

**TUGAS AKHIR**

**STUDI PENGARUH VARIASI BAHAN *PHOTOVOLTAIC* TERHADAP  
BESARNYA *PLANE OF ARRAY* DAN DAYA LISTRIK PADA GEDUNG  
“H” UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
MENGUNAKAN *SOFTWARE SYSTEM ADVISOR MODEL (SAM)***



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Oleh :

**ILHAM DZULFIAN ANNAS**

**D200217235**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2022**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya tugas akhir dengan judul:

**“STUDI PENGARUH VARIASI BAHAN *PHOTOVOLTAIC* TERHADAP  
BESARNYA *PLANE OF ARRAY (PoA) IRRADIANCE* DAN DAYA  
LISTRIK PADA GEDUNG “H” UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
SURAKARTA MENGGUNAKAN *SOFTWARE SYSTEM ADVISOR  
MODEL (SAM)*”**

Yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat Sarjana S1 pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 20 Januari 2022

Yang menyatakan



Ilham Dzulfian Annas

## **PERNYATAAN KEASLIAN TOPIK TUGAS AKHIR**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa usulan judul Tugas Akhir:

**“STUDI PENGARUH VARIASI BAHAN *PHOTOVOLTAIC* TERHADAP  
BESARNYA *PLANE OF ARRAY (PoA) IRRADIANCE* DAN DAYA  
LISTRIK PADA GEDUNG “H” UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
SURAKARTA MENGGUNAKAN *SOFTWARE SYSTEM ADVISOR*  
MODEL (SAM)”**

Yang saya ajukan kepada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang telah saya ketahui bukan merupakan tiruan dari penelitian atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan maupun pernah dipakai untuk memperoleh gelar sarjana di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali yang sumber informasinya telah saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 20 Januari 2022

Yang menyatakan



Ilham Dzulfian Annas

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “STUDI PENGARUH VARIASI BAHAN PHOTOVOLTAIC TERHADAP BESARNYA PLANE OF ARRAY (PoA) IRRADIANCE DAN DAYA LISTRIK PADA GEDUNG “H” UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA MENGGUNAKAN SOFTWARE SYSTEM ADVISOR MODEL (SAM)” telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat S1 padap Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

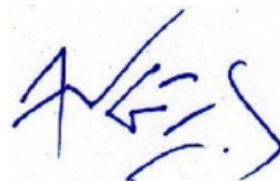
Dipersiapkan oleh:

Nama : **Ilham Dzulfian Annas**  
NIM : **D200217235**

Disetujui pada:

Hari : **Senin**  
Tanggal : **28 Maret 2022**

Dosen Pembimbing



Nurmuntaha Agung Nugraha, S.T., M.T

**HALAMAN PENGESAHAN**

**STUDI PENGARUH VARIASI BAHAN PHOTOVOLTAIC TERHADAP  
BESARNYA PLANE OF ARRAY (PoA) IRRADIANCE DAN DAYA  
LISTRIK PADA GEDUNG “H” UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
SURAKARTA MENGGUNAKAN SOFTWARE SYSTEM ADVISOR  
MODEL (SAM)**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

**Ilham Dzulfian Annas**  
D200217235

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji**




**Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Pada tanggal 17 Mei 2022**

**Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

1. Nurmuntaha Agung Nugraha, S.T., M.T. (  )  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Sunardi Wiyono, M.T. (  )  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Patna Partono, S.T., M.T. (  )  
(Anggota II Dewan Penguji)

**Dekan,**



**Patna Partono, M.T., PhD., IPM.**

**NIK. 682**

## **MOTO**

“Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu, maka ia berada di jalan Allah  
hingga ia pulang”

(HR. Tirmidzi)

