



## ANALISIS PERSEBARAN KESESUAIAN INSTALASI PHOTOVOLTAIC PADA BANGUNAN KAMPUS PUSAT UNIVERSITAS NEGERI PADANG

Usqo Irwanto<sup>1</sup>, Ernawati<sup>2</sup>

Program Studi Geografi, FIS, Universitas Negeri Padang

Email: [usqo.irwanto@outlook.com](mailto:usqo.irwanto@outlook.com)

### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagian atap bangunan kampus pusat UNP yang sesuai untuk instalasi photovoltaic pada kampus pusat UNP, Air Tawar Barat, Padang dengan beberapa kriteria kesesuaian instalasi PV dalam lingkup ilmu spasial. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data insolasi tahun 2019, DEMNAS, shapefile bangunan, dan data tinggi bangunan. Analisis yang digunakan adalah *Elevation Pixel Manipulation* untuk mendapatkan elevasi bangunan total, *Area Solar Radiation* untuk mendapatkan data insolasi yang diterima atap bangunan, dan *conditional* kriteria atap bangunan yang sesuai untuk PV. Hasil dari penelitian ini menunjukkan dari 81.652,71 m<sup>2</sup> luas atap bangunan yang tersebar di berbagai fakultas (termasuk bangunan pascasarjana), 81.080,65 m<sup>2</sup> yang terindikasi sesuai untuk instalasi PV, dan sebesar 572,06 m<sup>2</sup> atau 0,7 persen dari total luas atap bangunan dikarenakan memiliki insolasi kurang dari 800 kWh/m<sup>2</sup> dan luas totalnya kurang dari 30 m<sup>2</sup>.

**Kata kunci** — *Electricity Power Production, Insolasi, Usable Solar Radiation.*

### ABSTRACT

*The purpose of this research is to find out the roof of Padang States University (UNP) Central Campus building that is suitable for photovoltaic installation on UNP central campus, West Air Tawar, Padang with several criteria for conformity of PV installation in the scope of spatial science. This type of research is quantitative. The data used in this study are insolation data in 2019, DEMNAS, building shapefiles, and building height data. The analysis used is Elevation Pixel Manipulation to obtain total building elevation, Solar Radiation Area to obtain insolation data received by the roof of the building, and conditional criteria of roofing buildings suitable for PV. The results of this study showed from 81,652.71 m<sup>2</sup> roof area of buildings spread across various faculties (including graduate buildings), 81,080.65 m<sup>2</sup> which is indicated suitable for PV installations, and amounted to 572.06 m<sup>2</sup> or 0.7 percent of the total building roof area due to having insolation of less than 800 kWh/m<sup>2</sup> and a total area of less than 30 m<sup>2</sup>.*

**Keywords** — *Electricity Power Production, Insolation, Usable Solar Radiation*

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang

## PENDAHULUAN

Peliknya masalah energi listrik dewasa ini menjadi salah satu topik yang ditanggapi serius oleh pihak-pihak di berbagai sektor, baik dari sisi kuantitas maupun biaya merambat pada kepentingan publik maupun masyarakat sipil. Salah satu sektor yang cukup merasakan dampaknya adalah sektor pendidikan. Sektor pendidikan merupakan salah satu sektor yang cukup bergantung pada energi listrik dalam proses belajar mengajar, terlebih pada lingkup universitas yang memiliki jumlah mahasiswa masif.

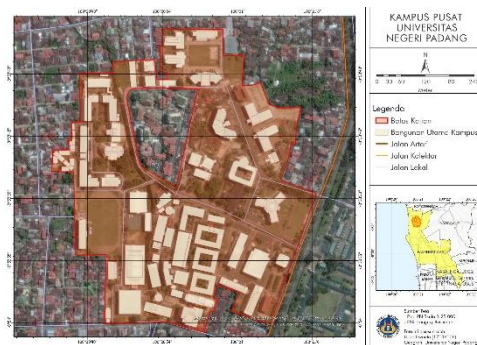
Sebagai salah satu kampus yang berlokasi dekat dengan khatulistiwa, energi surya atau *photovoltaic* merupakan pilihan yang tepat bila dimanfaatkan di UNP untuk mengurangi anggaran penggunaan energi listrik. *Photovoltaic* (atau biasa disingkat PV) adalah sektor teknologi dan penelitian yang berhubungan dengan aplikasi panel surya untuk energi dengan mengubah sinar matahari menjadi listrik.

