

KAJIAN DETEKSI DAN PENENTUAN GARIS PANTAI DENGAN METODE TERESTRIS DAN PENGINDRAAN JAUH

Bandi Sasmito*, Andri Suprayogi

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang-75123 Telp./Faks: (024) 736834,

*e-mail: bandy,geo96@gmail.com
bandi@undip.ac.id

(Diterima 4 Oktober 2019, Disetujui 30 Oktober 2019)

ABSTRAK

Pemetaan pesisir meliputi wilayah daratan dan perairan, batas antara darat dan air (laut) disebut garis pantai. Permukaan laut secara periodik berubah atau yang umum disebut pasang surut air, sehingga batas darat dan air juga berubah. Pemetaan dengan data dasar citra satelit sekarang sudah umum dilakukan. Citra satelit merekam sesaat pada suatu waktu tertentu, jika pada wilayah pantai tentunya adalah batas darat dan laut adalah ketinggian air sesaat yang terekam oleh citra sehingga garis pantai akan berbeda antar perekaman. Kajian ini akan membahas bagaimana penentuan garis pantai dengan menggunakan metode gabungan terestris dan penginderaan jauh (data citra) dengan memperhatikan waktu perekaman dan tinggi air sesaat. Citra satelit yang digunakan adalah Landsat-8 dan pengukuran terestris menggunakan metode GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Hasil yang diharapkan adalah metode hibrid dalam penentuan garis pantai sehingga dapat digunakan dalam produksi peta pada wilayah pesisir.

Kata kunci: *Penginderaan Jauh, Garis Pantai, Pasang Surut, Landsat-8, GNSS (Global Navigation Satellite System)*

ABSTRACT

Coastal mapping includes land and water areas, the boundary between land and water (sea) is called shoreline. Sea level changes periodically or commonly called tides, so land and water boundaries also change. Mapping with satellite imagery is now common used. Satellite images record for a moment at a certain time, if in the coastal area of course the land and sea boundaries are the height of the water recorded for a moment by the image so that the coastline will be different between recordings. This study will discuss how to determine the coastline using a combination of terrestrial and remote sensing (image data) methods by taking into account the recording time and the momentary water level. The satellite image used is Landsat-8 and terrestrial measurements using the GNSS (Global Navigation Satellite System) method. The expected result is a hybrid method in determining the coastline so that it can be used in map production in coastal areas.

Keywords: *Remote Sensing, Shoreline, Tides, Landsat-8, GNSS (Global Navigation Satellite System)*

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki garis pantai terpanjang nomor dua di dunia (setelah Kanada), dengan panjang 99.093 kilometer, telah bertambah dari sebelumnya sekitar 91.000 kilometer. Garis pantai ini, ujar dia, juga memungkinkan bertambah lagi jika BIG selesai memetakan lingkungan pantai Indonesia dengan skala lebih besar yakni 1:25.000 untuk Jawa Bali dan 1:50.000 untuk Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Papua dari sebelumnya hanya dengan skala 1:250.000 (ANTARA, 2015).

Wilayah pesisir dengan pantai merupakan daerah yang bermanfaat bagi masyarakat sekitarnya, sebagai pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian, perikanan, pariwisata, dan sebagainya.

Kajian variabilitas dan tren garis pantai, diperlukan definisi dahulu dari 'Garis pantai', Karena batas ini bersifat dinamis, definisi yang dipilih harus mempertimbangkan garis pantai baik dalam pengertian temporal maupun spasial dan harus memperhitungkan variabilitas ini pada skala waktu yang digunakan untuk kajian. Untuk tujuan praktis, definisi spesifik yang dipilih umumnya kurang penting daripada kemampuan untuk mengukur bagaimana indikator garis pantai yang dipilih berhubungan dalam arti vertikal / horizontal dengan batas fisik tanah-air. Tantangannya, kemudian, adalah mengembangkan teknik yang baik dan dapat digunakan kembali untuk deteksi 'garis pantai' yang dipilih dalam sumber data yang tersedia, Teknik deteksi bervariasi tergantung pada dan definisi garis pantai yang dipilih (Boak and Turner, 2005).

Salah satu definisi garis pantai adalah garis imajiner yang menunjukkan pertemuan antara daratan dan perairan, secara periodik permukaan air (laut) dinamis tetapi definisi suatu tinggi muka air tertentu yang tetap harus dipilih untuk menjelaskan posisi garis pantai (Poerbandono and Djunarsjah, 2005). Pengertian lain dalam Standar Nasional Indonesia garis pantai adalah garis yang menggambarkan pertemuan antara perairan dan daratan di wilayah pantai pada saat kedudukan pasang tertinggi (Badan Standardisasi Nasional, 2010).

