

Analisis Perubahan Garis Pantai di Pesisir Pantai Kabupaten Lamongan Menggunakan Data Citra Satelit Landsat 8

Mochammad Fahreeza Yuniar Effendi*, Hendrata Wibisana, Bagas Aryaseto

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya 60294, Indonesia

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Garis pantai, Landsat 8, NDWI, Euclidian Distance, Haversine.

***Correspondence email:**

20035010081@student.upnjatim.ac.id

Submitted: 20 Agustus 2025

Revised: 29 Agustus 2025

Accepted: 06 Januari 2026

Published: 01 Februari 2026

ABSTRAK

Perubahan garis pantai merupakan fenomena alam yang kompleks dan dapat menimbulkan dampak signifikan terhadap wilayah pesisir, seperti berkurangnya daratan, kerusakan infrastruktur, serta terganggunya aktivitas sosial ekonomi masyarakat. Dampak-dampak tersebut dapat diminimalisir apabila pemantauan perubahan garis pantai dilakukan secara berkala pada wilayah yang rentan mengalaminya. Kabupaten Lamongan dengan garis pantai yang cukup panjang, merupakan wilayah yang rentan mengalami perubahan garis pantai akibat abrasi maupun akresi, oleh karena itu perlu dilakukannya penelitian terkait dinamika yang terjadi di wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fenomena perubahan garis pantai yang terjadi di pesisir pantai Kabupaten Lamongan selama periode 2016-2025. Metode yang digunakan dalam memetakan perubahan garis pantai meliputi pengolahan data citra satelit landsat 8 dengan menggunakan NDWI pada aplikasi ArcGIS, selanjutnya hasil pengolahan data tersebut dilakukan perhitungan menggunakan metode euclidian distance dan formula haversine serta melakukan uji statistik uji-T pada hasil perhitungan antara kedua metode tersebut. Hasil pengujian statistik uji-T dua sampel dengan varian yang sama terhadap kedua metode tersebut menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan varian antara hasil perhitungan dengan metode euclidian distance dan formula haversine. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa perubahan garis pantai selama periode 2016-2025 di pesisir pantai Lamongan akibat abrasi terbesar terjadi pada transek 1 tepatnya di Desa Lohgung, Kecamatan Brondong dengan angka perubahan sebesar 81,51 meter, sedangkan perubahan garis pantai akibat akresi terbesar terjadi pada transek 20 tepatnya di Dusun Kranji, Kecamatan Paciran dengan angka perubahan sebesar 92,00 meter.

ABSTRACT

Keywords:

Coastline, Landsat 8, NDWI, Euclidian Distance, Haversine

Coastal shoreline change is a complex natural phenomenon that can cause significant impacts on coastal areas, such as land loss, infrastructure damage, and disruption of the community's socio-economic activities. These impacts can be minimized if shoreline change monitoring is carried out periodically in vulnerable areas. Lamongan Regency, with its relatively long coastline, is an area highly susceptible to shoreline changes caused by abrasion and accretion. Therefore, research related to the dynamics occurring in this region is necessary. This study aims to identify shoreline change phenomena along the coast of Lamongan Regency during the 2016–2025 period. The method used in mapping shoreline changes involved processing Landsat 8 satellite imagery using NDWI in ArcGIS, followed by distance calculations using the Euclidean distance method and the Haversine formula, as well as conducting a statistical T-test on the results of both methods. The statistical two-sample T-test with equal variance indicated that there is no variance difference between the results obtained using the Euclidean distance method and the Haversine formula. Based on the calculation results, it was found that the greatest shoreline change due to abrasion during 2016–2025 occurred at Transect 1, specifically in Lohgung Village, Brondong District, with a change of 81.51 meters. Meanwhile, the greatest shoreline change due to accretion occurred at Transect 20, precisely in Kranji Hamlet, Paciran District, with a change of 92.00 meters.