Sebagai salah satu kampus di Indonesia, Universitas Negeri Padang menjadi salah satu “kandidat” yang dapat dijadikan wilayah yang melakukan penerapan *photovoltaic* pada atap bangunannya. Dengan rata-rata luas permukaan atap bangunan kampus yang relatif luas, tidak berada pada kawasan pegunungan dan perbukitan, berlokasi pada kawasan katulistiwa, dan memiliki kemiringan lahan yang datar membuat UNP

menjadi lokasi yang sesuai dalam implementasi *photovoltaic* demi meningkatkan elektrifikasi Kota Padang. Dengan fungsi penelitian ini adalah untuk menjawab persoalan mengenai kecukupan energi yang dihasilkan untuk menampung kebutuhan energi pada kampus pusat UNP dengan menjawab persoalan seperti ketinggian bangunan untuk mencapai penerimaan radiasi maksimal, *shadow effect* yang dihasilkan bangunan, jumlah radiasi di kawasan kampus, hingga energi yang dapat digunakan dan efektif digunakan yang hasil energi tersebut diharapkan dapat mengurangi konsumsi listrik dari PLN oleh universitas dan penghematan biaya tersebut dapat disalurkan untuk pembangunan energi untuk wilayah yang belum dialiri listrik, atau bahkan untuk sektor pembangunan lainnya.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, yang membutuhkan perhitungan matematika dan statistik. Pelaksanaan penelitian berlangsung pada Maret hingga April 2021. Untuk pengukuran dan pengumpulan data tinggi minimum atap bangunan telah dilakukan oleh Tim KKL Tematik Geografi UNP pada Bulan November 2020.



**Gambar 1.** Peta Bangunan UNP

Sumber data pada penelitian ini adalah data sekunder yang berupa data insolasi dan tagihan listrik kampus pusat UNP (2019), DEMNAS, shapefile bangunan, dan data tinggi bangunan. Untuk pengolahan data tersebut, beberapa metode digunakan seperti berikut.

#### 1. *Elevation Pixel Manipulation*

Proses analisis ini digunakan untuk modifikasi nilai piksel pada data DEM sehingga memiliki nilai-nilai tertentu pada permukaan bumi yang setara dengan elevasi permukaan bumi (Digital Surface Model). Tahap ini menggunakan perangkat lunak ArcGIS Pro 2.7 yang mendukung pengoperasian pixel editor sehingga lebih mudah digunakan. Proses ini digunakan sebab tidak adanya data DSM yang beresolusi spasial tinggi yang dapat digunakan untuk analisis ketinggian bangunan maupun untuk mendapatkan lereng pada atapnya, sehingga perlunya input manual data tinggi bangunan pada piksel DEM hingga menghasilkan DSM sesuai dengan kebutuhan penelitian.

#### 2. *Area Solar Radiation*

Solar radiation analysis tools menghitung insolasi di lanskap atau untuk lokasi tertentu, berdasarkan metode dari algoritma jarak pandang hemispherical yang dikembangkan oleh Rich et al. Penelusuran terhadap nilai insolasi tiap bangunan kampus UNP dilakukan dengan Area Solar Radiation tool. Konsep dari metode ini adalah menggunakan data insolasi dari NASA Earth Observation (NEO) yang tersedia di database Esri dalam kurun waktu satu tahun (2019), kemudian mengaplikasikan data tersebut kepada medan yang ada di wilayah kajian.

#### 3. *PV Suitability for Building*

Kesesuaian bangunan yang dapat dilakukan instalasi PV, pada dasarnya ada dua faktor. Faktor tersebut adalah Kriteria tersebut adalah konsentrasi insolasi pada suatu wilayah harus sama atau lebih besar dari  $800 \text{ kWh/m}^2$ , dan luas permukaan dari atap bangunan harus sama atau lebih besar dari  $30 \text{ m}^2$ .

