

Penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) Dalam Kajian Porositas Tanah Pada Wilayah Pesisir Tuban

Jeremy Rumbaya Kondo Pare^{1*}, Hendrata Wibisana², Dian Purnamawati Solin³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur¹²³

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Porositas Tanah; Polinomial Lagrange; Sistem Informasi Geografis

***Correspondence email:**

jeremykondoparek9@gmail.com

Submitted: 23-12-2024

Revised: 30-01-2025

Accepted: 07-02-2025

Published: 07-02-2025

ABSTRAK

Porositas tanah memegang peran penting pada perancangan struktur bawah suatu bangunan. Porositas tanah sendiri merupakan salah satu karakteristik yang dimiliki oleh tanah. Dengan mengetahui kadar porositas, pengelolaan lahan dan tata ruang di masa mendatang dapat dilakukan dengan lebih efisien dan cepat. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kadar porositas tanah, mengembangkan model matematis yang menghubungkan porositas tanah dengan reflektansi citra satelit, serta memetakan sebaran kadar porositas tanah di wilayah pesisir Tuban. Adapun metode penelitian ini meliputi pengujian laboratorium dan pengolahan data numerik dengan menggunakan pendekatan polinomial Lagrange. Proses pemetaan dilakukan dengan perangkat lunak *ArcGIS*, menggunakan data reflektansi citra satelit landsat 8 (Band 4 dan Band 5) yang dikombinasikan dengan data lapangan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kadar porositas tanah di wilayah pesisir Tuban cukup bervariasi. Model matematis yang dihasilkan berasal dari persamaan polinomial derajat dua, yakni $y = 83.775x^2 - 46.752x + 6.8654$, dengan akurasi tinggi yang ditunjukkan oleh rata-rata simpangan data sebesar 2%. Titik-titik pengambilan data dari *Google Earth Pro* diintegrasikan ke dalam *ArcGIS* untuk menghasilkan peta tematik. Peta tersebut memvisualisasikan variasi distribusi porositas tanah melalui gradasi warna.

ABSTRACT

Keywords:

Soil Porosity; Lagrange Polynomial; Geographic Information System.

Soil porosity plays an important role in the design of the substructure of a building. Soil porosity itself is one of the characteristics of the soil. By understanding the level of porosity, land management and spatial planning in the future can be carried out more efficiently and quickly. This study aims to calculate soil porosity levels, develop a mathematical model that links soil porosity with satellite image reflectance, and map the distribution of soil porosity levels in the coastal area of Tuban. The research methods include laboratory testing and numerical data processing using the Lagrange polynomial approach. Mapping was performed using ArcGIS software, utilizing Landsat 8 satellite image reflectance data (Band 4 and Band 5) combined with field data. The results of this study show that soil porosity levels in the coastal area of Tuban vary considerably. The mathematical model obtained is derived from a second-degree polynomial equation, $y = 83.775x^2 - 46.752x + 6.8654$, with high accuracy, indicated by an average data deviation of 2%. Data points from Google Earth Pro were integrated into ArcGIS to produce thematic maps. These maps visualize the variation in soil porosity distribution through a color gradient.

PENDAHULUAN

Ekosistem Pesisir merupakan ekosistem yang sangat dinamis, dengan berbagai habitat yang kaya dan saling berhubungan satu dengan yang lain. Peralihan antara darat dan laut di wilayah ini membentuk ekosistem yang beragam dan sangat produktif, serta memberikan manfaat ekonomi yang besar bagi manusia (Yonvitner, Susanto, & Yuliana, 2019). Wilayah pesisir kaya akan sumber daya alam, sehingga dibutuhkan kebijakan penataan ruang yang berkelanjutan dengan pertimbangan faktor geografis, sosial budaya, demografi, sebaran penduduk, serta potensi dan strategi lainnya. Penataan ruang yang baik diharapkan dapat mewujudkan pembangunan berkelanjutan yang mengintegrasikan pilar ekonomi, sosial, budaya, lingkungan, serta pemerataan pembangunan (Lubis & Wahyudi, 2023). Pembangunan fisik difokuskan pada penyediaan infrastruktur yang memadai seperti gedung, jalan dan saluran irigasi untuk mendukung kebutuhan masyarakat (Tarsila, 2015).

Porositas memiliki pengaruh pada pembangunan elemen struktur bawah suatu bangunan. Porositas tanah sendiri dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara ruang kosong dalam volume tanah yang menggambarkan kualitas drainase dan aerasi tanah (Nasution, Hariadi, Yuniarno, & Adisusilo, 2017). Dalam bidang teknik, tanah didefinisikan sebagai material yang tersusun dari butiran mineral padat yang tidak terikat secara kimia, serta bahan organik yang

telah mengalami pelapukan. Material ini juga mengandung air dan udara yang mengisi ruang kosong di antara partikel-partikel padat. Tanah digunakan sebagai bahan bangunan juga penopang pondasi struktur (Das, Endah, & Mochtar, 1995) Pada dasarnya, tanah memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda-beda. Hal ini terjadi akibat adanya ketidaksamaan komposisi, kandungan air, serta kelembaban yang dimiliki tanah tersebut (Suyanto, 2012). Tanah pada wilayah pesisir cenderung berpasir dan memiliki karakteristik yang berbeda dengan tanah pada wilayah pegunungan atau darat. Dalam kondisi ini kemungkinan terdapat perbedaan nilai porositas pada tiap jenis tanah.

