

Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 dengan Metode *Linear Regression Rate* di Wilayah Pesisir Kecamatan Kuta

Selpia Purba^{1*}, Winardi Tjahyo Baskoro², Tomy Gunawan³, I Nengah Artawan⁴, I Gusti Agung Putra Adnyana⁵, I Nengah Sandi⁶

^{1,2} Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Denpasar, Indonesia

³Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III

Received: 31 March 2025

Revised: 12 June 2025

Accepted: 29 July 2025

Corresponding Author:

Selpia Purba

selpiapurba@gmail.com

© 2025 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v9i2.29955>

Abstract: Coastal areas are dynamic environments and are vulnerable to natural processes and human activities, making regular monitoring important for sustainable management. This study analyzes coastal changes along the Kuta coastal area, which includes Pantai Jerman, Kuta, Legian, and Seminyak, using Landsat 8 satellite imagery through the application of the NDWI analysis and the Linear Regression Rate (LRR) method over the period 2014–2022. The NDWI is derived using Band 3 (green) and Band 5 (near-infrared) to accurately classify the boundary between water and land. The LRR method is employed to calculate the trend of coastal line shifts from temporal data, yielding a detailed estimation of the coastal displacement rate. The study results indicate that the Kuta coastal area undergoes changes dominated by mild accretion, with an average coastal shift of 1.50 m/year, while mild erosion occurs at an average of 1.30 m/year. Overall, the coastal area experienced an accretion of 9.52 ha and an erosion of 4.55 ha.

Keywords: coastal change; Landsat 8; NDWI; LRR; accretion; erosion.

Pendahuluan

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan dengan garis pantai yang sangat panjang, dan wilayah pesisirnya digunakan untuk berbagai keperluan seperti permukiman, pariwisata, industri, hingga kegiatan pemerintahan. Pemanfaatan yang intensif ini memberikan tekanan besar terhadap kondisi pesisir, yang menyebabkan terjadinya abrasi maupun akresi di berbagai wilayah. Menurut Alencar et al. (2020), wilayah pesisir Indonesia yang panjang dan padat aktivitas manusia telah menunjukkan dinamika perubahan garis pantai yang signifikan, baik akibat proses alami maupun tekanan pembangunan. Hal ini mengindikasikan pentingnya pengelolaan pesisir secara berkelanjutan untuk mencegah kerusakan yang lebih luas.

Pantai merupakan wilayah transisi yang sangat dinamis antara daratan dan laut, yang terbentuk akibat proses alami seperti gelombang, pasang surut, dan arus. Menurut Handiani et al. (2017), pantai didefinisikan sebagai “zona antara air pasang dan surut di sepanjang garis pantai, yang batas darat-lautnya disebut shoreline.” Pemahaman ini penting dalam mendukung pengelolaan wilayah pesisir, terutama dalam menghadapi ancaman abrasi dan perubahan garis pantai di wilayah tropis seperti Indonesia. Perubahan garis pantai dapat berupa pengurangan daratan (abrasi), ataupun penambahan daratan (akresi) (Aryastana et al., 2016). Penggunaan citra satelit, seperti Landsat 8, menjadi metode efektif dalam menganalisis perubahan garis pantai secara spasial dan temporal (Mutia, 2018). Metode Linear Regression Rate (LRR)

How to Cite:

Purba, S., Baskoro, W. T., Gunawan, T., Artawan, I. N., Adnyana, I. G. A. P., & Sandi, I. N. (2025). Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 dengan Metode *Linear Regression Rate* di Wilayah Pesisir Kecamatan Kuta. *Kappa Journal*, 9(2), 177-183. <https://doi.org/10.29408/kpj.v9i2.29955>

melalui Digital Shoreline Analysis System (DSAS) memungkinkan perhitungan laju perubahan garis pantai secara akurat (Himmelstoss, 2018).

