



Pemodelan Potensi Energi Surya Melalui Integrasi LST dan GHI di Tangerang Selatan

Yetti Anita Sari¹, Samsurizal², Nadia Paramita³, Sendi Permana⁴

¹Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara, Jakarta, Indonesia, yetti.anita@itpln.ac.id

²Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara, Jakarta, Indonesia, samsurizal@itpln.ac.id

³Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara, Jakarta, Indonesia, nadia.paramita@itpln.ac.id

⁴Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia, sendipermana@unimed.ac.id

Corresponding Author: yetti.anita@itpln.ac.id¹

Abstract: *The rapid population growth and development in South Tangerang, a buffer zone of the metropolis, have resulted in a surge in electricity demand and modifications to environmental temperatures. The vulnerability of fossil fuels is driving a transition toward the development of new and renewable energy based on the specific potential of each region. This research focuses on identifying spatial distributions of Land Surface Temperature (LST) and assessing the potential for solar energy distribution. This study adopts a quantitative approach by integrating remote sensing data with spatial analysis techniques. The data sources for this research consist of 2025 Landsat 8 OLI imagery, solar irradiance data, and administrative boundary maps, all sourced from relevant institutional agencies. The research workflow includes LST data processing, scoring, and weighting, integrated through an overlay of LST and GHI data. Results show that LST values range between 19°C and 33°C, with high-temperature zones identified in Ciputat, Pamulang, and Pondok Aren districts. The high GHI values and relatively stable land surface temperatures in Serpong District indicate its significant potential as a primary site for solar energy development.*

Keywords: *Spatial Analysis, New and Renewable Energy, Solar Energy, Land Surface Temperature*

Abstrak: Pesatnya pertumbuhan penduduk dan pembangunan di Kota Tangerang Selatan, kawasan penyangga metropolis, berdampak pada melonjaknya kebutuhan listrik dan modifikasi suhu lingkungan. Rentannya energi fosil mendorong transisi menuju pengembangan energi baru terbarukan yang berbasis potensi setiap wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi distribusi spasial *Land Surface Temperature (LST)* dan menganalisis distribusi potensi energi Surya. Pendekatan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif melalui integrasi data penginderaan jauh dan analisis spasial. Dataset yang digunakan dalam studi ini mencakup Citra Landsat 8 Oli tahun 2025, data iradiasi matahari, peta administrasi. Data diperoleh dari instansi terkait. Tahapan analisis dalam kajian ini adalah pengolahan data LST, skoring, pembobotan, dan overlay antara parameter LST

dengan GHI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai LST sangat beragam antara 19–330 °C. Cakupan wilayah yang memiliki nilai LST tinggi diantaranya Kecamatan Ciputat, Pamulang dan Pondok Aren. Kecamatan Serpong berpotensi sebagai lokasi yang memiliki energi surya tertinggi, karena nilai GHI tinggi dan suhu permukaan relatif stabil.

Kata Kunci: Analisis Spasial, Energi Baru Terbarukan, Energi Surya, *Land Surface Temperature*

