

LAPORAN PENELITIAN
OPTIMASI SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA UNTUK
MAKSIMASI ENERGI DI WILAYAH TROPIS:
STUDI KASUS ACEH BARAT



Disusun oleh:

Nama Ketua	: Nurhasan, S.T., M.T.	NIDN. 1313087901
Nama Anggota	: Ir. M. Yasir Pohan, S.T., M.T.	NIDN. 1324049302
Nama Mahasiswa	: Tri Pandu Ananda	NIM. 2206240002
	Riyan Gunawan	NIM. 2206240003

FAKULTAS TEKNIK SAINS TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS CIPTA MANDIRI
ACEH BARAT TAHUN 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Optimasi Sudut Kemiringan Panel Surya Untuk
Maksimasi Energi Di Wilayah Tropis:Studi
Kasus Aceh Barat

Bidang Ilmu : Teknik Elektro

Kategori Penelitian : Penelitian Terapan

Tim Peneliti

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Nurhasan, S.T., M.T.

b. Program Studi : Teknik Elektro

c. NIDN/NUPTK : 1313087901

d. Jabatan Fungsional : Dosen

e. No. HP :

f. Email :

Anggota (1)

a. Nama Lengkap : M. Yasir Pohan, S.T., M.T.

b. NIDN/NUPTK : 1324049302

c. Program Studi : Teknik Elektro

d. Perguruan Tinggi : Universitas Cipta Mandiri

Anggota Mahasiswa (2)

a. Nama Lengkap : Tri Pandu Ananda

b. NIM : 2206240004

c. Fakultas/Prodi : FST / Teknik Elektro

d. Semester : 2

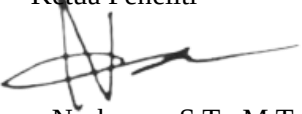
Lokasi Penelitian : Aceh Barat

Mengetahui,
Ka. Program Studi



Nurhasan, M.T.
NUPTK: 1941776677130222

Aceh Barat, 23 Juli 2024
Ketua Peneliti



Nurhasan, S.T., M.T.
NIDN: 1313087901

Menyetujui,
Kepala LPPM



Rita Novita, M.Si
NIDN. 0127108701



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan penelitian berjudul “Optimasi Sudut Kemiringan Panel Surya untuk Maksimasi Energi di Wilayah Tropis: Studi Kasus Aceh Barat” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian ini disusun sebagai kontribusi akademis dan praktis dalam merespons tantangan transisi energi terbarukan di Indonesia, khususnya di daerah tropis berlintang rendah seperti Kabupaten Aceh Barat. Optimasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan langkah strategis untuk meningkatkan efisiensi pemanenan energi surya tanpa menambah biaya investasi perangkat keras secara signifikan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak, rekan peneliti, serta institusi penyedia data meteorologi dan radiasi matahari yang telah mendukung terselenggaranya penelitian ini. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan teknis bagi akademisi, praktisi industri PLTS, serta pembuat kebijakan energi di tingkat lokal maupun nasional.

Aceh Barat, 23 Juli 2024



Nurhasan, S.T., M.T.
NIDN. 1313087901

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB II DASAR TEORI	3
2.1 Geometri Radiasi Matahari di Daerah Ekuatorial	3
2.2 Model Matematika Radiasi Surya Permukaan Miring (Model Liu & Jordan).....	3
2.3 Pengaruh Sudut Kemiringan dan Azimut	4
2.4 Faktor Lingkungan Tropis: Soiling Loss dan Self-Cleaning	4
BAB III METODE PENELITIAN.....	5
3.1 Lokasi dan Parameter Geografis.....	5
3.2 Pengumpulan Data Meteorologi	5
3.3 Skrip Pemodelan Python (PVLlib / NumPy)	5
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	6
4.1 Profil Radiasi Surya Bulanan Aceh Barat.....	6
4.2 Sudut Kemiringan Optimal Tahunan dan Musiman.....	6
4.3 Estimasi Peningkatan Produksi Energi Listrik (kWh/kWp)	7
4.4 Implikasi Praktis dan Rekomendasi Enjiniring.....	7
BAB V PENUTUP	8
5.1 Kesimpulan.....	8
5.2 Saran	8
DAFTAR PUSTAKA.....	9
LAMPIRAN 1 SKRIP PEMODELAN PYTHON.....	10
LAMPIRAN 2 PARAMETER SIMULASI DAN SUMBER DATA.....	11
LAMPIRAN 3 DAFTAR SIMBOL DAN ISTILAH	12
LAMPIRAN 4 DOKUMENTASI	13
LAMPIRAN 5 SURAT TUGAS.....	14