Pantai Sangsit di Bali menunjukkan abrasi sebesar 2–4 meter per tahun selama dekade terakhir berdasarkan pengolahan citra satelit dan koreksi pasang surut (Sutrisna dan Widodo, 2020). Abrasi di Pantai Lebih berdampak pada administrasi bidang-bidang tanah yang ada. Abrasi tidak berdampak pada perubahan peruntukan tanah, tetapi abrasi berdampak pada perubahan penggunaan, dan penguasaan tanah, serta turunnya nilai tanah (Purnamartha, 2016).

Abrasi sangat berdampak terhadap kehidupan masyarakat di pesisir Pantai Pabean, dimana masyarakat menjadi saksi abrasi yang semakin parah dan telah menggerus tanah dan pesisir pantai. Adapun beberapa kasus masyarakat maupun investor kehilangan lahan tersebut ialah warga yang kehilangan lahansawah seluas 8 are ada warga yang memiliki lahan seluas 9 are namun hanya tersisa ± 1 are yang sangat berdekatan dengan bibir pantai; serta adanya tanah kepemilikan investor yang sudah hilang namun belum sempat terbangun (Witari, Saidi dan Sariasih, 2021).

Kenaikan permukaan laut dan cuaca ekstrem mempercepat abrasi, menyebabkan hilangnya garis pantai hingga 2 meter per tahun di beberapa lokasi (IPCC, 2021). Faktor alami dan aktivitas manusia menjadikan Pantai Kuta rentan terhadap perubahan garis pantai (BAPPEDA, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai di Pantai Kuta menggunakan data satelit multitemporal guna memberikan informasi bagi pengelolaan wilayah pesisir secara berkelanjutan.

Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder yang terdiri dari citra satelit landsat 8 data pasang surut, dan batimetri. Citra Landsat 8 adalah data penginderaan jauh yang sering digunakan saat ini. Lansat 8 dilengkapi dengan sensor *Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) serta mengorbit pada ketinggian 705 km dari permukaan bumi, dengan area cakupan seluas 170 km x 183 km (NASA dan USGS, 2017).

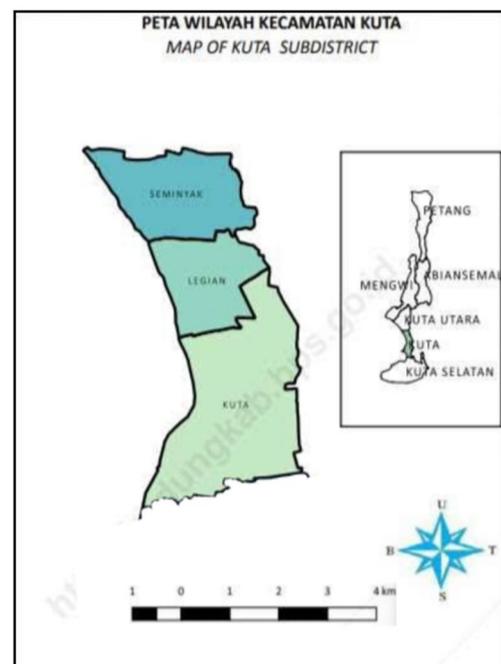
Tabel 1. Data Primer dan Data Sekunder

Parameter	Sumber Data
Citra satelit lansat 8	USGS
Batimetri	BIG
Pasang surut	BIG
Batas administrasi	BIG

Berdasarkan perhitungan menggunakan perangkat lunak Qgis, wilayah penelitian ini memiliki panjang garis pantai sekitar 7,56 km dengan jarak

antara segmen sebelum dan setelahnya adalah 30 meter dengan total 253 segmen. Pesisir Kecamatan Kuta yang terletak pada koordinat geografis 115°9'37.63" Bujur Timur 8°44'27.95" Lintang Selatan sampai 115°9'1.83" Bujur Timur dan 8°40'55.21" Lintang Selatan. Wilayah pesisir Kecamatan Kuta terdiri dari beberapa pantai meliputi: Pantai Jerman, Pantai Seminyak, Pantai Kuta, Pantai Legian. Lokasi penelitian ini dipilih karena daerah tersebut berhadapan langsung dengan laut lepas yang mengakibatkan terjadinya abrasi maupun akresi pada daerah tersebut dan menjadi salah satu daerah favorit wisatawan baik domestic maupun internasional. Lokasi penelitian terletak pada gambar 1

