

Analisis Data DEM untuk Hidroponik Presisi: Menemukan Lokasi Penyinaran Matahari yang Optimal (Studi Kasus: Rooftop di Politeknik Pertanian Negeri Samarinda)

DEM Data Analysis for Precise Hydroponics: Discovering Optimal Sunlight Locations (Study Case: Rooftop in Samarinda State Polytechnic of Agriculture)

F. V. Astrolabe Sian Prasetya*, Nia Kurniadin, Feri Fadlin

Program Studi Teknologi Rekayasa Geomatika dan Survei, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, 75242, Indonesia

*Korespondensi penulis: astrolabesp@politanisaamarinda.ac.id

Diterima: 29092023; Diperbaiki: 10062024; Disetujui: 17062024; Dipublikasi: 19062024

Abstrak: Pertumbuhan penduduk Kalimantan Timur yang sangat cepat dan juga pelaksanaan kegiatan pertanian di Kalimantan Timur yang relatif rendah menimbulkan permasalahan dalam pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat di Kalimantan Timur. Dalam usaha meningkatkan pelaksanaan kegiatan pertanian di Kalimantan Timur, perlu dilakukan pertanian skala mikro, yaitu dengan melakukan pertanian hidroponik dengan memanfaatkan lahan kosong di atas gedung (*rooftop*). Untuk meningkatkan keberhasilan dalam pertanian mikro tersebut, perlu memperhatikan lama penyinaran matahari pada lokasi pertanian tersebut. Dengan berkembangnya teknologi GIS dan Remote Sensing, hal ini dapat memungkinkan untuk dilakukan kajian penentuan lokasi yang optimal untuk pertanian pintar (*smart farming*) hidroponik, khususnya pada parameter lama penyinaran matahari di lingkungan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Salah satu data spasial yang dapat digunakan dalam kajian ini adalah data Digital Elevation Model (DEM) dari pesawat nirawak (*Unmanned Aerial Vehicle/UAV*). Berbagai metode analisis spasial dapat diterapkan untuk dapat mengekstraksi nilai lama penyinaran matahari pada suatu lokasi, salah satunya adalah penentuan area bayangan sinar matahari (*Hillshade*) dan teknik penjumlahan dengan pembobotan (*Weighted Sum*). Hasil Dari penelitian ini didapatkan bahwa ada 3 Gedung yang memiliki kriteria cocok sebagai rencana lokasi hidroponik, yaitu antara lain: a) Gedung I, dengan luas 172.5 m² dan lama penyinaran maksimal 12 jam/hari; b) antara Gedung G dan H, dengan luas 130 m² dan lama penyinaran maksimal 12 jam/hari; serta Gedung E, dengan luas 737,49 m² dan lama penyinaran maksimal 12 jam/hari. Dari hasil kajian dimana didapatkan area yang sesuai dan memiliki lama penyinaran matahari yang optimal di lingkungan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, memberikan gambaran bagi pelaku pertanian, baik dosen maupun mahasiswa, dapat mengembangkan pertanian pintar hidroponik pada lokasi *rooftop* tersebut. Selain itu penelitian ini dapat tingkatkan lebih lanjut untuk mengkaji lokasi yang optimal untuk produksi daya mandiri (Panel Surya) sebagai *supply* daya pada kebutuhan pertanian pintar hidroponik selanjutnya.

Copyright © 2024 Geoid. All rights reserved.

Abstract: The rapid population growth in East Kalimantan, coupled with relatively low agricultural activity, has posed challenges in meeting the food needs of the local population. To enhance agricultural practices in East Kalimantan, micro-scale farming, specifically hydroponics on rooftop spaces, can be considered. To ensure the success of micro-scale farming, attention must be given to the duration of sunlight exposure in these farming locations. With the advancement of GIS (Geographic Information System) and Remote Sensing technology, it is possible to conduct a study to determine optimal locations for smart hydroponic farming, with a focus on sunlight duration parameters within the Samarinda State Polytechnic of Agriculture. One of the spatial data sources that can be used in this study is Digital Elevation Model (DEM) data obtained from Unmanned Aerial Vehicles (UAV). Various spatial analysis methods can be applied to extract values related to sunlight duration in a that location, including techniques such as hillshade analysis and weighted sum calculations. The results of this research indicate that there are three buildings suitable as potential hydroponic locations, characterized by: a) Building I, with an area of 172.5 m² and a maximum sunlight duration of 12 hours per day; b) the area between Buildings G and H, with an area of 130 m² and a maximum sunlight duration of 12 hours per day; and c) Building E, with an area of 737.49 m² and a maximum sunlight duration of 12 hours per day. The study's findings, which identified suitable areas with optimal sunlight exposure within the Politeknik Pertanian Negeri Samarinda environment, provide insight for agricultural stakeholders in that area to develop smart hydroponic farming on these rooftop locations. Additionally, this research can be further expanded to assess optimal locations for self-sustaining power generation, such as solar panels, to meet the energy needs of future smart hydroponic farming endeavors.

Kata kunci: *Sunlight Duration, Smart Farming, Rooftop, Hillshade, Weighted Sum.*

Cara untuk sitasi: Prasetya, F. V. A. S., Kurniadin, N., Fadlin, F. (2024). Analisis Data DEM untuk Hidroponik Presisi: Menemukan Lokasi Penyinaran Matahari yang Optimal (Studi Kasus: Rooftop di Politeknik Pertanian Negeri Samarinda). *Geoid*, 19(2), 246 - 255.