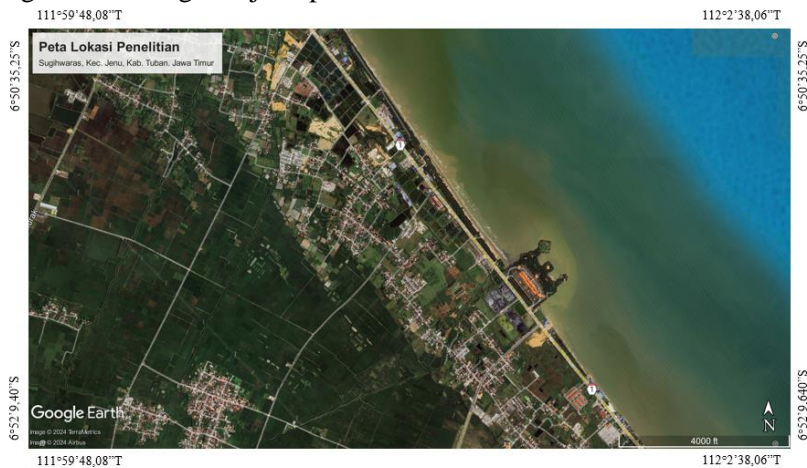
Umumnya, kajian mengenai sifat karakteristik pada tanah dilakukan hanya dengan menggunakan pengujian laboratorium saja. Seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh Ardian F. Minangkabau dkk (Minangkabau, Supit, & Kamagi, 2022) serta Masria dkk (Masria, Lopulisa, Zubair, & Rasyid, 2018). Pengujian secara langsung pada laboratorium dilakukan untuk menemukan variabel yang dicari pada karakteristik tanah. Pada penelitian ini, pengujian laboratorium dilakukan untuk mencari nilai porositas tanah pada setiap titik lokasi pengambilan sampel, yang kemudian akan menjadi representasi dari pemetaan spasial sebaran porositas tanah di wilayah pesisir Tuban.

Dalam melengkapi kajian porositas ini, diperlukan adanya analisis numerik dan spasial. Metode numerik dapat membantu menyelesaikan masalah matematis kompleks yang melibatkan hubungan antar variabel (Hutagalung, 2017). Analisis spasial sendiri merupakan suatu proses dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) yang melibatkan pertimbangan berbagai faktor untuk menentukan zonasi lahan yang paling sesuai dengan kondisi dan karakteristik pada wilayah tersebut. Proses ini ditujukan untuk memetakan serta mengevaluasi data spasial guna mendukung perencanaan penggunaan lahan (Herawati, 2011). Penggunaan analisis spasial dimaksudkan agar memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai porositas tanah di area penelitian (Adji, et al., 2024). Integrasi SIG sendiri ditujukan untuk memberikan hasil yang lebih optimal mengenai kajian yang dilakukan dalam bentuk peta tematik.

METODE

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah pesisir Tuban, tepatnya berlokasi di Sugihwaras, Kecamatan Jenu, Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa wilayah pesisir Tuban memiliki karakteristik yang relevan dengan tujuan penelitian.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Sumber: *Google Earth Pro* (2024)

2. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian ini mencakup pengambilan sampel tanah, pengujian laboratorium serta analisis numerik. Sampel tanah yang telah diperoleh di area penelitian akan dibawa menuju laboratorium. Pengujian laboratorium dilakukan untuk memperoleh nilai porositas tanah pada sampel. Porositas tanah yang telah diperoleh selanjutnya dapat dianalisis secara numerik dengan menggunakan polinomial Lagrange.

3. Pengumpulan Data

Penelitian ini memerlukan data sampel tanah dan nilai reflektansi citra satelit. Pengambilan sampel tanah dilakukan secara langsung pada lokasi penelitian menggunakan alat bantu berupa *handbor*. Jumlah sampel tanah yang diambil adalah sebanyak 20, di 20 titik yang berbeda pada lokasi penelitian. Pengambilan data citra satelit dilakukan dengan mendownload secara langsung pada laman website USGS (*United States Geological Survey*). Data citra satelit yang digunakan adalah Landsat 8, band 4 dan 5. Adapun koordinat lokasi pengambilan sampel tanah disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel koordinat pengambilan sampel

Sampel	Lon	Lat
1	6°50'57.973"S	112°01'13.561"E
2	6°51'16.151"S	112°01'04.242"E
3	6°51'28.522"S	112°01'19.411"E
4	6°51'24.588"S	112°01'9.291"E
5	6°51'7.525"S	112°01'5.926"E
6	6°51'12.259"S	112°0'52.038"E
7	6°51'0.933"S	112°0'49.248"E
8	6°50'52.516"S	112°0'47.308"E
9	6°51'1.482"S	112°0'55.254"E
10	6°51'7.332"S	112°0'5.966"E
11	6°51'15.18"S	112°0'55.038"E
12	6°51'29.322"S	112°01'5.652"E
13	6°51'46.182"S	112°0'49.716"E
14	6°52'2.334"S	112°0'40.866"E
15	6°51'47.40"S	112°01'22.146"E
16	6°51'47.70"S	112°01'36.336"E
17	6°51'44.262"S	112°01'30.798"E
18	6°51'40.392"S	112°01'33.114"E
19	6°51'37.986"S	112°01'28.518"E
20	6°51'43.314"S	112°01'27.108"E

