar, Ahmad Fauzi, M. Zirkon Daud Budiman, dan Parhan Akbar yang telah memberi dukungan semasa perkuliahan.
10. Mahasiswa/i bimbingan Bapak Dr. Herman Budi Harja, S.T., M.T., IPM., terlebih Satrio Wibowo, Ryan Haryo Yudoyono, dan Thoriq Hidayat yang berjuang bersama-sama untuk menyelesaikan tugas akhir serta saling bantu pengerjaan tugas akhir di bengkel Teknik Manufaktur hingga dini hari.
11. Tim *solar panel tracker*, Muhammad Al-Ghazaly Arvant, Sebastian Steve Rogabe Simbolon, dan Rajesh Khan yang telah membantu pelaksanaan tugas akhir ini.
12. Burhadi, Lukmanul Hakim, Royan Fadillah Andriyanto, Adhista Azhnar Amryana Tuta, dan HIDOBULDOGAR yang telah membantu tugas akhir ini.
13. Kelas MEE 2021 yang telah memberikan dukungan dan kerjasama selama menempuh pendidikan di Politeknik Manufaktur Bandung.
14. Pemilik NPM 22420091 yang selalu menemani dan memberi dukungan selama pengerjaan tugas akhir ini.
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih atas dukungan yang diberikan kepada penulis.

Akhir kata penulis 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. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2025

Penulis

ABSTRAK

Peningkatan konsumsi energi listrik di Indonesia mendorong kebutuhan akan sumber energi terbarukan yang lebih efisien dan berkelanjutan. Salah satu solusi potensial adalah pemanfaatan energi matahari melalui sistem *solar panel tracker* yang mampu mengikuti arah datangnya sinar matahari. Namun, kebanyakan sistem yang ada belum mempertimbangkan aspek kemudahan manufaktur, perakitan, dan modularitas dalam desainnya. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun prototipe *smart solar panel tracker* dengan daya 2200 WP berbasis pendekatan Design for Manufacture and Assembly (DFMA) serta modularitas komponen dengan menggunakan metodologi VDI 2206. Proses pengerjaan dilakukan melalui beberapa tahapan, mulai dari identifikasi kebutuhan, perancangan domain mekanik, implementasi sistem, hingga pengujian prototipe. Evaluasi desain dilakukan terhadap aspek efisiensi perakitan dan struktur modular. Hasil dari penelitian ini adalah peningkatan efisiensi perakitan sebesar 1.12% berdasarkan analisis DFMA setelah dilakukan modifikasi desain. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan DFMA dan modularitas mampu menyederhanakan proses manufaktur dan perakitan serta meningkatkan keterpasangan antar komponen.

Kata kunci: *Solar Tracker*, DFMA, Modularitas, VDI 2206, Energi Perakitan

ABSTRACT

The increasing demand for electricity in Indonesia drives the need for more efficient and sustainable renewable energy sources. One potential solution is the utilization of solar energy through a Solar Panel Tracker system capable of following the direction of sunlight. However, most existing systems have yet to consider aspects of manufacturing ease, assembly efficiency, and component modularity in their design. This research aims to design and develop a 2200 WP smart Solar Panel Tracker prototype based on the principles of Design for Manufacture and Assembly (DFMA) and component modularity using the VDI 2206 methodology. The development process involves several stages, including requirement identification, mechanical domain design, system implementation, and prototype testing. The design evaluation focuses on assembly efficiency and modular structure. The result of this research shows an increase in assembly efficiency by 1.12% based on DFMA analysis after design modifications were applied. This indicates that the application of DFMA and modularity approaches can significantly simplify manufacturing and assembly processes while enhancing component integration.