Studi penginderaan jauh di daerah pantai telah dilakukan oleh banyak peneliti sebelumnya (Boak and Turner, 2005; A A Alesheikh, Ghorbanali and Nouri, 2007; A, A, Alesheikh, Ghorbanali and Nouri, 2007; Tamassoki, Amiri and Soleymani, 2014; Sandeep Thakur, Debashrita Dey, Papita Das, Pb Ghosh, 2018). Penginderaan jauh menawarkan peluang besar untuk mendapatkan informasi tentang jenis aplikasi ini. Akuisisi berulang dan kemampuan sinoptik dari sistem penginderaan jauh terutama dapat dieksploitasi untuk menyediakan data spasial yang tepat waktu (Boak and Turner, 2005; Ekercin, 2007; Li and Damen, 2010; Tsokos and Kotsi, 2016). Tujuan utama penginderaan jauh adalah untuk mendeteksi dan memantau pergerakan garis pantai, Tingkat erosi dan pengendapan di zona pantai, dapat dengan mudah dideteksi dengan menggunakan data satelit multitemporal.

2. DATA DAN METODOLOGI

Satelit Landsat 8 memiliki sensor Onboard Operational Land Imager (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah, Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS, Landsat 8 memiliki karakteristik yang mirip dengan Landsat 7, baik resolusinya (spasial, temporal, spektral), metode koreksi, ketinggian terbang maupun karakteristik sensor yang dibawa. Hanya saja ada beberapa tambahan yang menjadi titik penyempurnaan dari Landsat 7 seperti jumlah band, rentang spektrum gelombang elektromagnetik terendah yang dapat ditangkap sensor serta nilai bit (rentang nilai Digital number) dari tiap piksel citra, (Roy *et al.*, 2014).

Dalam penentuan garis pantai menggunakan Landsat-8 saluran/band multispektral yang telah terkoreksi radiometrik maupun geometrik, menggunakan 3 metode yakni pengaplikasian rumus BILKO, AGSO dan Thresholding, Waktu perekaman citra landsat 8 adalah pada 27 Agustus 20017 dan 12 September 2017.

Garis pantai yang di dapatkan adalah garis pantai dengan pasang surut sesaat, Tinggi pasang surut garis pantai tersebut diketahui dari penyesuaian antara waktu perekaman dan prediksi pasang surut saat perekaman

citra, Tinggi pasut pada saat perekaman dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 Tinggi Pasang Surut garis pantai citra landsat-8

Perekaman Citra	Tinggi Air Sesaat
27/8/2017	1,967
12/9/2017	1,910

Rationing dilakukan untuk membandingkan suatu citra dengan citra yang lainnya (Sasmito and Suprayogi, 2017), Metode ini adalah salah satu dari pengindraan jauh, Dalam penelian ini digunakan metode AGSO dan BILKO.

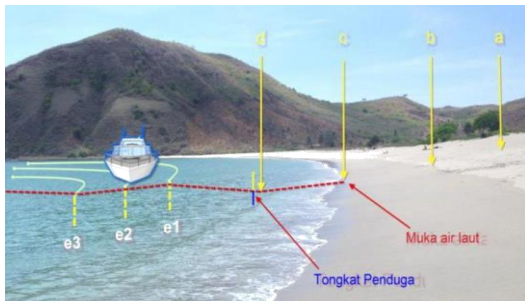
AGSO (*Australian Geological Surveys Organization*) telah mengembangkan metode pemetaan perairan dangkal berdasarkan citra, Formula yang melandasi merupakan rumusan matematis yang digunakan dalam menjelaskan hubungan antara sinyal gelombang ektromagnetik, medium propagasi, partikel dalam air, serta efek kedalaman suatu perairan, Berdasarkan karakteristik spektralnya, obyek air memiliki persentase reflektansi yang tinggi pada band dengan interval panjang gelombang antara 0,3-0,7 μ m, Band dengan interval tersebut merupakan cahaya tampak (band 1, 2, dan 3). Band-band tersebut mampu melakukan penetrasi ke dasar perairan. Ketiga band tersebut juga dapat digunakan untuk mengestimasi kedalaman suatu perairan.