Sumber: Dokumen Penulis (2024)

4. Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium dilakukan setelah seluruh sampel tanah berhasil diperoleh dengan acuan SNI 03-3637-1994, SNI 03-1965-1990 dan SNI 1964:2008. Pengujian ini dilakukan dalam tiga tahapan utama, yakni pengujian berat isi (bulk density), pengujian berat jenis (specific gravity), serta pengujian porositas tanah (soil porosity).

a. Pengujian Berat Isi (Bulk Density)

Berat isi (bulk density) merupakan perbandingan antara berat tanah kering dengan volume tanah, termasuk ruang kosong atau pori-pori di dalam tanah. Umumnya satuan berat isi dinyatakan dalam unit massa per satuan volume (gr/cm^3) (Hanif, et al., 2020). Ketika tanah memiliki nilai berat isi yang tinggi, tanah tersebut menjadi lebih padat karena mengandung lebih sedikit ruang kosong atau pori-pori di dalamnya. Pengujian berat isi dilakukan dengan menggunakan ring dan cawan. Sampel tanah yang diperoleh, dikeringkan di dalam oven dalam kurun waktu 24 jam. Adapun rumus yang digunakan dalam mencari nilai dalam pengujian ini sebagai berikut:

$$\text{Volume Tanah Basah (cm}^3\text{)} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \dots\dots\dots(1)$$

Dengan:

d = Diameter ring (cm)

t = Tebal ring (cm)

$$\text{Kadar Air} = \frac{BB-BK}{VK} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

BB = Berat tanah basah (gr)

BK = Berat tanah kering (gr)

VK = Volume tanah kering (cm^3)

$$\text{Berat Isi (gr/cm}^3\text{)} = \frac{BB}{VB} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan:

BB = Berat tanah basah (gr)

VB = Volume tanah basah (cm^3)

$$\text{Berat Isi Kering (gr/cm}^3\text{)} = \frac{BI}{1 + KA} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan:

BI = Berat isi (gr/cm³)

KA = Kadar Air

b. Pengujian Berat Jenis (Specific Gravity)

Berat jenis tanah didefinisikan sebagai suatu nilai yang menggambarkan perbandingan antara berat butir tanah dengan berat air suling dalam volume yang sama (Muda, 2016). Nilai ini memberikan informasi tentang kepadatan relatif partikel tanah dibandingkan dengan air. Pengujian berat jenis dilakukan dengan menggunakan piknometer. Adapun rumus yang digunakan dalam mencari nilai dalam pengujian ini sebagai berikut:

Pengujian berat jenis ini dilakukan dua kali untuk setiap sampel.

$$\text{Berat Jenis} = \left(\frac{BT}{(BT+(BPA))-(BPTA)} \right) \times S \dots\dots\dots(5)$$

Dengan:

BT = Berat tanah (gr)

BPA = Berat piknometer + tutup + air (gr)

BPTA = Berat piknometer + tutup + tanah + air (gr)

S = Suhu

Karena terdapat dua pengujian berat jenis pada satu sampel, maka nilai berat jenis diambil dari rata-rata keduanya.

$$\text{Berat Jenis} = \frac{BJa + BJb}{2} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan:

BJa = Berat jenis 1

BJb = Berat jenis 2

c. Pengujian Porositas Tanah (Soil Porosity)

Ruang pori tanah merupakan bagian dari tanah yang diisi oleh air dan udara, sedangkan ruang pori total mencakup ruang yang terdapat di antara partikel pasir, debu, dan lempung, serta ruang yang ada di antara agregat-agregat tanah (Soepardi, 1983). Porositas tanah adalah persentase total ruang pori terhadap volume tanah. Jadi, semakin besar ruang pori maka akan semakin tinggi porositasnya. Adapun rumus yang digunakan dalam mencari nilai dalam pengujian ini sebagai berikut:

$$\text{Porositas} = 1 - \frac{BI}{BJ \times \gamma_w} \dots\dots\dots(7)$$

Dengan:

BI = Berat isi kering (gr/cm³)

BJ = Berat jenis

γ_w = Berat jenis air (1 gr/cm³)

5. Pengujian Numerik

Metode numerik merupakan pendekatan yang berbasis pada penggunaan angka sebagai elemen utamanya (Putawa, 2023). Metode ini juga dapat diartikan sebagai teknik penyelesaian masalah matematika menggunakan operasi aritmatika dasar yang dipermudah dengan bantuan komputer (Sudiarta, 2020). Pengujian ini dilakukan untuk menemukan kecocokan data porositas tanah terhadap nilai reflektansi citra satelit Landsat 8, band 4 dan 5. Untuk memperoleh nilai reflektansi, diperlukan konversi data band dengan menggunakan rumus (8) dan (9).

$$NIR = (B \times 0,00002) + 0,01 \dots\dots\dots(8)$$

Dengan:

NIR = Reflektansi band 4

B = Data band 4

$$RED = (B \times 0,00002) + 0,01 \dots\dots\dots(9)$$

Dengan:

RED = Reflektansi band 5

B = Data band 5

Pengujian polinomial Lagrange dilakukan dengan menggunakan rumus yang sifatnya berulang, serta mengalami peningkatan derajat hingga maksimal -1 total sampel yang dimiliki. Karena total sampel pada pengujian ini 20, maka derajat maksimal yang dapat terjadi adalah hingga pada derajat 19.

$$Lk(x) = \frac{(x-x1)(x-x2)...(x-xn)}{(xk-x1)(xk-x2)...(xk-xn)} \dots\dots\dots(10)$$

$$P(x) = f(x0)L0(x) + f(x1)L1(x) + f(xn)Ln(x) \dots\dots\dots(11)$$

Dengan:

$Lk(x)$ = Nilai reflektansi citra satelit tiap sampel

$f(xk)$ = Nilai porositas tanah tiap sampel

$P(x)$ = Polinomial Lagrange

Pengujian ini dihentikan apabila nilai polinomial yang dihasilkan pada derajat saat itu telah menyimpang jauh dengan hasil polinomial sebelumnya.

6. Pemetaan

Pemetaan dilakukan dengan mengimpor titik-titik pengambilan sampel tanah pada *Google Earth Pro* ke dalam perangkat lunak *ArcGIS* menggunakan format kml. Titik-titik tersebut kemudian diubah ke dalam format *shapefile* menggunakan *tool conversion* kml. Atur sistem koordinat pada layer mengikuti area lokasi penelitian. Nilai porositas tanah serta reflektansi citra satelit akan dihubungkan bersama titik-titik sebelumnya sebagai nilai Z.

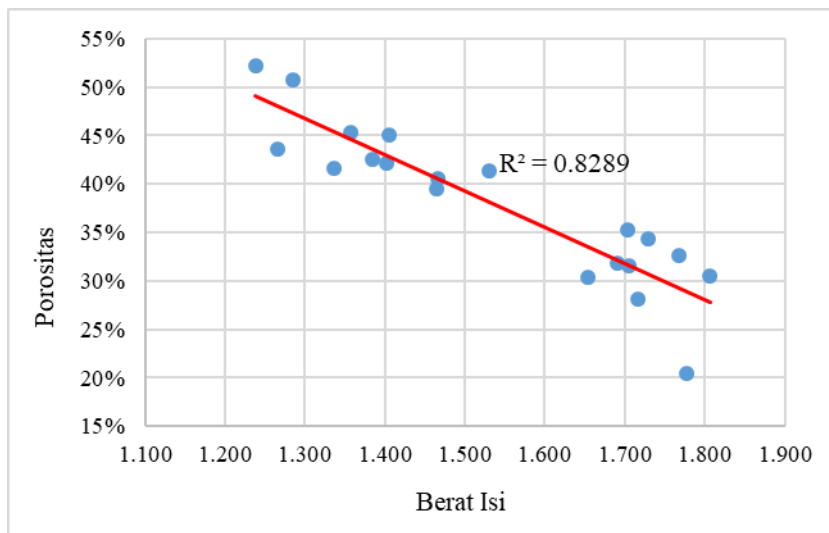
HASIL

Tabel 2. Tabel Hasil Pengujian Laboratorium

Berat Isi (gr/cm ³)	Porositas (%)	Nomor Sampel
1.238	52	4
1.265	44	9
1.285	51	3
1.337	42	15
1.357	45	12
1.385	43	13
1.401	42	14
1.406	45	10
1.465	40	7
1.466	41	1
1.530	41	11
1.654	30	16
1.690	32	19
1.703	35	2
1.705	32	18
1.716	28	17
1.729	34	5
1.768	33	8
1.777	20	6
1.806	31	20

Sumber: Hasil Pengujian (2024)

Pada tabel 2, dapat terlihat hasil pengujian laboratorium yang berhasil diperoleh. Nilai yang diperoleh adalah berat isi dan porositas untuk setiap sampel. Hasil tersebut digunakan dalam grafik hubungan antara berat isi dan porositas yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan berat isi dan porositas

Sumber: Hasil Pengujian (2024)

Sarwono Hardjowigeno, dalam bukunya yang berjudul Ilmu Tanah, mengemukakan bahwa nilai berat isi tanah akan berbanding terbalik dengan porositasnya (Hardjowigeno, 2003). Berdasarkan teori tersebut, dilakukan pengujian korelasi antara nilai berat isi serta tanah, yang hasilnya dapat dilihat pada gambar 2. Terlihat pada gambar 2, nilai R^2 yang diperoleh adalah 0.8289. Nilai ini menandakan adanya korelasi yang baik terhadap nilai porositas tanah dan berat isi. Grafik linear yang menurun turut menjadi penanda adanya hubungan yang invers antar kedua variabel tersebut.

Sampel kemudian diklasifikasikan menurut porositasnya. Adapun pengklasifikasian ini berdasarkan jurnal yang ditulis oleh Ogunsola Dkk. (Ogunsola, Olaleye, & Olalude, 2022). Klasifikasi tanah berdasarkan porositasnya terbagi menjadi empat jenis yakni Pasir (halus), Pasir (kasar), Lempung dan Lanau. Beberapa sampel tidak dapat diketahui jenis tanahnya akibat tidak memenuhi range nilai klasifikasi yang ada (Tabel 3).