Tahap diagram alir adalah alur kegiatan yang dilaksanakan dalam penelitian ini. Alur kegiatan dalam diawali dengan persiapan dan berakhir pada hasil analisis. Proses penelitian ini digambarkan dalam bagan diagram alir yang terlihat pada gambar 2. Pelaksanaan penelitian terdiri dari beberapa tahapan. Adapun tahap pelaksanaan penelitian terdiri dari pengumpulan data, pengolahan data, menghasilkan peta perubahan garis pantai, dan analisis. Selanjutnya pengumpulan data Citra landsat 8 dilakukan dengan mengumpulkan data dari <https://earthexplorer.usgs.gov/> dengan tanggal perekaman 9 September 2014, 29 Maret 2018, dan 30 maret 2022, Selanjutnya mengumpulkan data pasang surut dari Badan Informasi Geospasial (BIG) yang telah diakuisisi tahun 2014, 2018, dan 2022.



Gambar 1. Peta Wilayah pesisir Kuta (BPS Badung 2017)

Setelah citra landsat 8 di diunduh dilakukan pemotongan citra untuk membatasi serta

memfokuskan analisis pada area penelitian yang tergolong luas. Oleh karena itu, citra dalam penelitian ini dipotong agar sesuai dengan wilayah yang diteliti. Proses pemotongan dilakukan menggunakan perangkat lunak Qgis dengan batasan wilayah penelitian yang ditetapkan dalam format shapefile

Tahap selanjutnya pemisahan daratan dan lautan dengan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) adalah indeks yang dikembangkan oleh McFeeters untuk memetakan badan air permukaan dengan menggunakan data citra satelit. Pemanfaatan citra satelit multitemporal seperti Landsat 8 sangat efektif dalam mendeteksi perubahan garis pantai secara spasial dan temporal di pesisir Bali, terutama dengan bantuan NDWI untuk pemisahan darat-laut (Hasan et al., 2021). Indeks ini bertujuan untuk membedakan air dari elemen-elemen lain seperti vegetasi dan tanah kering. Teknik ini bekerja dengan mengubah citra grayscale menjadi hitam putih berdasarkan nilai ambang batas otomatis. Segmentasi ini memungkinkan pemisahan objek dalam citra berdasarkan perbedaan nilai warna pada piksel citra digital, sehingga dapat digunakan untuk menentukan garis pantai.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Selanjutnya, proses digitasi dilakukan menggunakan perangkat lunak Qgis. Dalam tahap ini, delineasi pada objek pantai dilakukan untuk mengambil bagian daratannya saja, lalu mengubah data yang sebelumnya berbentuk raster menjadi data vektor.

Koreksi garis pantai terhadap pasang surut sangat penting untuk menghilangkan genangan air yang muncul akibat perubahan pasang surut saat perekaman citra (Zaidan et al., 2022). Proses ini dilakukan dengan beberapa metode, di antaranya

menentukan kemiringan dasar pantai serta menyesuaikan garis pantai citra berdasarkan Mean Sea Level (MSL). Pengolahan data pasang surut pada tahun 2014, 2018, dan 2022 dengan waktu yang disesuaikan dengan waktu perekaman citra satelit. Koreksi ini dilakukan dengan memanfaatkan data pasang surut serta informasi mengenai kemiringan garis pantai yang telah dihitung sebelumnya.