PENDAHULUAN

Garis pantai merupakan sebuah garis pemisah antara daratan dan lautan yang sifatnya dinamis atau dapat berubah-ubah (Sun *et al.*, 2023). Perubahan ini dapat terjadi dengan adanya pengurangan daratan atau abrasi maupun penambahan daratan atau akresi (Hakim, Osawa and Sandi Adnyana, 2021). Perubahan ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti proses alami yang disebabkan oleh gelombang, pasang surut air laut, maupun aktivitas manusia seperti reklamasi

pantai (Yan *et al.*, 2021). Pengetahuan perubahan garis pantai dapat memainkan peran penting dalam perencanaan, pembangunan, pengelolaan berkelanjutan guna memaksimalkan potensi yang ada di wilayah pesisir pantai terutama pesisir yang ada di wilayah Indonesia (Yan *et al.*, 2021).

Salah satu wilayah dengan potensi pesisir pantai yang tak terbatas yang berada di Indonesia yaitu kabupaten Lamongan. Kabupaten Lamongan merupakan wilayah yang terletak di Provinsi Jawa Timur dengan luas wilayah 1.812,8 km². Secara administratif Kabupaten Lamongan berbatasan dengan Laut Jawa di sebelah utara, berbatasan dengan Kabupaten Gresik di sebelah Timur, berbatasan dengan Kabupaten Jombang dan Mojokerto di sebelah Selatan, serta berbatasan dengan Kabupaten Bojonegoro dan Tuban di sebelah Barat (Kusumaningtyas and Munir, 2022). Kabupaten lamongan memiliki wilayah perairan laut seluas 902,4 km² dengan panjang garis pantai sepanjang 47 km menjadikannya sebagai wilayah yang mempunyai potensi sumberdaya alam yang sangat besar di bidang kelautan dan perikanan (Wahyudi and Basuki, 2023). Adapun wilayah pesisir Kabupaten Lamongan yang berbatasan dengan Laut Jawa berlokasi pada dua kecamatan, yaitu Kecamatan Paciran dan Kecamatan Brondong (Kusumaningtyas and Munir, 2022). Wilayah pesisir dari kedua kecamatan tersebut berpotensi untuk mengalami perubahan garis pantai, sehingga diperlukan adanya pemetaan perubahan garis pantai pada wilayah tersebut guna mengetahui dinamika perubahan garis pantainya.

Banyak macam metode yang bisa digunakan untuk memantau dan menyelidiki perubahan garis pantai, seperti pengukuran lapangan secara langsung, analisis foto udara, dan analisis penginderaan jauh (Matin and Hasan, 2021). Namun, pengumpulan data lapangan secara langsung yang biasanya dilakukan secara manual, memakan waktu dan biaya yang tidak sedikit, serta dipengaruhi oleh kapasitas pengamat (Apostolopoulos and Nikolakopoulos, 2021). Sebaliknya pengukuran dan pemantauan garis pantai dengan menggunakan data penginderaan jauh dan sistem informasi geografis dapat menjadi alternatif yang dapat menggantikan teknik pengumpulan data secara langsung karena data penginderaan jauh memiliki cakupan yang luas, data berkala, dan hemat biaya (Apostolopoulos and Nikolakopoulos, 2021; Islam, Uddin and Hossain, 2021; Matin and Hasan, 2021). Selain itu penggunaan data penginderaan jauh seperti data citra landsat memiliki keunggulan yaitu dapat diunduh secara gratis dan memiliki resolusi spasial yang baik untuk mengetahui terjadinya perubahan garis pantai (Islam, Uddin and Hossain, 2021).