Keywords: Solar Panel Tracker, DFMA, Modularity, VDI 2206, assembly efficiency

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
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	xvi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-2
I.3 Batasan Masalah.....	I-2
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-3
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 <i>Solar Panel</i>	II-1
II.1.2 <i>Solar Panel Tracker</i>	II-2
II.1.3 Material	II-3
II.1.4 Mekanika Kekuatan Material.....	II-5
II.1.5 Penggerak.....	II-7
II.1.6 Transmisi.....	II-7
II.1.7 <i>Design for Manufacture Assembly</i>	II-13
II.1.8 Modularitas	II-15
II.1.9 Metodologi Perancangan VDI 2206	II-15
II.1.10 Penilaian VDI 2225	II-17
II.2 Tinjauan Alat.....	II-17
II.2.1 <i>Solidworks</i>	II-17

II.2.2	NX.....	II-18
II.2.3	<i>Solid Simulation</i>	II-18
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	II-19
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		III-1
III.1	Metodologi Penelitian.....	III-1
III.2	Proses Perancangan Metode VDI 2206	III-3
III.3	<i>Requiptment Elicitation</i>	III-5
III.3.1	Identifikasi Masalah	III-5
III.3.2	Daftar Tuntutan	III-7
III.4	<i>System Architecture and Design</i>	III-8
III.4.1	Perancangan Domain Mekanik	III-9
III.4.2	Perancangan Domain Elektronik.....	III-24
III.4.3	Perancangan Domain Teknologi Informasi	III-32
III.5.	<i>Implementation of System Elements</i>	III-33
III.5.1	Implementasi Domain Mekanik.....	III-33
III.5.2	Implementasi Domain Elektronik	III-36
III.6	<i>System Integration and Verification</i>	III-37
III.6.1	Integrasi Domain Mekanik dan Elektrik.....	III-37
III.6.2	Integrasi Domain Elektrik dan Teknologi Informasi	III-38
III.6.3	Integrasi Domain Mekanik dan Teknologi Informasi	III-38
III.7	Verifikasi Fungsi.....	III-38
III.7.1	Sistem Mekanik.....	III-38
III.7.2	Sistem Elektronik	III-39
III.7.3	Sistem Teknologi Informatika.....	III-39
III.7.4	Verifikasi Integrasi.....	III-41
III.7.5	Verifikasi Fungsi Sistem.....	III-41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1
IV.1	Hasil Perancangan.....	IV-1
IV.1.1	Analisa Hasil Simulasi	IV-1
IV.1.2	Perhitungan Kontruksi	IV-14
IV.1.3	Perhitungan Tebal Material.....	IV-16
IV.1.4	Perhitungan Penggerak Azimuth.....	IV-17
IV.1.5	DFA.....	IV-26
IV.1.6	DFM	IV-30
IV.1.7	Modularitas	IV-37
IV.1.8	<i>Maintenance</i>	IV-39

IV.2	Realisasi Pembuatan	IV-42
IV.2.1	Sub-Assy Sumbu Elevasi	IV-42
IV.2.2	Sub-Assy Sumbu Azimuth.....	IV-44
IV.2.3	Sub-Assy Tiang Utama	IV-44
IV.2.4	<i>Quality Control</i>	IV-45
IV.3	Verifikasi Fungsi.....	IV-45
IV.3.1	Verifikasi Fungsi Sistem	IV-46
IV.3.2	Pengujian Beban.....	IV-48
IV.3.3	Hasil Ketercapaian Daftar Tuntutan.....	IV-49
BAB V	PENUTUP.....	V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA	ii
VI	Lampiran	v

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Sifat Mekanik ST37[10].....	II-3
Tabel II. 3 Sifat Mekanik VCN 150[11].	II-3
Tabel II. 2 Sifat Mekanik S45C[12].....	II-4
Tabel II. 4 Sifat Mekanik Alumunium T-6061[13].	II-4
Tabel II. 5 Aspek Penilaian VDI 2225.....	II-17
Tabel II. 6 Penelitian Terdahulu.....	II-19
Tabel III. 1 Penjelasan Diagram Alir	III-2
Tabel III. 2 Daftar tuntutan	III-7
Tabel III. 3 Daftar Tuntutan Sistem	III-7
Tabel III. 4 Alternatif Fungsi Komponen Penyangga Panel Surya.....	III-11
Tabel III. 5 Alternatif Fungsi Kontruksi Tiang Utama	III-12
Tabel III. 6 Alternatif Fungsi <i>Base</i>	III-13
Tabel III. 7 Fungsi Penggerak Sumbu Azimuth.....	III-15
Tabel III. 8 Fungsi Penggerak Sumbu Elevasi.....	III-16
Tabel III. 9 Fungsi Transmisi Sumbu Azimuth	III-19
Tabel III. 10 Fungsi Transmisi Sumbu Azimuth	III-20
Tabel III. 11 Fungsi Posisi Sensor Cahaya	III-22
Tabel III. 12 Fungsi Jenis <i>Bearing</i>	III-23
Tabel III. 13 Fungsi Komponen Pendeteksi Intensitas Cahaya	III-25
Tabel III. 14 Fungsi Komponen Pendeteksi Tegangan dan Arus	III-26
Tabel III. 15 Fungsi Sensor Posisi	III-28
Tabel III. 16 Fungsi Komponen Pengendali	III-30
Tabel III. 17 Fungsi Penggunggah Data	III-31
Tabel III. 18 Implementasi Domain Elektronik	III-36
Tabel III. 19 Verifikasi Sistem Mekanik.....	III-38
Tabel III. 20 Verifikasi Sistem Elektronik.....	III-39
Tabel III. 21 Verifikasi Sistem Teknologi Informatika	III-41
Tabel III. 22 Verifikasi Integrasi.....	III-41
Tabel III. 23 Fungsi Sistem Keseluruhan.....	III-41
Tabel IV-1 Konvergensi Mesh.....	IV-4
Tabel IV-2 Konvergensi Mesh.....	IV-9