Metode BILKO yaitu sebuah program khusus yang dikembangkan oleh UNESCO untuk menentukan batas darat-laut, berdasarkan band inframerah. Metode pendekatan penajaman citra tersebut berguna dalam membuat batas yang jelas darat-laut sehingga memudahkan dalam digitasi. Penentuan batas antaa daratan dan lautan dilakukan dengan memanfaatkan nilai kecerahan (BV/Brighness Value) dari daratan dan lautan, Untuk itu diperlukan nilai BV daratan terendah dan nilai BV tertinggi.

Thresholding digunakan untuk membagi gambar input ke dalam dua kelas: piksel yang memiliki nilai kurang dari threshold dan lebih dari threshold, Gambar dari hasil pengolahan ini digunakan untuk analisis yang lebih detail dari masing-masing kelas secara terpisah.

Pengukuran garis pantai dilakukan secara langsung dengan menyusuri garis pantai dengan metode terestris disesuaikan kondisi daerah survei dengan menggunakan GNSS (tracking) dan tongkat penduga. Setiap posisi harus terikat dan terkoreksi secara langsung (RTK/DGPS), dengan interval fix maksimal 50 m dan diperapat pada kondisi garis pantai berkelok. Selama pengukuran data garis pantai, didokumentasikan juga informasi bentuk pantai, vegetasi, jenis material pantai, dan sebagainya. Untuk dimasukkan dalam atribut garis pantai dan dilengkapi dokumentasi foto yang

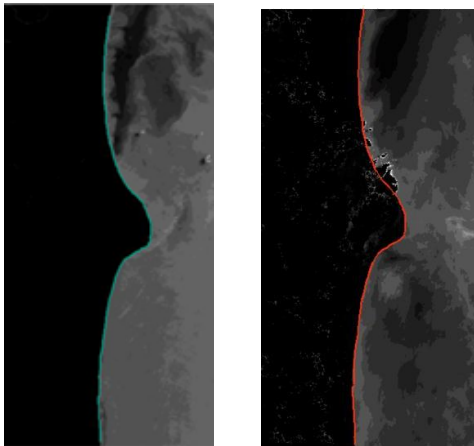
berkoordinat (geotagging foto), 3. Metode terestris ini dilakukan dengan dimulai di satu titik (disebut stasiun) tertentu di sepanjang garis pantai di area survei yang dapat dilalui surveyor. Di satu stasiun tertentu terdapat pengambilan data yang minimal terdiri dari titik pasang tertinggi rata-rata, titik pertemuan air laut dengan darat dan titik dengan kedalaman tertentu di tepi pantai. Klasifikasi titik-titik tersebut dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1 Metode Pengukuran Garis Pantai Terestris (BIG, 2017)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

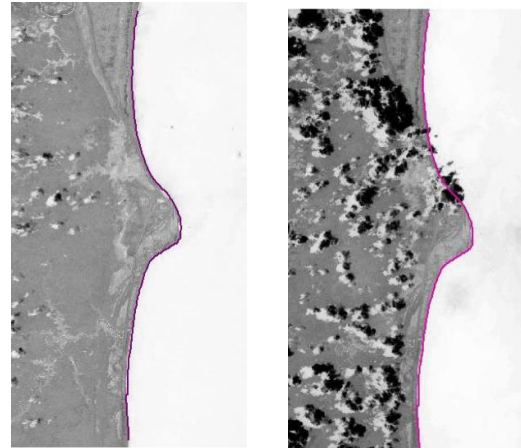
Penentuan batas darat dan laut Pada rumus AGSO memanfaatkan nilai BV yang ada pada daratan dan lautan, Dalam pengaplikasian rumus AGSO ini menggunakan band 2, 3,4 dan 6, Penampakan visual citra hasil pengolahan adalah daratan tampak lebih gelap (hitam) dibanding lautan yang tampak lebih terang (abu-abu), Hasil dari pengaplikasian rumus AGSO pada citra Landsat 8 dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Hasil digitasi Pengolahan dengan Rumus AGSO 27 Agustus 2017 dan 12 September 2017