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian mengenai perubahan garis pantai dengan memanfaatkan data penginderaan jauh yaitu data citra satelit landsat 8 berbasis sistem informasi geografis pada wilayah pesisir pantai Kabupaten Lamongan. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data citra satelit landsat 8 pada wilayah pesisir Kabupaten Lamongan dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2025. Dengan demikian hasil dari pemetaan perubahan garis pantai ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam pengelolaan sumberdaya pesisir, perlindungan pesisir, maupun untuk perencanaan dan pembangunan berkelanjutan di daerah pesisir.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif-eksploratif dalam menyajikan hasil pemetaan perubahan garis pantai di pesisir pantai Lamongan kurun waktu 10 tahun berdasarkan data citra satelit landsat 8. Metode kuantitatif digunakan dengan tujuan untuk melakukan pengukuran dan analisis secara numerik dari data perubahan garis pantai. Sedangkan deskriptif-eksploratif digunakan dalam menjelaskan fenomena perubahan garis pantai (Darwish and Smith, 2023). Metode kuantitatif deskriptif ini digunakan dalam rangka untuk menganalisis data sekunder (Sari and Suryan, 2021).

Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu merupakan data sekunder. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu data band 3 dan band 5 dari data citra satelit landsat 8 mulai dari tahun 2016 hingga 2025 yang dapat diakses pada laman earthexplorer.usgs.gov. Adapun data yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Data Citra Satelit Landsat 8

No	Data Citra Landsat 8	Tanggal Pengambilan Citra
1	Band 3 dan Band 5	24 Mei 2016
2	Band 3 dan Band 5	11 Mei 2017
3	Band 3 dan Band 5	30 Mei 2018
4	Band 3 dan Band 5	17 Mei 2019
5	Band 3 dan Band 5	19 Mei 2020
6	Band 3 dan Band 5	20-Apr-21
7	Band 3 dan Band 5	23-Apr-22
8	Band 3 dan Band 5	28 Mei 2023
9	Band 3 dan Band 5	14 Mei 2024
10	Band 3 dan Band 5	1 Mei 2025

Sumber: earthexplorer.usgs.gov (2025)

Tahap Pengolahan Data

Selanjutnya data yang telah diperoleh akan diolah menggunakan aplikasi ArcGIS untuk mendapatkan data perubahan garis pantai dalam bentuk *polyline*. Dalam rangka untuk mendapatkan data garis pantai dari tahun 2016 hingga 2025, data citra satelit landsat 8 perlu diolah terlebih dahulu. Pada tahap ini akan digunakan *NDWI* atau *normalized different water index* dalam membedakan antara daratan dan perairan (Hapsari and Haryati, 2024). Indeks ini berguna untuk meningkatkan batas antara daratan dan perairan sehingga memungkinkan deteksi perubahan garis pantai yang konsisten di area yang diteliti (Iacobucci, Piacentini and Troiani, 2025). Adapun rumus *NDWI* adalah sebagai berikut (Sasmito, Pratomo and Bashit, 2021):

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR} \quad (1)$$

Dimana *Green* merupakan band hijau yang ada pada data band 3, sedangkan *NIR* atau *Near-Infrared* merupakan data band inframerah dekat yang ada pada data band 5. Dari hasil pengolahan data menggunakan indeks, selanjutnya akan didapatkan data *polyline* atau garis dari data tiap tahun. Setelah mendapatkan data garis pantai dari tahun 2016 hingga 2025, selanjutnya akan dibuat garis transek untuk mendeteksi perubahan garis pantai. Transek merupakan garis lurus yang dibuat dari *baseline* menuju garis pantai yang telah didapatkan, transek ini digunakan dalam menganalisis perubahan garis pantai tiap tahun. *Baseline* disini merupakan garis dasar yang digambar di salah satu sisi atau kedua sisi dari serangkaian garis pantai (Khallaghi and Pontius, 2022).

Tahap Penentuan Abrasi dan Akresi

Pada tahap ini dilakukan analisis perubahan garis pantai akibat abrasi maupun akresi berdasarkan pergerakan koordinat dari tahun 2016 ke 2025. Abrasi atau biasa disebut erosi dapat didefinisikan sebagai proses mundurnya garis pantai, sedangkan akresi atau sedimentasi merupakan proses penambahan daratan (Bulukumba, 2024). Metode ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai koordinat Y antara tahun 2016 dan 2025 pada tiap transek.

