

ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI UJUNG PANGKAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE EDGE DETECTION DAN NORMALIZED DIFFERENCE WATER INDEX (UJUNG PANGKAH SHORELINE CHANGE ANALYSIS USING EDGE DETECTION METHOD AND NORMALIZED DIFFERENCE WATER INDEX)

Nanin Anggraini¹, Sartono Marpaung, Maryani Hartuti

Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

Jl. Kalisari Lapan No. 8, Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta Timur 13710, Indonesia

¹ e-mail: nanin_rain@yahoo.com

Diterima 30 Januari 2017; Direvisi 03 November 2017; Disetujui 10 November 2017

ABSTRACT

Besides to the effects from tidal, coastline position changed due to abrasion and accretion. Therefore, it is necessary to detect the position of coastline, one of them by utilizing Landsat data by using edge detection and NDWI filter. Edge detection is a mathematical method that aims to identify a point on a digital image based on the brightness level. Edge detection is used because it is very good to present the appearance of a very varied object on the image so it can be distinguished easily. NDWI is able to separate land and water clearly, making it easier for coastline analysis. This study aimed to detect coastline changes in Ujung Pangkah of Gresik Regency caused by accretion and abrasion using edge detection and NDWI filters on temporal Landsat data (2000 and 2015). The data used in this research was Landsat 7 in 2000 and Landsat 8 in 2015. The results showed that the coastline of Ujung Pangkah Gresik underwent many changes due to accretion and abrasion. The accretion area reached 11,35 km² and abrasion 5,19 km² within 15 year period.

Keywords: *edge detection, shoreline, Landsat, NDWI*

ABSTRAK

Selain akibat adanya pasang surut, posisi garis pantai berubah akibat adanya abrasi dan akresi. Oleh karena itu diperlukan adanya deteksi posisi garis pantai, salah satunya dengan memanfaatkan data Landsat dengan menggunakan filter *edge detection* dan NDWI. *Edge detection* adalah suatu metode matematika yang bertujuan untuk mengidentifikasi suatu titik pada gambar digital berdasarkan tingkat kecerahan. Filter *edge detection* digunakan karena sangat baik untuk menyajikan penampakan obyek yang sangat bervariasi pada citra sehingga dapat dibedakan dengan mudah. NDWI mampu memisahkan antara daratan dan perairan dengan jelas sehingga memudahkan untuk analisis garis pantai. Penelitian ini bertujuan untuk deteksi perubahan garis pantai di Ujung Pangkah Kabupaten Gresik yang disebabkan oleh adanya akresi dan abrasi dengan menggunakan filter *edge detection* dan NDWI pada data Landsat temporal (tahun 2000 dan 2015). Data yang digunakan pada penelitian ini adalah citra Landsat 7 tahun 2000 dan Landsat 8 tahun 2015. Hasil penelitian menunjukkan bahwa garis pantai di Ujung Pangkah Gresik banyak mengalami perubahan akibat adanya akresi dan abrasi. Luas akresi mencapai 11,35 km² dan abrasi 5,19 km² dalam periode waktu 15 tahun.

Kata Kunci: *edge detection*, *garis pantai*, Landsat, NDWI

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah pesisir meliputi: dataran pesisir (*coastal plain*), lajur pesisir (*coastal stretch*), gisik (*beach*), pantai (*coastal, shore*), garis pantai (*coastline, shoreline, strandline*), dan perairan pesisir (*coastal water*) (Ongkosongo, 2011). Salah satu bagian pesisir yang sangat penting keberadaannya adalah garis pantai. Garis pantai (*shoreline*) adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut yang tidak tetap dan dapat berubah berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi (Triatmodjo, 2008). Secara sederhana, garis pantai dapat didefinisikan sebagai permukaan fisis (*physical interface*) antara daratan dan perairan (Kuleli, 2011). Berdasarkan definisi tersebut, terdapat dua faktor yang menentukan posisi garis pantai, yaitu:

- Variasi jangka pendek pada permukaan laut yang disebabkan oleh faktor astronomi dan meteorologi (Pugh, 2004),
- Perubahan dalam bentuk dan volume sedimen sepanjang profil dari pantai (Yu, *et al.*, 2013).

Pada kenyataannya, garis pantai selalu berubah akibat adanya perubahan garis pantai arah tegak lurus pantai (*cross-shore*) dan adanya pergerakan sedimen yang sejajar di wilayah pesisir. Selain itu, sifat dinamis dari tinggi air pada batas wilayah pesisir (gelombang, pasang surut, air tanah, gelombang badai, kenaikan air, dan lain sebagainya (Boak dan Turner, 2005). Garis pantai akan cepat berubah di wilayah pesisir dengan lereng pantai yang landai seperti di daerah yang sering terjadi proses pasang surut/*macrotidal* (Aguilar, *et al.*, 2010).

1.2 Rumusan Masalah

Indonesia memiliki jumlah pulau yang telah terdaftar dan terkoordinat sebanyak 13,466 pulau (BIG, 2015) dengan total panjang garis pantai 99,093 km (Samantha, 2013). Wilayah pesisir banyak mengalami perubahan yang sebagian besar disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pemukiman, industri, pertanian, perikanan, dan lain sebagainya. Kegiatan tersebut menyebabkan perubahan pada posisi garis pantai. Akibat adanya dinamika

tersebut maka posisi garis pantai di setiap wilayah pesisir akan berbeda.