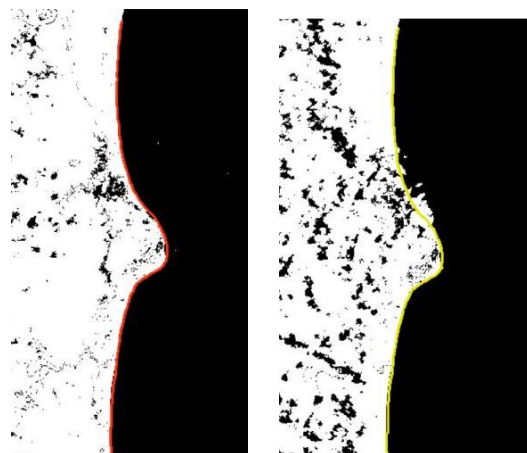
Penentuan batas darat dan laut Pada rumus BILKO memanfaatkan nilai BV yang ada pada daratan dan lautan. Dalam pengaplikasian rumus BILKO ini

menggunakan band 5, Penampakan visual citra hasil pengolahan adalah daratan tampak lebih gelap (abu-abu) dibanding lautan yang tampak lebih terang (putih). Hasil dari pengaplikasian rumus BILKO pada citra Landsat 8 dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Hasil digitasi Pengolahan dengan Rumus BILKO 27 Agustus 2017 dan 12 September 2017

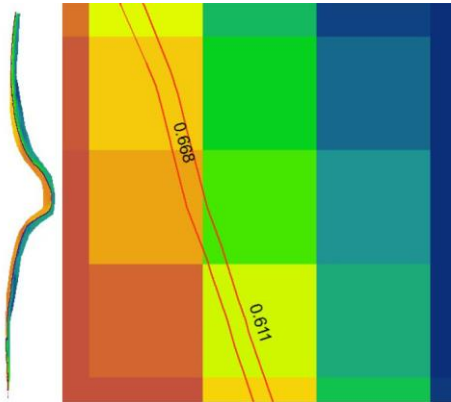
Penentuan batas darat dan laut Pada metode Thresholding memanfaatkan nilai BV yang ada pada daratan dan lautan, Dalam pengaplikasian rumus Thresholding ini menggunakan band 5. Penampakan visual citra hasil pengolahan adalah daratan tampak lebih terang (putih) dibanding lautan yang tampak lebih gelap (hitam). Hasil dari pengaplikasian rumus Thresholding pada citra Landsat 8 dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Hasil digitasi Pengolahan Thresholding 27 Agustus 2017 dan 12 September 2017

Titik-titik hasil pengukuran akan diubah menjadi nilai kedalaman dengan acuan muka air laut sesaat (titik c), Kemudian titik-titik tersebut akan dikoreksi LAT. Titik-titik yang telah dikoreksi LAT akan diinterpolasi dengan metode Natural Neighbor sehingga menghasilkan

DEM seperti yang ditunjukkan pada IV-11, dimana dari data DEM tersebut akan dibentuk kontur dengan tinggi pasang surut perekaman citra yakni + 0,688 untuk 27 Agustus 2017 dan + 0,611 untuk 12 September 2017 seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5 Garis pantai dioverlay dengan DEM Hasil Interpolasi dari titik pengukuran lapangan

Pengujian penetapan garis pantai dilakukan dengan cara membandingkan koordinat garis pantai pada citra Landsat 8 dengan koordinat garis pantai dari pengukuran terestris. Nilai kebenaran yang diharapkan adalah 90% dan toleransi yang diterima adalah 10%, sehingga jumlah titik minimal untuk uji akurasi adalah 36. Jumlah titik akurasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 54 titik, uji akurasi garis pantai landsat 8 dilakukan dengan cara membandingkan koordinat garis pantai pada citra landsat 8 dengan koordinat garis pantai dari pengukuran terestris. Nilai akurasi garis pantai pada citra landsat didapat dari nilai RMS (Root Mean Square). Jumlah titik yang akan dibandingkan adalah 54 titik, Tabel dibawah ini menunjukkan nilai perhitungan RMS untuk ketelitian horizontal.

Citra landsat pada 27 Agustus 2017 dengan rumus BILKO dengan nilai minimal sebesar 0,579 m, nilai maksimum sebesar 1943,104 m, total nilai keseluruhan sebesar 18007,991 m, nilai rata-rata sebesar 333,481 m dan nilai RMSE 18,261 m. Nilai RMSE pada jenis pantai pasir landai 19,275 m dan pada lumpur landai 16,241 m. Citra landsat pada 12 September 2017 dengan rumus BILKO, dengan nilai minimal sebesar 0,092 m, nilai maksimum sebesar 1755,782 m, total nilai keseluruhan sebesar 18659,710 m, nilai rata-rata 70 sebesar 345,550 m dan nilai RMSE 18,589 m, Nilai RMSE pada jenis pantai pasir landai 19,347 m dan pada lumpur landai 17,047 m.