Pendahuluan

Kalimantan Timur memiliki luas wilayah 129.066,64 km (Badan Pusat Statistika (BPS) Kalimantan Timur, 2019) dengan jumlah penduduk sebanyak 3,77 juta jiwa (Badan Pusat Statistika (BPS) Kalimantan Timur, 2020). Pertumbuhan penduduk yang sangat cepat di Kalimantan Timur, dapat menimbulkan permasalahan yang nyata dalam pemenuhan pangan bagi seluruh masyarakat. Pelaksanaan kegiatan pertanian di Kalimantan Timur dinilai relatif kecil jika dibandingkan dengan jumlah penduduk eksisting, akan memberikan dampak negatif bagi pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat di Kalimantan Timur.

Data kependudukan dari BPS Kalimantan Timur, menyimpulkan bahwa terdapat kenaikan jumlah penduduk sebesar 1,93% atau setara dengan 71.763 jiwa penduduk dari Tahun 2019-2020. Selain itu data kependudukan Kota/Kabupaten di Provinsi Kalimantan Timur, menunjukkan bahwa jumlah penduduk terbanyak berada di Kota Samarinda yaitu sebesar 0,887 juta jiwa. Dengan jumlah penduduk tersebut, kebutuhan akan pangan masyarakat harus menjadi pertimbangan dalam pengembangan pemanfaatan lahan yang berkelanjutan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pangan pada semua Kota/Kabupaten yang ada di Kalimantan Timur.

Pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat tidak terlepas dari pertimbangan pemanfaatan/penggunaan lahan yang harus tepat pada wilayah Kalimantan Timur, khususnya pada daerah Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Dengan menggunakan penerapan teknologi *Geographic Information System (GIS)* dan *Remote Sensing* akan didapatkan data geospasial guna untuk menentukan lokasi yang sesuai untuk lahan pertanian yang berbasis *Smart Farming*. Beberapa parameter data geospasial yang digunakan untuk menentukan lokasi yang sesuai untuk area *Smart Farming* salah satunya adalah pentingnya intensitas penyinaran cahaya matahari dalam proses pertumbuhan tanaman perkebunan (Gusira, 2021). Berikutnya data geospasial tersebut digunakan untuk melakukan analisis sebagai data untuk pengambilan keputusan dalam penentuan lokasi *Smart Farming* di Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.

Matahari merupakan sumber kehidupan di bumi, memancarkan energinya dalam bentuk radiasi yang memiliki rentang panjang gelombang yang sangat lebar Radiasi matahari pada tiga pita gelombang tersebut dikenal sebagai radiasi global matahari, dan merupakan radiasi yang langsung ke permukaan bumi (*direct*) maupun radiasi yang berasal dari hamburan atmosfer (*diffus*). Radiasi matahari yang tiba di permukaan bumi per satuan luas dan waktu dikenal sebagai insolasi (berasal dari *insolation = incoming solar radiation*), atau disebut juga radiasi global, yaitu radiasi langsung dari matahari dan radiasi yang tidak langsung (dari langit) yang disebabkan oleh hamburan dari partikel atmosfer (Winarno,dkk, 2019).

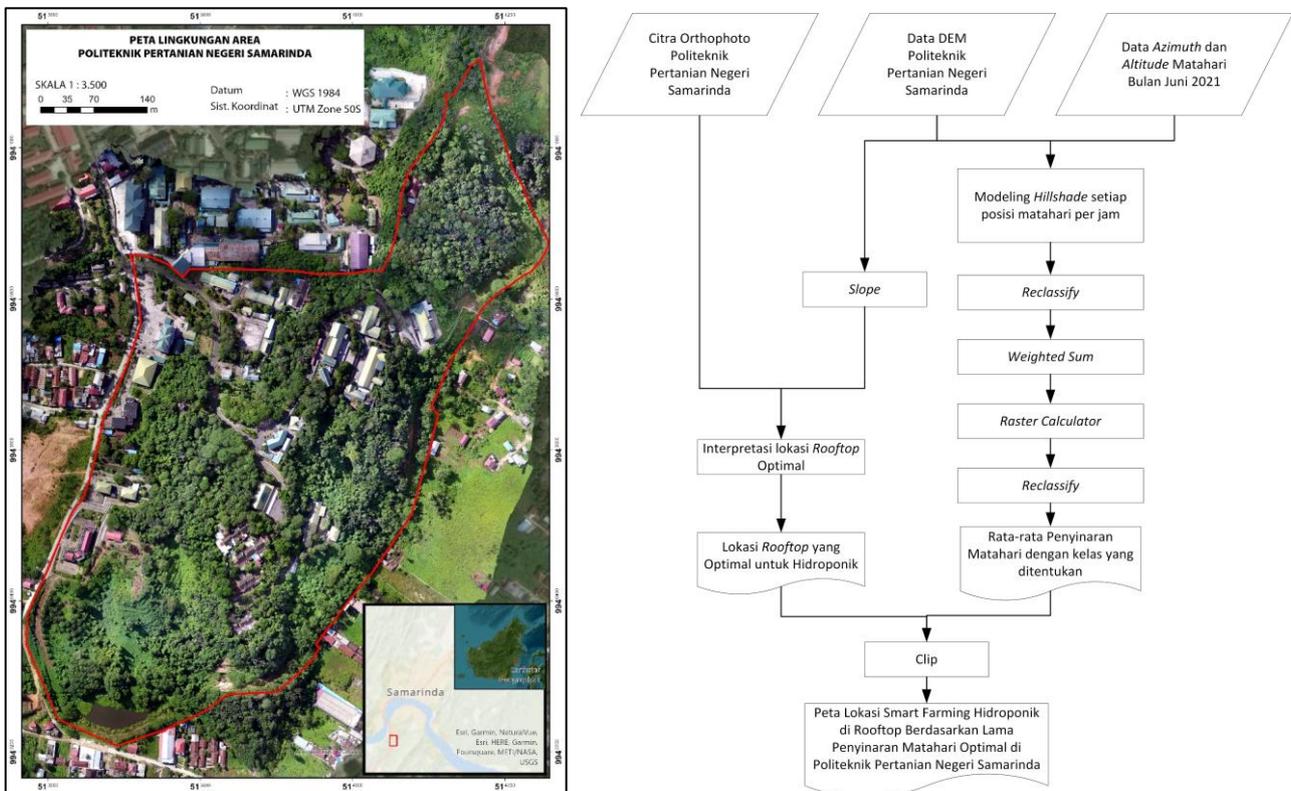
Insolasi memainkan peran penting dalam menjaga kelangsungan kehidupan di muka bumi ini dan sangat bergantung pada tempat dan waktu (Hamdi, 2014). Tempat merepresentasikan perbedaan lintang serta keadaan atmosfer terutama awan (Kuruseng & Rahim, 2016). Insolasi juga diukur dalam satuan jam/hari, yaitu lamanya matahari menyinari bumi dalam bentuk periode satu hari. Periode satu hari disebut juga sebagai panjang hari, yaitu lamanya matahari berada pada horizon. Perubahan panjang hari tidak begitu besar pada daerah tropis yang dengan ekuator. Semakin jauh letak tempat dari garis ekuator maka fluktuasi lama penyinaran akan semakin besar (Hamdi & Sumaryati, 2020).

