



Analisis Perubahan Garis Pantai dengan Pendekatan Penginderaan Jauh di Pesisir Jakarta Utara

Endah Kurnianingrum^{1*}, Carlos Tua March Siburian², Liana Herlina³, Hegi Daniel Mulya⁴
Randhi Saily⁵, Imas Wihda Misshuari⁶

^{1,2,3,6}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

⁴Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane

⁵Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Pekanbaru, Indonesia

*kurnianingrum@trisakti.ac.id

Abstract

Kawasan pesisir yang mengalami perkembangan dalam hal alih fungsi lahan, tata ruang dan tutupan lahan akan berdampak pada perubahan garis pantai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi di pesisir Jakarta Utara, dimana perkembangan tata ruang DKI Jakarta sangat signifikan. Penelitian ini menggunakan metode penginderaan jauh dengan media citra satelit Landsat 7 dan 8, analisis perubahan garis pantai menggunakan *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) dengan metode *single transect* dan *end point rate*.

Hasil analisis Pemanfaatan citra satelit dalam melihat perubahan garis pantai di wilayah Jakarta Utara menunjukkan bahwa setiap kurun waktu 10 tahun, wilayah pesisir mengalami akresi. Hal ini dikarenakan proses sedimentasi dan kegiatan reklamasi. Faktor yang mempengaruhi perubahan garis pantai pada wilayah pesisir Jakarta Utara yaitu sedimentasi dan kegiatan reklamasi. Akresi terjadi pada zona 2 dan 3 tahun 1990, zona 1 dan 3 tahun 2000, zona 2 dan 3 tahun 2010, dan zona 1, 2, dan 3 tahun 2021. Abrasi terjadi pada zona 1 tahun 1990, zona 2 tahun 2000, dan zona 1 tahun 2010. Berdasarkan kondisi tersebut pesisir DKI Jakarta mengalami perubahan yang cukup dinamis, hal ini berdampak pada kemampuan wilayah pesisir untuk mengantisipasi perubahan iklim diantaranya kenaikan muka air laut.

Keywords: *perubahan garis pantai, citra satelit, perubahan iklim*

1. Pendahuluan

Daerah utara DKI Jakarta merupakan daerah pesisir yang memiliki perkembangan lingkungan yang pesat. Topografi daerah pesisir DKI Jakarta memiliki topografi yang datar dengan aliran sungai yang membawa sedimen dan mengendap dimuaranya. Di samping itu, terdapat perkembangan tata ruang seperti reklamasi sehingga akan berpengaruh terhadap lingkungan sekitar. Hal ini merupakan salah satu permasalahan ekosistem kawasan pesisir, dimana daerah pesisir menjadi pusat ekonomi sehingga kawasan tersebut digunakan sebagai pusat aktivitas masyarakat. Kondisi tersebut berdampak pada garis pantai, dimana batasan pertemuan antara bagian laut dan daratan pada saat terjadi air laut pasang tertinggi dalam menjaga ketahanan daerah pesisir. Pantai pada umumnya akan cenderung menyesuaikan pada bentuk profilnya, oleh karena itu pantai mampu menghancurkan energi gelombang yang datang. Pantai merupakan wilayah yang cukup rentan terhadap berubahnya garis pantai.

Garis pantai bersifat berubah secara dinamis karena adanya interaksi antara bagian laut dan daratan pada saat terjadi air laut pasang. Perubahan garis pantai memiliki karakteristik yang berbeda-beda berdasarkan kondisi wilayahnya. Karakteristik wilayah yang menyebabkan terjadi perubahan garis pantai diantaranya faktor *hidro-oseanografi*, jenis sedimen, dan aktivitas manusia di daerah pesisir [1] serta beberapa faktor lain seperti angin, gelombang, arus, jenis dan material pantai yang berpengaruh pada proses sedimentasi, gerakan air, morfologi pantai, dan juga perbedaan nilai laju penurunan muka tanah, pembukaan lahan, volume limpasan air yang besar, dan transportasi sedimen dari sungai ke laut [2].