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Profil Radiasi Surya dan Temperatur Bulanan Aceh Barat	6
Tabel 4.2 Perbandingan Estimasi Produksi Energi Listrik Berdasarkan Konfigurasi Sudut	7
Tabel B.1 Ringkasan Parameter Simulasi dan Sumber Data	12
Tabel C.1 Rincian Rencana Anggaran Biaya (Rupiah)	13
Tabel C.2 Rekapitulasi Anggaran Biaya	14
Tabel D.1 Daftar Simbol dan Istilah	15

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat melimpah karena lokasinya yang berada di garis khatulistiwa. Kabupaten Aceh Barat, yang beribu kota di Meulaboh, secara geografis terletak pada koordinat sekitar $4,14^{\circ}$ LU dan $96,13^{\circ}$ BT. Wilayah ini menerima paparan radiasi matahari harian rata-rata berkisar antara 4,5 hingga 5,2 kWh/m²/hari. Potensi ini menjadikan Aceh Barat sebagai lokasi strategis untuk pengembangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), baik skala komunal, industri, maupun rooftop rumah tangga.

Namun, efisiensi penyerapan energi pada sistem *photovoltaic* (PV) berorientasi tetap (*fixed-mount*) sangat dipengaruhi oleh sudut kemiringan (*tilt angle*, β) dan sudut azimut (*azimuth angle*, γ). Pada wilayah berlintang tinggi, sudut kemiringan umumnya disesuaikan dengan nilai garis lintang lokasi. Akan tetapi, pada wilayah tropis dekat ekuator (lintang $< 15^{\circ}$), pergerakan semu harian dan tahunan matahari melintasi garis khatulistiwa menciptakan dinamika radiasi yang unik.

Pemasangan panel surya secara datar (0°) di daerah tropis sering kali menyebabkan masalah akumulasi debu, air hujan yang mengendap (*water pooling*), dan peningkatan rugi-rugi akibat pengotoran (*soiling loss*). Sebaliknya, sudut kemiringan yang terlalu tinggi akan mengurangi penerimaan radiasi langsung (*beam irradiance*) pada periode saat matahari berada tepat di atas kepala (zenit). Oleh karena itu, diperlukan kajian komprehensif mengenai sudut kemiringan optimal tahunan dan musiman untuk mengoptimalkan tangkapan energi di Aceh Barat.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa besar radiasi matahari global harian dan bulanan yang diterima pada permukaan horizontal di Aceh Barat?
2. Berapa sudut kemiringan (*tilt angle*) optimal untuk panel surya sistem *fixed-mount* guna menghasilkan daya keluaran tahunan maksimum di Aceh Barat?

3. Bagaimana skema penyesuaian sudut kemiringan secara musiman (*seasonal tilt adjustment*) berpengaruh terhadap peningkatan perolehan energi dibandingkan dengan sudut tetap?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis karakteristik radiasi surya lokal (GHI, DNI, dan DHI) di wilayah Kabupaten Aceh Barat menggunakan data spasial beresolusi tinggi.
2. Menentukan sudut kemiringan panel surya optimal secara tahunan (*annual optimum tilt angle*) dan musiman (*seasonal optimum tilt angle*).
3. Mengkuantifikasi estimasi peningkatan daya keluaran spesifik (kWh/kWp) hasil optimasi sudut kemiringan terhadap konfigurasi sistem datar (0°) dan konfigurasi berbasis garis lintang.

1.4 Manfaat Penelitian

- **Bagi Akademisi:** memperkaya literatur kajian energi terbarukan mengenai perilaku radiasi surya di wilayah tropis lintang rendah.
- **Bagi Praktisi dan Kontraktor EPC:** memberikan panduan teknis presisi mengenai orientasi pemasangan panel surya di Aceh Barat guna meminimalkan *soiling loss* dan memaksimalkan hasil energi (*yield*).
- **Bagi Pemerintah Daerah:** memberikan dasar pertimbangan teknis dalam penyusunan standar instalasi PLTS pada program elektrifikasi pedesaan dan gedung pemerintahan.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Geometri Radiasi Matahari di Daerah Ekuatorial

Posisi matahari terhadap permukaan bumi ditentukan oleh sudut deklinasi (δ), sudut jam (ω), dan sudut lintang geografis lokasi (ϕ). Sudut deklinasi matahari dihitung menggunakan persamaan Cooper:

Persamaan Deklinasi Matahari (Cooper)

$$\delta = 23,45^\circ \times \sin [(360 / 365) \times (284 + n)]$$

di mana n adalah hari ke- n dalam satu tahun ($1 \leq n \leq 365$).