Keberadaan garis pantai sangat penting, di antaranya untuk kegiatan perencanaan pembangunan dan perlindungan wilayah pesisir. Salah satu wilayah pesisir yang banyak mengalami perubahan garis pantai adalah Ujung Pangkah Kabupaten Gresik, Jawa Timur, karena banyak mengalami abrasi dan akresi. Pesisir Ujung Pangkah yang berhadapan dengan Laut Jawa menyebabkan wilayah tersebut dilalui oleh arus yang mengalir dari arah barat atau timur (tergantung dari arah angin bertiup pada musim Barat dan musim Timur). Arus ini membawa partikel-partikel yang mengendap di sekitar pesisir tersebut. Selain membawa partikel endapan, arus laut juga menyebabkan terjadinya abrasi di wilayah pesisir. Adanya akresi dan abrasi yang terjadi, maka Ujung Pangkah memiliki potensi perubahan garis pantai yang sangat besar. Oleh karena itu, diperlukan perhatian lebih untuk mengetahui lokasi pesisir yang mengalami perubahan garis pantai, salah satunya dengan melakukan deteksi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Salah satu citra satelit yang dapat digunakan untuk deteksi garis pantai adalah satelit Landsat.

Satelit Landsat yang masih tersedia adalah Landsat 7 dan Landsat 8. Landsat *the Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) atau yang dikenal dengan Landsat 7 diluncurkan pada 15 April 1999 menggantikan kemampuan dari Landsat 4 dan Landsat 5. Landsat 7 ETM+ memiliki 8 kanal yang terdiri dari 5 kanal tampak (*visible band*: 1-5), infra merah menengah (*mid-infrared*-MIR: 7), kanal *thermal* pada kanal 6, dan pankromatik dengan resolusi spasial 15 m pada kanal 8. Sensor Landsat 7 paling stabil dan merupakan instrumen terbaik untuk observasi bumi yang pernah ada. Landsat 8 adalah generasi terbaru yang

dilengkapi dengan kanal baru yaitu *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS).

Jumlah kanal pada Landsat 8 adalah 11 di mana kanal 1-9 berada pada OLI dan kanal 10 dan 11 pada TIRS. Keunggulan dari Landsat 8 terkait dengan rentang panjang gelombang elektromagnetiknya, semakin detail panjang gelombang dari tiap kanal maka akan mempermudah proses identifikasi obyek di permukaan. Selain unggul pada rentang panjang gelombang, dibandingkan dengan Landsat generasi sebelumnya, tingkat keabuan (*Digital Number-DN*) yang berkisar pada 0-255 maka tingkat keabuan citra Landsat 8 adalah 0-4095. Hal ini disebabkan oleh adanya peningkatan sensitivitas yang semula tiap piksel memiliki kuantifikasi 8 bit menjadi 12 bit. Peningkatan ini menjadikan proses interpretasi obyek di permukaan menjadi lebih mudah (Sugiarto, 2013). Perbandingan kanal antara Landsat 7 dan Landsat 8 dapat dilihat pada Tabel 1-1.

Penggunaan data penginderaan jauh untuk *monitoring* perubahan garis pantai telah banyak dilakukan seperti oleh (Arief, 2011) yang membuat garis pantai Kabupaten Kendal dengan menggunakan data temporal Landsat. Metode yang digunakan adalah interpretasi visual RGB dan digitasi *on screen*; (Kasim, 2012) *me-monitoring* perubahan garis pantai dengan menggunakan beberapa metode di antaranya adalah, interpretasi visual, teknik berbasis nilai spektral, citra komposit, serta analisis perubahan vektor; (Gainau, 2011) melakukan analisis perubahan garis pantai dengan menggunakan metode CERC, (Yu, et al., 2013) menggunakan metode *Non-Separable Wavelet* dan *Level Set* untuk deteksi perubahan garis pantai dari citra Landsat 7, SPOT-5, CBERS-2, WorldView-2, Aster, Quick-Bird dan IKONOS; (Robinson, 2011)

Tabel 1-1: PERBANDINGAN KANAL ANTARA LANDSAT 7 DAN LANDSAT 8 (Sumber: USGS, 2016)

LANDSAT 7 ETM+ Bands (μm)			LANDSAT 8 OLI and TIRS (μm)		
			30 m Coastal/Aerosol	0,435 - 0,451	Band 1
Band 1	30 m Blue	0,441 - 0,514	30 m Blue	0,452 - 0,512	Band 2
Band 2	30 m Green	0,519 - 0,601	30 m Green	0,533 - 0,590	Band 3
Band 3	30 m Red	0,631 - 0,692	30 m Red	0,636 - 0,673	Band 4
Band 4	30 m NIR	0,772 - 0,898	30 m NIR	0,851 - 0,879	Band 5
Band 5	30 m SWIR-1	1,547 - 1,749	30 m SWIR-1	1,566 - 1,651	Band 6
Band 6	60 m TIR	10,31 - 12,36	100 m TIR-1	10,60 - 11,19	Band 10
			100 m TIR-2	11,50 - 12,51	Band 11
Band 7	30 m SWIR-2	2,064 - 2,345	30 m SIRW-2	2,107 - 2,294	Band 7
Band 8	15 m Pan	0,515 - 0,896	15 m Pan	0,503 - 0,676	Band 8
			30 m Cirrus	1,363 - 1,384	Band 9