Gejala perubahan garis pantai perlu diidentifikasi sejak dini karena memiliki dampak besar terhadap lingkungan dan untuk mengetahui efektifitas lingkungan agar dapat dimanfaatkan secara optimal. Energy gelombang laut yang menjalar menuju pantai akan mengalami pecah dikarenakan adanya perbedaan kedalaman sehingga membangkitkan arus sejajar pantai (*longshore current*) yang mampu mentranspor sedimen di sepanjang garis pantai. Pantai merupakan daerah yang dinamis sehingga garis pantai akan mengalami perubahan [3, 4] diantaranya akibat transport sedimen, dimana akan mengakibatkan terjadinya abrasi maupun akresi/ sedimentasi.

Berdasarkan kondisi tersebut untuk mengantisipasi dampak terjadinya fenomena oseanografi yang dapat menyebabkan adanya ketidakstabilan di kawasan pantai, maka diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai fenomena perubahan garis pantai pada daerah pesisir utara DKI Jakarta. Informasi dari hasil penelitian diharapkan dapat digunakan seperti untuk mitigasi, pengelolaan sumberdaya pantai dan perlindungan ekosistem pantai. Selain itu dapat digunakan oleh instansi terkait untuk dijadikan pertimbangan dan pengambilan keputusan dalam pembangunan bangunan pantai maupun pemanfaatan lahan yang ada di pesisir kedepannya.

Pemantauan terhadap perubahan garis pantai pada penelitian ini menggunakan teknologi penginderaan jauh dengan citra satelit *Landsat*. Metode ini digunakan untuk mengetahui dan memetakan perubahan garis pantai dengan melihat beberapa aspek diantaranya pengaruh kelerengan pantai, pasang surut dan gelombang. Analisis perubahan garis pantai menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* yang digambarkan secara spasial dan deskriptif.

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi informasi dalam pengelolaan mitigasi dan adaptasi di kawasan pesisir khususnya pesisir utara DKI Jakarta.

2. Metodologi

Tinjauan Pustaka

Garis pantai merupakan batas pertemuan antara bagian laut dan daratan pada saat terjadi air laut pasang tertinggi yang dapat diprediksi dengan membuat model matematika yang didasarkan pada imbalanced sedimen pantai pada daerah yang ditinjau. Terjadinya perubahan garis pantai sangat dipengaruhi oleh proses-proses yang terjadi pada daerah sekitar pantai (*nearshore process*), sehingga pantai dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi yang terjadi [5]. Garis pantai memiliki sifat dinamis yang disebabkan adanya pergerakan sedimen, arus, terjangan gelombang ataupun perubahan penggunaan lahan [6]. Perubahan garis pantai dapat ditandai apabila suatu wilayah yang mengalami abrasi dan akresi [7]. Hal tersebut terjadi akibat pengaruh arus yang membawa sedimen dari berbagai sumber seperti sungai, material pantai, maupun material bawaan dari laut [8].

Masyarakat pesisir harus beradaptasi terhadap berbagai perubahan yang terjadi di wilayah pesisir salah satunya perubahan iklim akan menyebabkan perubahan yang berbeda baik terhadap dinamika pesisir maupun terhadap perubahan muka laut yang dramatis. Kenaikan muka laut rata-rata akan menjadi ancaman bagi hampir semua lahan pesisir terutama yang berelevasi rendah. Muka air laut memperlihatkan kecenderungan terus meningkat bersamaan

dengan kecepatan sehingga berdasarkan penelitian [9] yaitu terjadi peningkatan sebesar 90 mm hingga 2040.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di pesisir utara DKI Jakarta yaitu pada muara Sungai Ciliwung. Wilayah administrasi yang terdapat pada kajian ini yaitu sebagian daerah Penjaringan, sebagian daerah Tanjung Priok dan daerah Pademangan. Pengamatan garis pantai dilakukan pada tahun 1990, 2000, 2010 dan 2021. Pada penelitian ini digunakan data pendukung berupa data gelombang dan data pasang surut yang digunakan untuk menganalisa hubungan perubahan garis pantai di lokasi penelitian. Data arus dan data pasang surut yang digunakan merupakan data sekunder dengan titik koordinat $6^{\circ} 6' 40.385''$ LS dan $106^{\circ} 46' 11.399''$ BT untuk data pasang surut dan titik koordinat $6^{\circ} 5' 454.663''$ LS dan $106^{\circ} 46' 47.313''$ BT untuk data arus. Adapun untuk peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

Metode Penelitian

Pengamatan perubahan garis pantai pada penelitian ini berdasarkan tahun 1990, 2000, 2010 dan 2021. Penelitian ini menggunakan penginderaan jauh dan sistem informasi geografis dengan metode *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). Penginderaan jauh menggunakan data citra satelit Landsat 5 untuk tahun 1990, 2000, dan 2010 serta Landsat 8 untuk tahun 2021.