Penggunaan kondisi posisi matahari dimana terdapat parameter *azimuth* dan *altitude* dari posisi matahari, dapat menunjukkan arah penyinaran matahari yang optimal setiap waktu. Proses ekstraksi informasi penyinaran

matahari dilakukan dengan menggunakan teknik Analisa GIS yang diterapkan pada data *Digital Elevation Model* (DEM) (Trisakti, 2010) dan data posisi matahari (Previansari, dkk, 2020). Teknik analisis spasial yang digunakan untuk dapat mengekstraksi informasi tersebut adalah penentuan area bayangan sinar matahari (*Hillshade*) dan teknik penjumlahan dengan pembobotan (*Weighted Sum*), yang pada akhirnya akan didapatkan daerah yang optimal akan penyinaran matahari setiap harinya (Yuggotomo, dkk, 2020). Tujuan dari analisa ini adalah untuk mendapatkan lokasi dengan penyinaran matahari optimal untuk *Smart Farming* Hidroponik yang berada pada *rooftop* gedung yang dapat dimanfaatkan di lingkungan Politkenik Pertanian Negeri Samarinda.

Data dan Metode

Lokasi kajian ini adalah di area Politeknik Pertanian Negeri Samarinda yang berada di Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur Indonesia dengan koordinat geografis 0°31’57” LS – 0°32’27” LS dan 117°7’19” BT – 117°7’40” BT. Luas area Politeknik Pertanian Negeri Samarinda adalah 28,196 Ha dengan ketinggian area bervariasi antara 42 – 134 meter di atas ellipsoid. Gambar 1 menunjukkan lokasi area Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.



Gambar 1. Peta lokasi kajian (kiri) dan Diagram Alir Pengolahan Data (kanan)

Data yang digunakan dalam kajian ini ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data yang digunakan dalam kajian

No	Data	Sumber data	Tahun
1	Data DEM UAV lokasi kajian Tahun 2021	Survei lapangan	2021
2	Data <i>Orthophoto</i> UAV lokasi kajian Tahun 2021	Survei lapangan	2021
3	Data Posisi Matahari (<i>Azimuth</i> dan <i>Altitude</i>) setiap jam	https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/	Juni 2021