menggunakan data TerraSAR-X dengan metode "experimental quad polarization", (Suhelmi, *et al.*, 2013) menentukan garis pantai di Kabupaten Pati berdasarkan Undang-Undang Informasi Geospasial. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah penelusuran garis pantai pada posisi muka air tertinggi, pengukuran hidrografi, dan pasang surut; (Prameswari, *et al.*, 2014) melakukan kajian perubahan garis pantai di pesisir Paiton Kabupaten Probolinggo dengan metode penelitian kuantitatif yang menggunakan data gelombang, pasang surut, arus, citra Landsat ETM+, IKONOS, dan Peta LPI; dan (Braga, *et al.*, 2013) menggunakan data IKONOS-2, GeoEye-1 dan citra SAR COSMO-SkyMed untuk deteksi garis pantai di Venezia, Italia dengan menggunakan metode *edge detection* dan segmentasi citra.

Pada penelitian ini akan digunakan metode *edge detection* yang menjadi salah satu fitur pada *software ErMapper*. *Edge detection* adalah suatu metode matematika yang bertujuan untuk mengidentifikasi suatu titik pada gambar digital berdasarkan tingkat kecerahan. Filter ini dapat digunakan untuk proses segmentasi, registrasi, dan identifikasi obyek. Pada fitur *edge detection ErMapper*

tersebut terdiri tiga pilihan yaitu (Hexagon, 2015):

- *Different*: Filter ini menggunakan konvolusi grafis untuk menyoroti perbedaan dalam algoritma kontur. Filter yang digunakan adalah :

$$\begin{matrix} -1 & -1 & 0 \\ -1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

Faktor skala: 1

- *Gradient_X*: Filter ini menggunakan konvolusi grafis untuk menyoroti gradien dalam arah X. Filter yang digunakan adalah:

$$\begin{matrix} 0 & -1 & 1 \end{matrix}$$

Faktor skala: 1

- *Gradient_Y*: Filter ini menggunakan konvolusi grafis untuk menyoroti gradien dalam arah Y. Filter yang digunakan adalah:

$$\begin{matrix} 1 \\ -1 \\ 0 \end{matrix}$$

Faktor skala : 1

Metode *edge detection* sangat baik untuk menyajikan penampakan obyek yang sangat bervariasi pada citra sehingga dapat dibedakan dengan mudah (Danoedoro, 2012). (Braga, et al., 2013) menyatakan bahwa metode *edge detection* mampu menunjukkan ketidakberlanjutan (*discontinuity*), yaitu adanya perubahan tiba-tiba dari nilai spektrum atau intensitas citra pada obyek antara obyek air dan daratan, atau adanya kesamaan (*similarity*) antara obyek yang terletak pada daerah yang relatif homogen seperti daerah terendam atau tidak terendam. Keduanya memiliki nilai rata-rata yang berbeda.

Konvolusi adalah salah satu proses *filtering* yang sering dilakukan pada proses pengolahan citra. Konvolusi grafis bertujuan untuk menghaluskan suatu citra atau memperjelas citra dengan menggantikan nilai piksel dengan sejumlah nilai piksel yang sesuai atau berdekatan dengan piksel aslinya. Pada konvolusi citra ukuran dari citra tetap sama atau tidak berubah. Proses konvolusi dilakukan dengan menggunakan matriks yang biasa disebut *mask* atau *kernel* yaitu matriks berjalan sepanjang proses komputasi dan digunakan untuk menghitung nilai representasi lokal dari beberapa piksel pada citra (Gazali, et al., 2012).

Selain menggunakan filter *edge detection*, salah satu metode yang dapat digunakan untuk memisahkan antara daratan dan perairan adalah *Normalized Difference Water Index* (NDWI). NDWI adalah suatu algoritma yang digunakan untuk deteksi badan air. Badan air memiliki kemampuan untuk menyerap secara kuat pada panjang gelombang sinar tampak dan infra merah. (McFeeters, 2013) menyatakan bahwa nilai NDWI lebih besar dari nol maka diasumsikan mewakili permukaan badan air, dan jika nilainya lebih kecil atau sama maka diasumsikan sebagai

permukaan bukan air. Algoritma NDWI sebagai berikut:

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}$$

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk deteksi perubahan garis pantai di Ujung Pangkah Kabupaten Gresik yang disebabkan oleh adanya akresi dan abrasi dengan menggunakan metode *edge detection* dan NDWI.