Pengolahan citra landsat pada 27 Agustus 2017 dengan rumus AGSO, dengan nilai minimal sebesar 0,131 m, nilai maksimum sebesar 3164,224 m, total nilai keseluruhan sebesar 18923,044 m, nilai rata-rata sebesar 350,427 m dan nilai RMSE 18,720 m. Nilai RMSE pada jenis pantai pasir landai 18,928 m dan pada

lumpur landai 18,633 m, Pengolahan citra landsat pada 12 September 2017 dengan rumus AGSO, dengan nilai minimal sebesar 1,434 m, nilai maksimum sebesar 2189,132 m, total nilai keseluruhan sebesar 20483,817 m, nilai rata-rata sebesar 379,330 m dan nilai RMSE 19,476 m. Nilai RMSE pada jenis pantai pasir landai 19,772 m dan pada lumpur landai 19,329 m.

Pengolahan citra landsat pada 27 Agustus 2017 dengan metode Thresholding, dengan nilai minimal sebesar 0,005 m, nilai maksimum sebesar 1515,202 m, total nilai keseluruhan sebesar 11851,067 m, nilai rata-rata sebesar 219,464 m dan nilai RMSE 14,814 m. Nilai RMSE pada jenis pantai pasir landai 14,329 m dan pada lumpur landai 16,170 m. Pengolahan citra landsat pada 22 September 2017 dengan metode Thresholding, dengan nilai minimal sebesar 0,015 m, nilai maksimum sebesar 1416,123 m, total nilai keseluruhan sebesar 13281,870 m, nilai rata-rata sebesar 245,961 m dan nilai RMSE 15,683 m, Nilai RMSE pada jenis pantai pasir landai 16,026 m dan pada lumpur landai 15,258 m.

Berdasarkan Perka BIG (BIG, 2014) Ketelitian peta adalah nilai yang menggambarkan tingkat kesesuaian antara posisi dan atribut sebuah objek di peta dengan posisi dan atribut sebenarnya, Circular Error 90% (CE90) adalah ukuran ketelitian geometrik horizontal yang didefinisikan sebagai radius lingkaran yang menunjukkan bahwa 90% kesalahan atau perbedaan posisi horizontal objek di peta dengan posisi yang dianggap sebenarnya tidak lebih besar dari radius tersebut, Linear Error 90% (LE90) adalah ukuran ketelitian geometrik vertikal (ketinggian) yaitu nilai jarak yang menunjukkan bahwa 90% kesalahan atau perbedaan nilai ketinggian objek di peta dengan nilai ketinggian sebenarnya tidak lebih besar daripada nilai jarak tersebut.

Tabel 2 Akurasi horizontal CE90

Metode	Tanggal Perekaman Citra	RMSE	CE90
BILKO	27-08-17	19,275	27,712
	12/9/2017	19,347	28,209
AGSO	27-08-17	18,928	28,407
	12/9/2017	19,772	29,555
TRESSHOLD	27-08-17	14,329	22,481
	12/9/2017	16,026	23,799

Tabel 2 memperlihatkan nilai CE90 pada penentuan garis pantai dengan metode ini pada berkisar pada nilai 22,712 sampai 29,555. Menurut Perka BIG maka hasil metode ini masuk kedalam kelas 2 pada

skala 1 : 100.000 sesuai dengan ketelitian geometri peta RBI pada tabel 3.

Tabel 3 Ketelitian Geometri Peta RBI

Skala	Ketelitian Horizontal Peta RBI CE90		
	Kelas 1 (m)	Kelas 2 (m)	Kelas 3 (m)
1:100.000	20	30	50

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penentuan garis pantai dengan menggunakan metode deteksi dan penentuan garis pantai dengan metode terestris dan pengindraan jauh dapat dilakukan dengan baik dan di replikasi untuk hasil skala peta 1: 100.000.