Tabel IV-3 Konvergensi Mesh.....	IV-13
Tabel IV-4 Komponen Sebelum DFA	IV-26
Tabel IV-5 Komponen Setelah DFA	IV-28
Tabel IV-6 Komponen Melalui Proses <i>Machining</i>	IV-31
Tabel IV-7 Biaya <i>Raw Material</i>	IV-32
Tabel IV-8 Biaya Pemesinan	IV-32
Tabel IV-9 Biaya <i>Standart Part</i> Sebelum DFM	IV-33
Tabel IV-10 Biaya <i>Standart Part</i> Sesudah DFM.....	IV-34
Tabel IV-11 Konvergensi Mesh.....	IV-36
Tabel IV-12 Jadwal <i>Maintenance</i>	IV-39
Tabel IV-13 <i>Quality Control Part</i>	IV-45
Tabel IV-14 Uji Fungsi LDR	IV-48
Tabel IV-15 Ketercapaian Daftar Tuntutan	IV-49

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Prinsip Kerja Panel Surya[7]	II-2
Gambar II. 2 <i>Dual Axis Tracker</i>	II-2
Gambar II. 3 Motor DC[15]	II-7
Gambar II. 4 <i>VDI 2206</i> [23].....	II-16
Gambar II. 5 Tampilan Aplikasi Desain	II-18
Gambar II. 6 Contoh Hasil Simulasi	II-19
Gambar III. 1 Diagram Alir Proses	III-1
Gambar III. 2 Diagram V Model[17].....	III-4
Gambar III. 3 Blackbox <i>VDI 2206</i>	III-9
Gambar III. 4 Perancangan Domain Mekanik	III-10
Gambar III. 5 Perancangan Domain Elektronik.....	III-24
Gambar III. 6 Perancangan Teknologi Informatika	III-32
Gambar III. 7 Alternatif Fungsi Mekanik	III-33
Gambar III. 8 Penilaian Varian Konsep Fungsi	III-35
Gambar III. 9 Penilaian Varian Konsep Ekonomis.....	III-35
Gambar IV-1 Simulasi Hasil Tekanan Pada Sub-assy Rangka Atas	IV-2
Gambar IV-2 Simulasi Hasil Defleksi Sub-assy Rangka Atas	IV-2
Gambar IV-3 Simulasi Hasil Regangan Pada Sub-assy Rangka Atas	IV-3
Gambar IV-4 Grafik Konvergensi Mesh.....	IV-4
Gambar IV-5 Simulasi Hasil Tekanan Pada Sub-assy Rangka Atas	IV-5
Gambar IV-6 Simulasi Hasil Defleksi Pada Sub-assy Rangka Atas.....	IV-5
Gambar IV-7 Simulasi Hasil Regangan Pada Sub-assy Rangka Atas	IV-6
Gambar IV-8 Keterangan Beban yang Diberikan.....	IV-7
Gambar IV-9 Simulasi Hasil Tekanan Pada <i>Hinge</i>	IV-7
Gambar IV-10 Simulasi Hasil Defleksi Pada <i>Hinge</i>	IV-8
Gambar IV-11 Simulasi Hasil Regangan Pada <i>Hinge</i>	IV-8
Gambar IV-12 Simulasi Hasil Kekuatan Poros	IV-9
Gambar IV-13 Grafik Konvergensi Mesh.....	IV-10
Gambar IV-14 Beban yang Diterima Oleh Tiang Utama	IV-10
Gambar IV-15 Simulasi Hasil Tekanan pada Tiang Utama.....	IV-11
Gambar IV-16 Simulasi Hasil Defleksi pada Tiang Utama.....	IV-12

