

**PERBANDINGAN ANTARA INTENSITAS RADIASI MATAHARI
EKSTRATERESTRIAL DAN HASIL PENGUKURAN KONDISI
AKTUALNYA PADA PERMUKAAN MIRING DI KOTA PALEMBANG**

SKRIPSI

*Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika*



Disusun Oleh :

REYNNETHA AYUNINTYAS

08021181823090

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**PERBANDINGAN ANTARA INTENSITAS RADIASI MATAHARI
EKSTRATERESTRIAL DAN HASIL PENGUKURAN KONDISI
AKTUALNYA PADA PERMUKAAN MIRING DI KOTA PALEMBANG**

SKRIPSI

*Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika*

Oleh :

REYNNETHA AYUNINTYAS

08021181823090

Indralaya, Juli 2022

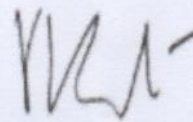
Dosen Pembimbing II



Drs. Octavianus C.S., M.T

NIP. 196510011991021001

Dosen Pembimbing I



Drs. Arsali, M.Sc.

NIP. 195710121986031002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Wirgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, Mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya:

Nama : Reynnetha Ayunintyas

NIM : 08021181823090


Judul TA : Perbandingan Antara Intensitas Radiasi Matahari Ekstraterrestrial dan Hasil Pengukuran Kondisi Aktual Pada Permukaan Miring di Kota Palembang.

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas dan mengikuti etika penulisan karya tulis ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di program studi fisika universitas sriwijaya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari terdapat kesalahan ataupun keterangan palsu dalam surat pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.

Indralaya, 01 Agustus 2022

Yang menyatakan



10000
METER
TAMPEL
49FA3AJX960723206
Reynnetha Ayunintyas
NIM. 0802118182090

LEMBAR PERSEMBAHAN

Man Jadda Wajada

"Barang siapa yang bersungguh-sungguh, maka ia akan berhasil"

Skripsi ini saya persembahkan untuk diriku sendiri yang telah berjuang menyelesaikannya dengan sebaik mungkin, kedua orang tuaku yang berusaha keras mendukungku, Adik-adikku yang menghiburku dikala lelah, Keluargaku, Sahabatku, Temanku, Pembimbing yang selalu berusaha sebaik mungkin membantu, Almamater dan Pemerintah Indonesia yang telah memberi beasiswa Bidikmisi sehingga bisa berkuliah dengan nyaman serta semua pihak yang telah membantu berbagai proses demi terselesaikannya Skripsi ini dengan baik. Terima kasih.

**PERBANDINGAN ANTARA INTENSITAS RADIASI MATAHARI
EKSTRATERESTRIAL DAN HASIL PENGUKURAN KONDISI
AKTUALNYA PADA PERMUKAAN MIRING DI KOTA PALEMBANG**

**OLEH:
REYNNETHA AYUNINTYAS
08021181823090**


ABSTRAK

Radiasi matahari ekstraterrestrial adalah radiasi matahari yang terjadi diluar atmosfer bumi. Sehingga intensitas yang dihasilkan dari radiasi matahari tersebut akan berbeda dengan radiasi matahari yg langsung mengenai atmosfer. Posisi atau permukaan yang diterapkan dalam melakukan penelitian menjadi poin penting karena dapat menghasilkan nilai yang berbeda. Penelitian ini memiliki tujuan mengetahui perbandingan dari perhitungan teori dan pengukuran secara langsung intensitas radiasi matahari pada permukaan miring. Data yang digunakan yaitu data pengukuran menggunakan alat untuk mendapatkan intensitas radiasi matahari dan data perhitungan menggunakan rumus para ahli untuk mendapatkan intensitas radiasi matahari ekstraterrestrial. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober-Desember 2021 di Kota Palembang. Parameter kajian adalah radiasi matahari dengan metode analisa data berupa grafik yang dihasilkan dari data gabungan lalu akan dibandingkan sehingga akan terlihat perbedaan yang disebabkan oleh beberapa faktor. Hasil dari perbandingan menunjukkan nilai intensitas radiasi matahari ekstraterrestrial yang diperoleh dari perhitungan cukup tinggi mencapai 1400 W/m^2 dibandingkan nilai intensitas radiasi matahari dari pengukuran alat rendah hanya 50% dari 100% hasil perhitungan.