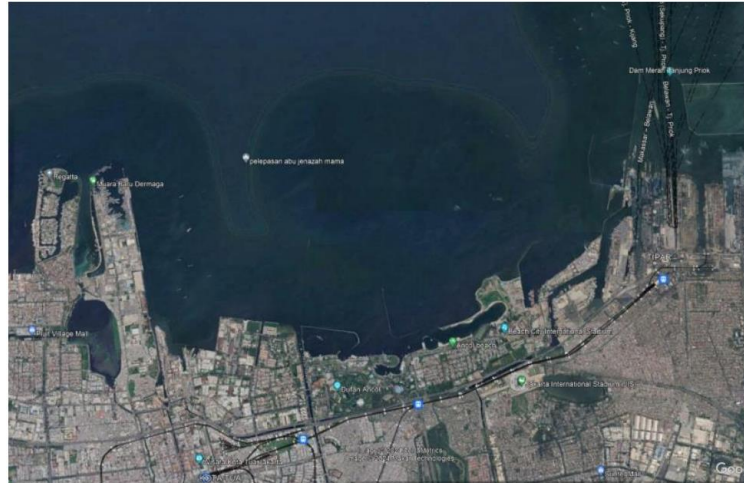
Analisis perubahan garis pantai menggunakan parameter pendukung yaitu gelombang dan pasang surut. Data pendukung yang merupakan data sekunder diperoleh dari instansi Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane. Data gelombang yang digunakan merupakan gelombang signifikan yang diperoleh dari analisis gelombang *representative*. Data pasang surut merupakan data sekunder yang menggambarkan konstanta *harmonic* dan tipe pasang surut di perairan. Data citra yang digunakan dilakukan akuisisi untuk menentukan pengaruh kondisi pasang surut terhadap perubahan garis pantai.

Dataset Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data citra satelit, data gelombang, data angin dan data pasang surut. Data citra satelit yang digunakan yaitu Landsat 5 dengan akuisisi data tahun perekaman meliputi 1990, 2000, dan 2010 serta Landsat 8 dengan akuisisi data tahun perekaman 2021. Pengolahan data menggunakan ENVI klasik dan ArcGIS dengan tahapan koreksi *geometric* dan *radiometric*, pemotongan citra, ekstraksi dan koreksi hasil analisis.

Koreksi geometrik yang digunakan yaitu transformasi GCP yang diambil dengan GPS pada saat survey lapangan. Koreksi radiometrik digunakan untuk memperbaiki kualitas visual dan nilai-nilai pixel yang tidak sesuai dengan citra. Ekstraksi garis pantai yaitu membuat garis mengikuti tekstur yang tergambar pada citra satelit Landsat dengan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Koreksi garis pantai yang dilakukan pada penelitian ini berdasarkan *Mean Sea Level* (MSL) untuk dapat mengetahui selisih muka air pada saat perekaman citra. Analisis perubahan garis pantai menggunakan DSAS dengan kombinasi *Net Shoreline Movement* (NSM) dan *single transect* (ST) yang terdapat di dalam perangkat tools DSAS untuk ekstraksi informasi jarak perubahan garis pantai serta perhitungan statistik nilai jarak perubahan garis pantai pada setiap transek. Hasil ekstraksi garis pantai kemudian di *overlay* sehingga menghasilkan beberapa garis pantai yaitu abrasi dan akresi.