Digital Elevation Model (DEM) digunakan untuk mengetahui ketinggian wilayah penelitian di sekitar pesisir. Analisis DEM membantu mengidentifikasi perubahan signifikan dalam morfologi pesisir serta memahami topografi daerah pantai. Dalam penelitian ini DEM digunakan dalam mengidentifikasi ketinggian di wilayah pesisir untuk koreksi pasang surut. Setelah didapat garis pantai yang sudah dikoreksi terhadap pasang surut, dilakukan editing untuk mengubah garis pantai yang awalnya masih berbentuk piksel menjadi garis yang lebih smooth agar terlihat dengan jelas perubahan garis pantai dari masing-masing perbedaan tahun. Setelah itu dilakukan Teknik overlay pada masing-masing garis pantai.

Metode Linear Regression Rate (LRR) adalah salah satu metode yang digunakan dalam analisis perubahan garis pantai, termasuk dalam sistem Digital Shoreline Analysis System (DSAS). DSAS (Digital Shoreline Analysis System) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis perubahan garis pantai dengan berbagai metode statistik. Penelitian oleh Samanmali dan Ariyaratne (2022) menunjukkan bahwa LRR banyak digunakan karena dapat menghitung laju perubahan garis pantai secara akurat, dan hasilnya menggambarkan tren yang terjadi dalam periode multitemporal. Mereka menyatakan bahwa "metode LRR digunakan karena dapat menunjukkan arah dan besar perubahan garis pantai dengan mengandalkan semua titik data dalam suatu periode waktu tertentu, sehingga hasil yang diperoleh lebih stabil dibanding metode lain seperti End Point Rate.

Hasil dan Pembahasan

Wilayah pesisir Kecamatan Kuta merupakan salah satu tujuan utama bagi wisatawan domestik maupun internasional. Topografi pesisir Kuta didominasi oleh kontur yang datar dengan pantai yang landai, pesisir ini terbuka langsung ke Samudra Hindia. Karakteristik pesisir Kuta seperti terumbu karang dan pasir putih menjadi daya tarik wisatawan.

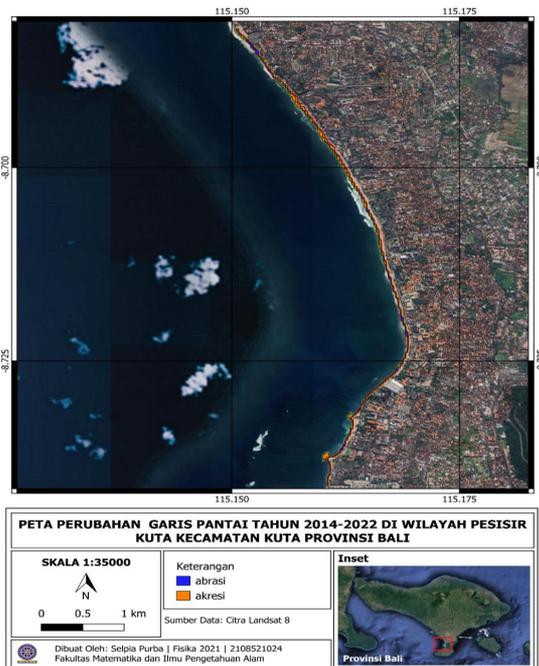
1. Analisis Perubahan Garis Pantai

Dalam periode 2014, 2018 dan 2022, wilayah Pesisir Kuta mengalami akresi yang cukup signifikan. Pada tabel 2 menunjukkan bahwa periode 2014-2018, luas area yang mengalami akresi adalah 3,39 ha, sementara pada periode 2018-2022, luas area yang

mengalami akresi meningkat menjadi 6,15 ha. Selain itu, Wilayah pesisir Kecamatan Kuta juga mengalami abrasi atau pengikisan garis pantai pada periode 2014-2018, luas area yang mengalami abrasi adalah 3,66 ha, sementara pada periode 2018-2022 luas area yang terpengaruh abrasi menurun menjadi 0,89 ha. Peta perubahan luas garis pantai dapat dilihat pada gambar 3.