Kata Kunci : Radiasi Matahari Ekstraterrestrial, Intensitas Radiasi Matahari, Permukaan Miring, Energi, Atmosfer.

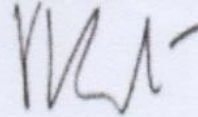
Indralaya, Juli 2022

Dosen Pembimbing II



Drs. Octavianus C.S., M.T.
NIP. 196510011991021001

Dosen Pembimbing I



Drs. Arsali, M.Sc.
NIP. 195710121986031002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

**COMPARISON BETWEEN THE INTENSITY OF EXTRATERRESTRIAL
SOLAR RADIATION AND THE RESULTS OF MEASURING ITS
ACTUAL CONDITION ON AN INCLINED SURFACE
IN PALEMBANG CITY**

**BY:
REYNNETHA AYUNINTYAS
08021181823090**

ABSTRACT

Extraterrestrial solar radiation is solar radiation that occurs outside the earth's atmosphere. So that the intensity produced from the solar radiation will be different from the solar radiation that directly hits the atmosphere. The position or surface applied in conducting research is an important point because it can produce different values. This study aims to find out the comparison of theoretical calculations and direct measurements of the intensity of solar radiation on inclined surfaces. The data used are measurement data using tools to obtain the intensity of solar radiation and calculation data using expert formulas to obtain extraterrestrial solar radiation intensity. This research was conducted in October-December 2021 in Palembang. The parameters of the study are solar radiation with a data analysis method in the form of graphs generated from combined data so that differences will be seen caused by several factors. The results of the comparison show that the value of extraterrestrial solar radiation intensity obtained from calculations is quite high, reaching 1400 W / m² compared to the value of solar radiation intensity from low tool measurements of only 50% of 100% of the calculation results.

Keywords : Extraterrestrial Solar Radiation, Solar Radiation Intensity, Inclined Surface, Energy, Atmosphere.

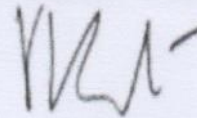
Indralaya, Juli 2022

Dosen Pembimbing II



Drs. Octavianus C.S., M.T.
NIP. 196510011991021001

Dosen Pembimbing I



Drs. Arsali, M.Sc.
NIP. 195710121986031002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101094121001

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat, rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Perbandingan Intensitas Radiasi Matahari Ekstraterestrial Pada Permukaan Miring dan Hasil Pengukuran Kondisi Aktualnya di Kota Palembang“ ini dapat terselesaikan dengan lancar. Penelitian ini dilaksanakan di Kota Palembang pada Oktober-Desember 2021. Tugas Akhir ini dibuat dan diajukan untuk melengkapi persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Tugas Akhir ini juga bertujuan untuk memperluas wawasan penulis dan pembaca.

Selanjutnya penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih atas bantuan serta dukungan dari berbagai pihak yang terkait yang telah ada dari awal pelaksanaan penelitian hingga akhirnya saat ini dapat selesai dengan baik. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada kedua dosen pembimbing, yaitu Bapak Drs. Arsali, M.Sc. dan Bapak Drs. Octavianus C.S, M.T., yang senantiasa membimbing penulis dengan baik dan sabar. Selanjutnya secara khusus penulis juga ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, Kedua orang tua Bapak Aep Saefullah dan Ibu Neli Maryani serta keluarga besar yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah mendoakan dan mendukung penulis di setiap jalannya, memberi materi dan semangat kepada penulis hingga saat ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Hermansyah, M.Si.,Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T., selaku Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Muhammad Irfan, M.T., dan Bapak Dr. Akhmad Aminuddin Bama, M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun selama Tugas Akhir ini.