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat diselesaikan. Tugas akhir berjudul “STUDI PENGARUH VARIASI BAHAN *PHOTOVOLTAIC* TERHADAP BESARNYA *PLANE OF ARRAY* (PoA) *IRRADIANCE* DAN DAYA LISTRIK PADA GEDUNG “H” UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA MENGGUNAKAN *SOFTWARE SYSTEM ADVISOR MODEL* (SAM)” dapat diselesaikan dengan baik atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Rois Fatoni, ST, M.Sc, Ph.D. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
2. Ir. Agus Dwi Anggono, M.Eng., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin serta Pembimbing Akademik yang telah member arahan dan masukan selama penulis menempuh perkuliahan
3. Nurmuntaha Agung Nugraha, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
4. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T. dan Patna Partono, S.T., M.T. selaku dosen Penguji Sidang Pendaratan Tugas Akhir yagn telah member kritik dan saran bermanfaat bagi penulis
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah memberi ilmu dan pengetahuan selama penulis menempuh perkuliahan.
6. Seluruh staff dan karyawan Jurusan Teknik Mesin yang telah memberi pelayanan terbaik hingga Tugas Akhir ini selesai.
7. Kedua orang tua serta sanak saudara yang telah memberi do'a dan bantuan moral serta material.
8. Rekan-rekan Teknik Mesin yang telah membantu dalam penulisan laporan Tugas Akhir
9. Semua pihak yang telah membantu, dalam penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

**STUDI PENGARUH VARIASI BAHAN *PHOTOVOLTAIC* TERHADAP  
BESARNYA *PLANE OF ARRAY (PoA) IRRADIANCE* DAN DAYA  
LISTRIK PADA GEDUNG “H” UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
SURAKARTA MENGGUNAKAN *SOFTWARE SYSTEM ADVISOR  
MODEL (SAM)***

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura, Sukoharjo  
Email: [ilham.dzulfian.nate@gmail.com](mailto:ilham.dzulfian.nate@gmail.com)

**ABSTRAK**

*Studi ini bertujuan untuk mengetahui nilai Plane of Array Irradiance yang diterima photovoltaic array dan daya listrik yang dihasilkan oleh sistem Photovoltaics jika diberi variasi jenis material Mono-c-Si, Multi-c-Si, dan Thin Film pada bagian atap bangunan menggunakan software System Advisor Model (SAM). Studi ini diawali dengan mengukur luas atap gedung “H” Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta menggunakan “Google Earth” dan mengunduh data intensitas radiasi matahari untuk wilayah gedung “H” dari website PVGIS. Selanjutnya adalah memasukkan data yang telah diperoleh kedalam software SAM dan kemudian menentukan konfigurasi PV dan inverter yang sesuai untuk disimulasikan. Dari hasil simulasi, Multi-c-Si, Mono-c-Si, Thin Film secara berurutan menerima total intensitas plane of array (PoA) irradiance dalam satu tahun sebesar 267302,3 kWh, 193146,1 kWh, 286774,6 kWh dan menghasilkan daya listrik sebesar 30803,42 kWh, 22027,17 kWh, 31690,28 kWh. Ini menunjukkan bahwa bahan yang digunakan dalam photovoltaics array memengaruhi intensitas radiasi matahari yang diterima.*

**Kata-kata kunci:** *Photovoltaic, System Advisor Model, Panel Surya, Multi-c-Si, Mono-c-Si, Thin Film*



**STUDI PENGARUH VARIASI BAHAN *PHOTOVOLTAIC* TERHADAP  
BESARNYA *PLANE OF ARRAY (PoA) IRRADIANCE* DAN DAYA  
LISTRIK PADA GEDUNG “H” UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
SURAKARTA MENGGUNAKAN *SOFTWARE SYSTEM ADVISOR*  
MODEL (SAM)**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura, Sukoharjo  
Email: [ilham.dzulfian.nate@gmail.com](mailto:ilham.dzulfian.nate@gmail.com)

**ABSTRAC**

This study aims to determine the value of the Plane of Array Irradiance received by the photovoltaic array and the electrical power generated by the Photovoltaics system when given variations in the types of Mono-c-Si, Multi-c-Si, and Thin Film materials on the roof of the building using System Advisor software. Models (SAM). This study begins by measuring the roof area of the “H” building, Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Surakarta using “Google Earth” and downloading the solar radiation intensity data for the “H” building area from the PVGIS website. The next step is to enter the data that has been obtained into the SAM software and then determine the appropriate PV and inverter configurations to be simulated. From the simulation results, Multi-c-Si, Mono-c-Si, Thin Film sequentially received a total plane of array (PoA) irradiance intensity in one year of 267302.3 kWh, 193146.1 kWh, 286774.6 kWh and produced electric power of 30803.42 kWh, 22027.17 kWh, 31690.28 kWh. This shows that the materials used in photovoltaics arrays affect the intensity of solar radiation received.