Tabel 3. Tabel Klasifikasi Jenis Tanah Berdasarkan Nilai Porositas

Nomor Sampel	Berat Isi (gr/cm ³)	Porositas (%)	Jenis Tanah
1	1.466	41	Pasir (K), Pasir (H), Lempung, Lanau
2	1.703	35	Pasir (K), Pasir (H), Lempung, Lanau
3	1.285	51	-
4	1.238	52	-
5	1.729	34	Pasir (K), Pasir (H), Lempung, Lanau
6	1.777	20	-
7	1.465	40	Pasir (K), Pasir (H), Lempung, Lanau
8	1.768	33	Pasir (K), Pasir (H), Lempung, Lanau
9	1.265	44	Pasir (H), Lanau
10	1.406	45	Pasir (H), Lanau
11	1.530	41	Pasir (K), Pasir (H), Lempung, Lanau
12	1.357	45	Pasir (H), Lanau
13	1.385	43	Pasir (K), Pasir (H), Lanau
14	1.401	42	Pasir (K), Pasir (H), Lanau
15	1.337	42	Pasir (K), Pasir (H), Lanau
16	1.654	30	Pasir (K), Pasir (H), Lempung, Lanau
17	1.716	28	Pasir (H)
18	1.705	32	Pasir (K), Pasir (H), Lempung, Lanau
19	1.690	32	Pasir (K), Pasir (H), Lempung, Lanau
20	1.806	31	Pasir (K), Pasir (H), Lempung, Lanau

Sumber: Hasil Pengujian (2024) dengan Acuan (Ogunsola, Olaleye, & Olalude, 2022)

Tabel 4 dan 5 menunjukkan nilai reflektansi citra satelit landsat 8, band 4 dan 5. Nilai band yang telah diperoleh dari data citra satelit diolah lagi menggunakan rumus 8 (untuk mencari nilai reflektansi band 4) dan 9 (untuk

mencari nilai reflektansi band 5). Hasilnya terlihat pada tabel 7 dan 8 yang mana menampilkan nama, koordinat, serta nilai band dan reflektansi untuk setiap sampel.

Tabel 4. Tabel Nilai Reflektansi Citra Satelit Landsat 8, Band 4

Sampel	Lon	Lat	band_4	Reflektan 4
1	6°50'57.973"S	112°01'13.561"E	7840	0.2568
2	6°51'16.151"S	112°01'4.242"E	8406	0.26812
3	6°51'28.522"S	112°01'19.411"E	9263	0.28526
4	6°51'24.588"S	112°01'9.291"E	11265	0.3253
5	6°51'7.525"S	112°01'5.926"E	8950	0.279
6	6°51'12.259"S	112°052.038"E	8265	0.2653
7	6°51'0.933"S	112°0'49.248"E	8088	0.26176
8	6°50'52.516"S	112°0'47.308"E	8468	0.26936
9	6°51'1.482"S	112°0'55.254"E	9442	0.28884
10	6°51'7.332"S	112°0'5.966"E	8457	0.26914
11	6°51'15.180"S	112°0'55.038"E	9425	0.2885
12	6°51'29.322"S	112°01'5.652"E	8571	0.27142
13	6°51'46.182"S	112°0'49.716"E	7930	0.2586
14	6°52'2.334"S	112°0'40.866"E	7423	0.24846
15	6°51'47.40"S	112°01'22.146"E	7754	0.25508
16	6°51'47.70"S	112°01'36.336"E	7730	0.2546
17	6°51'44.262"S	112°01'30.798"E	9552	0.29104
18	6°51'40.392"S	112°01'33.114"E	8596	0.27192
19	6°51'37.986"S	112°01'28.518"E	9116	0.28232
20	6°51'43.314"S	112°01'27.108"E	7760	0.2552

Sumber: Hasil Perhitungan (2024)

Tabel 5. Tabel Nilai Reflektansi Citra Satelit Landsat 8, Band 5

Sampel	Lon	Lat	band_5	Reflektan 5
1	6°50'57.973"S	112°01'13.561"E	11815	0.3363
10	6°51'7.332"S	112°0'5.966"E	16033	0.42066
11	6°51'15.180"S	112°0'55.038"E	16372	0.42744
12	6°51'29.322"S	112°01'5.652"E	17098	0.44196
13	6°51'46.182"S	112°0'49.716"E	15243	0.40486
14	6°52'2.334"S	112°0'40.866"E	15233	0.40466
15	6°51'47.40"S	112°01'22.146"E	17502	0.45004
16	6°51'47.70"S	112°01'36.336"E	16831	0.43662
17	6°51'44.262"S	112°01'30.798"E	17197	0.44394
18	6°51'40.392"S	112°01'33.114"E	14803	0.39606
19	6°51'37.986"S	112°01'28.518"E	15788	0.41576
2	6°51'16.151"S	112°01'4.242"E	15631	0.41262
20	6°51'43.314"S	112°01'27.108"E	16097	0.42194
3	6°51'28.522"S	112°01'19.411"E	20262	0.50524
4	6°51'24.588"S	112°01'9.291"E	16455	0.4291
5	6°51'7.525"S	112°01'5.926"E	13014	0.36028
6	6°51'12.259"S	112°0'52.038"E	17920	0.4584
7	6°51'0.933"S	112°0'49.248"E	18286	0.46572
8	6°50'52.516"S	112°0'47.308"E	16725	0.4345
9	6°51'1.482"S	112°0'55.254"E	15437	0.40874