Untuk wilayah Aceh Barat ($\phi \approx 4,14^\circ$ LU), sudut zenit matahari (θ_z) pada tengah hari astronomis bernilai sangat kecil sepanjang tahun. Sudut θ_z dirumuskan sebagai:

Persamaan Sudut Zenit Matahari

$$\cos(\theta_z) = \sin(\phi) \times \sin(\delta) + \cos(\phi) \times \cos(\delta) \times \cos(\omega)$$

2.2 Model Matematika Radiasi Surya Permukaan Miring (Model Liu & Jordan)

Radiasi surya total yang jatuh pada permukaan panel surya miring (I_T) terdiri dari tiga komponen utama: radiasi langsung (*beam*, I_b), radiasi difus (*diffuse*, I_d), dan radiasi pantulan tanah (*ground-reflected*, I_r). Model isotropik Liu & Jordan merumuskan total radiasi sebagai berikut:

Model Isotropik Radiasi Miring (Liu & Jordan)

$$I_T = I_b \times R_b + I_d \times [(1 + \cos \beta) / 2] + I_g \times \rho \times [(1 - \cos \beta) / 2]$$

Keterangan:

R_b : faktor geometris rasio radiasi langsung pada permukaan miring terhadap permukaan horizontal

β : sudut kemiringan panel surya terhadap bidang horizontal ($^\circ$)

ρ : albedo atau koefisien pantulan permukaan tanah sekitar (umumnya 0,2)

I_g : radiasi global horizontal (GHI)

2.3 Pengaruh Sudut Kemiringan dan Azimut

Di kawasan ekuatorial lintang rendah (0° – 10°), arah azimut matahari berubah antara utara dan selatan sepanjang tahun akibat gerak semu matahari (lintas utara pada Maret–September, lintas selatan pada September–Maret). Oleh karena itu, optimasi sudut kemiringan β harus menyeimbangkan penerimaan energi saat matahari berada di belahan bumi utara maupun selatan.

2.4 Faktor Lingkungan Tropis: Soiling Loss dan Self-Cleaning

Meskipun secara teoritis sudut $\beta = 4,14^{\circ}$ memberikan tangkapan radiasi maksimum untuk garis lintang $4,14^{\circ}$ LU, sudut di bawah 10° secara praktis berisiko menurunkan efisiensi. Pada iklim tropis dengan curah hujan tinggi dan kelembapan udara pekat, sudut kemiringan yang terlalu landai menyebabkan debu dan polutan tidak terbilas secara alami oleh air hujan. Studi empiris menunjukkan bahwa sudut kemiringan minimal 10° diperlukan untuk mengaktifkan efek *self-cleaning* (*rain-driven cleansing*).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Parameter Geografis

Penelitian ini berfokus pada wilayah Kabupaten Aceh Barat (Meulaboh) dengan spesifikasi lokasi sebagai berikut:

- Koordinat: 4,14° LU, 96,13° BT
- Elevasi: 0–15 mdpl
- Zona iklim: tropis basah (Af berdasarkan klasifikasi Köppen)

3.2 Pengumpulan Data Meteorologi

Data radiasi surya dan kondisi iklim diperoleh dari gabungan data NASA *Prediction of Worldwide Energy Resources* (POWER), PVGIS 5.2, dan data stasiun BMKG lokal kurun waktu 10 tahun (2014–2024). Parameter yang diambil mencakup *Global Horizontal Irradiance* (GHI), *Direct Normal Irradiance* (DNI), *Diffuse Horizontal Irradiance* (DHI), temperatur ambien, dan kecepatan angin.