**Key-word:** *Photovoltaic, System Advisor Model, Panel Surya, Multi-c-Si, Mono-c-Si, Thin Film*

## DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TOPIK TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRAC .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Tujuan Penelitian .....	3
1.3    Batasan Masalah .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1    Tinjauan Pustaka.....	5
2.2    Dasar Teori .....	7
2.2.1    Energi Matahari .....	7
2.2.2    Photovoltaic .....	8
2.2.3    Bahan Semikonduktor.....	10
2.2.4    Konfigurasi Sel surya.....	12
2.2.5    System Advisor Model .....	14
2.2.6    Perpindahan Panas ( <i>Heat Transfer</i> ).....	15

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	18
3.2.1 Alat.....	18
3.2.2 Bahan .....	19
3.3 Rancangan Penelitian.....	20
3.4 Prosedur Penelitian .....	22
3.4.1 Pengambilan Data Awal .....	22
3.4.2 Pelaksanaan Simulasi.....	26
3.4.3 Menentukan Modul dan Bahan Photovoltaic.....	30
3.4.4 Perbandingan Spesifikasi Panel Surya.....	43
3.5 Konfigurasi Sistem <i>Photovoltaics</i> .....	44
3.5.1 Menghitung Jumlah <i>Photovoltaic Module</i> Untuk Bahan Multi-c-Si.....	44
3.5.2 Menghitung Jumlah <i>Photovoltaic Module</i> Untuk Bahan Mono-c-Si ..	45
3.5.3 Menghitung Jumlah <i>Photovoltaic Module</i> Untuk Bahan Thin Film ..	45
3.6 Menghitung Jumlah Inverter.....	47
3.6.1 Menghitung Jumlah <i>Inverter PV Array</i> dengan bahan Multi-c-Si ...	47
3.6.2 Menghitung Jumlah <i>Inverter PV Array</i> dengan bahan Multi-c-Si ...	47
3.6.3 Menghitung Jumlah <i>Inverter PV Array</i> dengan bahan Thin Film...	47
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Profil Bangunan .....	48
4.2 Hasil Simulasi Pemasangan PV .....	48
4.2.1 Plane of Array (PoA) Irradiance .....	48
4.2.2 Hasil Perbandingan <i>Plane of Array (PoA) Irradiance</i> .....	53
4.3 Simulasi Potensi Daya Energi Radiasi Matahari .....	55

4.4	Perbandingan Daya Listrik yang Dihasilkan .....	59
4.5	Pembahasan .....	61
BAB 5 PENUTUP.....		63
5.1	Kesimpulan .....	63
DAFTAR PUSTAKA .....		64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambar Diagram Dasar Sistem Fotovoltaik dan Hubungan Masing-masing [17].....	9
Gambar 2.2	Panel Monokristal .....	10
Gambar 2.3	Panel Thin Film.....	11
Gambar 2.4	Panel Polikristalin .....	11
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	18
Gambar 3.2	Pengukuran Sudut Kemiringan Atap Gedung “H” Universitas Muhammadiyah Surakarta.....	21
Gambar 3.3	Pengukuran <i>AzimuthAngle</i> atap Gedung “H” Universitas Muhammadiyah Surakarta Menggunakan Aplikasi Kompas.....	21
Gambar 3.4	Pengukuran Panjang dan Lebar Atap Gedung “H” Universitas Muhammadiyah Surakarta.....	22
Gambar 3.5	Panjang Sisi Atap Gedung “H” Universitas Muhammadiyah Surakarta.....	23
Gambar 3.6	Tinggi Sisi Atap Gedung “H” Universitas Muhammadiyah Surakarta.....	23
Gambar 3.7	Panjang Sisi Bawah Atap Gedung “H” Universitas Muhammadiyah Surakarta.....	24
Gambar 3.8	Panjang, Lebar dan Tinggi Keseluruhan Atap Gedung “H” Universitas Muhammadiyah Surakarta .....	24
Gambar 3.9	Luas yang digunakan.....	25
Gambar 3.10	Halama Awal <i>Website</i> PVGIS.....	26
Gambar 3.11	Memilih Model Simulasi.....	26
Gambar 3.12	Memilih Data Iradiasi Matahari .....	27
Gambar 3.13	Spesifikasi Advance Renewable Energy AREI-230-M6-G.....	32
Gambar 3.14	Menentukan Desain Photovoltaic Multi-c-Si.....	32
Gambar 3.15	Spesifikasi Inverter SMA America: SB7000TL-US [240V] .....	33
Gambar 3.16	Hasil Simulasi Photovoltaic Untuk Bahan Multi-c-Si .....	34