PENDAHULUAN

Kota Tangerang Selatan sebagai bagian dari kawasan penyangga metropolitan, mengalami lonjakan demografis dan pembangunan yang sangat signifikan. Tingginya laju urbanisasi diiringi alih fungsi lahan bervegetasi menjadi lahan terbangun merupakan indikator penanda khas dari dinamika transformasi kawasan ini (Astuti et al., 2025). Sementara itu, akumulasi laju pembangunan dan aktivitas perkotaan di Tangerang Selatan berimplikasi pada kenaikan permintaan energi listrik dalam jumlah signifikan. Arus urbanisasi yang progresif dan pengembangan kawasan industri memerlukan ketersediaan pasokan listrik reliabel, berkeadilan untuk mendukung produktivitas ekonomi dan menjamin pemenuhan kebutuhan rumah tangga (Nurhayati et al., 2025). Kendati demikian, faktanya, tingginya dependensi terhadap sumber daya fosil yakni batu bara, minyak, dan gas bumi, tidak hanya mempercepat laju kerusakan ekologis melalui emisi gas rumah kaca dalam jumlah massif (Fitrianti & R, 2025), namun juga memperbesar potensi kerawanan terjadinya krisis energi di masa depan (Logayah et al., 2023). Keterbatasan sumber energi fosil serta volatilitas harga internasional, merupakan tantangan stabilitas ketahanan energi nasional dalam jangka Panjang (Putri, 2026). Salah satu indikator perubahan termal tersebut dapat dideteksi menggunakan parameter Land Surface Temperature (LST). LST mengukur besaran radiasi termal dari permukaan bumi, yang menjadi parameter penting dalam mengidentifikasi neraca energi (Darliandri et al., 2025). Namun, penelitian sebelumnya di Tangerang Selatan belum banyak yang mengkaji LST berkaitan dengan potensi energi listrik. Penelitian ini mengintegrasikan teknologi penginderaan jauh melalui citra multispektral Landsat 8 Oli untuk mengekstraksi nilai LST dan intensitas radiasi matahari. Studi ini bertujuan untuk menganalisis dinamika spasial-temporal LST untuk memetakan area prioritas pengembangan energi terbarukan dalam rangka mendukung pengembangan perencanaan kota.

METODE

Studi ini menerapkan pendekatan kuantitatif melalui integrasi metode deskriptif analitik dengan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan penginderaan Jauh. Penggunaan data penginderaan jauh memiliki manfaat dalam efisiensi waktu untuk pemetaan (Nazudin et al., 2025). Lokus penelitian ini di Kota Tangerang Selatan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit Landsat 8 Oli dari USGS yang telah terkoreksi pada 2025, peta administrasi wilayah, dan data intensitas radiasi matahari yang berasal dari BMKG. Proses pengolahan data ini menggunakan software pemetaan QGIS. Teknik analisis data penelitian sebagai berikut:

a. Ekstraksi LST

Tahapan ekstraksi LST adalah

1. Mengkonversi nilai Digital Number (DN) menjadi *Top of Atmospheric Radiance*, rumus sebagai berikut:

$$L_{\lambda} = ML \times Q_{cal} + AL$$

Keterangan:

L_{λ} : TOA Spectral Radiance ($W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$)

M_L : Radiance Multiplicative Scaling Factor

A_L : Radiance Additive Scaling Factor

Q_{cal} : Nilai Digital Number (DN) Piksel

Sumber: (Darliandri et al., 2025)

2. Mengkonversi nilai Radiance ke *Brightness Temperature (BT)*. Formula BT dibawah ini adalah:

$$BT = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\mu} + 1\right)}$$

Keterangan:

BT : *Brightness Temperature*

L_λ : *Toa Spectral Radiance*

K_1 dan K_2 : *Konstanta Termal Sensor*

Sumber: (Darliandri et al., 2025)

3. Menentukan nilai NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) untuk mengidentifikasi emisivitas permukaan (ϵ). Rumus sebagai berikut:

$$P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2$$

Keterangan:

P_v : Proporsi Vegetasi

$NDVI_{min}$: Nilai NDVI Minimum Citra

$NDVI_{ma}$: Nilai NDVI Maksimum Citra

Sumber: (Darliandri et al., 2025)

4. Emisivitas Permukaan (ϵ)

Emisivitas merupakan rasio antara radiasi yang dipancarkan suatu permukaan dengan benda yang suhunya sama. Rumus ϵ adalah:

$$\epsilon = 0.004 \times P_v + 0.986$$

Keterangan:

ϵ : Emisivitas Permukaan

0.986 : Nilai Emisivitas Tanah Campuran

0.004 : Faktor Koreksi Vegetasi

Sumber: (Darliandri et al., 2025)

5. Menghitung Nilai LST

Perhitungan ini untuk mengetahui besarnya nilai suhu permukaan dengan rumus berikut:

$$LST = \frac{BT}{1 + \left(\frac{\lambda \times BT}{\rho} \right) \ln(\epsilon)}$$

Keterangan:

LST : *Land Surface Temperature (C)*

BT : *Brightness Temperature*

λ : Panjang Gelombang Efektif (10.8 μm)