Tabel 2. Azimuth Matahari Bulan Juni 2021

Tgl.	Waktu Posisi Matahari											
	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
1	67.35	65.19	60.76	52.31	35.72	5.61	332.15	311.73	301.35	295.94	293.19	292.14
2	67.22	65.05	60.62	52.16	35.6	5.67	332.37	311.95	301.53	296.1	293.33	292.28
3	67.1	64.92	60.98	52.02	35.5	5.73	332.59	312.17	301.71	296.25	293.46	292.4
4	66.98	64.8	60.36	51.89	35.4	5.8	332.8	312.37	301.88	296.39	293.59	292.52
5	66.87	64.69	60.24	51.77	35.32	5.87	333.01	312.57	302.04	296.52	293.71	292.63
6	66.76	64.58	60.13	51.66	35.25	5.94	333.2	312.75	302.19	296.65	293.82	292.73
7	66.67	64.49	60.03	51.57	35.19	6.02	333.4	312.93	302.33	296.77	293.93	292.83
8	66.58	64.4	59.94	51.48	35.15	6.1	333.58	313.1	302.47	296.89	294.03	292.92
9	66.49	64.31	59.85	51.04	35.11	6.19	333.77	313..27	302.6	296.99	294.12	293.01
10	66.42	64.24	59.78	51.33	35.08	6.28	333.94	313.42	302.72	297.09	294.2	293.09
11	66.35	64.17	59.71	51.28	35.06	6.37	334.11	313.57	302.89	297.19	294.28	293.16
12	66.28	64.11	59.66	52.23	35.05	6.47	334.27	313.7	302.94	297.27	294.36	293.22
13	66.23	64.06	59.61	51.19	35.05	6.57	334.43	313..83	303.04	297.35	294.42	293.28
14	66.18	64.01	59.57	51.16	35.07	6.67	334.57	313.95	303.13	297.42	294.48	293.33
15	66.14	63.97	59.53	51.14	35.09	6.78	334.72	314.07	303.21	297.48	294.53	293.38
16	66.1	63.94	59.51	51.13	35.12	6.88	334.85	314.17	303.29	297.54	294.58	293.41
17	66.07	63.92	59.49	51.13	35.15	6.99	334.98	314.26	303.35	297.58	294.62	293.44
18	66.05	63.9	59.48	51.14	35.2	7.11	335.11	314.35	303.41	297.62	294.64	293.47
19	66.04	63.89	59.49	51.16	35.26	7.22	335.22	314.42	303.46	297.66	294.67	293.48
20	66.03	63.89	59.49	51.18	35.32	7.34	335.33	314.49	303.5	297.68	294.68	293.49
21	66.03	63.9	59.51	51.22	35.4	7.46	335.44	314.55	303.53	297.7	294.69	293.5
22	66.04	63.91	59.54	51.26	35.48	7.58	335.53	314.6	303.55	297.71	294.69	293.49
23	66.05	63.94	59.57	51.32	35.57	7.7	335.62	314.64	303.56	297.71	294.69	293.48
24	66.07	63.96	59.61	51.38	35.66	7.83	335.7	314.67	303.57	297.71	294.68	293.47
25	66.1	64	59.66	51.45	35.77	7.96	335.77	314.69	303.57	297.69	294.66	293.44
26	66.13	64.04	59.71	51.53	35.89	8.08	335.84	314.7	303.56	297.67	294.63	293.41
27	66.17	64.09	59.78	51.62	36.01	8.21	335.9	314.7	303.53	297.64	294.6	293.37
28	66.22	64.15	59.85	51.71	36.14	8.35	335.95	314.69	303.51	297.61	294.56	293.33
29	66.28	64.21	59.93	51.82	36.27	8.48	335.99	314.67	303.47	297.56	294.51	293.28
30	66.34	64.28	60.02	51.93	36.42	8.61	336.03	314.64	303.42	297.51	294.45	293.22

Sumber: website <https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/>

Tabel 3. Altitude Matahari Bulan Juni 2021

Tgl.	Waktu Posisi Matahari											
	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
1	11.6	25.3	38.67	51.23	61.78	67.28	64.24	54.81	42.69	29.51	15.88	2.26
2	11.55	25.24	38.59	51.13	61.65	67.14	64.14	54.76	42.68	29.51	15.9	2.29
3	11.5	25.18	38.51	51.03	61.53	67.02	64.05	54.72	42.66	29.52	15.92	2.32
4	11.45	25.12	38.44	50.94	61.42	66.89	63.97	54.68	42.65	29.53	15.94	2.35
5	11.4	25.05	38.36	50.84	61.3	66.78	63.89	54.65	42.65	29.54	15.97	2.39
6	11.35	24.99	38.29	50.75	61.2	66.67	63.82	54.62	42.64	29.56	16	2.43
7	11.3	24.93	38.21	50.66	61.09	66.57	63.76	54.59	42.64	29.57	16.03	2.46
8	11.25	24.87	38.14	50.58	60.99	66.47	63.7	54.57	42.65	29.59	16.06	2.5
9	11.2	24.81	38.07	50.49	60.9	66.38	63.64	54.55	42.65	29.61	16.09	2.54
10	11.15	24.74	38	50.41	60.81	66.3	63.6	54.54	42.44	29.64	16.13	2.59
11	11.09	24.68	37.93	50.34	60.72	66.22	63.56	54.53	42.68	29.67	16.16	2.63
12	11.04	24.63	37.86	50.26	60.64	66.15	63.52	54.52	42.69	29.7	16.2	2.67
13	10.99	24.57	37.8	50.19	60.57	66.09	63.49	54.53	42.71	29.73	16.24	2.71
14	10.94	24.51	37.73	50.12	60.5	66.03	63.47	54.54	42.74	29.76	16.28	2.76
15	10.88	24.45	37.67	50.06	60.43	65.98	63.45	54.55	42.76	29.8	16.33	2.8
16	10.83	24.4	37.61	49.99	60.37	65.93	63.44	54.57	42.79	29.84	16.37	2.85

Tgl.	Waktu Posisi Matahari											
	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
17	10.78	24.34	37.56	49.93	60.31	65.9	63.44	54.58	42.83	29.88	16.41	2.9
18	10.73	24.29	37.5	49.88	60.26	65.87	63.44	54.61	42.86	29.92	16.46	2.97
19	10.68	24.23	37.45	49.83	60.22	65.84	63.45	54.64	42.9	29.96	16.51	2.99
20	10.63	24.18	37.4	49.78	60.18	65.83	63.46	54.67	42.94	30.01	16.56	3.04
21	10.58	24.13	37.35	49.74	60.15	65.82	63.48	54.71	42.99	30.05	16.6	3.08
22	10.53	24.09	37.3	49.69	60.12	65.81	63.51	54.75	43.03	30.1	16.65	3.13
23	10.48	24.04	37.26	49.66	60.09	65.81	63.54	54.79	43.08	30.15	16.71	3.18
24	10.43	23.99	37.22	49.62	60.08	65.82	63.58	54.84	43.13	30.21	16.76	3.23
25	10.39	23.95	37.18	49.6	60.06	65.84	63.62	54.9	43.19	30.26	16.81	3.27
26	10.34	23.91	37.15	49.57	60.06	65.86	63.67	54.95	43.25	30.32	16.86	3.32
27	10.3	23.87	37.11	49.55	60.05	65.89	63.73	55.02	43.31	30.37	16.91	3.37
28	10.25	23.83	37.08	49.53	60.06	65.93	63.79	55.08	43.37	30.43	16.97	3.41
29	10.21	23.8	37.06	49.52	60.07	65.98	63.86	55.15	43.43	30.49	17.02	3.48
30	10.17	23.76	37.03	49.51	60.08	65.03	63.93	55.22	43.5	30.55	17.07	3.51

