

**PERANCANGAN RANGKA PANEL SURYA UNTUK ATAP WARUNG
KOPI DI KEBON JERUK DENGAN MENGGUNAKAN
SIMULASI *SOLIDWORKS***



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN RANGKA PANEL SURYA UNTUK ATAP WARUNG
KOPI DI KEBON JERUK DENGAN MENGGUNAKAN
SIMULASI *SOLIDWORKS*



Disusun Oleh :

| | | |
|--------------|---|------------------|
| Nama | : | Denis Darussalam |
| NIM | : | 41317010009 |
| Progam Studi | : | Teknik Mesin |

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGAM SARJANA STRATA SATU (S1)
AGUSTUS 2021

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN RANGKA PANEL SURYA UNTUK ATAP WARUNG KOPI DI KEBON JERUK DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI *SOLIDWORKS*

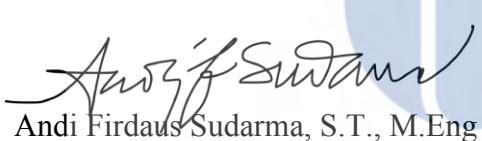
Disusun Oleh :

Nama : Denis Darussalam
NIM : 41317010009
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui Pada tanggal: 05 AGUSTUS 2021

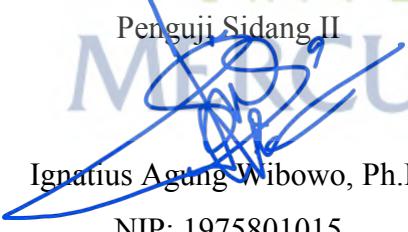
Telah dipertahankan di depan penguji.

Pembimbing TA

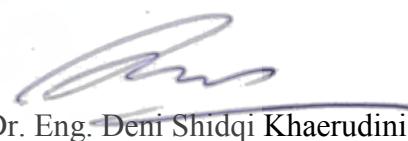

Andi Firdaus Sudarma, S.T., M.Eng

NIP: 119810645

Pengaji Sidang II


Ignatius Agung Wibowo, Ph.D
NIP: 1975801015

Pengaji Sidang I


Dr. Eng. Deni Shidqi Khaerudini

NIP: 216890126

Pengaji Sidang II


Ir. Dadang Suhendra P, M.Si
NIP: 020007



Kaprodi. Teknik Mesin
Muhamad Fitri, Ph.D
NIP: 116890617

Mengetahui,

Koordinator TA


Alief Avicenna Luthfi, S.T., M.Eng
NIP: 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Denis Darussalam
NIM : 41317010009
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Perancangan Rangka Panel Surya Untuk Atap Warung Kopi Di Kebon Jeruk Dengan Menggunakan Simulasi Solidworks

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain , maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi bedasarkan aturan Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 16 Agustus 2021



(Denis Darussalam)

PENGHARGAAN

Puji syukur selalu dan tak lupa penulis panjatkan kepada kehadiran Tuhan yang Maha Kuasa, Allah SWT, karena atas nikmat, ridho, dan karunia-Nya, laporan tugas akhir ini dapat di selesaikan, untuk memenuhi sebagian persyaratan menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir jenjang Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak yang memudahkan urusan penulis dengan memberikan berbagai bantuan baik materil maupun moril. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar – besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ngadino Surip selaku Rektor Universitas Mercubuana.
2. Dr. Mawardi, M.TI selaku dekan fakultas teknik universitas mercubuana.
3. Bapak Muhamad Fitri, Ph.D selaku kepala program studi teknik mesin universitas mercubuana.
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie ST.,M.Eng. Selaku Koordinator tugas akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana.
5. Bapak Andi Firdaus Sudarma, ST., M.Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
6. Ayah Dan Ibu tercinta, abang, adik-adik dan keluarga besar yang telah mendoakan serta memberikan dukungan dan motivasi agar penulis selalu sabar dan tawakal dan tetap semangat dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
7. Teman – teman jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana angkatan 2017 yang selama ini memberikan bantuan dan dukungan.
8. Serta pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, penulis berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 05 Agustus 2021