Tahap Perhitungan Perubahan Garis Pantai

Dalam menentukan jarak atau besar perubahan garis pantai menggunakan metode *euclidian distance* dan *haversine formula*. Kedua metode ini dapat digunakan untuk mengukur jarak antara 2 titik (Palupi, Yulianna and Winarsih, 2021). Adapun rumus dari *euclidian distance* adalah sebagai berikut:

$$d = \sqrt{(y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2} \quad (2)$$

Dimana:

d adalah jarak dari antara kedua titik

x dan y merupakan koordinat x dan y dari kedua titik

Koordinat yang digunakan dalam perhitungan menggunakan *euclidian distance* merupakan koordinat UTM

Selain menggunakan *euclidian distance*, besar perubahan garis pantai akan dihitung menggunakan rumus *haversine*. Adapun rumus *haversine* adalah sebagai berikut:

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) + \cos(lat_1) * \cos(lat_2) * \sin^2\left(\frac{\Delta long}{2}\right) \quad (3)$$

$$d = 2r * \arcsin(\sqrt{a}) \quad (4)$$

Dimana

d merupakan jarak antara kedua titik koordinat

r merupakan jari jari bumi yaitu sebesar 6731 km

lat₁ ; lat₂ merupakan koordinat *lattitude* dari titik ke-1 dan ke-2

long₁ ; long₂ merupakan koordinat *longitude* dari titik ke-1 dan ke-2

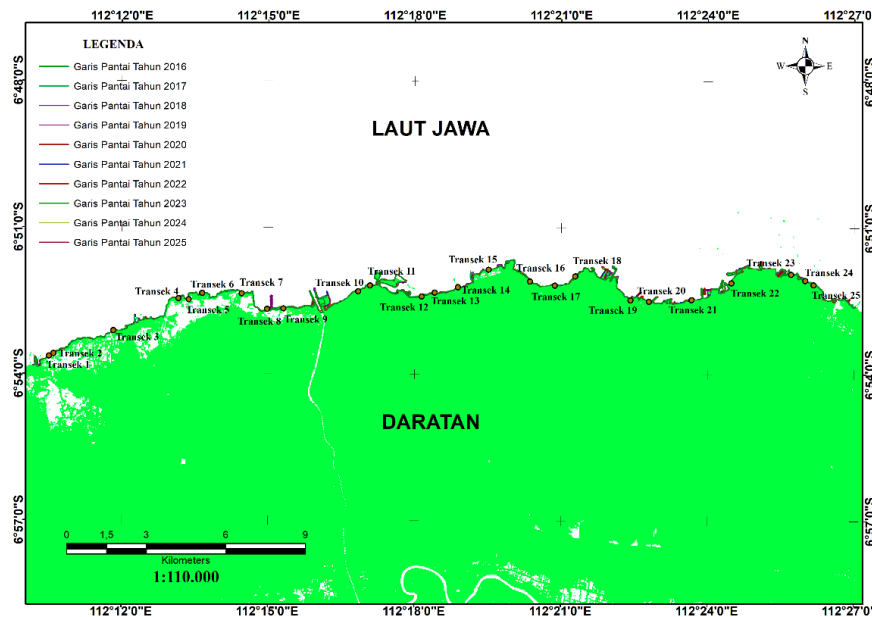
Koordinat yang digunakan dalam perhitungan formula *haversine* merupakan koordinat *Desimal Degree*.

Uji-T

Uji-T digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan antara hasil perhitungan yang menggunakan *euclidian distance* dengan *haversine*. Uji-T yang digunakan merupakan uji-T pada aplikasi *microsoft excel*. Jika *p-value* > 0,05, maka tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua metode tersebut (Alfiandi Setya Dwinanda and Hendrata Wibisana, 2024).