6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen beserta Staf di Jurusan Fisika yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama ini.
7. Kelompok mengerjakan Tugas Akhir ini M. Agung Brahma, Hadi Nugroho dan Resparia.
8. Bapak Arsali dan Ibu Elly Ita Arsali yang telah memberikan tempat yang nyaman selama penelitian, materi dan perhatian selama menjalankan tugas akhir ini.
9. Teman seperjuangan dan seorganisasi Mita Fitriani sebagai tempat bertukar pikiran, memberikan semangat serta saran yang membangun.
10. Pemerintah Indonesia terutama Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan beasiswa Bidikmisi kepada penulis.
11. Keluarga seperjuangan Fisika 2018 dan Rekan – rekan di KBI OFSA.
12. Rekan Asisten Laboratorium Eksperimen Fisika 2018.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan keterbatasan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan masukan, baik kritik maupun saran yang sifatnya membangun demi masa yang akan datang. Penulis juga berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat sebagai tambahan pengetahuan dan referensi dalam penelitian selanjutnya.

Akhir kata Penulis ucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu proses penelitian dan pembuatan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat diterima dan bermanfaat bagi semua pihak.

Indralaya, Juli 2022

Reynnetha Ayunintyas
NIM. 0802118182090

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR ISTILAH	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Matahari	4
2.2 Radiasi Matahari	5
2.3 Sudut Matahari	6
2.4 Buku Iqbal (1983)	8
2.4.1 Radiasi Matahari Ekstraterestrial Pada Permukaan Horizontal	9
2.4.2 Radiasi Matahari Ekstraterestrial Pada Permukaan Miring	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Lokasi Penelitian	16
3.3 Alat dan Perangkat	17
3.4 Data Penelitian	17
3.5 Tahapan Penelitian	18
3.6 Diagram Alir Penelitian	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Hasil Perhitungan	25
4.1.1. Hasil Perhitungan Permukaan Datar	25
4.1.2. Hasil Perhitungan Permukaan Miring.....	26
4.2. Hasil Pengukuran	27
4.3. Perbandingan Intensitas Radiasi Matahari	28
4.3.1. Hasil Perhitungan dan Pengukuran Pada Oktober 2021	28
4.3.2. Hasil Perhitungan dan Pengukuran Pada November 2021	30
4.3.3. Hasil Perhitungan dan Pengukuran Pada Desember 2021	33
4.4. Perbandingan Energi Matahari.....	36
4.4.1. Energi Matahari Oktober 2021	36
4.4.2. Energi Matahari November 2021	38
4.4.3. Energi Matahari Desember 2021	40
4.4.4. Energi Matahari Aktual Total.....	42
BAB V PENUTUP	43
5.1. Kesimpulan.....	43
5.2. Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sudut untuk menentukan orientasi dan lokasi bidang miring	7
Gambar 2. 2 dua sudut yang menentukan posisi matahari relatif terhadap bola langit dan Bumi.....	7
Gambar 2. 3 Hubungan antara radiasi normal langsung dan horizontal.....	10
Gambar 2. 4 Variasi diurnal dari radiasi matahari ekstraterrestrial pada permukaan horizontal	11
Gambar 2. 5 Radiasi pada Permukaan Miring Menuju Khatulistiwa	12
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.....	16
Gambar 3. 2 Sensor dan alat SPM	21
Gambar 3. 3 Data excel gabungan	23
Gambar 4. 1 Hasil Perhitungan Permukaan Datar 23 Desember 2021	25
Gambar 4. 2 Hasil Perhitungan Permukaan Miring 23 Oktober 2021.....	26
Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran Kondisi Aktual 21 November 2021.....	27
Gambar 4. 4 Intensitas Radiasi Matahari 20 Oktober 2021	28
Gambar 4. 5 Intensitas radiasi matahari 28 Oktober 2021.....	29
Gambar 4. 6 Intensitas Radiasi Matahari 3 November 2021	30
Gambar 4. 7 Intensitas Radiasi Matahari 13 November 2021	31
Gambar 4. 8 Intensitas radiasi matahari 29 November 2021	32
Gambar 4. 9 Intensitas Radiasi Matahari 1 Desember 2021	33
Gambar 4. 10 Intensitas radiasi matahari 19 Desember 2021	34
Gambar 4. 11 Intensitas Radiasi Matahari 30 Desember 2021	35
Gambar 4. 12 Energi Matahari Harian Oktober 2021.....	36
Gambar 4. 13 Energi Matahari Rata-Rata Oktober 2021.....	37
Gambar 4. 14 Energi Matahari Harian November 2021	38
Gambar 4. 15 Energi matahari rata-rata November 2021	39
Gambar 4. 16 Energi Matahari Harian Desember 2021.....	40
Gambar 4. 17 Energi Matahari Rata-Rata Desember 2021	41