Sumber: *website* <https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/>

Dari data DEM, dilakukan analisa spasial dengan tujuan untuk dapat mengekstraksi data lama penyinaran matahari di setiap area kajian. *Tools* yang digunakan antara lain adalah *Hillshade*, *Reclassify*, *Weighted Sum*, *Raster Calculator* dan *Slope*. *Tools Hillshade* digunakan untuk mengekstraksi area yang tersinar oleh matahari dan tertutup oleh bayangan sinar matahari setiap jamnya, dimana parameter yang diinputkan adalah data *azimuth* dan *altitude* dari matahari. Data *azimuth* dan *altitude* matahari diekstrak dari website NOAA pada alamat website <https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/> (Tabel 2 dan Tabel 3) (Previansari, dkk, 2020). Hasil dari analisis spasial dengan *tools Hillshade* ini selanjutnya digunakan untuk dilakukan pengkelasan data menggunakan *tools reclassify*, dimana kelas *hillshade* dengan nilai 0 merupakan daerah gelap atau tidak terkena sinar matahari langsung, dan kelas *hillshade* dengan nilai 1 sampai dengan 254 merupakan daerah terang atau terkena sinar matahari langsung, seperti pada Tabel 4.

Dari hasil *reclassify* untuk setiap jam posisi matahari, selanjutnya dilakukan penjumlahan data penyinaran matahari dengan *tools Weighted Sum*, dimana *tools* ini memiliki tujuan untuk menggabungkan data dalam 1 hari (12 jam dari pukul 07:00 sampai 18:00) dengan pembobotan yang sama setiap jamnya. Setelah semua data harian lama penyinaran matahari pada bulan Juni 2021 telah dimodelkan, maka selanjutnya dilakukan penghitungan rata-rata lama penyinaran matahari bulanan dengan perataan sederhana dengan menggunakan *tools raster calculator*, dimana semua data lama penyinaran matahari ditambahkan dan dibagi dengan jumlah data.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

Dimana:

x = data lama penyinaran matahari harian

\bar{x} = rata-rata lama penyinaran matahari bulan Juni 2021

n = jumlah data harian pada bulan Juni 2021

Selanjutnya dilakukan pengkelasan lama penyinaran menjadi 3 kelas, yaitu kelas 0 jam, >0 jam sampai 10 jam, dan >10 jam, dengan menggunakan *tools reclassify* kembali, seperti pada Tabel 5.

Tools Slope digunakan untuk mengekstraksi data kemiringan dari data DEM area kajian, dimana data tersebut nantinya digunakan untuk melakukan pemilihan posisi *rooftop* yang dapat digunakan untuk rencana *smart farming* hidroponik. Dengan melakukan interpretasi citra dari data orthophoto UAV dan juga diperkuat dari hasil analisis kemiringan, maka dapat ditentukan lokasi *rooftop* yang sesuai untuk digunakan sebagai rencana *smart farming* hidroponik. Pada tahap akhir dilakukan overlay data rata-rata lama penyinaran matahari pada bulan Juni 2021 dengan data pemilihan *rooftop*, dimana akan didapatkan lokasi penyinaran matahari optimal untuk rencana *Smart Farming* Hidroponik di lingkungan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.

Tabel 4. Kelas *Hillshade* untuk area yang terkena dan tidak terkena sinar matahari