Denis Darussalam



ABSTRAK

Energi surya merupakan energi terbarukan yang tersedia sangat melimpah yang dapat di konversikan menjadi listrik melalui *photovoltaic* (PV). Di Indonesia, dengan potensi sinar matahari yang sangat besar, diharapkan sel surya dapat digunakan sebagai sumber listrik di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah mengganti pemasangan sebelumnya panel surya masih melapisi atap genting/*double* instalasi untuk itu penelitian ini membuat perancangan rangka panel surya untuk mengetahui penggunaan panel surya sebagai atap bangunan langsung. Di penelitian ini akan mencoba untuk mengganti atap bangunan menggunakan panel surya (*photovoltaic*) dengan sistem *building integrated photovoltaic* (BIPV). Oleh karena itu, rangka panel surya dianalisa dengan simulasi *solidworks* untuk mengetahui berapa besar tegangan kritis dan perubahan bentuk yang terjadi pada saat beban diaplikasi. Hasil geometri yang dapat dijadikan kanopi sebagai atap teras warung kopi dan juga sebagai rangka panel surya dengan dimensi tinggi 3,1 m, panjang 3,5 m, lebar 2,1 m, dan sudut kemiringan 8,5° dengan jarak tumpuan panel surya sebesar 0,55 m dan hasil desain yang telah disimulasikan dapat diketahui bahwa struktur dan material dari rangka kanopi yang diberikan beban mati 53,5kg, beban mati dan beban hidup (beban pekerja) sebesar 123,5kg, beban mati dan beban angin sebesar 59 kg, beban mati dan beban hujan sebesar 67 kg, dan beban keseluruhan sebesar 72,5 kg mengakibatkan tegangan (*stress*) masing-masing sebesar 155, 357, 170, 193, 209 kgf/cm². Untuk *displacement* (perpindahan) masing-masing sebesar 0.6, 1.4, 0.6, 0.7, 0.8 mm. Dan untuk *safety factor* masing-masing sebesar 13, 6, 12, 11, 10 FOS.

Kata Kunci: energi terbarukan, hollow galvanis, BIPV, finite element analysis, static analysis.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**DESIGN OF SOLAR PANEL FRAME AS A CANOPY ROOF AT COFFEE STORE
IN KEBON JERUK USING SOLIDWORKS SIMULATION
APPLICATION METHOD**

ABSTRACT

Solar energy is a renewable energy that is very abundant which can be converted into electricity through photovoltaic (PV). In Indonesia, with the enormous potential for sunlight, it is hoped that solar cells can be used as a source of electricity in Indonesia. The purpose of this research is to replace the previous installation of solar panels that still cover the tile roof / double installation, so the authors make a solar panel frame design to determine the use of solar panels as the roof of the building directly. Here the author will try to replace the roof of the building using solar panels (photovoltaic) with an building integrated photovoltaic (BIPV) system. Therefore, the solar panel frame is analyzed using solidworks simulations to find out how much critical stress and shape changes occur when the load is applied. Geometry results that can be used as a canopy as a coffee shop terrace roof and also as a solar panel frame with dimensions of 3.1 m high, 3.5 m long, 2.1 m wide, and a tilt angle of 8.5° with a solar panel pedestal distance of 0 .55 m and the design results that have been simulated can be seen that the structure and material of the canopy frame given a dead load of 53.5 kg, dead load and live load (worker tire) of 123.5 kg, dead load and wind load of 59 kg , dead load and rain load of 67 kg, and a total load of 72.5 kg resulted in stress of 155, 357, 170, 193, 209 kgf/cm². The displacements are 0.6 mm, 1.4, 0.6, 0.7, 0.8 mm, respectively. And for the safety of factors, each is 13, 12, 6, 11, 10 FOS.

Keywords: *renewable energy, hollow galvanized, BIPV, finite element analysis, static analysis.*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| PENGHARGAAN | iv |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABLE | xiii |
| DAFTAR SINGKATAN | xiv |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. LATAR BELAKANG | 1 |
| 1.2. RUMUSAN MASALAH | 2 |
| 1.3. TUJUAN | 2 |
| 1.4. BATASAN DAN RUANG LINGKUP PENELITIAN | 3 |
| 1.5. SISTEMATIKA PENULISAN | 3 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. KAJIAN TERDAHULU | 5 |
| 2.2. <i>BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLATECH (BIPV)</i> | 13 |
| 2.2.1. Integrasi BIPV Pada Bangunan | 14 |
| 2.3. PENERAPAN PV TERHADAP BIPV | 16 |
| 2.4. STRUKTUR RANGKA ATAP | 16 |
| 2.5. MATERIAL BAJA RINGAN <i>HOLLOW GALVANIS</i> | 17 |
| 2.6. <i>SOLIDWORKS</i> | 19 |
| 2.7. SIMULASI | 21 |
| 2.7.1. Simulasi Statis | 21 |
| 2.7.2. <i>Finite Element Analisys</i> | 21 |
| 2.8. METODE PENGUJIAN | 22 |