Sumber: Hasil Perhitungan (2024)

Pengujian menggunakan polinomial Lagrange dilakukan secara berurutan mulai dari derajat 1, hingga keruntuhannya pada derajat 10. Pengujian ini dilakukan pada nilai reflektansi band 4 dan 5. Dari pengujian yang dilakukan, diperoleh model matematis yang paling baik berada pada polinomial Lagrange citra satelit Landsat 8, Band 4 derajat 2 dengan data pengujian ditunjukkan pada tabel 9. Polinomial ini menghasilkan persamaan matematis $y = 83.775x^2 - 46.752x + 6.8654$ seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.

Tabel 6. Tabel Perhitungan Polinomial Lagrange Citra Satelit landsat 8, Band 4 Derajat 2

N	X		Nomor Sampel
	Reflektan 4 (x)	Porositas (f(x))	
0	0.24846	0.4209	14
1	0.2546	0.3042	16
2	0.25508	0.4166	15
3	0.2552	0.3054	20
4	0.2568	0.4054	1
5	0.2586	0.4261	13
6	0.26176	0.3953	7
7	0.2653	0.2046	6
8	0.26812	0.3525	2
9	0.26914	0.4501	10
10	0.26936	0.3264	8
11	0.27142	0.4536	12
12	0.27192	0.3157	18
13	0.279	0.3430	5
14	0.28232	0.3180	19
15	0.28526	0.5072	3
16	0.2885	0.4137	11
17	0.28884	0.4365	9
18	0.29104	0.2808	17
19	0.3253	0.5219	4

Sumber: Hasil Perhitungan (2024)

Pada tabel 6, dilakukan pengujian dengan $X = 0.270$. Data yang kemudian digunakan sebagai x adalah nilai reflektan dan $f(x)$ merupakan porositas. Adapun detail perhitungan untuk tabel 6 sebagai berikut:

a. Perhitungan Nilai $L_0(X)$

Diketahui:

$$X = 0.270$$

$$X_0 = 0.2486$$

$$X_1 = 0.26812$$

$$X_2 = 0.3253$$

Dihitung:

$$L_0(X) = \frac{(X-X_1)(X-X_2)}{(X_0-X_1)(X_0-X_2)}$$

$$L_0(X) = \frac{(0.002)}{(-0.0001)}$$

$$L_0(X) = -0.069$$

b. Perhitungan Nilai $L_1(X)$

Diketahui:

$$X = 0.270$$

$$X_0 = 0.2486$$

$$X_1 = 0.26812$$

$$X_2 = 0.3253$$

Dihitung:

$$L_1(X) = \frac{(X-X_0)(X-X_2)}{(X_1-X_0)(X_1-X_2)}$$

$$L_1(X) = \frac{(-0.00119)}{(-0.001)}$$

$$L_1(X) = 1.060$$

c. Perhitungan Nilai $L_2(X)$

Diketahui:

$$X = 0.270$$

$$X_0 = 0.2486$$

$$X_1 = 0.26812$$

$$X_3 = 0.3253$$

Dihitung:

$$L_2(X) = \frac{(X-X_0)(X-X_1)}{(X_2-X_0)(X_2-X_1)}$$

$$L_2(X) = \frac{(0.00004)}{(0.00439)}$$

$$L_2(X) = 0.009$$

d. Perhitungan Nilai $P_2(X)$

Diketahui:

$$L_0(X) = -0.069$$

$$L_1(X) = 1.060$$

$$L_2(X) = 0.009$$

$$f_0 = 0.4209$$

$$f_1 = 0.3525$$

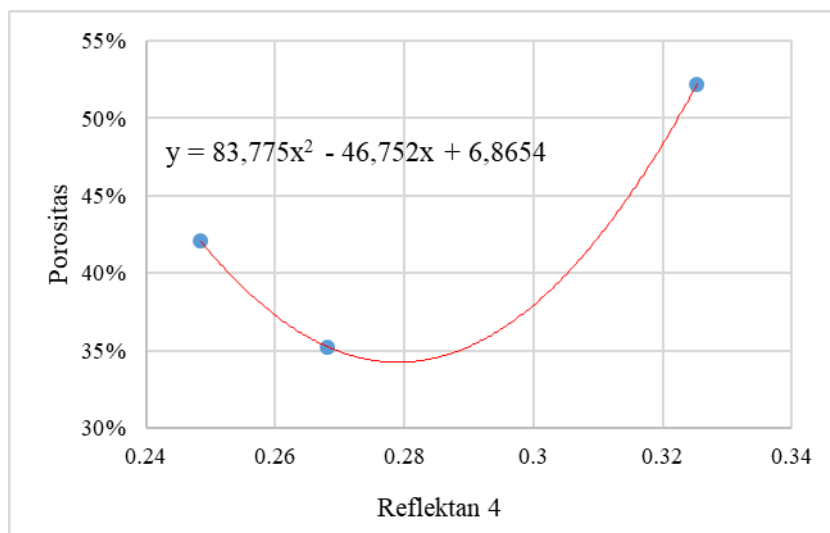
$$f_2 = 0.5219$$

Dihitung:

$$P_2(X) = L_0(X).f_0 + L_1(X).f_1 + L_2(X).f_2$$

$$P_2(X) = 0.349$$

Berdasarkan perhitungan pada tabel 6, diperoleh nilai porositas tanah pada data reflektan dengan menggunakan $X=0.270$ sebesar 0.349 pada pengujian polinomial lagrange derajat 2.