Tabel 2. Perubahan luas garis pantai

Tahun 1	Tahun 2	Luas (ha)	Keterangan
2014	2018	3,40	Akresi
2018	2022	6,12	Akresi
2014	2018	3,65	Abrasi
2018	2022	0,90	Abrasi



Gambar 3. Perubahan luas garis Pantai

2. Laju Perubahan Garis Pantai

Pada tabel 3 menunjukkan perubahan laju perubahan garis pantai per tahun, dimana garis pantai didominasi akresi ringan dengan jarak 0 - 4,99 m dengan total 210 segmen atau sepanjang 6,27 km dengan rata-rata pergeseran 1,50 meter. Pada jarak terjauh yaitu >9,99 terjadi akresi sebesar 14 m, sementara itu terjadi abrasi dengan jarak 0 - 4,99 m dengan dengan total 30 segmen atau sepanjang 0,87 km.

Pada tabel 4 hasil analisis pada rentang tahun 2014-2022 atau selama 8 tahun didominasi akresi berat dengan rata-rata sebesar 30, 51 meter, total 103 segmen atau sepanjang 3,06 km dengan persentase 40%, nilai maksimum akresi mencapai 112,00 meter, sementara nilai minimum adalah 10,45 meter. Abrasi berat yang terjadi dengan pergeseran terjauh -25,60 meter dan yang terdekat -12,06 meter dengan total 14 segmen atau

sepanjang 0,39 km atau dengan persentase 5,53 %. Peta laju perubahan garis pantai bisa dilihat pada gambar 4.

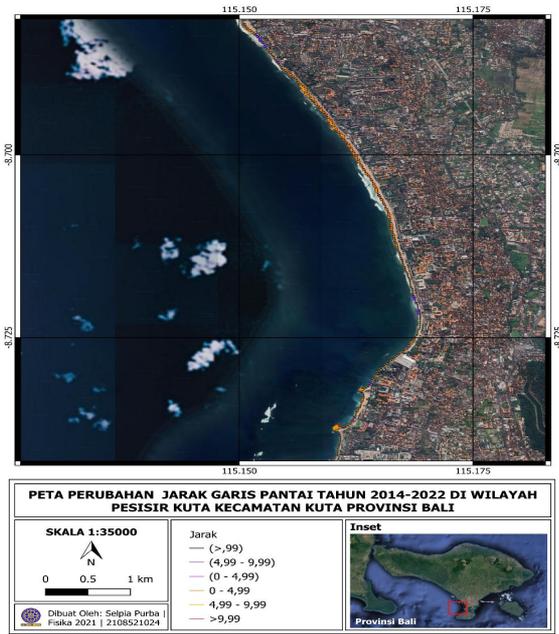
Ketika gelombang datang dengan sudut miring terhadap garis pantai, hal ini memicu terbentuknya arus sejajar pantai atau *longshore current*. Arus ini berperan penting dalam memindahkan pasir dan sedimen ke sepanjang pantai, sehingga secara perlahan mengubah bentuk garis pantainya. Mawar et al. (2021) menjelaskan bahwa perubahan garis pantai dipengaruhi *longshore current* mempengaruhi keseimbangan pantai. Artinya, kondisi alam seperti gelombang miring dan keberadaan bangunan pantai bisa menyebabkan pasir terus bergeser, dan ini bisa berdampak pada abrasi maupun penumpukan sedimen di area tertentu. Hal ini karena arus sejajar pantai merupakan media pengangkut sedimen yang telah digerakkan oleh gelombang dan terus bergerak sepanjang pantai. Arah pantai di Kecamatan Kuta sesuai dengan arah datang gelombang dominan yaitu dari arah barat dan barat daya dengan arah *longshore current* dominan mengarah ke arah utara Adibhusana dkk (2016).