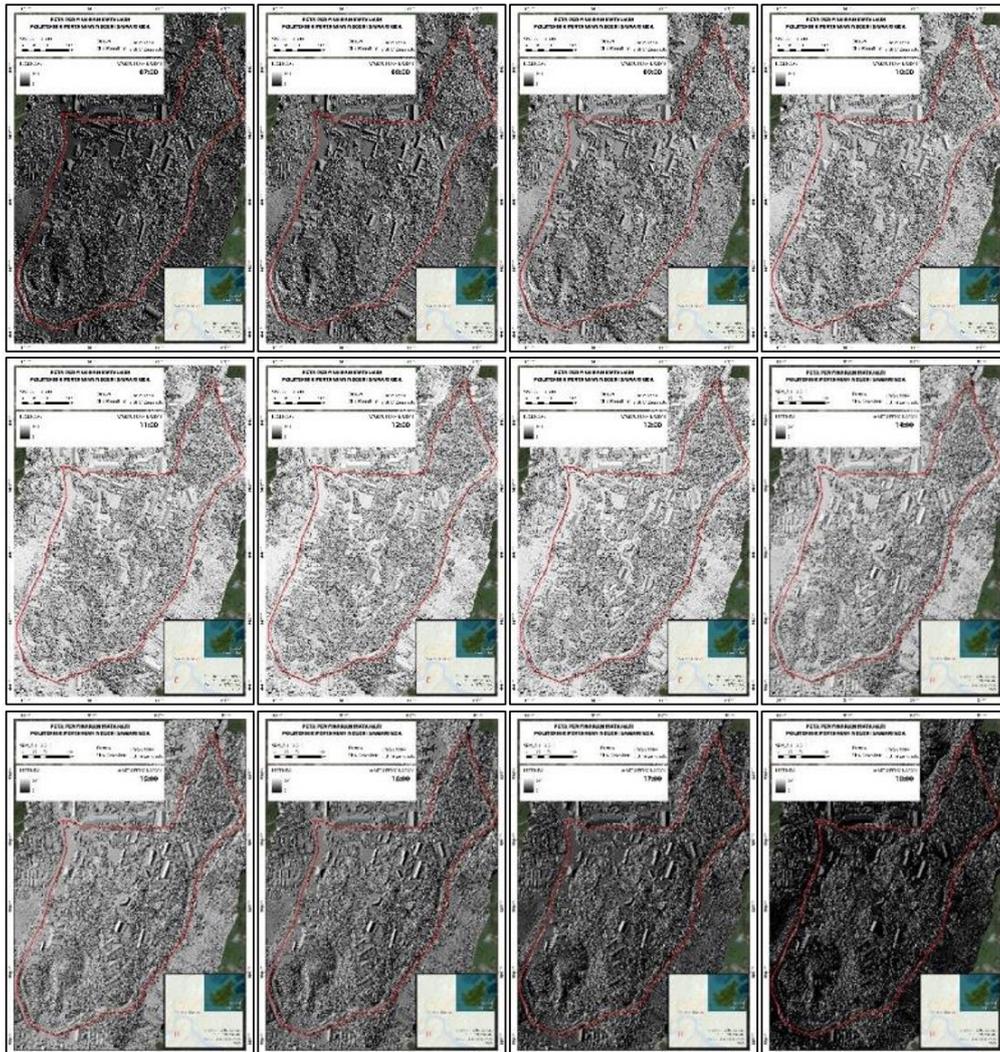
Kelas	Nilai	Value Jam
1	0	0
2	1 - 254	1

Tabel 5. Kelas Lama Penyinaran Matahari

Kelas	Nilai	Keterangan
1	<0	0 Jam
2	>0 - ≤ 10	0 – 10 Jam
3	> 10 - 12	> 10 Jam

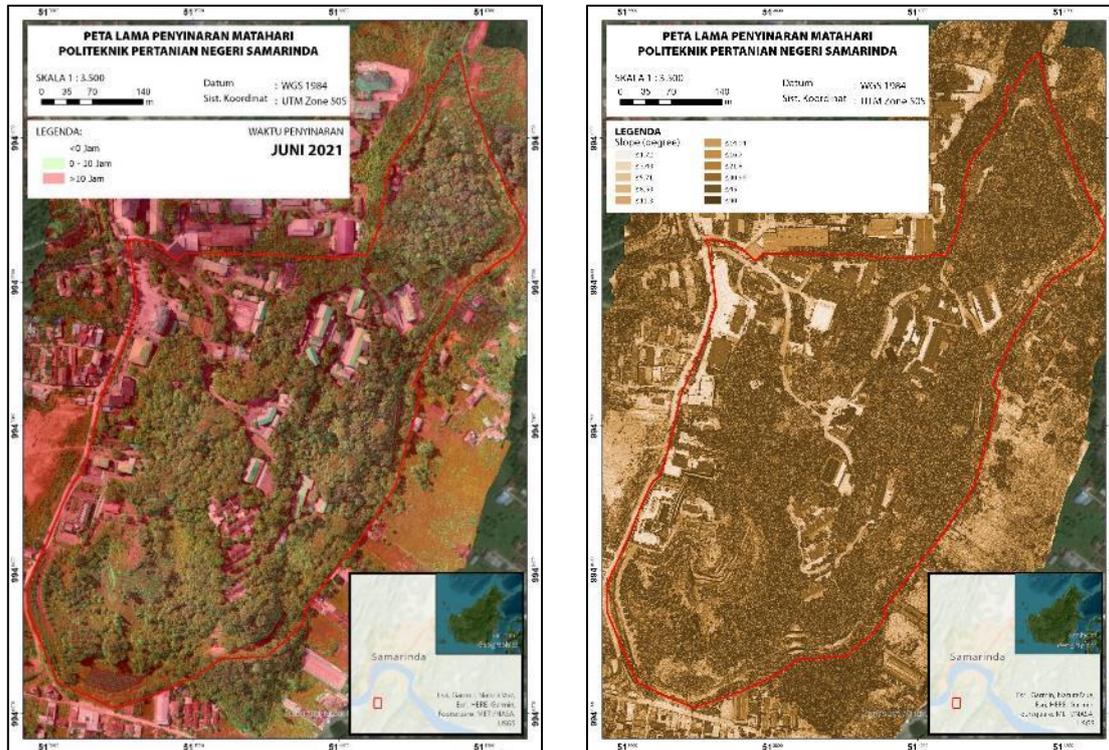
Hasil dan Pembahasan

Dari hasil analisis spasial dengan tools Hillshade, didapatkan bahwa kondisi area yang tersinar dan tidak tersinar oleh matahari akan tampak pada setiap perubahan waktunya. Dengan topografis lingkungan yang bervariasi dimana pada arah timur memiliki ketinggian yang lebih tinggi daripada bagian yang lain, maka mungkin terdapat daerah yang akan tetap pada kondisi gelap karena terlindung oleh bagian daerah yang lebih tinggi.



Gambar 2. Ekstraksi kondisi sinar matahari tiap waktu (Pukul 07:00 sampai 18:00, dari kiri ke kanan, dan atas ke bawah)

Hasil dari pemodelan lama penyinaran matahari pada bulan Juni 2021 di lingkungan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda dapat dilihat bahwa hampir di seluruh *rooftop* dan atap gedung memiliki kondisi lama penyinaran matahari yang optimal. Hal tersebut ditunjukkan pada warna merah yang terlihat pada Peta Durasi Penyinaran Matahari (Gambar 3 kiri), sehingga perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk memilih lokasi yang cocok untuk membangun Hidroponik dengan kondisi yang relatif datar. Peta kemiringan lereng (Gambar 3 kanan), dapat membantu menentukan lahan yang relatif datar yang akan digunakan untuk *smart farming* hidroponik.