Kedua kriteria tersebut diterapkan pada dua data yang berbeda. Pertama, kriteria luas bidang atap yang tidak kurang dari  $30 \text{ m}^2$  diterapkan pada data shapefile bangunan atau tapak bangunan yang telah didigitasi sesuai dengan bagian-bagian pada atapnya. Kedua, insolasi yang tidak kurang dari  $800 \text{ kWh/m}^2$  diterapkan pada data hasil dari analisis *area solar radiation*. Kedua data tersebut kemudian digabung dengan *joining data*. Hasil dari analisis ini merupakan persebaran

atap bangunan yang sesuai untuk instalasi PV.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian

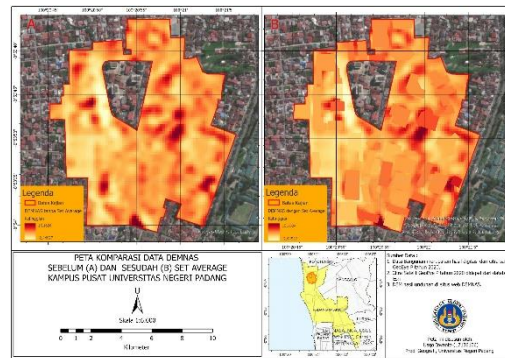
Kampus pusat atau kampus utama Universitas Negeri Padang terletak di Kota Padang, tepatnya di Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Kecamatan Padang Utara. Secara astronomis berada pada  $0^{\circ} 53' 36.38''$  LS hingga  $0^{\circ} 54' 0.77''$  LS dan  $100^{\circ} 20' 45.15''$  BT hingga  $100^{\circ} 21' 6.32''$  BT.

Lokasi astronomis ini menyebabkan kampus pusat UNP mendapatkan penyinaran matahari sepanjang tahun. Luas kampus pusat UNP secara keseluruhan berada pada angka 46 hektar (Rensta UNP) dengan kisaran 68 bangunan (termasuk musholla, ATM, dan sebagainya) dengan dominan model atap *hip roof* dan *flat* yang memiliki kemiringan kurang dari 45 derajat yang mampu menerima cahaya matahari sebelum atau sesudah tengah hari, dengan pengecualian bangunan *Business Center*, UKM, dan Rektorat Lama yang memiliki perkiraan elevasi atap lebih dari 45 derajat.

### 2. Pondasi Bangunan dengan *Elevation Pixel Modification*

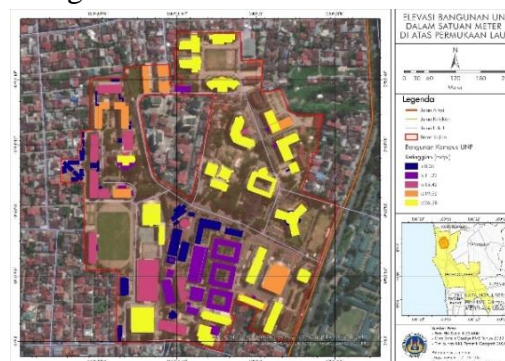
*Elevation pixel manipulation* digunakan untuk menyaaratakan nilai piksel pada suatu wilayah yang berfungsi agar tidak adanya

gangguan-gangguan dari beberapa nilai piksel yang rancu. Sehingga pada penelitian ini, nilai piksel pada tapak bangunan memiliki nilai yang sama



**Gambar 2.** Perbandingan data DEMNAS sebelum dan sesudah diolah dengan *Elevation pixel manipulation*.

Hasil dari *elevation pixel modification (pixel editor)* tersebut kemudian digabungkan dengan raster bangunan (dengan tinggi sebagai value). Sehingga didapatkan ketinggian bangunan dengan ukuran mdpl. Hasil tersebut dapat dilihat sebagai berikut.