1.4 Hasil Yang Diharapkan

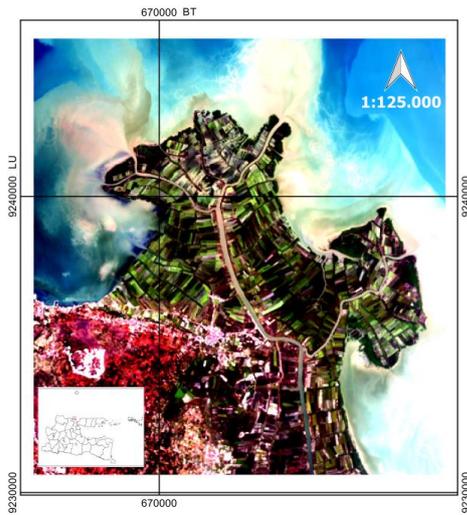
Adanya informasi perubahan garis pantai di Ujung Pangkah Gresik Jawa Timur, diharapkan dapat menjadi masukan bagi pemerintah daerah terkait dengan pembangunan wilayah pesisir. Pada wilayah pesisir terdapat lebih dari satu ekosistem, kerusakan pada salah satu ekosistem dapat menyebabkan kerusakan pada ekosistem yang lainnya. Oleh karena itu diperlukan adanya perencanaan wilayah pesisir yang terpadu sehingga dapat mencapai pembangunan wilayah pesisir yang berkelanjutan.

2 METODOLOGI

2.1 Data dan Lokasi

Data yang digunakan pada penelitian adalah citra Landsat 7 ETM+ 28 April 2000 dan Landsat 8, 3 Agustus 2015 dengan *path row* 118 065. Data Landsat yang digunakan telah terkoreksi baik secara geografik ataupun secara atmosferik. Perbedaan pada tanggal perekaman (bulan dan musim) diabaikan karena pada penelitian ini hanya mendeteksi garis pantai sesaat yang tidak memperhitungkan kondisi pasang surut pada wilayah tersebut. Selain itu, penelitian ini didukung dengan data hasil survei lapangan yang telah dilaksanakan pada 17 – 21 Agustus 2015. Lokasi kajian adalah wilayah pesisir Ujung Pangkah Kabupaten Gresik Provinsi

Jawa Timur dan sekitarnya seperti yang terlihat pada Gambar 2-1.



Gambar 2:1: Lokasi penelitian

2.2 Metode Penelitian

Secara garis besar, proses ekstraksi garis pantai dari data Landsat adalah sebagai berikut:

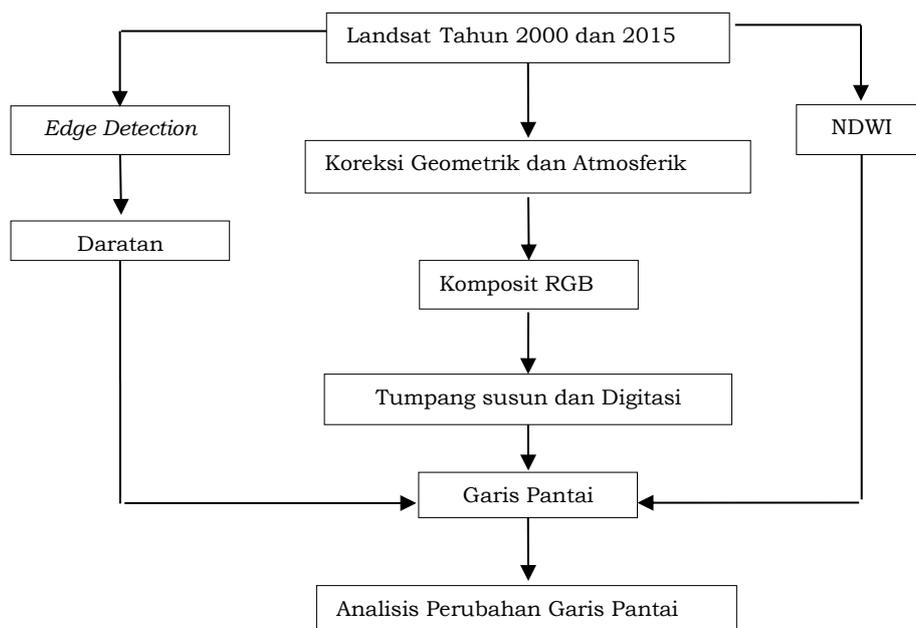
- Koreksi geometrik dan atmosferik citra Landsat,
- Analisis secara visual citra Landsat 7 dan Landsat 8 untuk melihat perubahan pada pesisir Ujung Pangkah dengan menggunakan citra komposit. Komposit yang digunakan adalah

Pemisahan *Natural Color Composit* (NCC) *Red-Green-Blue*. Kombinasi kanal NCC citra Landsat 7 adalah kanal *Red Green Blue* (321) dan untuk Landsat 8 adalah *Red Green Blue* (432). Kombinasi NCC digunakan karena memberikan tampilan citra sesuai dengan kondisi sebenarnya pada permukaan bumi.