Gambar 3. Grafik model matematis polinomial Lagrange band 4 derajat 2

Sumber: Hasil Pengujian (2024)

Gambar 3 merupakan hasil pengolahan data X_0 , X_1 , X_2 , f_0 , f_1 , dan f_2 ke dalam diagram *scatter*. Setelah penginputan data tersebut, digunakan fitur polinomial dengan derajat 2 serta *display equation*.

Berdasarkan model matematis yang diperoleh pada gambar 3, korelasi nilai reflektansi citra satelit Landsat 8, band 4 dan nilai porositas tanah dapat dihitung.

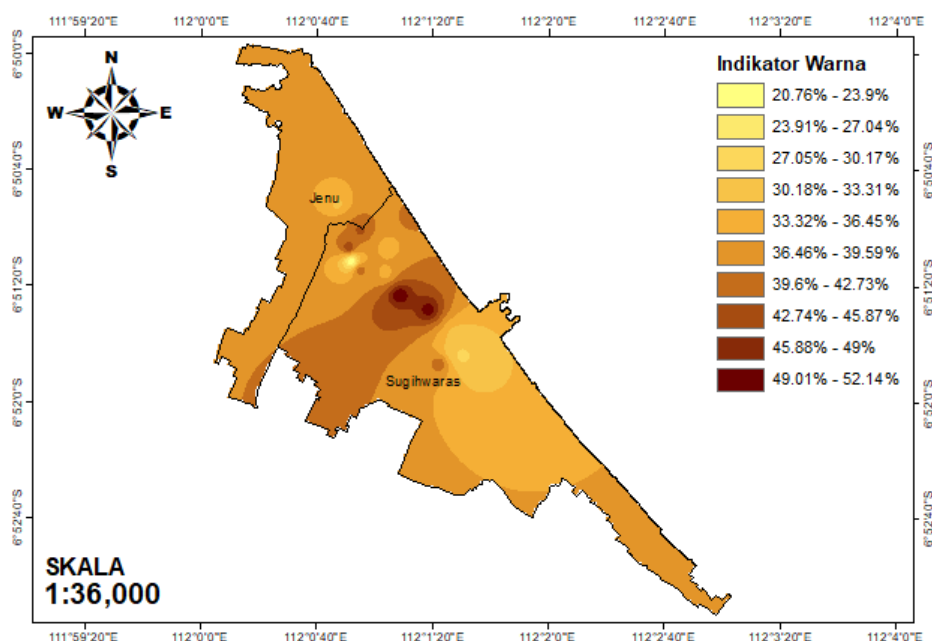
Tabel 7. Tabel Hasil Substitusi Persmaan Model Matematis

Sampel	Reflektan 4	Porositas (%)	Y	Simpang Data
1	0.2568	41%	38%	-5%
2	0.26812	35%	35%	0%
3	0.28526	51%	35%	-32%
4	0.3253	52%	52%	0%
5	0.279	34%	34%	0%
6	0.2653	20%	36%	75%
7	0.26176	40%	37%	-7%
8	0.26936	33%	35%	7%
9	0.28884	44%	35%	-20%
10	0.26914	45%	35%	-22%
11	0.2885	41%	35%	-15%
12	0.27142	45%	35%	-23%

Sampel	Reflektan 4	Porositas (%)	Y	Simpang Data
13	0.2586	43%	38%	-11%
14	0.24846	42%	42%	0%
15	0.25508	42%	39%	-6%
16	0.2546	30%	39%	29%
17	0.29104	28%	35%	26%
18	0.27192	32%	35%	10%
19	0.28232	32%	34%	8%
20	0.2552	31%	39%	28%
Rata-rata				2%

Sumber: Hasil Perhitungan (2024)

Substitusi nilai reflektansi band 4 terhadap persamaan y, menghasilkan hubungan yang cukup baik terhadap nilai porositas. Hal tersebut dapat dilihat pada rata-rata simpang data yang terjadi dalam tabel 7. Dari 20 sampel data yang diuji, simpang data terbesar terjadi pada sampel nomor 6 dengan nilai 75% serta simpang data terkecil terjadi pada sampel nomor 2, 4, 5 serta 14 dengan nilai 0%.