Tabel 3. Laju perubahan garis pantai

Klasifikasi	Jarak (m)	Jumlah (segmen)	Minimal (m)	Maksimal (m)	Rata-rata	Keterangan
Pengurangan Daratan/tahun	>9,99	-	-	-	-	Abrasi berat
	4,99 - 9,99	-	-	-	-	Abrasi sedang
	0 - 4,99	30	-3,20	-0,02	-1,30	Abrasi ringan
Penambahan Daratan/tahun	0 - 4,99	210	0,02	4,76	1,50	Akresi ringan
	4,99 - 9,99	12	5,06	9,23	5,93	Akresi sedang
	>9,99	1	14,00	14,00	14,00	Akresi berat

Tabel 4. Perubahan jarak garis pantai

Klasifikasi	Jarak (m)	Jumlah (segmen)	Minimal (m)	Maksimal (m)	Rata-rata	Keterangan
Pengurangan Daratan	>9,99	14	-25,60	-12,06	-21,39	Abrasi berat
	4,99 - 9,99	2	-5,92	-5,33	-5,63	Abrasi sedang
	0 - 4,99	14	-3,98	-0,17	-1,5	Abrasi ringan
Penambahan Daratan	0 - 4,99	104	0,13	4,99	2,5	Akresi ringan
	4,99 - 9,99	16	5,08	9,8	6,99	Akresi sedang
	>9,99	103	10,45	112,00	30,51	Akresi berat



Gambar 4. Peta laju perubahan garis pantai

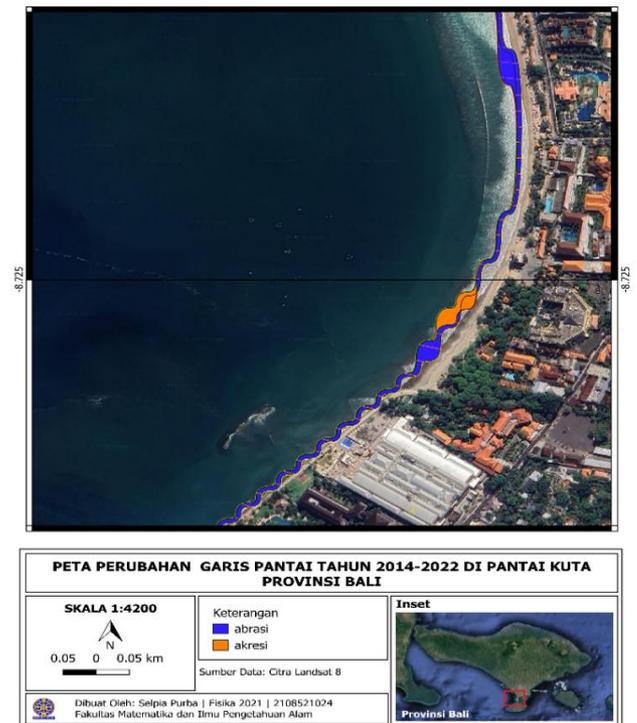


Gambar 5. Peta Perubahan Jarak Garis Pantai Jerman

Analisis perubahan garis pantai dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak DSAS yang berjalan di Qgis, di mana DSAS menghitung tingkat perubahan garis pantai secara tahunan. Penelitian ini mencakup data garis pantai di beberapa pantai yang ada di pesisir Kecamatan Kuta seperti Pantai Jerman, Kuta, Legian, dan Seminyak. pada periode 2014, 2018, dan 2022 dengan melakukan perhitungan luas dan perubahan jarak terjauh yang pernah terjadi selama periode tersebut pada lokasi yang ditentukan pada gambar. Hasil analisis tersebut disajikan pada tabel 5.