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
Tabel 3. 2 Tabel Excel Untuk Data Master.....	18
Tabel 3. 3 Tabel Excel Untuk Data Bidang Datar	19
Tabel 3. 4 Tabel Excel Untuk Data Bidang Miring.	20
Tabel 3. 5 Data Excel Dari Alat SPM.....	22
Tabel 4. 1 Energi Matahari Total Oktober-Desember 2021	42

DAFTAR ISTILAH

E_0	: faktor koreksi eksentrisitas orbit bumi
r_0	: Jarak rata-rata matahari-bumi disebut satu satuan astronomi sebesar 1 AU.
r	: Jarak matahari-bumi.
Γ	: sudut hari (derajat)
d_n	: nomor hari dalam setahun, dari 1 pada 1 Januari hingga 365 pada 31 Desember.
δ	: sudut deklinasi matahari (derajat)
Et	: persamaan waktu dalam satuan menit
θ_z	: sudut zenith, juga disebut jarak zenith (derajat)
ω	: sudut jam, siang nol dan pagi positif;
ϕ	: garis lintang geografis, dalam derajat, positif utara;
ψ	: azimuth matahari, dalam derajat, nol selatan, timur positif
γ	: sudut azimuth
β	: kemiringan bidang terhadap horizontal
I_{sc}	: <i>solar constant</i> (1367 W/m^2)
I_0	: radiasi ekstraterestrial per jam bidang horizontal (W/m^2)
I_{0n}	: radiasi normal perjam (W/m^2)
H_0	: radiasi ekstraterestrial harian bidang horizontal (W/m^2)
$I_{0\beta}$: radiasi ekstraterestrial perjam bidang miring (W/m^2)
$H_{0\beta}$: radiasi ekstraterestrial harian bidang miring (W/m^2)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Posisi Indonesia di garis khatulistiwa yaitu pada lintang 6° LU- 11° LS dan 95° BT- 141° BT, dan dengan memperhatikan peredaran matahari dalam setahun yang berada pada daerah $23,5^{\circ}$ LU dan $23,5^{\circ}$ LS membuat Indonesia akan selalu disinari matahari selama 10-12 jam dalam sehari dan memiliki tingkat radiasi matahari cukup baik (Sitorus dkk., 2014). Oleh karena itu potensi sumber energi matahari di Indonesia sebagai sumber energi listrik alternatif (terbarukan) sangat perlu dimanfaatkan mengingat juga, total intensitas penyinaran rata-rata matahari sebesar 4,5 kWh per meter persegi per hari. Matahari juga bersinar berkisar 2000 jam per tahun, jadi ini merupakan sumber energi yang melimpah (Widodo *et al.*, 2010). Sehingga kajian mengenai matahari menjadi sangat menarik karena dapat memberikan pengaruh besar untuk masyarakat mengingat kebutuhan energi yang terus meningkat dan potensi yang ada cukup memadai jika dimanfaatkan dengan baik.