Komponen *shoreline* merupakan fitur garis pantai yang digunakan adalah garis pantai pada tahun 1990, 2000, 2010 dan 2021, sedangkan komponen *baseline* merupakan garis yang digunakan sebagai *boundary* pembuatan transek dengan interval 30m dalam menganalisis perubahan garis pantai, interval 30 m diambil dengan pertimbangan resolusi dari citra *Landsat*.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi citra satelit landsat tahun 1990, 2000, 2010 dan 2021. Pengujian akurasi dilakukan setelah proses deliniasi garis pantai untuk mengetahui tingkat keakuratan hasil klasifikasi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan uji akurasi Kappa sebesar 0,756 atau 75,6% yang berarti uji akurasi yang dilakukan masuk dalam kategori baik. Perubahan garis pantai pada penelitian ini telah dikoreksi dengan menggunakan transek pada jarak per 25 meter. Perubahan garis pantai di wilayah Jakarta Utara menunjukkan daerah pesisir dominan mengalami akresi. Hal ini dapat diamati secara visual berdasarkan perkembangan tutupan lahan. Klasifikasi tutupan lahan yang terdiri dari lahan terbangun, lahan terbuka dan perairan serta vegetasi. Daerah pesisir pada penelitian ini terbagi menjadi 3 zona, dengan fokus wilayah muara Sungai Ciliwung yaitu daerah Pluit, Ancol dan Tanjung Priok.

Perubahan garis pantai dengan menggunakan metode *digital shoreline analysis system* (DSAS) yaitu mengukur jarak perubahan garis pantai berdasarkan transek yang memotong 2 garis pantai (*Net Shoreline Movement/ NSM*) dan menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak antara garis pantai dengan waktunya (*End Point Rate/ EPR*). Hasil proses DSAS untuk wilayah kajian dibagi menjadi 3 segmen dengan varian space transek 25 meter sehingga dari 3 segmen dibagi sebanyak 986 transek. Hasil perhitungan NSM, EPR, jumlah transek, kondisi transek dan presentase perubahan transeknya ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil perubahan garis pantai di setiap segmen

Segmen	Space 25 m		Jumlah Transek	Kondisi Segmen	Presentase Perubahan (%)
	NSM	EPR			
1	536,72	584,97	350	Akresi	3,7
2	90,81	85,83	230	Akresi	20,43
3	1.345,2	1.239,81	406	Akresi	39,61

Hasil perubahan garis pantai di wilayah Jakarta Utara berdasarkan pengamatan citra pada tahun 1990, 2000, 2010 dan 2021 serta perhitungan DSAS menunjukkan perubahan akresi yaitu garis pantai cenderung maju atau menjorok kearah laut yang lebih tinggi dibandingkan dengan abrasi, baik perubahan luas maupun laju perubahannya. Hal tersebut terjadi karena wilayah Jakarta Utara terletak pada dataran rendah dengan kemiringan lereng yang landai mengakibatkan terjadinya proses sedimentasi pada titik-titik tertentu dan adanya kegiatan

manusia seperti reklamasi yang membuat nilai akresi setiap tahun ada peningkatan. Adanya reklamasi membuat alih fungsi lahan mengalami perubahan sehingga menyebabkan perubahan garis pantai pada lingkungan sekitar pesisir.

Tabel 2. Perubahan panjang akresi dan abrasi

Tahun	Zona1(meter/tahun)		Zona 2(meter/tahun)		Zona 3(meter/tahun)	
	Akresi	Abrasi	Akresi	Abrasi	Akresi	Abrasi
1990	-	7,18	1,45	-	68,18	-
2000	3,44	-	8,92	-	29,3	-
2010	7,07	-	2,53	-	4,48	-
2021	0,37	-	4,53	-	37,65	-