ρ : $1.438 \times 10^{-2} \text{ mK}$

ϵ : Emisivitas Permukaan

h : $6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$

c : $2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$

σ : $1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

Sumber: (Darliandri et al., 2025)

b. Skoring dan Pembobotan

Dalam tahapan ini, parameter memberikan pembobotan untuk LST di tahun 2025 untuk mengetahui potensi energi. Skoring parameter sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi LST

Suhu Permukaan (LST C ⁰)	Kategori	Skoring	Bobot
20 - 30	Sangat Baik	5	20%
> 30 - 35	Baik	4	
> 35 - 40	Cukup	3	
> 40 - 45	Kurang Baik	2	
> 45	Tidak Layak	1	

Sumber: Analisis Data, 2025

Tabel 2. Klasifikasi GHI

Intensitas Radiasi	Kategori	Skoring	Bobot
> 5.5	Sangat Tinggi	5	30%
5 – 5.5	Tinggi	4	
4.5 - 5	Sedang	3	
4 - 4.5	Rendah	2	
< 4	Sangat Rendah	1	

Sumber: Analisis Data, 2025

c. Overlay Parameter

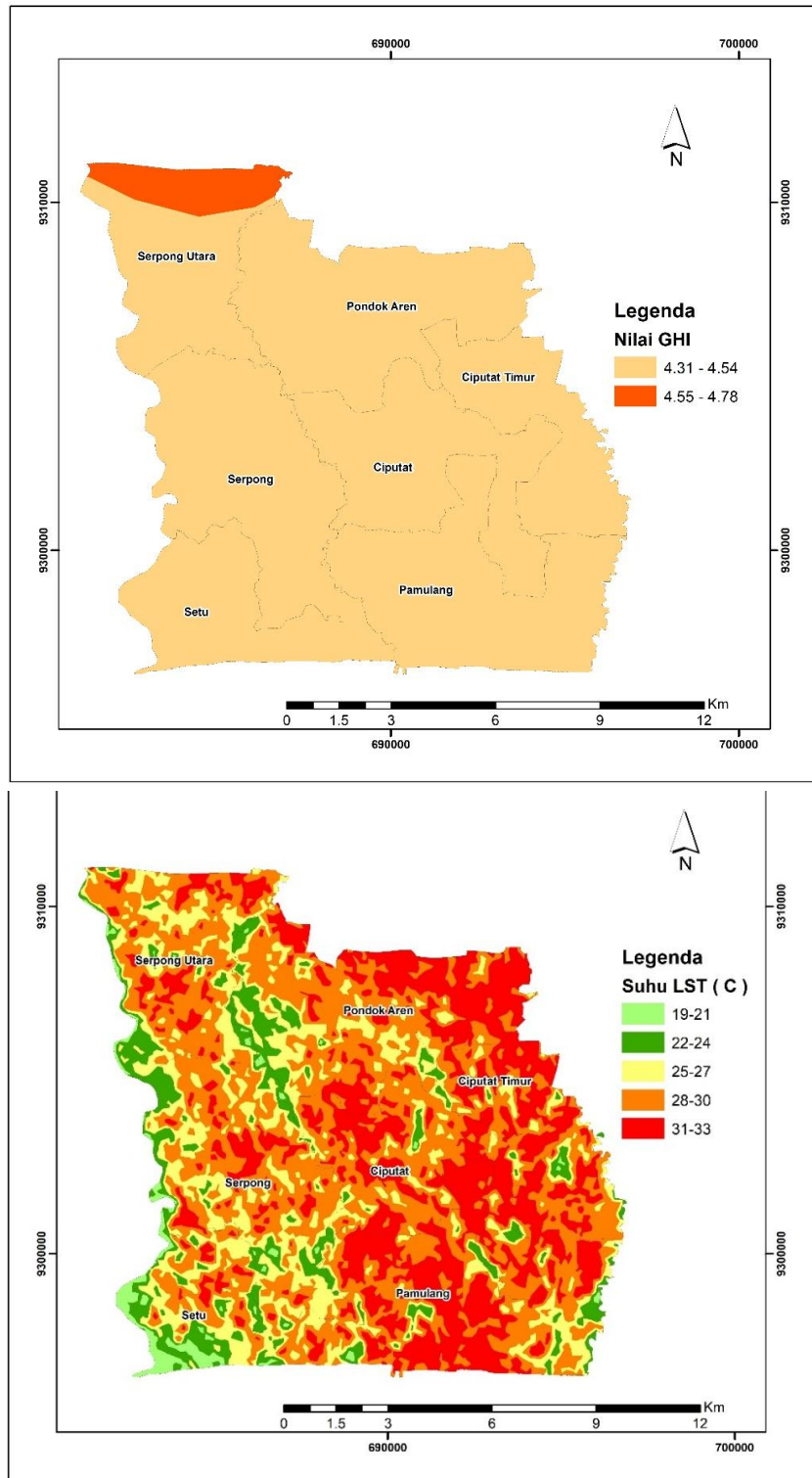
Melakukan overlay paramater GHI dan LST

d. Pengkelasan Zona Prioritas Energi Listrik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis menunjukkan bahwa nilai GHI yang seragam menunjukkan bahwa faktor penentu utama potensi energi surya lebih ditentukan oleh faktor atmosfer skala regional dan tutupan awan (Mubyn & Ilminnafik, 2024). Temuan ini menegaskan asumsi bahwa semua kecamatan di Kota Tangerang Selatan layak untuk pengembangan fotovoltaik. Visualisasi pemetaan sebaran GHI di Kota Tangerang Selatan ditunjukkan pada Gambar 1. Sementara GHI menunjukkan homogenitas, namun di sisi lain LST mengindikasikan dinamika spasial dengan rentang 