Nilai uji CE90 menunjukkan tingkat akurasi ketelitian horizontal sesuai dengan PERKA BIG No.15 Tahun 2014. Penentuan garis pantai dengan mengaplikasikan rumus BILKO menghasilkan nilai CE90 sebesar 27.71178 m dan 28.20878 m. Penentuan garis pantai dengan mengaplikasikan rumus AGSO menghasilkan nilai CE90 sebesar 28.40713 m dan 29.55543 m. Penentuan garis pantai dengan metode Thresholding menghasilkan nilai CE90 sebesar 22.48074 m dan 23.79915 m, sehingga ketiga metode tersebut masuk kedalam kelas 2 pada skala 1 : 100.000. Nilai CE90 dari metode Thresholding lebih kecil dari dua metode lainnya, sehingga metode tersebut yang paling baik digunakan untuk pada daerah Kabupaten Lampung Timur penentuan garis pantai adalah metode Thresholding.

Penggunaan metode pengindraan jauh dengan algoritma BILKO, AGSO dan Thresholding dapat dengan baik untuk membedakan batas darat dan air. Pada penelitian ini metode Thresholding menghasilkan akurasi lebih baik dengan bukti uji akurasi pada tabel 2 diatas. Akan tetapi penulis merekomendasikan untuk memakai semua metode diatas dikarenakan kemungkinan hasil akan berbeda jika berada di tempat yang mempunyai tutupan lahan yang berbeda dari wilayah studi ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini sesungguhnya bukanlah sebuah kerja individual dan akan sulit terlaksana tanpa bantuan banyak pihak yang tak mungkin penulis sebutkan satu persatu, namun dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada civitas akademika Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alesheikh, A. A., Ghorbanali, A. and Nouri, N. (2007) 'Coastline change detection using remote sensing', *International Journal of Environmental Science and Technology*, 4(1), pp. 61–66. doi: 10.1007/BF03325962.
- Alesheikh, A A, Ghorbanali, A. and Nouri, N. (2007) 'Coastline change detection using remote sensing', *International Journal of Environmental Science & Technology*, 4(1), pp. 61–66. doi: 10.1007/BF03325962.
- ANTARA (2015) 'Garis pantai Indonesia terpanjang kedua di dunia - ANTARA News', *ANTARANEWS*. Available at: <https://www.antaranews.com/berita/487732/garis-pantai-indonesia-terpanjang-kedua-di-dunia> (Accessed: 15 October 2019).
- Badan Standardisasi Nasional (2010) *SNI 7646-2010 Survei Hidrografi*.
- BIG, (Badan Informasi Geospasial) (2014) *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial: No 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar*. Indonesia.
- Boak, E. H. and Turner, I. L. (2005) 'Shoreline Definition and Detection: A Review', *Journal of Coastal Research*, 214(214), pp. 688–703. doi: 10.2112/03-0071.1.
- Ekerin, S. (2007) 'Coastline Change Assessment at the Aegean Sea Coasts in Turkey Using Multitemporal Landsat Imagery', *Journal of Coastal Research*, 233(3), pp. 691–698. doi: 10.2112/04-0398.1.
- Li, X. and Damen, M. C. J. (2010) 'Coastline change detection with satellite remote sensing for environmental management of the Pearl River Estuary, China', *Journal of Marine Systems*. Elsevier B.V., 82(SUPPL.), pp. S54–S61. doi: 10.1016/j.jmarsys.2010.02.005.
- Poerbandono, D. and Djunarsjah, E. (2005) *Survei Hidrografi*. Refika Aditama. Bandung.
- Roy, D. P. *et al.* (2014) 'Remote Sensing of Environment Landsat-8 : Science and product vision for terrestrial global change research', *Remote Sensing of Environment*. Elsevier B.V., 145, pp. 154–172. doi: 10.1016/j.rse.2014.02.001.
- Sandeep Thakur, Debashrita Dey, Papita Das, Pb Ghosh, T. De (2018) 'Shoreline change detection using Remote Sensing in the

Bakkhali Coastal Region, West Bengal, India', *Indian Journal of Geosciences*, 71(4), pp. 611–626.

Sasmito, B. and Suprayogi, A. (2017) 'Kajian Kerentanan Ekosistem Pesisir Kabupaten Demak Berdasar Perubahan Garis Pantai dengan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis', *Teknik*, 38(1), p. 13. doi: 10.14710/teknik.v38i1.12181.

Tamassoki, E., Amiri, H. and Soleymani, Z. (2014) 'Monitoring of shoreline changes using remote sensing (case study: Coastal city of Bandar Abbas)', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 20(1). doi: 10.1088/1755-1315/20/1/012023.

Tsokos, A. and Kotsi, E. (2016) 'Bulletin of the Geological Society of Greece PROCESSING OF A TIME SERIES OF HIGH', 50, pp. 1747–1755.