Gambar 4. Peta tematik sebaran kadar porositas tanah di wilayah pesisir Tuban

Sumber: Hasil Olah Data Menggunakan Perangkat Lunak ArcGIS (2024)

Pembuatan peta tematik dilakukan dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS. Proses pemetaan diawali dengan pengimporan titik-titik pengambilan sampel tanah pada Google Earth Pro ke dalam ArcGIS menggunakan format .kml. Setelah terkonversi pada layer ArcGIS, ubah sistem koordinat pada layer dengan menyesuainya terhadap lokasi area penelitian. Nilai porositas tanah, reflektansi citra satelit band 4 dan 5 akan dihubungkan dengan titik-titik yang telah terkonversi di dalam ArcGIS sebagai nilai Z. Peta tematik yang diperoleh menampilkan persebaran kadar porositas tanah di wilayah pesisir Tuban. Terlihat pada gambar 4, warna pada peta menunjukkan perbedaan yang cukup beragam. Hal ini mengindikasikan adanya variasi dalam penyebaran nilai porositas tanah. Indikator warna pada sisi peta menampilkan rentang nilainya yang lebih jelas.

SIMPULAN

Penelitian ini menemukan bahwa kadar porositas tanah di lokasi penelitian menunjukkan variasi yang cukup beragam dengan rata-rata nilai sebesar 38%. Model matematis yang dikembangkan menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara kadar porositas tanah dengan nilai reflektansi citra satelit Landsat 8 pada Band 4, dengan tingkat akurasi yang baik. Hal ini tercermin dari nilai rata-rata simpangan data yang hanya sebesar 2% pada model polinomial derajat dua. Persamaan matematis yang diperoleh adalah $y = 83.775xx^2 - 46.752x + 6.8654$.

Pemetaan dengan ArcGIS memberikan visualisasi yang jelas terhadap sebaran kadar porositas tanah di area penelitian. Indikator warna yang berbeda mengindikasikan terdapat variasi nilai porositas tanah pada area tempat sampel tanah diambil.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, B. M., Istijono, B., Ophiyandri, T., Narny, Y., Zis, S. F., Yuliza, Y., . . . Abinight, A. (2024). Pembuatan Peta Resiko Bencana di Desa Kubang Tengah Kota Sawahlunto dengan Metode Arc Toolbox. *Jurnal Talenta Sipil*, 158.
- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. (1995). *Mekanika Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Hanif, A., Harahap, F. S., Novita, A., Rauf, A., Oesman, R., & Hernosa, S. P. (2020). Conservation soil processing test on the improvement of soil physical properties. *In Proceedings of the International Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources Management (ICoSAaNRM)*.
- Hardjowigeno, S. (2003). *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Herawati, T. (2011). Analisis Spatial Tingkat Bahaya Erosi di Wilayah Cisadane Kabupaten Bogor. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*.
- Hutagalung, S. N. (2017). PEMAHAMAN METODE NUMERIK (STUDI KASUS METODE NEW-RHAPSON) MENGGUNAKAN PEMPROGRAMAN MATLAB. *JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI (JurTI)*, 95.
- Lubis, L., & Wahyudi, A. (2023). Keberlanjutan Pembangunan Wilayah Pesisir di Kabupaten Trenggalek. *JPAP*, 280.
- Masria, Lopulisa, C., Zubair, H., & Rasyid, B. (2018). KARAKTERISTIK PORI DAN HUBUNGANNYA DENGAN PERMEABILITAS PADA TANAH VERTISOL ASAL JENEPONTO SULAWESI SELATAN. *Journal Ecosolum (JES)*.
- Minangkabau, A. F., Supit, J. M., & Kamagi, Y. E. (2022). KAJIAN PERMEABILITAS, BOBOT ISI DAN POROSITAS PADA TANAH YANG DIOLAH DAN DIBERI PUPUK KOMPOS DI DESA TALIKURAN KECAMATAN REMBOKEN KABUPATEN MINAHASA. *SOIL ENVIRONMENTAL*.
- Muda, A. (2016). MODEL PENDEKATAN ALAT UJI KEPADATAN RINGAN UNTUK TANAH DI LABORATORIUM. *INFO TEKNIK*, 55.
- Nasution, B. Y., Hariadi, M., Yuniarno, E. M., & Adisusilo, A. K. (2017). Optimasi Pemodelan Porositas Tanah Menggunakan Algoritma Genetika. *SMATIKA Jurnal*, 15.
- Ogunsola, A. W., Olaleye, O. A., & Olalude, G. A. (2022). The Effects of Moisture Content on The Temperature of Some Selected Soil Samples in the Presence of Internal Heat. *International Annals of Science*, 12, 6.
- Putawa, R. A. (2023). Metode Numerik dalam Perspektif Pragmatisme dan Relevansinya dengan Bidang Keteknikan. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 61.
- Soepardi, G. (1983). *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor: Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian IPB.
- Sudiarta, I. W. (2020). *Metode Numerik*. Arga Puji Press.
- Suyanto, M. (2012). PENGARUH POROSITAS TANAH SISTEM PENTANAHAN PADA KAKI MENARA SALURAN TRANSMISI 150 kV. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*, (pp. B-106). Yogyakarta.
- Tarsila, D. B. (2015). STRATEGI PEMERINTAH DESA MENINGKATKAN PARTISIPASI MASYARAKAT DALAM PEMBANGUNAN DI DESA SEPANG KECAMATAN TOHO KABUPATEN MEMPAWAH. *Governance, Jurnal S-1 Ilmu Pemerintahan*, 2.
- Yonvitner, Susanto, h. A., & Yuliana, E. (2019). *Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut*. Banten: Universitas Terbuka.