- *Filtering* kanal citra multispektral dengan menggunakan *edge detection: different* yang menjadi salah satu fitur pada ErMapper,
- Digitasi pada kanal hasil filter *edge detection* dan didukung dengan komposit citra,
- Analisis perubahan garis pantai secara visual,
- Selain dengan menggunakan filter *edge detection*, proses pemisahan daratan dan perairan menggunakan NDWI. Hasil dari NDWI digunakan untuk menghitung luas akresi dan abrasi. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data Landsat 7 dan 8, tampilan citra NCC menunjukkan wilayah Ujung Pangkah dengan jelas. Berdasarkan



Gambar 2-2: Alur penelitian

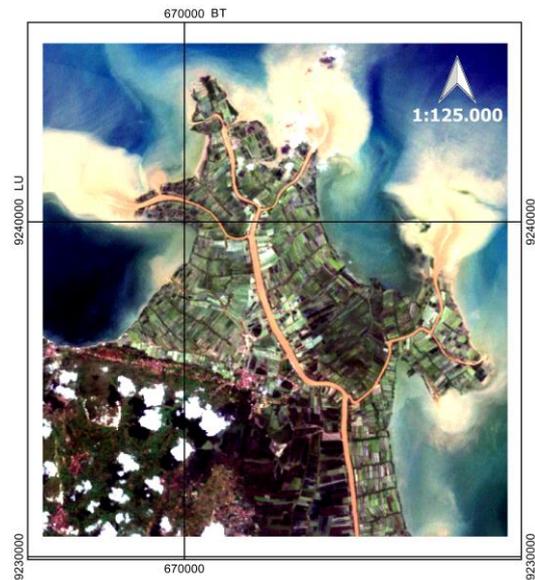
kombinasi NCC (Landsat 7: 321 dan Landsat 8: 432), terlihat wilayah pesisir Ujung Pangkah memiliki empat muara sungai yang cukup lebar serta beberapa muara yang lebih kecil. Hal ini terlihat dari adanya sungai yang cukup lebar serta warna yang cukup kontras dengan vegetasi (Gambar 3-1a). Aliran sungai yang terdeteksi dengan warna coklat mempermudah untuk mendeteksi jumlah muara di Ujung Pangkah.

Muara sungai menjadi tempat endapan bagi partikel yang terbawa oleh aliran Sungai Bengawan Solo. Partikel penyebab endapan dihasilkan akibat adanya pembukaan lahan, banjir dengan volume besar akibat hujan berkepanjangan, serta adanya proses transport sedimen dari badan sungai menuju laut (Zonabmi, 2015). Gambar 3-1 memperlihatkan kondisi wilayah pesisir Ujung Pangkah Gresik.

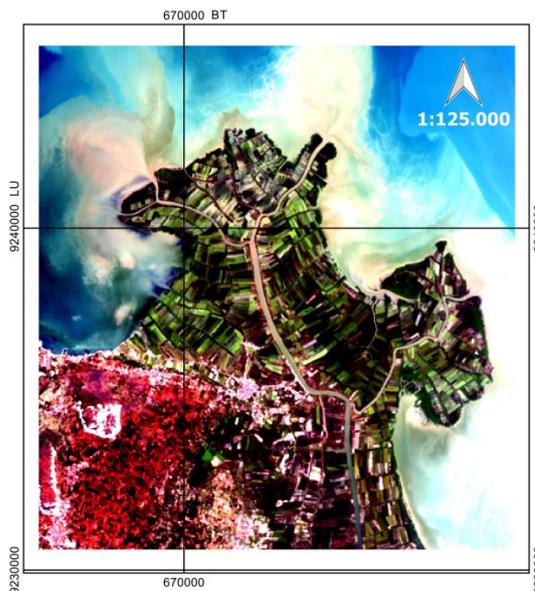
Penumpukan partikel di sekitar muara sungai menyebabkan terjadinya akresi. Akresi adalah proses sedimentasi di wilayah pesisir yang disebabkan oleh aliran partikel dari sungai dan daratan. Selain terjadinya akresi, di pesisir Ujung Pangkah juga banyak mengalami abrasi. Abrasi terjadi akibat adanya arus laut Jawa yang mengalir dari arah barat atau timur tergantung dari arah angin bertiup pada musim barat atau musim timur. Proses akresi dan abrasi menyebabkan perubahan pada posisi garis pantai di Ujung Pangkah. Oleh karena itu dilakukan deteksi posisi garis pantai dengan menggunakan filter *edge detection* pada data citra Landsat dengan periode beda waktu 15 tahun.

Edge detection adalah salah satu proses *filtering* atau juga sebagai langkah awal dari segmentasi citra. Informasi citra tidak hanya diperoleh dari posisi yang di tengah, tepian citra juga memiliki informasi penting. Tepian citra memiliki informasi berupa obyek, bentuk, ukuran, serta tekstur dari obyek tersebut. Tepian citra adalah posisi di mana intensitas

piksel dari citra berubah dari nilai rendah ke tinggi atau sebaliknya (Putra, 2010).