Tabel 5 Perubahan luas dan jarak pada pantai di pesisir Kuta

Pantai	Luas perubahan (ha)	Jarak terpanjang (m)	Keterangan
Jerman	0,54	112	Akresi berat
Seminyak	0,05	-25,60	Abrasi berat
Kuta	0,09	-20,8	Abrasi berat
Legian	0,55	-58,8	Akresi berat



Gambar 6. Peta Perubahan Jarak Garis Pantai Kuta



Gambar 7. Peta Perubahan Jarak Garis Pantai Legian



Gambar 8. Peta Perubahan Jarak Garis Pantai Seminyak

Hasil analisis di wilayah Pantai Jerman, yang dulunya dikenal dengan nama Pantai Segara karena lokasinya di Jalan Segara dan dekat dengan Bandara

Ngurah Rai, bagian yang terletak di koordinat 115°9'35.90" Bujur Timur dan 8°44'14.56" Lintang Selatan sampai 115° 9' 50.62" Bujur Timur dan 8° 43' 51.24" Lintang Selatan. pantai ini di mengalami akresi di beberapa titik salah satunya akresi sebesar 14 meter per tahun dan jarak terjauh dengan periode 2014-2022 sebesar 112 m, peta Pantai Jerman dapat dilihat pada gambar 5.

Sementara itu bagian Pantai Kuta yang terletak di koordinat 115°9'52.59" Bujur Timur dan 8°43'47.81" Lintang Selatan sampai 115°10'9.61" Bujur Timur dan 8°43'25.21" Lintang Selatan abrasi dalam beberapa tahun terakhir, dengan laju abrasi sekitar -2,6 meter per tahun dan jarak terjauh dengan periode 2014-2022 sebesar -20,8 dan luas area yang mengalami abrasi mencapai 0,09 ha peta perubahan garis Pantai Kuta dapat dilihat pada gambar 6.

Sebelah Utara pantai Kuta ada Pantai Legian yang terletak di koordinat 115°9'22.04" Bujur Timur dan 8°41'24.03" Lintang Selatan hingga 115°9'52.78" Bujur Timur dan 8°42'17.02" Lintang Selatan mengalami perubahan garis pantai yang didominasi akresi, laju terbesar sekitar 7,26 meter per tahun dan jarak terjauh dengan periode 2014-2022 sebesar 58,8 m dan total luas akresi yang terjadi mencapai 0,55 ha, peta perubahan garis Pantai Legian dapat dilihat pada gambar 7.

Bagian Pantai Seminyak yang terletak di koordinat 115°9'5.73" Bujur Timur dan 8°40'59.95" Lintang Selatan, sampai 115°9'16.95" Bujur Timur dan 8°41'18.14" Lintang Selatan mengalami abrasi laju abrasi sebesar yaitu -3,20 meter per tahun dan jarak terjauh dengan periode 2014-2022 sebesar 25,50 m dengan total luas sekitar 0,05 ha. dapat dilihat pada gambar 8.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 dengan Metode Linear Regression Rate di wilayah pesisir Kecamatan Kuta, didapati bahwa kawasan yang meliputi Pantai Jerman, Kuta, Legian, dan Seminyak mengalami perubahan signifikan pada garis pantai selama periode 2014-2022, dengan akresi mencapai 9,52 ha dan abrasi sebesar 4,55 ha. Analisis laju pergeseran garis pantai menunjukkan bahwa akresi mendominasi dengan rata-rata pergeseran 1,50 m/tahun, sedangkan abrasi terjadi dengan rata-rata pergeseran 1,30 m/tahun. laju perubahan garis pantai di pesisir Kecamatan Kuta dipengaruhi oleh pola arus yang stabil membantu sedimen mengendap serta arah arus pantai sesuai dengan arah datang gelombang dominan yaitu dari arah barat dan barat daya dengan arah longshore current dominan mengarah ke arah utara sehingga menimbulkan angkutan sedimen yang mengarah ke utara di pesisir Kecamatan Kuta.

Ucapan terima kasih

Penulis ucapkan terima kasih kepada keluarga, dosen prodi fisika, teman-teman, Badan Informasi Geospasial, dan instansi-instansi terkait penyediaan data yang telah mendukung serta membantu dalam kelancaran penelitian ini.