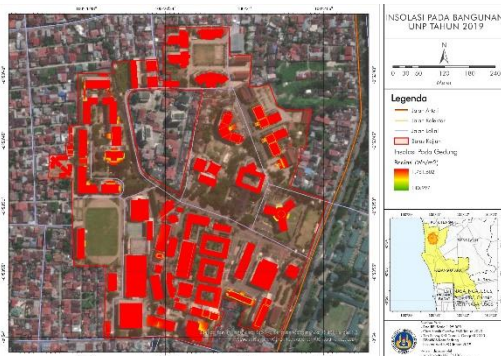


**Gambar 3.** Peta elevasi bangunan UNP (mdpl)

### 3. Insolasi Pada Atap Bangunan dengan *Area Solar Radiation*

Kondisi general lingkungan kampus pusat UNP sebenarnya cukup baik untuk menyerap insolasi yang datang sepanjang hari selama satu tahun penuh, meskipun beberapa bangunan tidak terlalu efektif menyerap insolasi tersebut karena kemiringan lereng dari atap bangunannya lebih dari 45 derajat, yaitu gedung BAK, *UNP Business Center*, dan Gedung UKM.

Hasil *area solar radiation* yang dihasilkan akan menampilkan hasil dalam satuan  $\text{Wh/m}^2$  (Watt hour per square meter) dengan hasil penjumlahan seluruh insolasi yang datang pada bangunan UNP selama tahun 2019 yang diambil dengan interval 1 jam.



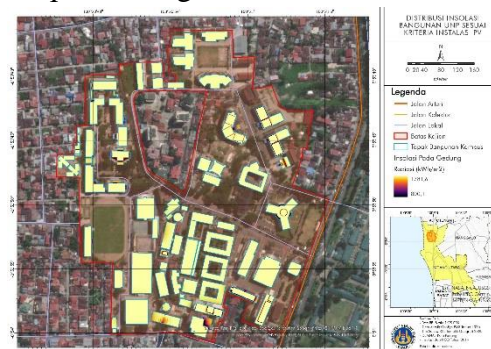
**Gambar 4.** Persebaran dan konsentrasi insolasi pada kampus pusat UNP tahun 2019

Pada peta tersebut diperlihatkan bahwa konsentrasi insolasi yang diterima tiap bangunan satu dan lainnya cenderung merata. Hal ini disebabkan karena penghalang cahaya matahari pada UNP hampir tidak ada, dan jarak satu bangunan

dengan bangunan lainnya cukup jauh. Insolasi maksimal yang dapat diterima bangunan UNP pada tahun 2019 berada pada angka  $1.781.602 \text{ Wh/m}^2$  dan terendah pada angka  $140.997 \text{ Wh/m}^2$ .

### 4. Kesesuaian Atap Untuk Instalasi PV

Ada setidaknya dua syarat dasar instalasi PV pada wilayah khatulistiwa, yaitu insolasi yang lebih dari atau sama dengan  $800 \text{ kWh/m}^2$  dan luas bidang lebih dari atau sama dengan  $30 \text{ m}^2$ . Penyeleksian dengan kriteria menggunakan bantuan *tools* seperti *con* untuk data raster, dan *select by attributes* pada data shapefile bangunan.

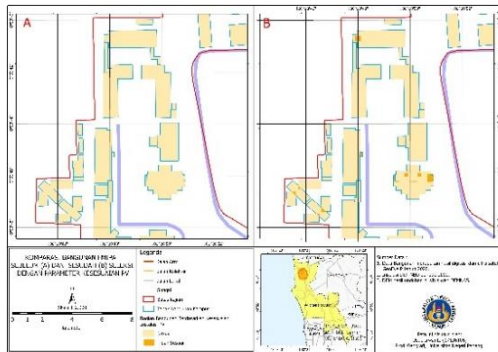


**Gambar 5.** Peta hasil seleksi data insolasi (lebih atau sama dengan  $800 \text{ kWh/m}^2$ )

Pada peta di atas, dapat diperhatikan bahwa nilai insolasi yang berada di bawah  $800 \text{ kWh/m}^2$  sudah dihilangkan, dengan insolasi tertinggi berada pada  $1.781,6 \text{ kWh/m}^2$  tersebar secara merata pada tiap bangunan kampus. Dengan selesainya penyeleksian sesuai kriteria kesesuaian, dari sekitar 68 bagian