a. Landsat 7 tahun 2000 RGB 321

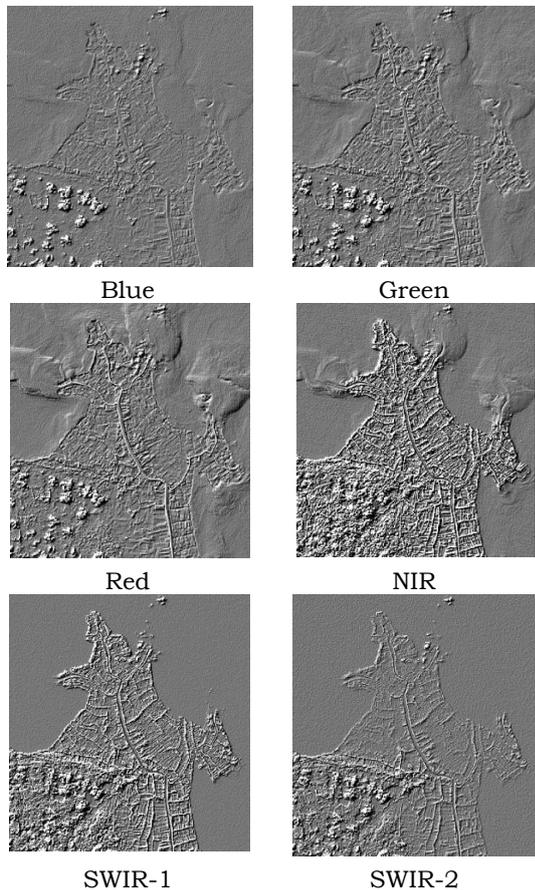


b. Landsat 8 tahun 2015 RGB 432

Gambar 3-1: Ujung Pangkah, Gresik Jawa Timur

(Danoedoro, 2012) dan (Braga, et al., 2013), menyatakan bahwa filter *edge detection* mampu menyajikan variasi obyek dengan sangat baik sehingga mudah untuk membedakan antar obyek. Hal ini disebabkan karena *edge detection* dapat menunjukkan adanya perubahan tiba-tiba dari nilai spektrum atau

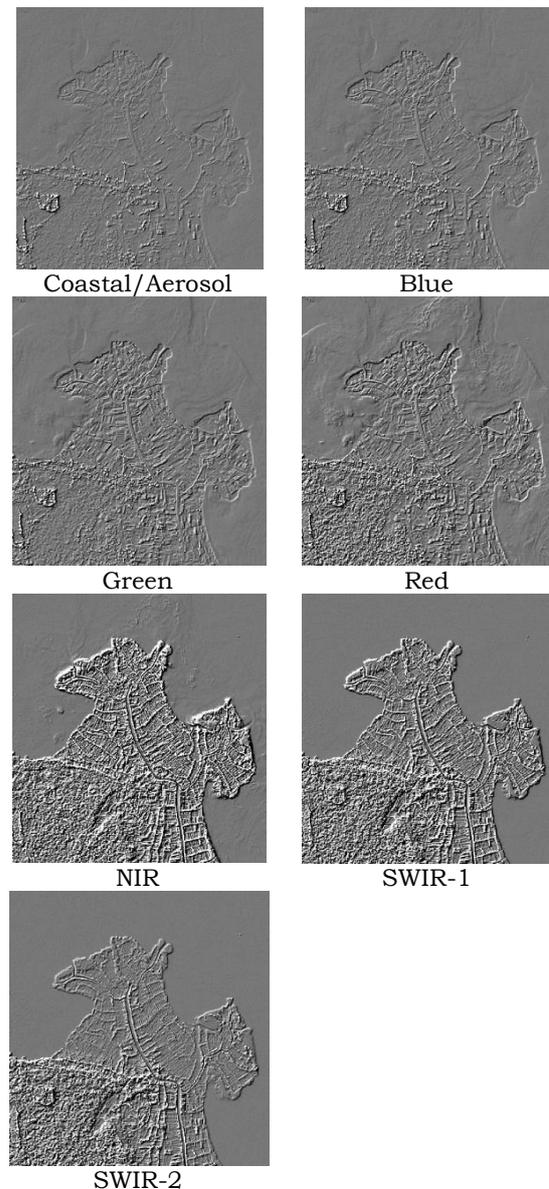
intensitas citra pada obyek antara obyek air dan daratan, atau adanya kesamaan (*similarity*) antara obyek yang terletak pada daerah yang relatif homogen seperti daerah terendam atau tidak terendam. Keduanya memiliki nilai rata-rata yang berbeda.



Gambar 3-2: Hasil filter *edge detection* Landsat 7

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan metode pendeteksian tepi pada kanal multi spektral data Landsat 7, terlihat jelas batas antara daratan dan perairan. Dari keenam hasil pengolahan, kanal NIR mampu memisahkan antara daratan dan perairan dengan sangat jelas dibandingkan dengan kanal lainnya dan pada bagian perairan tampak adanya gelombang permukaan. Kanal NIR dengan panjang gelombang 0,77 – 0,90 μm merupakan kanal yang diperuntukkan untuk mendeteksi atau membedakan

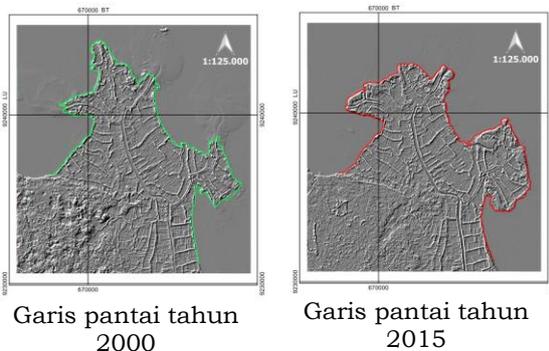
antara daratan dengan perairan. Hasil deteksi dari kanal SWIR-1 hampir sama dengan kanal 4 menunjukkan batas daratan dan perairan yang sangat jelas. Perbedaannya pada kanal SWIR-1 tidak tampak gelombang pada permukaan perairan seperti pada kanal NIR dan pada profil daratan ada beberapa bagian yang kurang jelas terlihat dibandingkan dengan hasil *edge detection* kanal NIR. Hasil filter *edge detection* dari semua kanal yang terdapat pada Landsat 7 ditampilkan pada Gambar 3-2.