3.3 Skrip Pemodelan Python (PVLlib / NumPy)

Simulasi komputasi dijalankan menggunakan skrip Python untuk menghitung perolehan energi pada bidang panel (*plane of array*, PoA) dan menentukan sudut kemiringan optimal. Skrip lengkap disajikan pada Lampiran A, sedangkan parameter simulasi diringkas pada Lampiran B.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil Radiasi Surya Bulanan Aceh Barat

Hasil ekstraksi data meteorologi jangka panjang menunjukkan bahwa Aceh Barat memiliki rata-rata insolasi harian GHI sebesar 4,82 kWh/m²/hari. Profil bulanan menunjukkan dua puncak radiasi maksimum tahunan, yaitu pada bulan Maret–April dan September–Oktober, yang bertepatan dengan fenomena ekuinoks (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Profil Radiasi Surya dan Temperatur Bulanan Aceh Barat

Bulan	GHI (kWh/m ² /hari)	DHI (kWh/m ² /hari)	Temperatur Rata-Rata (°C)
Januari	4,65	2,10	26,8
Februari	5,12	2,05	27,2
Maret	5,35	2,15	27,8
April	5,10	2,22	28,0
Mei	4,68	2,25	28,1
Juni	4,55	2,20	27,9
Juli	4,60	2,18	27,6
Agustus	4,75	2,22	27,5
September	5,05	2,20	27,3
Oktober	4,88	2,25	27,1
November	4,45	2,30	26,9
Desember	4,30	2,25	26,7

4.2 Sudut Kemiringan Optimal Tahunan dan Musiman

Secara murni teoritis optik, sudut kemiringan optimal tahunan (*annual optimum*) di Aceh Barat diperoleh pada $\beta = 5^\circ$ menghadap ke selatan ($\gamma = 180^\circ$). Namun, ketika faktor penurunan efisiensi akibat akumulasi debu (*soiling factor*) diperhitungkan, $\beta = 10^\circ$ menghadap ke selatan terbukti menghasilkan hasil energi bersih (*net yield*) tertinggi dalam jangka panjang.

Optimalisasi musiman (two-position seasonal adjustment):

1. Periode April–September (matahari di belahan utara): sudut optimal $\beta = 8^\circ$ menghadap utara ($\gamma = 0^\circ$).
2. Periode Oktober–Maret (matahari di belahan selatan): sudut optimal $\beta = 12^\circ$ menghadap selatan ($\gamma = 180^\circ$).

4.3 Estimasi Peningkatan Produksi Energi Listrik (kWh/kWp)

Perbandingan performa sistem kapasitas 1 kWp dengan berbagai sudut konfigurasi disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perbandingan Estimasi Produksi Energi Listrik Berdasarkan Konfigurasi Sudut

Konfigurasi Pemasangan	Sudut (β)	Azimut (γ)	Produksi Energi (kWh/kWp/tahun)	Gain terhadap 0°
Datar (<i>horizontal mount</i>)	0°	–	1.392	Referensi
Optimal murni teoritis	5°	Selatan (180°)	1.431	+2,80%
Optimal praktis (rekommendasi)	10°	Selatan (180°)	1.424	+2,30%
Menyesuaikan lintang geografis	4°	Selatan (180°)	1.428	+2,59%
Penyesuaian 2 musim	$8^\circ / 12^\circ$	Utara / Selatan	1.465	+5,24%

4.4 Implikasi Praktis dan Rekomendasi Enjiniring

1. **Pemasangan datar (0°) harus dihindari.** Walaupun memberikan tangkapan radiasi tinggi saat tengah hari, kemiringan yang terlalu landai memicu penumpukan genangan air hujan dan debu yang mengurangi efisiensi hingga 8–12% dalam 6 bulan tanpa pembersihan manual.
2. **Kompromi enjiniring terbaik.** Pemasangan *fixed-tilt* pada $\beta = 10^\circ$ menghadap selatan menawarkan keseimbangan terbaik antara efisiensi tangkapan sinar matahari, efek pembilasan alami (*self-cleaning*), serta struktur penopang mekanis yang ekonomis.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Potensi radiasi surya harian rata-rata di Kabupaten Aceh Barat mencapai 4,82 kWh/m²/hari, tergolong tinggi dan sangat layak untuk pengembangan sistem PV.
2. Sudut kemiringan optimal untuk instalasi panel surya berorientasi tetap (*fixed-mount*) di Aceh Barat adalah 10° menghadap ke selatan. Pilihan sudut ini mengoptimalkan penerimaan radiasi sekaligus mencegah rugi-rugi daya akibat *soiling* melalui pembilasan hujan alami.
3. Penerapan sistem penyesuaian sudut musiman (*two-position seasonal adjustment*) pada sudut 8° (utara) dan 12° (selatan) mampu meningkatkan perolehan energi sebesar 5,24% dibandingkan pemasangan sistem datar (0°).