Gambar 3. Peta Durasi Penyinaran Matahari (kiri) dan Peta Kemiringan Lereng (kanan)

Dalam menentukan area *rooftop* yang nantinya akan digunakan untuk *smart farming* hidroponik, maka dilakukan proses interpretasi dari data citra orthophoto, sehingga dapat dikenali lokasi *rooftop* dari 7 kriteria interpretasi. Selanjutnya, dengan menambahkan data kemiringan lereng sebagai acuan dalam interpretasi lokasi *rooftop* dapat dipastikan dengan jelas bahwa area tersebut merupakan atap bangunan dengan kondisi relatif datar atau tidaknya.

Pada Gambar 4 (bagian atas) ditunjukkan bahwa pada model kemiringan lereng menunjukkan kondisi dengan nilai 3-6 derajat dan juga pada hasil interpretasi citra orthophoto lokasi tersebut menunjukkan area terbuka dan memiliki dasar keras (semen/beton). Sehingga lokasi tersebut dapat ditentukan sebagai lokasi yang cocok untuk *smart farming* hidroponik. Pada Gambar 4 (bagian bawah) ditunjukkan bahwa pada model kemiringan lereng menunjukkan kondisi dengan nilai pada kisaran 1-7 derajat, meskipun pada hasil interpretasi citra orthophoto terlihat bahwa sebagian area tersebut berbayang. Selain itu pada area tersebut menunjukkan area terbuka dan memiliki dasar keras (semen/beton), sehingga lokasi tersebut dapat ditentukan sebagai lokasi yang cocok untuk *smart farming* hidroponik.

Pada Gambar 5 ditunjukkan bahwa pada model kemiringan lereng menunjukkan kondisi nilai pada rentang 1-5 derajat, yang artinya area tersebut berada pada kondisi yang relatif datar. Akan tetapi pada hasil interpretasi citra orthophoto menunjukkan area tersebut memiliki dasar yang relatif tidak keras atau semi permanen (atap seng). Sehingga area tersebut tidak cocok sebagai area *smart farming* hidroponik dikarenakan area *smart*

farming hidroponik membutuhkan lahan dengan dasar yang relatif kuat dan keras sebagai tumpuan untuk peralatan dan sarannya.

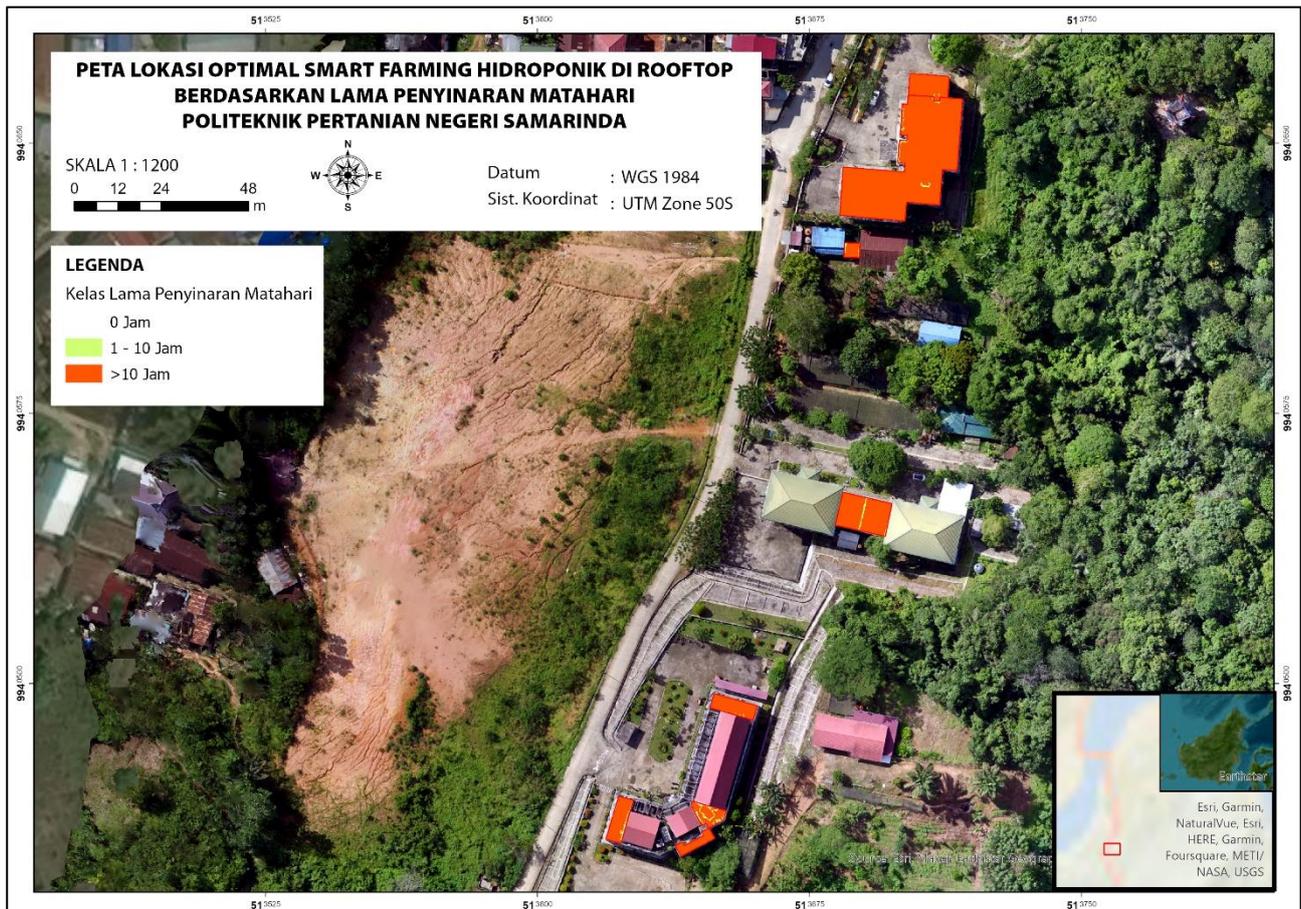


Gambar 4. Informasi kemiringan yang optimal pada *rooftop* yang berbayang (kiri) dan gambar citra *rooftop* (kanan)