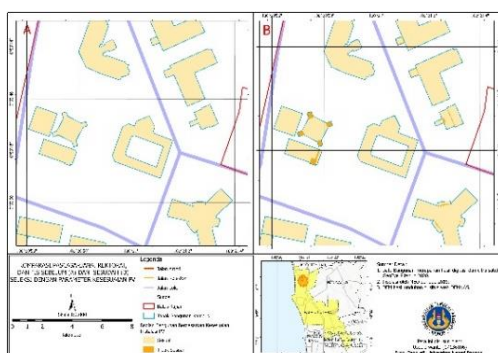


bangunan yang terdeteksi pada penelitian ini, terdapat perbedaan luasan di beberapa bagian bangunan. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada peta berikut yang terbagi menjadi tiga bagian untuk memperjelas bagian yang mengalami perubahan.



**Gambar 6.** Peta komparasi persebaran bangunan FMIPA yang sesuai untuk PV

Pada peta tersebut terlihat beberapa bangunan seperti perpustakaan pusat memiliki beberapa bagian di atapnya yang tidak sesuai untuk instalasi PV. Kemudian pada gedung bagian utara yang dekat dengan koridor memiliki bagian atap yang tidak sesuai untuk instalasi.



**Gambar 7.** Peta komparasi persebaran bangunan pascasarjana, FIS, dan rektorat yang sesuai untuk PV

Bagian pada bangunan pascasarjana ada yang tidak dapat diterapkan instalasi PV. Kemudian beberapa sela-sela di beranda rektorat memiliki dua faktor yang menyebabkan bagian tersebut tidak sesuai (tempat yang sempit dan terhalang matahari), dan bagian-bagian di koridor pada bangunan fakultas ilmu sosial (FIS) yang tidak sesuai.

Perbedaan tersebut secara keseluruhan dapat dilihat pada peta berikut.



**Gambar 8.** Peta Kesesuaian PV di UNP

Untuk melihat lebih jelas perbedaan luas tersebut, dapat diperhatikan pada tabel berikut.

**Tabel 1.** Komparasi luas bidang atap bangunan UNP

No	Label Bangunan	Luas Atap Awal (sq meter)	Luas Atap Kesesuaian PV (sq meter)	Selisih (sq meter)
1	FMIPA (Bangunan Kecil)	131,5250	129,7831	1,7419
2	Asrama	1921,6129	1880,0746	41,5383
3	ATM Bank Nagari	417,2087	417,1250	0,0837
4	Audit FMIPA	1085,6190	1085,3727	0,2463
5	FBS 1	1964,4987	1964,3081	0,1906
6	FE	2338,2696	2336,5906	1,6790
7	FIK 2	847,6668	847,5216	0,1452
8	FIS	552,4020	525,7849	26,6171
9	FMIPA 1	1221,8723	1178,9712	42,9011
10	FMIPA 4	1306,2274	1289,7125	16,5149
11	FMIPA 5	1145,5088	1145,5057	0,0031
12	FMIPA 7	1896,1795	1895,8673	0,3122
13	FPP	1211,2495	1209,5838	1,6657
14	G.Terpadu A	1965,9307	1941,7142	24,2165
15	G.Terpadu B	1884,2142	1861,5921	22,6222
16	Pasca Sarjana 1	733,3817	583,7233	149,6584
17	Pasca Sarjana 2	769,8234	701,4207	68,4027
18	Pendopo	1540,2445	1537,1190	3,1255
19	Psikologi	1223,8845	1223,8521	0,0324
20	Pustaka	1358,0562	1229,6657	128,3905
21	Rektorat	2456,3683	2414,4018	41,9665
Total		27971,7439	27399,6902	572,0537

Sumber: Hasil olahan peneliti 2021

Dari peta dan tabel tersebut, ini membuktikan meskipun secara medan dan letak lintang kampus UNP memiliki kesesuaian yang tinggi, namun efek lingkungan sekitar sangat berpengaruh terhadap kesesuaian akhir. pengaruh tersebut berefek pada jumlah insolasi yang diterima.