Radiasi yang dipancarkan oleh matahari yang telah ditransmisikan melalui atmosfer bumi disebut radiasi matahari. Radiasi ini disebarkan melalui ruang hampa dalam bentuk gelombang dan aliran energi sebagiannya (Yuliarto, 2017). Posisi matahari dan kedudukan wilayah di permukaan bumi memberikan pengaruh nyata terhadap potensi radiasi matahari pada suatu wilayah. Potensi ini akan berubah tiap waktu, tergantung dari kondisi atmosfer, posisi (garis lintang), serta waktu (jumlah hari dalam tahun dan lama penyinaran matahari dalam satu hari) (Rifai dkk, 2014).

Seiring berjalan waktu berbagai teknologi dan ilmu pengetahuan terus berkembang terutama dalam hal pengukuran intensitas radiasi matahari. Berbagai macam alat pengukuran telah dibuat dengan kelebihan masing-masing. Salah satunya yaitu alat *Solar Power Meter* yang dikhususkan mengukur radiasi matahari. Alat tersebut bisa digunakan untuk mengukur intensitas radiasi matahari secara langsung dengan meletakkan alat menghadap matahari. Pada tahun 1983 seorang dosen di Universitas British Columbia bernama Muhammad Iqbal menerbitkan sebuah buku berjudul "*An Introduction to Solar Radiation*" didalam

buku tersebut dijelaskan rumus perhitungan untuk prediksi intensitas radiasi matahari ekstraterrestrial baik di bidang horizontal maupun di bidang miring. Hal ini menimbulkan pertanyaan menarik bagaimana perbandingan hasil pengukuran langsung menggunakan alat yang ada dengan prediksi dari perhitungan menggunakan rumus dan melihat bagaimana penerapan pemasangan seperti panel surya yang dipasang pada atap rumah yang miring. Sehingga dilakukan penelitian mengenai Perbandingan Intensitas Radiasi Matahari Ekstraterrestrial dan Hasil Pengukuran Kondisi Aktualnya Pada Permukaan Miring di Kota Palembang. Alasan Kota Palembang dipilih sebagai wilayah penelitian karena penulis memahami wilayah tersebut sehingga penelitian bisa dilakukan dengan baik agar dapat mengetahui potensi yang ada demi pemanfaatan yang berkelanjutan.

Penelitian mengenai perbandingan hasil pengukuran dan perhitungan intensitas radiasi matahari pada bidang miring di Kota Palembang belum dilakukan sebelumnya. Hanya terdapat penelitian mengenai estimasi dan analisis intensitas radiasi matahari di berbagai kota di Indonesia dan Luar Negeri. Sedangkan rumus-rumus untuk pengukuran radiasi matahari dalam buku M. Iqbal pernah digunakan sebagai acuan kajian penelitian yaitu untuk menghitung radiasi matahari langsung yang dilakukan oleh Rama (2017).

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana memahami radiasi surya sebagai sumber energi?
2. Bagaimana menghitung intensitas radiasi matahari ekstraterrestrial pada bidang miring?
3. Bagaimana mengukur intensitas radiasi matahari pada bidang miring di permukaan bumi?
4. Bagaimana perbandingan intensitas radiasi matahari hasil perhitungan pada butir 2 dengan hal yang sama dari hasil perhitungan pada butir 3?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Memahami radiasi surya sebagai sumber energi berdasarkan landasan teori dan berbagai formula empiris terkait dengan analisis perhitungan dan pengukuran potensinya.
2. Menghitung intensitas radiasi matahari ekstraterrestrial pada bidang miring untuk kasus khusus di Kota Palembang