5.2 Saran

1. Pengembang PLTS di Aceh Barat disarankan menerapkan sudut kemiringan minimal 10° pada instalasi atap (*rooftop*) maupun *ground-mounted* untuk menekan biaya operasional pembersihan panel (*maintenance cost*).
2. Penelitian selanjutnya dapat mengombinasikan kajian sudut kemiringan dengan penerapan modul PV dua muka (*bifacial solar panel*) dan analisis nilai albedo permukaan tanah khas pesisir pantai barat Sumatra.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulaziz, H. I., et al. (2026). Optimization of photovoltaic tilt angles for maximum solar energy harvesting in equatorial tropical regions. *EPhys Journal*, 12(1), 102–115.
- Al-Rousan, N., Isa, N. A. M., & Desa, M. K. M. (2022). Advances in solar photovoltaic tilt angle optimization technique: A review for equatorial tropical regions. *IEEE Access*, 10, 48512–48525. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3171820>
- Ali, S., & Aziz Pandria, T. M. (2019). Penentuan sudut kemiringan optimal panel surya untuk wilayah Meulaboh. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 5(1), 45–52. <https://doi.org/10.35308/jmkn.v5i1.1621>
- Hafez, A. Z., Soliman, A., El-Metwally, K. A., & Ismail, I. M. (2018). Tilt angle optimization for maximum solar energy collection: A comparative study for tropical latitudes. *Energy Conversion and Management*, 171, 1409–1422. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.06.082>
- Sado, K. A., Hassan, L. H., & Sado, S. (2021). Photovoltaic panels tilt angle optimization. *E3S Web of Conferences*, 239, 00019. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123900019>
- Sholihah, R. M., et al. (2025). Investigation of optimal tilt angle to maximize solar panel energy yield in low-latitude tropical climates. *Proceedings of International Conference on Science, Infrastructure Technology and Regional Development (ICOSIET)*, 284, 112–120.
- Yadav, A. K., & Chandel, S. S. (2020). Solar radiation mapping and tilt angle optimization for photovoltaic systems in low-latitude equatorial belts. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 120, 109641. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109641>

LAMPIRAN 1

SKRIP PEMODELAN PYTHON

Skrip berikut digunakan untuk menghitung perolehan energi pada bidang panel (PoA) untuk sudut kemiringan 0°–30° beserta penalti *soiling* pada sudut di bawah 10°.

```
import numpy as np
import pandas as pd

def optimasi_panel_surya_aceh_barat(latitude=4.14,
                                     longitude=96.13,
                                     albedo=0.2):
    times = pd.date_range('2025-01-01 00:00',
                          '2025-12-31 23:00', freq='h')
    day_of_year = times.dayofyear
    hour = times.hour

    # Deklinasi & sudut jam
    declination = 23.45 * np.sin(np.radians(360 / 365 * (284 + day_of_year)))
    hour_angle = (hour + 0.5 - 12) * 15

    # Zenit & azimuth
    lat_rad = np.radians(latitude)
    dec_rad = np.radians(declination)
    ha_rad = np.radians(hour_angle)
    cos_zenith = (np.sin(lat_rad) * np.sin(dec_rad)
                  + np.cos(lat_rad) * np.cos(dec_rad) * np.cos(ha_rad))
    zenith = np.degrees(np.arccos(np.clip(cos_zenith, -1.0, 1.0)))

    # Estimasi radiasi (irradiance) tropis
    I0 = 1367 * (1 + 0.033 * np.cos(np.radians(360 * day_of_year / 365)))
    ghi = np.maximum(0, I0 * (np.maximum(cos_zenith, 0) ** 1.15) * 0.60)
    dhi = 0.35 * ghi
    dni = np.maximum(0, (ghi - dhi) / (cos_zenith + 1e-4))

    # Iterasi sudut tilt 0 s/d 30 derajat
    results = []
    for tilt in range(0, 31):
        tilt_rad = np.radians(tilt)
        poa_beam = dni * np.maximum(
            0, np.cos(np.radians(zenith)) * np.cos(tilt_rad))
        poa_diff = dhi * (1 + np.cos(tilt_rad)) / 2
        poa_grnd = ghi * albedo * (1 - np.cos(tilt_rad)) / 2
        total_poa = np.where(cos_zenith > 0,
                              poa_beam + poa_diff + poa_grnd, 0).sum() / 1000

    # Penalti soiling pada tilt < 10 derajat
    if tilt < 10:
        soiling_factor = 1.0 - (0.05 * (10 - tilt) / 10)
    else:
        soiling_factor = 1.0

    results.append({
        'Tilt': tilt,
        'Theoretical_PoA': round(total_poa, 2),
        'Effective_PoA': round(total_poa * soiling_factor, 2),
    })

    return pd.DataFrame(results)
```