Gambar IV-17 Simulasi Hasil Regangan pada Tiang Utama	IV-12
Gambar IV-18 Grafik Konvergensi Mesh.....	IV-13
Gambar IV-19 DBB Pada Tiang Utama	IV-14
Gambar IV-20 DBB Pada Tiang Penyangga	IV-15
Gambar IV-21 Gaya yang Diterima oleh <i>Base Plate</i>	IV-16
Gambar IV-22 Beban yang Akan Digerakan	IV-17
Gambar IV-23 Gaya Pada <i>Bearing</i>	IV-23
Gambar IV-24 DBB pada Sumbu X dan Y.....	IV-23
Gambar IV-25 DBB pada Sumbu Y dan Z	IV-24
Gambar IV-26 Simulasi Hasil Tekanan pada Tiang Utama.....	IV-34
Gambar IV-27 Simulasi Hasil Defleksi pada Tiang Utama.....	IV-35
Gambar IV-28 Simulasi Hasil Regangan pada Tiang Utama	IV-36
Gambar IV-29 Grafik Konvergensi Mesh.....	IV-37
Gambar IV-30 <i>Sub-assembly</i> Tiang Utama	IV-38
Gambar IV-31 <i>Sub-assembly</i> Sumbu Azimuth	IV-38
Gambar IV-32 <i>Sub-assembly</i> Sumbu Elevasi	IV-38
Gambar IV-33 <i>Sub-assembly</i> Rangka Atas	IV-39
Gambar IV-34 <i>Tree Diagram</i> Komponen yang Digunakan Pada SPT	IV-42
Gambar IV-35 <i>Part Hinge</i>	IV-43
Gambar IV-36 <i>Assembly Hinge</i>	IV-43
Gambar IV-37 <i>Sub-Assembly</i> Sumbu Azimuth	IV-44
Gambar IV-38 <i>Sub-Assembly</i> Tiang Utama.....	IV-44
Gambar IV-39 Kendala Pada Pipa	IV-45
Gambar IV-40 Integrasi Tiap Domain	IV-46
Gambar IV-41 Pengujian Sudut Menggunakan Level Box	IV-47
Gambar IV-42 Uji Beban <i>Solar Panel Tracker</i>	IV-49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil rancangan VDI 2206

Lampiran B Hasil rancangan DFMA

Lampiran C Gambar Kerja

Lampiran D *Operation Plan Assembly dan Dissassembly*

Lampiran E *Operation Plan Part*

Lampiran F Katalog Komponen Standar

Lampiran G Hasil Simulasi

Lampiran H *Checksheet Quality Control*

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	Parameter	Satuan
P_{cr}	Beban Tekuk Kritis	N
E	Modulus Young's	
I	Inersia	mm^4
L	Panjang	m
n	Putaran per menit	rpm
P	Daya	Kw
ω	Kecepatan Sudut	rad/s
A	Jarak sumbu roda gigi	mm
m	Modul	mm
v	Kecepatan keliling	m/s
σ_a	Tegangan lentur yang diizinkan	kg/mm^2
σ_B	Kekuatan Tarik	kg/mm^2
T	Momen puntir rencana	$kg \times mm$
τ_a	Tegangan geser	kg/mm^2
p_0	Beban Statis	N
f_r	Beban Radial	N
f_a	Beban Aksial	N

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mencatat bahwa konsumsi listrik nasional tumbuh secara konsisten setiap tahunnya, dengan realisasi konsumsi listrik per kapita mencapai 1.285 kWh pada tahun 2023, meningkat dari 1.173 kWh pada tahun sebelumnya[1].