Gambar 3-3: Hasil filter *edge detection* Landsat 8

Pemisahan daratan dan perairan pada kanal multispektral Landsat 8 menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan Landsat 7. Kanal NIR dengan panjang gelombang 0,85 – 0,88 μm memperlihatkan hasil pemisahan daratan yang sangat jelas dibandingkan dengan kanal yang lainnya. Berdasarkan referensi dari *Landsat 8 handbook*, kanal NIR memiliki spesifikasi untuk mendeteksi biomassa dan garis pantai. (Danoedoro, 2012), menyatakan bahwa inframerah terbukti efektif dalam membedakan obyek air dan bukan air sehingga pemetaan garis pantai pun sangat terbantu dengan teknologi ini.

Rentang panjang gelombang yang digunakan pada kanal satelit LANDSAT 8 lebih pendek dibandingkan dengan yang digunakan pada Landsat 7. Hal tersebut mempunyai arti bahwa Landsat 8 mampu menunjukkan hasil yang lebih mendetail dibandingkan dengan Landsat 7. Secara keseluruhan hasil *edge detection* dari tujuh kanal pada Landsat 8 ditampilkan pada Gambar 3-3.

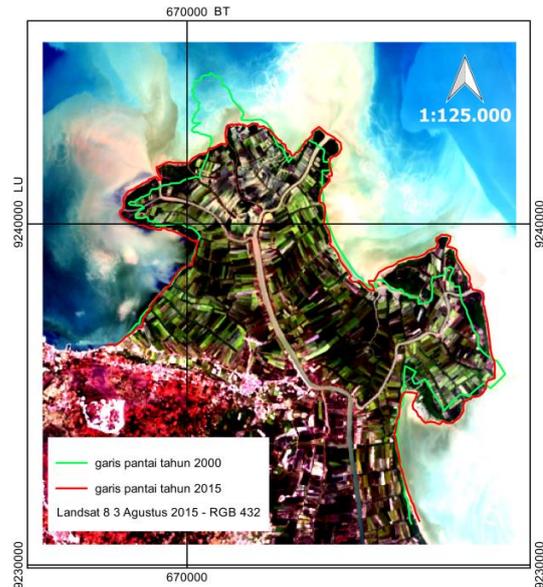


Gambar 3-4: Digitasi garis pantai

Berdasarkan hasil identifikasi daratan dan perairan dengan menggunakan filter *edge detection*, maka digitasi garis pantai dilakukan dengan mengacu pada batas dari kanal NIR. Digitasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah digitasi secara *on screen* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-4.

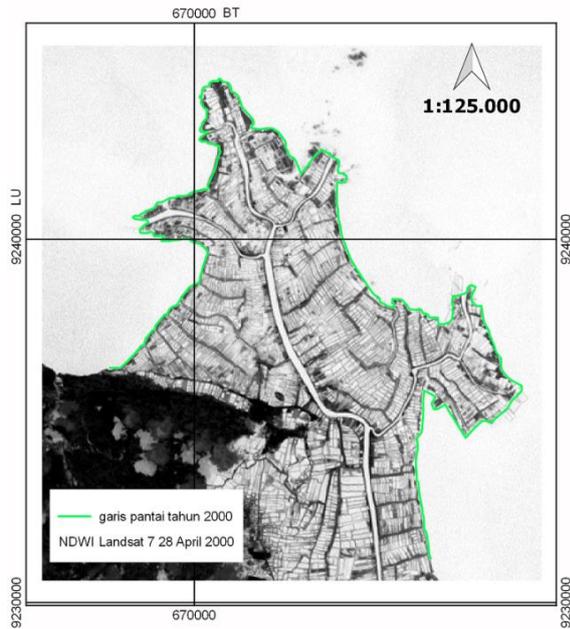
Hasil analisis visual dan digitasi garis pantai pada citra Landsat 7 dan

Landsat 8, menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan posisi garis pantai di Ujung Pangkah. Gambar 3-5 menunjukkan posisi garis pantai pada tahun 2000 (garis warna hijau) dan posisi garis pantai tahun 2015 (garis berwarna merah). Hasil tumpang susun kedua garis pantai tersebut menunjukkan bahwa selama periode 15 tahun (dari tahun 2000 - 2015), telah banyak terjadi abrasi dan akresi pada wilayah kajian.