19–33°C. Sebaran area dengan suhu tinggi yaitu 31–33°C terpusat di Kawasan yang memiliki intensitas bangunan tinggi seperti Ciputat, Pamulang, dan Pondok Aren. Kondisi tersebut ditimbulkan oleh pembangunan kota yang cepat dan ketersediaan resapan air sangat sedikit (Arman et al., 2024). LST yang tinggi disebabkan oleh tingkat kepadatan bangunan tinggi dan tutupan vegetasi yang rendah (Aldzahabi et al., 2024).

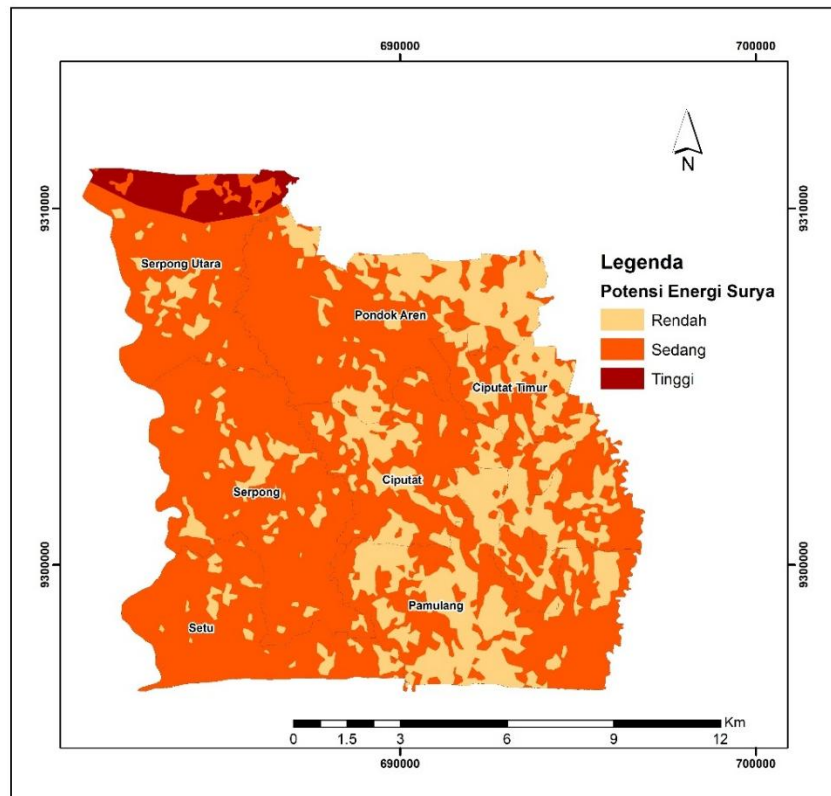
Kondisi morfologi kota menunjukkan tingginya peluang dalam menerapkan pemasangan fotovoltaik (PV). Oleh karena itu, area dengan nilai LST tinggi menunjukkan dinamika urban yang tinggi dan berkontribusi pada potensi ketersediaan area (Aldzahabi et al., 2024). Secara spasial, distribusi LST tidak hanya berperan sebagai indikator luasan atap bangunan, tetapi juga menjadi pertimbangan dalam penilaian potensi PLTS atap. Kenaikan LST cenderung menurunkan produktivitas panel surya, sehingga semakin tinggi nilai LST maka daya keluaran yang dihasilkan oleh panel semakin rendah (Makkulau et al., 2020) ataupun sebaliknya. Pada Kawasan dengan LST tinggi membutuhkan penerapan mitigasi dalam tahapan perencanaan. Langkah untuk memitigasi dengan memanfaatkan sistem pendingin pasif maka modul yang dipilih adalah modul surya yang temperaturnya rendah, agar kinerja sistem tetap maksimal meskipun dalam kondisi thermal kurang mendukung (Supit, 2025). Oleh karena itu, LST berperan sebagai parameter thermal dari karakteristik tutupan lahan dan dinamika UHI perkotaan. Peta distribusi LST di Kota Tangerang Selatan Tahun 2025 ditampilkan pada Gambar 2.