HASIL

Pemetaan Perubahan Garis Pantai



Gambar 1 Hasil Pemetaan Perubahan Garis Pantai Menggunakan ArcGIS

Sumber: Hasil Pengolahan Data Citra Satelit Landsat 8 (2025)

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa metode NDWI dapat digunakan dalam memisahkan antara daratan dan perairan sehingga dari data pengolahan tersebut dapat digunakan untuk memetakan perubahan garis pantai dari tahun 2016 hingga 2025. Pada gambar tersebut perairan ditunjukkan dengan warna putih sedangkan daratan ditunjukkan dengan warna hijau. Dari data tersebut selanjutnya diambil 25 transek yang tersebar di daerah pesisir wilayah lamongan. Adapun letak dari 25 transek tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Letak Kelurahan Dari Setiap Transek

No	Desa/Kelurahan	Nama
1	Lohgung	Transek 1
		Transek 2
		Transek 3
		Transek 4
2	Labuhan	Transek 5
		Transek 6
		Transek 7
		Transek 8
3	Sedayulawas	Transek 9
		Transek 10
4	Brondong	Transek 11
		Transek 12
6	Kandangsemangkon	Transek 13
		Transek 14
		Transek 15
7	Paciran	Transek 16
		Transek 17
		Transek 18
8	Tunggul	Transek 19
		Transek 20
10	Banjarwati	Transek 21
		Transek 22
11	Kemantren	Transek 23
		Transek 24
		Transek 25

Sumber: Hasil Pengolahan Data Menggunakan Microsoft Excel (2025)

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa lokasi dari ke 25 transek tersebar di antara 12 kelurahan yang terletak di pesisir pantai Kabupaten Lamongan. Data koordinat dari transek-transek tersebut selanjut perlu dilakukan analisis untuk mengetahui fenomena abrasi dan akresi yang terjadi pada setiap transek dalam kurun waktu 10 tahun.

Abrasi dan Akresi

Berdasarkan koordinat yang didapat dari pemetaan perubahan garis pantai menggunakan *software ArcGIS*. Selanjutnya dari data koordinat-koordinat tersebut ditentukan akresi dan abrasi berdasarkan pergerakan koordinat tiap titik dari tahun ke tahun pada setiap transek. Berikut merupakan hasil analisis perubahan garis pantai akibat abrasi maupun akresi pada setiap transek:

Tabel 3 Hasil Selisih Koordinat Y Tahun 2016 – 2025 Pada Setiap Transek

Transek	Koordinat (Y) UTM		ΔY	Keterangan
	2016	2025		
1	9237856,94	9237784,71	-72,23	Abrasi
2	9237953,34	9237897,55	-55,79	Abrasi
3	9238816,85	9238854,16	37,31	Akresi
4	9240024,42	9240024,40	-0,02	Abrasi
5	9239977,60	9239975,84	-1,76	Abrasi
6	9240175,63	9240173,00	-2,63	Abrasi
7	9240205,50	9240150,42	-55,08	Abrasi
8	9239646,61	9239596,45	-50,16	Abrasi
9	9239634,88	9239605,04	-29,84	Abrasi
10	9240264,90	9240293,13	28,23	Akresi
11	9240507,44	9240507,63	0,19	Akresi
12	9240048,03	9240048,14	0,11	Akresi
13	9240205,15	9240266,45	61,31	Akresi
14	9240405,11	9240479,95	74,84	Akresi
15	9241079,71	9241079,72	0,02	Akresi
16	9240619,87	9240615,91	-3,96	Abrasi
17	9240474,32	9240508,29	33,96	Akresi
18	9240802,67	9240812,34	9,67	Akresi
19	9239914,31	9239942,08	27,77	Akresi
20	9239838,05	9239925,43	87,38	Akresi
21	9239901,72	9239960,81	59,09	Akresi
22	9240553,22	9240557,99	4,77	Akresi
23	9240877,16	9240825,79	-51,37	Abrasi
24	9240611,22	9240675,85	64,64	Akresi
25	9240474,98	9240474,95	-0,03	Abrasi

Sumber: Hasil Pengolahan Data Menggunakan *Microsoft Excel* (2025)

Pada tabel 3 diatas dalam menentukan abrasi maupun akresi didapatkan dengan cara membandingkan nilai koordinat y antara tahun 2016 dan 2025. Dimana apabila nilai koordinat y dari tahun 2025 lebih besar daripada nilai koordinat y dari tahun 2016 maka dapat diketahui bahwa pantai telah mengalami pergerseran ke arah utara sehingga dapat diketahui telah terjadi akresi atau penambahan daratan pada transek tersebut. Begitupun sebaliknya apabila nilai koordinat y tahun 2025 lebih kecil daripada nilai koordinat y tahun 2016 maka dapat diketahui bahwa garis pantai telah mengalami pergerseran ke arah selatan sehingga dapat diketahui bahwa telah terjadi abrasi pada transek tersebut.