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya kesesuaian pada penelitian sebelumnya bahwa yang mempengaruhi perubahan garis berdasarkan faktor fisik diantaranya gelombang, arus, pasang surut air laut, sedimentasi dan aktivitas manusia. Penyebab-penyebab tersebut membuat perubahan pada alih fungsi lahan dari tahun 1990 - 2000 terjadi penambahan sebesar 4,57 ha untuk lahan terbangun, 35,87 ha untuk lahan terbuka, 40,19 ha untuk lahan perairan dan terjadi pengurangan sebesar 80,61 ha untuk vegetasi. Pada tahun 2000-2010 terjadi perubahan penambahan sebesar 9,73 ha untuk lahan terbangun, 18,65 ha untuk lahan terbuka. 24, 06 untuk daerah perairan dan terjadi pengurangan 52,58 ha untuk lahan vegetasi. Pada tahun 2010-2021 terjadi perubahan penambahan sebesar 63,58 ha untuk lahan terbangun, 46, 38 ha untuk perairan, 4,85 ha untuk lahan vegetasi dan terjadi pengurangan sebesar 114,34 ha untuk lahan terbuka. Berdasarkan data tersebut maka kondisi rata-rata perubahan garis pantai di wilayah pesisir Jakarta Utara pada 30 tahun terakhir (1990-2021) mengakibatkan alih fungsi lahan yaitu lahan terbangun bertambah 25,08 ha, lahan terbuka berkurang 19,94 ha, perairan bertambah 36,87 ha, dan vegetasi berkurang 42,78 ha.

4. Kesimpulan

Pemanfaatan citra satelit dalam melihat perubahan garis pantai di wilayah Jakarta Utara menunjukkan bahwa setiap kurun waktu 10 tahun, wilayah pesisir mengalami akresi. Hal ini dikarenakan proses sedimentasi dan kegiatan reklamasi. Faktor yang mempengaruhi perubahan garis pantai pada wilayah pesisir Jakarta Utara yaitu sedimentasi dan kegiatan reklamasi. Akresi terjadi pada zona 2 dan 3 tahun 1990, zona 1 dan 3 tahun 2000, zona 2 dan 3 tahun 2010, dan zona 1, 2, dan 3 tahun 2021. Abrasi terjadi pada zona 1 tahun 1990, zona 2 tahun 2000, dan zona 1 tahun 2010. Berdasarkan kondisi tersebut pesisir DKI Jakarta mengalami perubahan yang cukup dinamis, hal ini berdampak pada kemampuan wilayah pesisir untuk mengantisipasi perubahan iklim diantaranya kenaikan muka air laut.

Daftar Pustaka

- [1] Fuad, A. K. Fajaria, and N. Hidayati, "Pemodelan dan Analisis Perubahan Garis Pantai di Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.," *Journal of Fisheries and Marine Research*, vol. 5, no. 2, pp. 335-349, 2021, [Online]. Available: <http://jfmr.ub.ac.id>
- [2] A. A. Aniendra, B. Sasmito, and A. Sukmono, "Analisis Perubahan Garis Pantai Dan Hubungannya Dengan Land Subsidence Menggunakan Aplikasi Digital Shoreline Analysis System (Dsas) (Studi Kasus: Wilayah Pesisir Kota Semarang)," 2020.
- [3] Nordstrom, K., Gares, P. S., Psuty, N. P., Pilkey, O.H., Neal, W.J., Pilkey Sr, and Orrin, H. 1986. *Living with the New Jersey Shore*. Duke University Press, Durham, 193 p.

- [4] Melisa, W., Hariyadi, Widada, S., Indrayanti, E, Sugianto, D. N., Ismunarti, D. H., dan Yusuf, M. 2020. Studi pengaruh Longshore Current Terhadap Abrasi di Pantai Moro, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(4): 324-333.
- [5] Satyanta, P. (2010). Deteksi Perubahan Garis Pantai Melalui Citra Penginderaan Jauh di Pantai Utara Semarang demak. *Geografi*, 7(1), 30-38.
- [6] Suniada, K. I. (2015). Deteksi Perubahan Garis Pantai di Kabupaten Jembrana Bali dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh
- [7] Dauhan, S. K., Tawas, H. Tangkudung, H & Mamoto, J. D. (2013). Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Terhadap Perubahan Garis Pantai di Atep OKI. *Jurnal Sipil Statik*, 1(12), 784-796.
- [8] Putra, I. M. A. W., Adhi, S & Indah, S. (2015). Pemodelan Perubahan Garis Pantai dengan Metode End Point Rate Pada Citra Satelit Landsat. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia, STMIK AMIKOM Yogyakarta, 6-8 Februari.
- [9] Helman, P. and R. Tomlinson 2009. *Coastal Vulnerability Principles for Climate Change*. Griffith Centre for Coastal Management. Griffith University, Qld: 8 pp.