| | |
|--|-----------|
| 2.8.1. Uji <i>Bending</i> | 23 |
| 2.9. PERENCANAAN PEMBEBANAN RANGKA KANOPI | 25 |
| 2.9.1. Beban mati | 26 |
| 2.9.2. Beban Hidup | 26 |
| 2.9.3. Beban Angin | 26 |
| 2.9.4. Beban Hujan | 27 |
| BAB III METODOLOGI | 29 |
| 3.1. DIAGRAM ALIR | 29 |
| 3.2. ALAT DAN BAHAN | 46 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAAN | 48 |
| 4.1. HASIL DAN PEMBAHASAN SIMULASI PEMBEBANAN UJI <i>BENDING</i> | 48 |
| 4.1.1. Stress (<i>Von Misses</i>) | 48 |
| 4.1.2. Displacement | 52 |
| 4.1.3. Factor of Safety | 55 |
| 4.2. PERBANDINGAN PENGAPLIKASIAN MATERIAL <i>HOLLOW</i> | 60 |
| BAB V PENUTUP | 66 |
| 5.1. KESIMPULAN | 66 |
| 5.2. SARAN | 66 |
| DAFTAR PUSTAKA | 68 |
| LAMPIRAN | 70 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 BIPV pada <i>facade</i> gedung | 15 |
| Gambar 2.2 BIPV pada atap gedung | 15 |
| Gambar 2.3 BIPV pada jendela gedung | 16 |
| Gambar 2.4 Logo <i>Solidworks</i> | 20 |
| Gambar 2.5 Contoh skema FEA | 22 |
| Gambar 2.6 skema pengujian <i>bending</i> | 23 |
| Gambar 2.7 Koefisien angin tekan | 27 |
| Gambar 2.8 Skema sudut kemiringan | 28 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian | 29 |
| Gambar 3.2 Lokasi Observasi melalui RETScreen Expert | 30 |
| Gambar 3.3 Radiasi matahari lokasi observasi | 31 |
| Gambar 3.4 Iklim lokasi Observasi | 31 |
| Gambar 3.5 Data Sudut Kemiringan | 32 |
| Gambar 3.6 sudut kemiringan kanopi | 33 |
| Gambar 3.7 Proses desain rangka panel surya | 34 |
| Gambar 3.8 <i>tools solidworks</i> | 35 |
| Gambar 3.9 Proses Desain 2D Desain tampak samping | 35 |
| Gambar 3.10 Proses Desain 2D Desain tampak depan | 36 |
| Gambar 3.11 Proses Desain 2D Desain tampak atas | 36 |
| Gambar 3.12 Proses desain 3D rangka panel surya | 37 |
| Gambar 3.13 Proses desain 2D Desain tampak atas bracket panel surya | 38 |
| Gambar 3.14 Desain untuk rangka BIPV tampak samping | 38 |
| Gambar 3.15 Desain untuk rangka BIPV tampak depan | 39 |
| Gambar 3.16 Desain untuk rangka BIPV tampak atas | 39 |
| Gambar 3.17 Desain rangka BIPV | 40 |
| Gambar 3.18 Konsep BIPV Dalam Bentuk 3D | 40 |
| Gambar 3.19 Diagram Alir Simulasi | 41 |
| Gambar 3.20 Pemilihan simulasi analisa <i>Static</i> pada perangkat lunak <i>solidworks</i> | 42 |
| Gambar 3.21 Proses pemilihan material pada perangkat lunak <i>solidworks</i> | 43 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.22 Proses pemilihan <i>Geometry</i> pada saat simulasi pada | 43 |
| Gambar 3.23 Penentuan pada <i>Tools External Loads</i> saat simulasi pada perangkat lunak <i>solidworks</i> | 44 |
| Gambar 3.24 Proses <i>Meshing</i> saat simulasi pada perangkat lunak <i>solidworks</i> | 45 |
| Gambar 3.25 Hasil dari proses <i>Meshing</i> saat simulasi pada perangkat lunak <i>solidworks</i> | 45 |
| Gambar 3.26. Hasil dari proses <i>run</i> saat simulasi pada perangkat lunak <i>solidworks</i> | 46 |