Sumber: Analisis Data, 2025

Gambar 2. Peta LST Kota Tangerang Selatan

Peta potensi energi surya menggambarkan pola spasial dari kelas potensi tinggi hingga rendah, peta tersebut disajikan pada Gambar 3.



Area yang terkonsentrasi kelas potensi tertinggi terindetifikasi di wilayah utara khususnya Kecamatan Serpong yang disebabkan oleh terdapat intensitas radiasi matahari atau GHI tinggi dan kondisi suhu permukaan relatif stabil, sehingga lokasi tersebut berpotensi tinggi untuk operasional panel surya (Akrim, 2023). Kelas potensi sedang mendominasi distribusi spasial di Kota Tangerang Selatan, hal ini mencerminkan bahwa karakteristik lingkungan yang stabil antara besarnya intensitas radiasi matahari dengan suhu permukaan, sehingga area tersebut dapat diterapkan PV yang standar. Berbeda dengan area berpotensi rendah yang memiliki pola yang sporadis dan berasosiasi dengan wilayah yang memiliki suhu permukaan tinggi, seperti di daerah permukiman yang sangat padat, sehingga berdampak pada efisiensi PV.

Temuan studi ini dapat dijadikan dasar untuk perencanaan wilayah Kota Tangerang Selatan, dalam merumuskan kebijakan pengembangan energi terbarukan berbasis keruangan. Hasil identifikasi dipenjelasan sebelumnya, Kecamatan Serpong Utara sebagai lokus prioritas untuk PLTS skala komersial untuk menarik investasi energi bersih di daerah bagian utara. Sementara untuk lokasi yang memiliki kepadatan tinggi seperti Ciputat, Pamulang, dan Pondok Aren berpeluang untuk PLTS atap skala perumahan, dengan memperhatikan mitigasi suhu permukaan dengan pemilihan panel Surya bertemperatur rendah dan optimalisasi sirkulasi udara. Selanjutnya, peta potensi dapat diintegrasikan ke dalam dokumen rencana tata ruang seperti RTRW atau RDTR untuk menguatkan dasar lokus penetapan kawasan energi.

KESIMPULAN

GHI Kota Tangerang Selatan menunjukkan nilai yang seragam di seluruh wilayah PLTS. Meski demikian, nilai LST paling tertinggi di daerah bangunan padat seperti Pamulang, Ciputat, dan Pondok Aren. Nilai LST yang tinggi dapat menyebabkan menurunnya performa kinerja fotovoltaik. Data GHI dan LST yang diintegrasikan

mengidentifikasi bahwa Kecamatan Serpong merupakan lokasi yang diprioritaskan untuk dikembangkan PLTS atap dengan memberlakukan.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini telah didanai oleh LPPM Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara melalui pendanaan Penelitian Dosen Pemula (PDP) pada tahun 2025.