Gambar 5. Informasi kemiringan yang optimal pada *rooftop* yang terbuka (kiri) dan gambar citra *rooftop* (kanan)

Hasil penentuan lokasi yang optimal untuk smart farming hidroponik pada area *rooftop* dengan parameter penyinaran matahari yang optimal, menunjukkan bahwa pada lingkungan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda terdapat 3 Gedung yang memiliki *rooftop* yang optimal. Gedung I memiliki luas *rooftop* 172,5 m² dengan lama penyinaran matahari maksimum selama 12 jam/hari. *Rooftop* antara Gedung G dan H memiliki luasan 130 m² dengan lama penyinaran matahari maksimum selama 12 jam/hari, dan juga Gedung E memiliki *rooftop* yang terluas yaitu 737,49 m² dengan lama penyinaran matahari maksimum selama 12 jam/hari.



Gambar 6. Peta Lokasi Optimal Smart Farming Hidroponik di *Rooftop* Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

Tabel 1. Luas Area Optimal Smart Farming Hidroponik di *Rooftop*

No	Lokasi <i>Rooftop</i> Gedung	Luas
1	<i>Rooftop</i> Gedung I	172,5 m ²
2	<i>Rooftop</i> Gedung G-H	130 m ²
3	<i>Rooftop</i> Gedung E	737,49 m ²
	Total	1.039,99 m ²

Kesimpulan

Pada hasil analisis data DEM pada lingkungan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, dapat digunakan untuk menentukan area yang berpotensi sebagai lokasi untuk perencanaan *smart farming* hidroponik pada area *rooftop*. Rata-rata penyinaran matahari pada *rooftop* yang optimal adalah 12 jam/hari. Model kemiringan lereng disajikan dalam bentuk peta, yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk memilih lokasi yang optimal untuk rencana lokasi *smart farming* hidroponik di *rooftop*. Nilai kemiringan lereng yang optimal pada *rooftop* adalah pada rentang 1-7 derajat. Total luas area yang sesuai untuk rencana *smart farming* hidroponik pada lingkungan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda adalah 1.039,99 m².

Untuk meningkatkan presisi penentuan lokasi yang sesuai untuk *smart farming* hidroponik di area *rooftop*, perlu dilakukan analisis lebih lanjut dengan menambahkan parameter kualitas udara (suhu dan kelembaban). Sehingga dapat ditentukan lahan yang sangat optimal untuk *smart farming* hidroponik, baik dari sudut pandang pemilihan lokasi maupun kualitas udara yang ada pada lingkungan tersebut. Selain itu juga perlu dilakukan kajian lokasi optimal untuk produksi daya mandiri (Panel Surya) yang dapat digunakan sebagai *supply* daya untuk kebutuhan peralatan *smart farming* yang lainnya.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3KM) Politeknik Pertanian Negeri Samarinda yang telah memberikan bantuan dalam terlaksana pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. (2020). Potret Sensus Penduduk 2020 Provinsi Kalimantan Timur. Kalimantan Timur: BPS Provinsi Kalimantan Timur.
- Gusira, G., Sudarto dan Putra, A. N. (2021). Pengaruh Lama Penyinaran Matahari Terhadap Potensi Produksi Padi Berdasarkan Analisis Spasial Di Kabupaten Malang Universitas Brawijaya, Malang. Tanah dan Sumber Daya Lahan, 51-60.
- Hamdi, S. (2014). Mengenal Lama Penyinaran Matahari Sebagai Salah Satu Parameter Klimatologi. Berita Dirgantara, 15 No.1, 7-16.
- Hamdi, S., & Sumaryati. (2020). Pola Lama Penyinaran Matahari Dalam 20 Tahun Pengamatan Di Sumedang. Sains Dirgantara, 17 No. 2, 81-94.
- Kuruseng, H., & Rahim, M. R. (2016). Penentuan Jenis Kondisi Luminansi Langit dengan Rasio Awan dan Data Lama Penyinaran Matahari di Makasar Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makasar. JPE, 20 no.1 57-63.
- Previansari, D., Sukmono, A., Firdaus, H. S. (2020). Analisis Pengaruh Relief dan Arah Sinar Matahari Terhadap Kesesuaian Lahan Tembakau Berbasis Pemodelan Geospasial 3-Dimensi di Gunung Sindoro. Semarang: Jurnal Geodesi Undip.
- Trisakti, B. (2010). Pengembangan Metode Ekstraksi DEM (Digital Elevation Model) dari Data ALOS PRISM . LAPAN.
- Yuggotomo, M. E., Gusmayanti, E., & Kusnandar, D. (2020). Perubahan Lama Penyinaran Matahari Tahun 1990-2019 Di Kalimantan Barat Magister Ilmu Lingkungan Universitas Tanjungpura, Pontianak. Meterologi klimatologi dan Geofisika, 7 no. 3 58-65.
- Winarno, G. D., Harianto, S. P., & Santoso, T. (2019). Klimatologi Pertanian. Bandar Lampung: Pusaka Media.



This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).