Perhitungan Perubahan Garis Pantai Menggunakan *Euclidian Distance*

Dalam menentukan besar perubahan garis pantai yang terjadi pada setiap transek digunakan metode *euclidian distance*. Berikut merupakan hasil jarak dari perhitungan perubahan garis pantai pada setiap transek antara tahun 2016 hingga 2025:

Tabel 4 Perhitungan Menggunakan *Euclidian Distance*

No	Nama	Total Jarak Tahun 2016 – 2025 (meter)
		<i>Euclidian Distance</i>
1	Transek 1	-81,51
2	Transek 2	-62,33
3	Transek 3	39,11
4	Transek 4	-0,02
5	Transek 5	-2,07
6	Transek 6	-2,64
7	Transek 7	-55,40
8	Transek 8	-50,23
9	Transek 9	-29,84

No	Nama	Total Jarak Tahun 2016 – 2025 (meter)
		<i>Euclidian Distance</i>
10	Transek 10	29,80
11	Transek 11	0,19
12	Transek 12	0,12
13	Transek 13	61,34
14	Transek 14	80,09
15	Transek 15	0,02
16	Transek 16	-7,36
17	Transek 17	34,56
18	Transek 18	13,55
19	Transek 19	27,86
20	Transek 20	92,00
21	Transek 21	60,70
22	Transek 22	7,30
23	Transek 23	-51,68
24	Transek 24	68,70
25	Transek 25	-0,04

Sumber: Hasil Pengolahan Data Menggunakan *Microsoft Excel* (2025)

Pada tabel 4 diatas dapat dilihat besar perubahan garis pantai yang dihitung menggunakan metode *euclidian distance* pada wilayah pesisir pantai Kabupaten Lamongan. Hasil negatif menunjukkan telah terjadinya perubahan garis pantai akibat abrasi atau pengurangan daratan pada transek tersebut, sedangkan hasil positif menunjukkan telah terjadinya perubahan garis pantai akibat akresi atau penambahan daratan pada transek tersebut.

Perhitungan Perubahan Garis Pantai Menggunakan *Haversine Formula*

Dalam menentukan besar perubahan garis pantai yang terjadi pada setiap transek juga digunakan metode *haversine formula*. Berikut merupakan hasil jarak dari perhitungan perubahan garis pantai pada setiap transek antara tahun 2016 hingga 2025:

Tabel 5 Hasil Perhitungan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Haversine

No	Nama	Total Jarak Tahun 2016 – 2025 (meter)
		<i>Formula Haversine</i>
1	Transek 1	-81,87
2	Transek 2	-62,61
3	Transek 3	39,31
4	Transek 4	-0,02
5	Transek 5	-2,08
6	Transek 6	-2,65
7	Transek 7	-55,72
8	Transek 8	-50,52
9	Transek 9	-30,02
10	Transek 10	29,95
11	Transek 11	0,19
12	Transek 12	0,12
13	Transek 13	61,69
14	Transek 14	80,48
15	Transek 15	0,02
16	Transek 16	-7,37
17	Transek 17	34,75
18	Transek 18	13,58
19	Transek 19	28,02
20	Transek 20	92,47
21	Transek 21	61,03
22	Transek 22	7,31
23	Transek 23	-51,98
24	Transek 24	69,04
25	Transek 25	-0,04

Sumber: Hasil Pengolahan Data Menggunakan *Microsoft Excel* (2025)

Pada tabel 5 diatas dapat dilihat besar perubahan garis pantai yang dihitung menggunakan formula haversine pada wilayah pesisir pantai Kabupaten Lamongan. Hasil negatif menunjukkan adanya fenomena perubahan garis pantai akibat abrasi pada transek tersebut, sedangkan hasil positif menunjukkan adanya fenomena perubahan garis pantai akibat akresi pada transek tersebut.