Seiring dengan meningkatnya konsumsi listrik nasional, kebutuhan akan sumber energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan pun menjadi semakin mendesak. Salah satu bentuk energi terbarukan yang menjanjikan di Indonesia adalah energi matahari. Dengan posisi geografis yang berada di garis khatulistiwa, Indonesia memiliki intensitas penyinaran matahari yang tinggi hampir sepanjang tahun, dengan rata-rata radiasi harian mencapai 4,80 kWh/m². Teknologi panel surya (*Solar Panel*) menjadi solusi dalam pemanfaatan potensi ini. Namun, efisiensi sistem panel surya konvensional masih tergolong rendah karena sifatnya yang statis dan tidak mengikuti pergerakan matahari, sehingga menyebabkan kehilangan potensi energi harian yang signifikan[2].

Sebagai respon terhadap permasalahan tersebut, teknologi *solar panel tracker* dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan energi dengan cara mengatur posisi panel agar tetap tegak lurus terhadap arah datang sinar matahari. Pada penelitian sebelumnya, kinerja daya panel surya dengan penggunaan perangkat *solar panel racker* meningkat sebesar 48,38%, dimana efisiensi satu dua penggunaan rerata energi pada perangkat sebesar 1,148 Wh dengan rerata energi penerimaan sebesar 22,549 Wh. Sehingga efisiensi penggunaan dengan penerimaan sebesar 5,09%[3]. Namun, hasil studi juga menunjukkan bahwa sebagian besar sistem *tracker* yang dikembangkan belum mempertimbangkan kemudahan proses manufaktur, perakitan, dan perawatan komponen, serta belum menerapkan pendekatan sistematis dalam desain dan konstruksi.

Pendekatan *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA) menjadi relevan untuk mengatasi permasalahan tersebut. DFMA mendorong efisiensi melalui pengurangan kompleksitas komponen, sehingga mempercepat proses produksi dan

perakitan. Sementara itu, modularitas dalam desain memberikan fleksibilitas tinggi dalam penggantian dan pengembangan sistem. Dengan mengintegrasikan dua prinsip ini, prototipe *solar tracker* yang dikembangkan akan memiliki nilai kepraktisan dan ekonomis yang tinggi[4].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *solar panel tracker* dengan daya 2200 WP yang tidak hanya efisien secara energi, tetapi juga modular dan mudah dirakit menggunakan metode VDI 2206 sebagai kerangka perancangan sistem. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menyempurnakan penelitian-penelitian sebelumnya dengan menambahkan pendekatan DFMA dan modularitas guna meningkatkan efektivitas desain, mempermudah pemasangan, serta mendukung kemudahan pemeliharaan perangkat.

I.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana melakukan rancang bangun *solar panel tracker*?
2. Bagaimana metoda DFMA bekerja pada pembuatan rancang bangun *solar panel tracking*?
3. Bagaimana sistem *tracking* bekerja pada *smart solar panel tracker*?

I.3 Batasan Masalah

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

1. Rancang bangun ini diperuntukan untuk *solar panel 2200WP*.
2. Penelitian ini menggunakan pendekatan DMFA sebagai implementasi dalam perancangan dan pembuatan kontruksi mekanik.
3. Pada penelitian ini DFMA berfokus pada pengurangan jumlah komponen dan biaya pada proses manufaktur.
4. Penelitian ini menggunakan metodologi perancangan VDI 2206.
5. Penelitian ini berfokus pada domain mekanik. Domain elektronik dan domain teknologi informatika tidak dibahas secara mendalam pada karya tulis ini.
6. Rancangan kontruksi ini diperuntukan untuk pemasangan luar ruangan diatas permukaan beton.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Dari masalah yang telah dipaparkan diatas, penelitian ini bertujuan untuk.

1. Menghasilkan rancangan dan kontruksi *Solar Panel Tracker*.
2. Menghasilkan kontruksi mekanik panel surya yang telah diuji efektivitasnya berbasis DFMA dan modularitas komponen.
3. Menghasilkan panel surya yang terotomatisasi mengikuti intensitas cahaya matahari pada sumbu azimuth dan elevasi.

Adapun manfaat yang diharapkan dengan adanya penelitian ini.

1. Mengoptimalkan energi alternatif potensial yaitu energi matahari
2. Desain dikembangkan dengan pendekatan DFMA untuk mengurangi jumlah komponen dan mempercepat proses produksi

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN, berisi rancangan jadwal kegiatan TA dan rincian anggaran biaya untuk penyelesaian TA.