## KESIMPULAN

Proses dalam mendapatkan persebaran bangunan yang sesuai untuk diinstalasi PV dan jumlah potensi energi yang didapat darinya, yaitu *Elevation Pixels Manipulation* untuk mendapatkan tinggi pondasi, yang kemudian digabung dengan data tinggi bangunan. Kemudian dianalisis

dengan *Area Solar Radiation* untuk data insolasi pada bangunan. Hasil dari analisis ini serta seleksi berdasarkan kriteria kesesuaian instalasi PV untuk bangunan, yaitu luas bagian atap lebih atau sama dengan 30 m<sup>2</sup> dan insolasi lebih dari atau sama dengan 800 kWh/m<sup>2</sup>. Dengan hasil komparasi (sebelum dan sesudah penyesuaian atap dengan kriteria) menunjukkan adanya perbedaan luas total dari bidang atap sebesar 572,054 m<sup>2</sup>. Dengan total luas bidang atap bangunan kampus pusat UNP adalah 81.652,709, persentase penyusutan luas (luas atap yang tidak sesuai untuk instalasi PV) adalah 0,7 persen. Ini membuktikan bahwa

hampir seluruh bagian bangunan kampus pusat UNP secara general sesuai untuk diinstalasi PV dengan maksimal insolasi berada pada angka 1781,6 kWh/m<sup>2</sup>.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hong, T., Koo, C., Park, J., & Park, H. S. (2014). A GIS (geographic information system)-based optimization model for estimating the electricity generation of the rooftop PV (photovoltaic) system. *Energy*, 65, 190-199.
- Huang, T., Wang, S., Yang, Q., & Li, J. (2018). A GIS-based assessment of large-scale PV potential in China. *Energy Procedia*, 152, 1079-1084.
- Huld, T., Moner-Girona, M., & Kriston, A. (2017). Geospatial analysis of photovoltaic mini-grid system performance. *Energies*, 10(2), 218.
- Jakubiec, J. A., & Reinhart, C. F. (2013). A method for predicting city-wide electricity gains from photovoltaic panels based on LiDAR and GIS data combined with hourly Daysim simulations. *Solar Energy*, 93, 127-143.
- Kanoua, W., & Merkel, B. J. (2016). Modification of a digital elevation model (DEM) in a flat topographic area with respect to manmade features. *Geosciences Journal*, 20(1), 101-115.
- Lidberg, W., Nilsson, M., Lundmark, T., & Ågren, A. M. (2017). Evaluating preprocessing methods of digital elevation models for hydrological modelling. *Hydrological Processes*, 31(26), 4660-4668.
- Lindsay, J. B., Francioni, A., & Cockburn, J. M. (2019). LiDAR DEM smoothing and the preservation of drainage features. *Remote Sensing*, 11(16), 1926.
- Lovich, J. E., & Ennen, J. R. (2011). Wildlife conservation and solar energy development in the desert southwest, United States. *BioScience*, 61(12), 982-992.
- Meir, S., Stephanos, C., Geballe, T. H., & Mannhart, J. (2013). Highly-efficient thermoelectronic conversion of solar energy and heat into electric power. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 5(4), 043127.
- Newton, P., & Newman, P. (2013). The geography of solar photovoltaics (PV) and a new low carbon urban transition theory. *Sustainability*, 5(6), 2537-2556.
- Oloo, F. O., Olang, L., & Strobl, J. (2015). Spatial Modelling of Solar energy Potential in Kenya. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 6, 17-30.
- Sánchez-Lozano, J. M., Antunes, C. H., García-Cascales, M. S., & Dias, L. C. (2014). GIS-based photovoltaic solar farms site selection using ELECTRE-TRI: Evaluating the case for Torre Pacheco, Murcia, Southeast of Spain. *Renewable Energy*, 66, 478-494.
- Seehaus, T., Morgenshtern, V. I., Hübner, F., Bänsch, E., & Braun, M. H. (2020). Novel Techniques for Void Filling in



Glacier Elevation Change Data Sets. *Remote Sensing*, 12(23), 3917.

Verso, A., Martin, A., Amador, J., & Dominguez, J. (2015). GIS-based method to evaluate the photovoltaic potential in the urban environments: The particular case of Miraflores de la Sierra. *Solar Energy*, 117, 236-2