REFERENSI

- Akrim, A. A. D. (2023). *Arahan dan Rekomendasi Mitigasi terhadap Wilayah yang Terdampak Urban Heat Island di Kota Makassar*. Universitas Hasanufdin.
- Aldzahabi, M. A., Abrari, F. H., & Wibowo, A. F. (2024). Identifikasi Pengaruh Vegetasi dan Kepadatan Bangunan Kabupaten Klaten Terhadap Perubahan Suhu Melalui Citra Landsat-8 LST, NDVI, dan NDBI. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 4(1).
- Arman, A., Latief, R., & Nasution, M. A. (2024). Strategi Pengendalian Alih Fungsi Lahan Daerah Resapan Air Menjadi Lahan Terbangun di Kota Makassar. *Urban Regional Studies Journal*, 6(2), 278–286.
- Astuti, R. L., Pradhana, M. A. Y., Cantigi, A. S., Vergestian, D. B., Winandi, M. A. L., Fariz, T. R., & Heriyanti, A. P. (2025). Analisis Perubahan Tutupan Lahan Terbangun di Kecamatan Bawen. *Proceeding Seminar Nasional IPA XV Peran Ilmu Lingkungan Untuk Kecermatalangan Pendidikan Sains Menuju Indonesia Emas Edisi 2025*, 653–661.
- Darliandri, D., Darmadi, D., Chairunnisak, A., Sawab, H., Adisalamun, A., Zaki, M., & Mukhlisien, M. (2025). Estimasi Suhu Permukaan dan Suhu Udara di Kota Sabang, Aceh, Indonesia. *Jurnal Pengabdian Aceh*, 2(2), 83–90.
- Fitrianti, F., & R, H. F. A. (2025). Filosofi Minyak Bumi: Paradoks Kemajuan dan Kelangsungan Dalam Perspektif Lingkungan, Sosial, Ekonomi, dan Teknologi. *Journal of Urban and Regional Planning for Sustainable Environment*, 4(2), 16–23.
- Logayah, D. S., Rahamawati, R. P., Hindami, D. Z., & Mustikasari, B. (2023). HJIRS: Hasanuddin Journal Of International Affairs. *Krisis Energi Uni Eropa: Tantangan Dan Peluang Dalam Menghadapi Pasokan Energi Yang Terbatas*, 3(2), 102–110.
- Makkulau, A., Samsurizal, S., & Kevin, S. (2020). Karakteristik Temperatur Pada Permukaan Sel Surya Polycrystalline Terhadap Efektifitas Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jurnal Ilmiah Sutet*, 10(2), 69–78.
- Mubyn, S. N., & Ilminnafik, N. (2024). Pengukuran Intensitas Radiasi Matahari di Wilayah Kabupaten Nganjuk Tahun 2016. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 1(1), 21–26.
- Nazudin, S. F., Riry, R. B., & Tetelepta, E. G. (2025). Pemanfaatan Remote Sensing (RS) Untuk Mengetahui Kepadatan Penduduk di Desa Rumah Tiga, Kec. Teluk Ambon, Kota Ambon. *Jurnal Pendidikan Geografi Unpatti*, 4(2), 205–216.
- Nurhayati, N., Lutfi, M. Y., Pujiriyani, D. W., Rosidah, R., Estede, S., Muta'ali, L., Juansa, A., Syafril, R., Irawan, E. P., & Minarsi, A. (2025). *Ekonomi Desa: Strategi Pemberdayaan Untuk Pembangunan Berkelanjutan* (1st ed.). PT. Star Digital Publishing.
- Putri, F. B. (2026). Analisis Ketahanan Energi Nasional Berbasis Indeks Ketergantungan Impor Dan Emisi Karbon. *Jurnal Lingkungan Hidup Dan Energi Terbarukan*, 1(1), 10–18.
- Supit, M. V. (2025). *Peningkatan Kinerja Modul Fotovoltaik Dengan Pendinginan Pasif Menggunakan Fluida Air*. Institut Teknologi Bandung.