Uji T

Dari hasil perhitungan menggunakan euclidian distance dan haversine tersebut selanjutnya dilakukan uji statistik uji-T. Berikut merupakan hasil uji-T menggunakan *software microsoft excel*:

Tabel 6 Hasil Uji Statistik t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	<i>Euclidian Distance</i>	<i>Formula Haversine</i>
<i>Mean</i>	6,887602454	6,923599496
<i>Variance</i>	2093,047183	2114,480323
<i>Observations</i>	25	25
<i>Pooled Variance</i>	2103,763753	
<i>Hypothesized Mean Difference</i>	0	
<i>df</i>	48	
<i>t Stat</i>	-0,002774747	
<i>P(T<=t) one-tail</i>	0,498898788	
<i>t Critical one-tail</i>	1,677224196	
<i>P(T<=t) two-tail</i>	0,997797575	
<i>t Critical two-tail</i>	2,010634758	

Sumber: Hasil Pengolahan Data Menggunakan *Microsoft Excel* (2025)

Berdasarkan tabel 6 hasil uji statistik Uji T: dengan asumsi varian yang sama didapatkan hasil bahwa *p-value* > 0,05, dapat diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil perubahan garis pantai yang menggunakan metode *euclidian distance* dengan formula *haversine*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data citra satelit landsat 8 yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa NDWI dapat digunakan dalam pengolahan data untuk memetakan perubahan garis pantai di pesisir pantai Kabupaten Lamongan. Dari nilai perubahan garis pantai yang telah didapat dari transek 1 hingga 25, dapat diketahui bahwa abrasi selama 10 tahun terakhir terjauh terjadi pada transek 1 yaitu sebesar -81,51 meter tepat nya di kelurahan Lohgung, selanjutnya juga dapat diketahui bahwa akresi selama 10 tahun terakhir terjauh terjadi pada transek 20 yaitu sebesar 92,00 meter tepat nya di kelurahan Kranji. Selain itu dari hasil pengujian statistik uji-T dengan asumsi bahwa kedua varian adalah sama didapatkan hasil bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil perubahan garis pantai yang menggunakan metode *euclidian distance* dengan formula *haversine*. Hasil penelitian ini diharapkan berguna untuk bahan pertimbangan dalam melakukan pengelolaan maupun pembangunan berkelanjutan di wilayah pesisir pantai Kabupaten Lamongan guna memaksimalkan potensi yang ada pada wilayah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiandi Setya Dwinanda and Hendrata Wibisana (2024) ‘Coastline Mapping In Pati District Utilising Landsat-8 Satellite Images In 2015-2024’, *International Journal of Mechanical, Industrial and Control Systems Engineering*, 1(3), pp. 14–23. Available at: <https://doi.org/10.61132/ijmicse.v1i3.46>.
- Apostolopoulos, D. and Nikolakopoulos, K. (2021) ‘A review and meta-analysis of remote sensing data, GIS methods, materials and indices used for monitoring the coastline evolution over the last twenty years’, *European Journal of Remote Sensing*, 54(1), pp. 240–265. Available at: <https://doi.org/10.1080/22797254.2021.1904293>.
- Bulukumba, B.K. (2024) ‘Analisis Perubahan Garis Pantai di Pantai Mandala Ria Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba’, *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(1), pp. 9–16.
- Darwish, K. and Smith, S. (2023) ‘Landsat-Based Assessment of Morphological Changes along the Sinai Mediterranean Coast between 1990 and 2020’, *Remote Sensing*, 15(5). Available at: <https://doi.org/10.3390/rs15051392>.
- Hakim, F.L., Osawa, T. and Sandi Adnyana, I.W. (2021) ‘Shoreline Change Analysis Using Digital Shoreline Analysis System Method in Southeast Bali Island’, *ECOTROPHIC : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 15(1), p. 61. Available at: <https://doi.org/10.24843/ejes.2021.v15.i01.p06>.
- Hapsari, A.S. and Haryati, A. (2024) ‘Analisa Perubahan Garis Pantai Di Kabupaten Indramayu Menggunakan NDWI’, *Jurnal Perikanan Unram*, 14(3), pp. 1338–1349. Available at: <https://doi.org/10.29303/jp.v14i3.856>.
- Iacobucci, G., Piacentini, D. and Troiani, F. (2025) ‘Tracking coastal changes in the central-eastern margin of