3. Mengukur intensitas radiasi matahari pada bidang miring di permukaan bumi untuk kasus khusus di Kota Palembang
4. Membandingkan intensitas radiasi matahari hasil perhitungan pada butir 2 dengan hal yang sama dari hasil perhitungan pada butir 3 untuk kasus khusus di Kota Palembang.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Dapat memperoleh informasi mengenai potensi ketersediaan energi matahari di Kota Palembang.
2. Dapat mengetahui cara yang efektif dalam melakukan pengukuran intensitas radiasi matahari di Kota Palembang.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk menguji pengukuran intensitas radiasi matahari bidang miring periode Oktober-Desember 2021 di Kota Palembang. Data yang digunakan yaitu data pengukuran dari alat *Solar Power* dan data prediksi yang digunakan adalah perhitungan menggunakan beberapa formula empiris yang dirujuk dalam buku Iqbal (1983).

DAFTAR PUSTAKA

- Hamdi, S. (2014) 'Mengenal Lama Penyinaran Matahari Sebagai Salah Satu Parameter Klimatologi', *Berita Dirgantara*, 15(1), pp. 7–16.
- Iqbal, M. (1983) *An Introduction to Solar Radiation*. United Sta, *ACADEMIC PRESS CANADA*. United Sta. New York. doi: 10.1111/jmp.12384.
- Messenger, R. A. and Abtahi, A. (2004) *Photovoltaic Systems Engineering*, *Photovoltaic Systems Engineering*. doi: 10.1201/b12389.
- Raisal, A. Y. *et al.* (2021) 'Analisis Pengaruh Aphelion Dan Perihelion Terhadap Suhu Menggunakan Weather Station', *Jurnal Environmental Science*, 3(2). doi: 10.35580/jes.v3i2.19996.
- Rifai, L. D., Tongkukut, S. H. J. and Raharjo, S. S. (2014) 'Analisis Intensitas Radiasi Matahari di Manado dan Maros', *Jurnal MIPA*, 3(1), p. 49. doi: 10.35799/jm.3.1.2014.3907.
- S. Alrwashdeh, S., M. Alsaraireh, F. and A. Saraireh, M. (2018) 'Solar radiation map of Jordan governorates', *International Journal of Engineering & Technology*, 7(3), p. 1664. doi: 10.14419/ijet.v7i3.15557.
- Sari and Zuhendri (2015) 'Matahati dan penyinarannya', 7(1), pp. 37–52.
- Sitorus, T. B., Napitupulu, F. H. and Ambarita, H. (2014) 'Korelasi Temperatur Udara dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Performansi Mesin Pendingin Siklus Adsorpsi Tenaga Matahari', *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cylinder*, 1(1), pp. 8–17.
- Suastaka, I. N., Mahardika, I. G. and Mahendra, M. S. (2015) 'Analisis Perputaran Radiasi Surya Terhadap Kinerja Sel Fotolistrik Sebagai Energi Ramah Lingkungan Di Nusa Penida Kabupaten Klungkung Provinsi Bali', *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 9(1), p. 46. doi: 10.24843/ejes.2015.v09.i01.p06.
- Utomo, Y. S. (2017) 'Radiasi Surya Menggunakan Data Lpm (Lama Penyinaran Matahari)', *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 07(02), pp. 21–27. Available at: <http://jurnal.unpad.ac.id/jmei/article/view/15534>.
- Wald, L. (2021) *Fundamentals of Solar Radiation*, *Fundamentals of Solar Radiation*. doi: 10.1201/9781003155454.

- Widén, J. and Munkhammar, J. (2019) *Solar Radiation Theory, Solar Radiation Theory*. doi: 10.33063/diva-381852.
- Widodo, D. A. *et al.* (2010) 'Rekayasa Peralatan Pompa Air Pada Kolam Ikan', *Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), p. 6.
- Yulianto, B. (2017) *Memanen Energi Matahari*. 1st edn. Edited by E. Warsidi. Bandung: Penerbit ITB.