Gambar 3.17	Spesifikasi Advance Solar Hydro Wind Power API-180.....	35
Gambar 3.18	Menentukan Desain Photovoltaic (Mono-c-Si).....	36
Gambar 3.19	Spesifikasi Inverter SMA America: SB7000TL-US [240V] .....	37
Gambar 3.20	Hasil Simulasi Photovoltaic Untuk Bahan Mono-c-Si.....	38
Gambar 3.21	Spesifikasi Sunpreme Inc. SNPM-GX-72-255 .....	39
Gambar 3.22	Menentukan Desain Photovoltaic Untuk Bahan Thin Film .....	40
Gambar 3.23	Spesifikasi Inverter SMA America: SB7000TL-US [240V] .....	41
Gambar 3.24	Hasil Simulasi Photovoltaic Untuk Bahan Thin Film.....	42
Gambar 3.25	Photovoltaic Array UntukBahan Multi-c-Si .....	44
Gambar 3.26	Photovoltaic Array UntukBahan Mono-c-Si.....	45
Gambar 3.27	Photovoltaic Array UntukBahan Thin Film.....	46
Gambar 4.1	<i>Plane of Array (PoA) Irradiance</i> Untuk Bahan Multi-c-Si .....	50
Gambar 4.2	<i>Plane of Array (PoA) Irradiance</i> Untuk Bahan Mono-c-Si.....	51
Gambar 4.3	<i>Plane of Array (PoA) Irradiance</i> Untuk Bahan Thin Film.....	53
Gambar 4.4	Perbandingan Intensitas <i>Plane of Array (PoA) Irradiance</i> Setiap Bulan.....	54
Gambar 4.5	Perbandingan Total Intensitas <i>Plane of Array (PoA) Irradiance</i> Dalam Satu Tahun .....	54
Gambar 4.6	Daya Listrik yang Dihasilkan Pada Bahan Multi-c-Si.....	56
Gambar 4.7	Daya Listrik yang Dihasilkan Pada Bahan Mono-c-Si .....	57
Gambar 4.8	Daya Listrik yang Dihasilkan Pada Bahan Thin Film.....	59
Gambar 4.9	Perbandingan Daya Listrik yang Dihasilkan Setiap Bulan .....	60
Gambar 4.10	Perbandingan Total Daya Listrik yang Dihasilkan Dalam Satu Tahun.....	60
Gambar 4.11	Gerak Semu Tahunan Matahari.....	61

## DAFTAR TABEL

Table 3.1 Data rata-rata radiasi matahari tahunan .....	27
Table 3.2 Data Global Horizontal Irradiation bulanan.....	28
Table 3.3 Data Direct Normal Irradiation bulanan .....	28
Table 3.4 Data Rasio Diffuse Global bulanan .....	29
Table 3.5 Data Rata-rata Temperatur Bulanan .....	30
Table 3.6 Spesifikasi Advance Renewable Energy AREI-230W-M6-G.....	31
Table 3.7 Spesifikasi Inverter SMA America: SB7000TL-US [240V] .....	33
Table 3.8 Spesifikasi Advance Solar Hydro Wind Power API-180 .....	35
Table 3.9 Spesifikasi Inverter SB America: SB7000TL-US [240V] .....	37
Table 3.10 Spesifikasi Sunpreme Inc. SNPM-GX-72-255 .....	39
Table 3.11 Spesifikasi Inverter SMA America: SB7000TL-US [240V] .....	41
Table 3.12 Perbandingan Spesifikasi Panel Surya .....	43
Table 4.1 Data <i>Plane of Array (PoA) Irradiance</i> Bahan Multi-c-Si.....	49
Table 4.2 Data <i>Plane of Array (PoA) Irradiance</i> bahan Mono-c-Si.....	51
Table 4.3 Data <i>Plane of Array (PoA) Irradiance</i> Bahan Thin Film .....	52
Table 4.4 Data Daya Listrik yang Dihasilkan pada Bahan Multi-c-Si .....	55
Table 4.5 Data Daya Listrik yang Dihasilkan Pada Bahan Mono-c-Si.....	57
Table 4.6 Data Daya Listrik yang Dihasilkan pada Bahan Thin Film .....	58