- Tyrrhenian Sea through integrated NDWI-derived shorelines from multi-sensor satellite time series', *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 39(April), p. 101636. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2025.101636>.
- Islam, M.S., Uddin, M.A. and Hossain, M.A. (2021) 'Assessing the dynamics of land cover and shoreline changes of Nijhum Dwip (Island) of Bangladesh using remote sensing and GIS techniques', *Regional Studies in Marine Science*, 41, p. 101578. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101578>.
- Khallaghi, S. and Pontius, R.G. (2022) 'Area method compared with Transect method to measure shoreline movement', *Geocarto International*, 37(20), pp. 5963–5984. Available at: <https://doi.org/10.1080/10106049.2021.1926556>.
- Kusumaningtyas, D.Y.P. and Munir, A.S. (2022) 'Optimalisasi Potensi Pariwisata Daerah dengan Penguatan Aturan Daerah tentang Desa Wisata di Kabupaten Lamongan', *AL-MAQASHID: Journal of Economics and Islamic Business*, 2(01), pp. 33–46. Available at: <https://doi.org/10.55352/maqashid.v2i01.558>.
- Matin, N. and Hasan, G.M.J. (2021) 'A quantitative analysis of shoreline changes along the coast of Bangladesh using remote sensing and GIS techniques', *Catena*, 201(September 2020), p. 105185. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105185>.
- Palupi, R., Yulianna, D.A. and Winarsih, S.S. (2021) 'Analisa Perbandingan Rumus Haversine Dan Rumus Euclidean Berbasis Sistem Informasi Geografis Menggunakan Metode Independent Sample t-Test', *JITU: Journal Informatic Technology And Communication*, 5(1), pp. 40–47. Available at: <https://doi.org/10.36596/jitu.v5i1.494>.
- Sari, A.N. and Suryan, V. (2021) 'Pandemi Covid-19: Dampak terhadap Pekerjaan Konstruksi', *Jurnal Talenta Sipil*, 4(2), p. 214. Available at: <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v4i2.77>.
- Sasmito, B., Pratomo, B.D. and Bashit, N. (2021) 'Pemantauan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Metode Net Shoreline Movement (NSM) di Wilayah Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta', *Prosiding FIT ISI*, 1, pp. 269–275. Available at: <http://proceedings.undip.ac.id/index.php/isiundip2021/article/view/623>.
- Sun, W. *et al.* (2023) 'Coastline extraction using remote sensing: a review', *GIScience and Remote Sensing*, 60(1). Available at: <https://doi.org/10.1080/15481603.2023.2243671>.
- Wahyudi, M.F.R. and Basuki, M. (2023) 'Analisa Peran Dan Fungsi Pelabuhan Perikanan Nusantara Brondong Terhadap Peningkatan Ekonomi Maritim Di Kabupaten Lamongan', *Jurnal Universal Technic*, 2(2), pp. 01–14. Available at: <https://doi.org/10.58192/unitech.v2i2.1175>.
- Yan, D. *et al.* (2021) 'Shoreline Change Detection and Forecast along the Yancheng Coast Using a Digital Shoreline Analysis System', *Wetlands*, 41(4). Available at: <https://doi.org/10.1007/s13157-021-01444-3>.