| Gambar 4.1 Hasil analisa simulasi <i>Von Misses</i> beban mati rangka panel surya 53,5 kg | 49 |
| Gambar 4.2 Hasil analisa simulasi <i>Von Misses</i> beban mati dan beban hidup rangka | 49 |
| Gambar 4.3 Hasil analisa simulasi <i>Von Misses</i> beban mati dan beban angin | 50 |
| Gambar 4.4 Hasil analisa simulasi <i>Von Misses</i> beban mati dan beban hujan rangka panel surya 67 kg | 51 |
| Gambar 4.5 Hasil analisa simulasi <i>Von Misses</i> beban keseluruhan rangka panel surya 72,5 kg | 51 |
| Gambar 4.6 Hasil Analisa simulasi <i>Displacement</i> pembebahan | 52 |
| Gambar 4.7 Hasil Analisa simulasi <i>Displacement</i> beban mati dan beban hidup rangka panel surya 123,5 kg | 53 |
| Gambar 4.8 Hasil Analisa simulasi <i>Displacement</i> beban mati dan beban angin rangka panel surya 59 kg | 54 |
| Gambar 4.9 Hasil Analisa simulasi <i>Displacement</i> beban mati dan beban hujan rangka panel surya 67 kg | 54 |
| Gambar 4.10 Hasil analisa simulasi <i>Displacement</i> beban keseluruhan rangka panel surya 72,5 kg | 55 |
| Gambar 4.11 Hasil dari nilai <i>Factor of Safety</i> pada rangka panel surya pembebahan beban mati 53,5 kg | 56 |
| Gambar 4.12 Hasil dari nilai <i>Factor of Safety</i> pada rangka panel surya pembebahan beban mati dan beban hidup 123,5 kg | 57 |
| Gambar 4.13 Hasil dari nilai <i>Factor of Safety</i> pada rangka panel surya pembebahan beban mati dan beban angin 59 kg | 58 |
| Gambar 4.14 Hasil dari nilai <i>Factor of Safety</i> pada rangka panel surya pembebahan beban mati dan beban hujan 67 kg | 59 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.15 Hasil dari nilai <i>Factor of Safety</i> pada rangka panel surya pembebangan keseluruhan 72,5 kg | 60 |
| Gambar 4.16 Tegangan <i>Von Misses</i> Rangka Baja dengan Ukuran 40 x 40 x 1,0 mm | 62 |
| Gambar 4.17 Tegangan <i>Von Misses</i> pembebangan asumsi 375,25 kg | 62 |
| Gambar 4.18 Deformasi Rangka Baja dengan Ukuran 40 x 40 x 1,0 mm | 63 |
| Gambar 4.19 Hasil <i>Displacement</i> pembebangan asumsi 375,25 kg | 64 |
| Gambar 4.20 Faktor Keamanan Rangka Baja <i>Square Hollow Section</i> dengan Ukuran 40 x 40 x 1,0 mm dengan Material ASTM A36 | 65 |
| Gambar 4.21 factor of safety pembebangan asumsi 375,25 kg | 65 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Kajian Terdahulu | 5 |
| Tabel 2.2 Spesifikasi dari material baja ringan galvanis | 18 |
| Tabel 2.3 Sifat mekanis baja struktural | 19 |
| Tabel 3.1 Alat Dan Bahan | 46 |
| Tabel 4.1 perbandingan parameter tegangan | 61 |



DAFTAR SINGKATAN

| SINGKATAN | KETERANGAN |
|-----------|--|
| BIPV | (<i>building integrated photovoltaic</i>) |
| PV | (<i>photovoltaic</i>) |
| 2D | (Dua Dimensi) |
| 3D | (Tiga Dimensi) |
| SCC | (<i>solar charger Control</i>) |
| ESDM | (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral) |
| PLTS | (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) |
| KBI | (Kawasan Barat Indonesia) |
| KTI | (Kawasan Timur Indonesia) |