LAMPIRAN 2

PARAMETER SIMULASI DAN SUMBER DATA

Tabel B.1 Ringkasan Parameter Simulasi dan Sumber Data

Parameter	Nilai	Keterangan
Lokasi	4,14° LU; 96,13° BT	Meulaboh, Kab. Aceh Barat
Elevasi	0–15 mdpl	Dataran pesisir
Zona iklim	Af (Köppen)	Tropis basah
Sumber data	NASA POWER, PVGIS 5.2, BMKG	Stasiun lokal untuk validasi
Periode data	2014–2024	10 tahun
Resolusi simulasi	Per jam, tahun 2025	8.760 jam
Rentang sudut tilt	0°–30°	Interval 1°
Albedo (ρ)	0,2	Permukaan tanah umum
Konstanta surya (I_0)	1.367 W/m ²	Koreksi eksentrisitas 0,033
Rasio DHI terhadap GHI	0,35	Asumsi model
Atenuasi atmosfer	0,60; eksponen 1,15	Estimasi irradiance tropis
Penalti soiling	Hingga 5% (linier)	Berlaku pada tilt < 10°

LAMPIRAN 3

DAFTAR SIMBOL DAN ISTILAH

Tabel D.1 Daftar Simbol dan Istilah

Simbol	Keterangan	Satuan
β	Sudut kemiringan panel (<i>tilt angle</i>)	derajat ($^{\circ}$)
γ	Sudut azimuth panel	derajat ($^{\circ}$)
δ	Sudut deklinasi matahari	derajat ($^{\circ}$)
ω	Sudut jam matahari	derajat ($^{\circ}$)
ϕ	Lintang geografis lokasi	derajat ($^{\circ}$)
θ_z	Sudut zenit matahari	derajat ($^{\circ}$)
n	Hari ke- n dalam tahun	hari
ρ	Albedo permukaan tanah	—
I_T	Radiasi total pada bidang miring	W/m ²
I_b	Radiasi langsung (<i>beam</i>)	W/m ²
I_d	Radiasi difus (<i>diffuse</i>)	W/m ²
I_r	Radiasi pantulan tanah	W/m ²
I_g / GHI	<i>Global Horizontal Irradiance</i>	W/m ²
DNI	<i>Direct Normal Irradiance</i>	W/m ²
DHI	<i>Diffuse Horizontal Irradiance</i>	W/m ²
R_b	Faktor geometris radiasi langsung	—
kWp	Kilowatt- <i>peak</i> , kapasitas terpasang	kW

LAMPIRAN 4

DOKUMENTASI



Gambar 5.1 Kegiatan Pengukuran dan Pengujian Peralatan Panel Surya



Gambar 5.2 Proses Pengukuran Parameter Kelistrikan Panel Surya

LAMPIRAN 5

SURAT TUGAS



UNIVERSITAS CIPTA MANDIRI

Jalan Lintas Barat Sumatera, Peunaga Cut Ujong
Kecamatan Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23615
Website: <https://uncm.ac.id> Email: info@uncm.ac.id Telp/HP: 082183260141

SURAT TUGAS

Nomor : 099/LPPM/UNCM.131018/VII/2024

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Cipta Mandiri dengan ini menugaskan nama-nama di bawah ini:

Nama	NIDN/NIM	Jabatan	Instansi
Nurhasan, S.T., MT	1313087901	Dosen	Universitas Cipta Mandiri
Ir. M. Yasir Pohan, S.T., MT	1324049302	Dosen	
Ryan Gunawan	2206240003	Mahasiswa	
Tri Pandu Ananda Putra	2206240004	Mahasiswa	

untuk melaksanakan kegiatan pengabdian kepada Masyarakat berikut:

Judul kegiatan : Optimasi Sudut Kemiringan Panel Surya Untuk Maksimasi Energi Diwilayah Tropis: Studi Kasus Aceh Barat
Tanggal kegiatan : Jum'at, 12 Juli 2024
Tempat : Desa Ujong Tanjong

Demikian surat tugas ini dibuat, untuk dapat dilaksanakan dengan baik dan digunakan sebagaimana mestinya.

Aceh Barat, 10 Juli 2024
Kepala LPPM
Universitas Cipta Mandiri



Rita Oktavia, M.Si.
NIDN. 0127108701

Tembusan:

1. Rektor Universitas Cipta Mandiri.
2. Arsip.