Referensi

- Alencar, N. M. P., Tissier, M. L., Handayani, R., & Kumalasari, A. (2020). Sustainable development in coastal areas: The case of Indonesia, an archipelago with 80,000 km of coastline. *Coastal Area Sustainability*, 12(2), 115–128.
<https://doi.org/10.1016/j.coastal.2020.02.005>
- Aryastana, P., Eryani, I. G. A. P., & Candrayana, K. W. (2017). Perubahan garis pantai dengan citra satelit di Kabupaten Gianyar. *Paduraksa*, 5(2), 70-81.
- BAPPEDA. (2023). Analisis risiko perubahan iklim dan adaptasi pesisir Kabupaten Badung. *Jurnal Ruang, Universitas Udayana*.
<https://ojs.unud.ac.id/index.php/ruang/article/download/19460/12894>
- Handiani, D. N., Darmawan, S., Hernawati, R., Suryahadi, M. F., & Aditya, Y. D. (2017). Identifikasi perubahan garis pantai dan ekosistem pesisir di Kabupaten Subang. *Reka Geomatika*, 2, 61–71. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Hasan, A., Subrata, I. D. N., & Rahmawati, A. (2021). Monitoring and analysis of coastline changes in the coastal area of Bali Island, Indonesia. *Journal of Marine Research*, 10(2), 45–52.
- Himmelstoss, E. A., Henderson, R. E., Kratzmann, M. G., & Farris, A. S. (2018). *Digital shoreline analysis system (DSAS) version 5.0 user guide*. U.S. Geological Survey Open-File Report 2018-1179.
<https://doi.org/10.3133/ofr20181179>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mawar, A., Santoso, E. C., & Putra, R. A. (2021). Analysis of Long-Term Shoreline Observations in the Vicinity of Coastal Structures: A Case Study of South Bali Beaches. *Water*, 13(24).
<https://doi.org/10.3390/w13243527>
- Mutia. (2018). *Evaluasi perubahan garis pantai menggunakan citra satelit multitemporal (studi kasus: pesisir Kabupaten Gianyar, Bali)* (Undergraduate thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember). Retrieved from <https://repository.its.ac.id/52322/>
- NASA & USGS. (2017). *Landsat 8 Data Users' Handbook Version 5.0*. National Aeronautics and Space Administration & U.S. Geological Survey.
- Purnamarta, I. N. (2016). *Analisis Spasial Perubahan Garis Pantai dan Dampaknya terhadap Administrasi Pertanahan di Desa Lebih, Kecamatan Gianyar, Kabupaten Gianyar, Bali*. Undergraduate thesis, Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional, Yogyakarta, Indonesia).
<http://repository.stpn.ac.id/1227/1/I%20Nyoman%20Purnamarta.pdf>
- Samannali, B., & Ariyaratne, A. A. Z. (2022). Analisis erosi pantai menggunakan pendekatan Linear Regression Rate dan End Point Rate: Studi kasus garis pantai selatan Weligama Bay, Sri Lanka. *Journal of Coastal Research*, 38(5), 1234–1245.
- Sutrisna, E., & Widodo, A. (2020). Coastline change analysis and erosion prediction using satellite images: Sangsit Region, Bali. *Journal of Environmental Studies*, 8(1), 25–33.
- Witari, M. R., Saidi, A. W., & Sariasih, K. (2021). Dampak abrasi terhadap lingkungan dan sosial budaya di wilayah pesisir Pantai Pabean, Gianyar. *Jurnal Teknik Gradien*, 13(1), 27–35. Diakses dari <http://www.ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien>
- Zaidan, R. R., Suryono, C. A., Pratikto, I., & Taufiq-Spj, N. (2022). Penggunaan Citra Satelit Sentinel-2A untuk Mengevaluasi Perubahan Garis Pantai Semarang Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 11(2), 105–113.