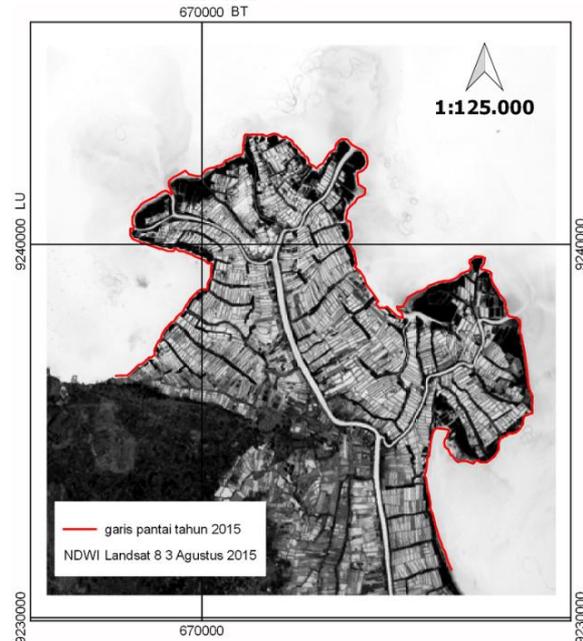


Gambar 3-5: Tumpang susun garis pantai tahun 2000 dan 2015 yang ditampilkan pada citra Landsat 8

Selain dengan menggunakan *edge detection*, dilakukan pula deteksi garis pantai secara digital dengan menggunakan NDWI. NDWI mampu memisahkan antara daratan dan perairan dengan jelas. Garis pantai *edge detection* dan NDWI menunjukkan hasil yang berbeda. Hasil tumpang susun antara kedua metode tersebut menunjukkan garis pantai yang tidak segaris. Terlihat adanya perbedaan beberapa piksel yang bergeser. Hal ini dimungkinkan oleh penggunaan *kernel different* yang kurang sesuai. Oleh karena itu, perlu penelitian selanjutnya untuk membandingkan antara *kernel different* dengan *kernel* yang lain. Hasil tumpang susun ditunjukkan pada Gambar 3-6 dan 3-7.



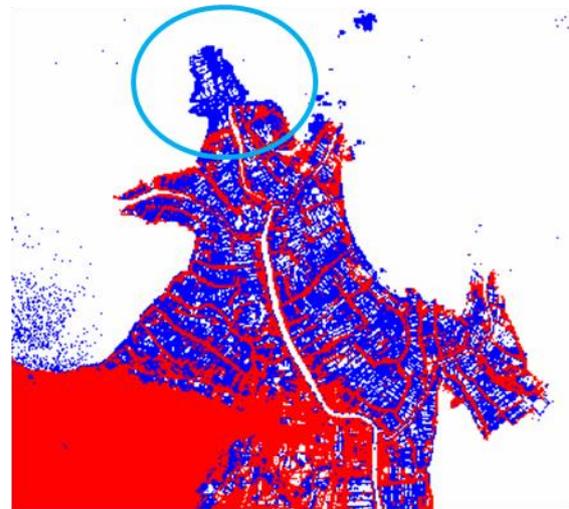
Gambar 3-6: Tumpang susun garis pantai *edge detection* dengan NDWI Landsat 7 tahun 2000



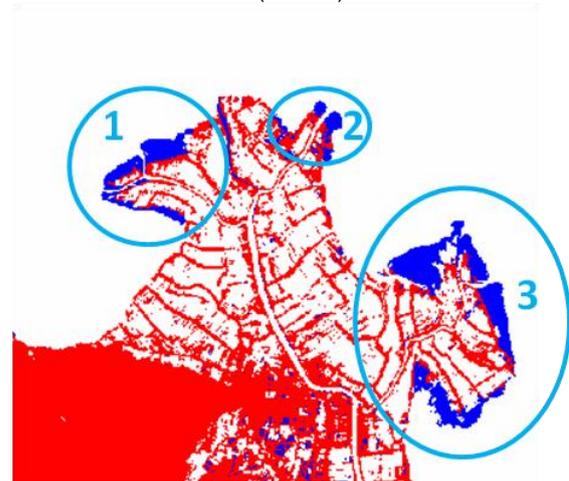
Gambar 3-7: Tumpang susun garis pantai *edge detection* dengan NDWI Landsat 8 tahun 2015

Di sisi lain, berdasarkan analisis perubahan garis pantai secara visual, terlihat telah terjadi abrasi di sebelah utara Ujung Pangkah. Hal ini disebabkan oleh arus dari Laut Jawa yang bergerak menuju wilayah tersebut dengan kecepatan yang signifikan. Selain arus, abrasi juga dapat terjadi apabila wilayah pesisir tersebut tidak terlindungi oleh

mangrove atau tanaman pelindung lainnya sebagai penyanggah daratan. Selain abrasi, akresi juga terjadi di pesisir sebelah barat dan timur Ujung Pangkah yang merupakan muara sungai Bengawan Solo. Hal tersebut menunjukkan bahwa akresi disebabkan oleh sedimen yang dibawa oleh air sungai menuju muara-muara yang berbatasan dengan laut sangat tinggi. Luas abrasi dan akresi yang terjadi sangat signifikan. Oleh karena itu diperlukan adanya perhitungan luas dari abrasi dan akresi tersebut.



a (abrasi)



b (akresi)

Gambar 3-8: Distribusi abrasi dan akresi di Ujung Pangkah

Penghitungan luas akresi dan abrasi pada Ujung Pangkah dilakukan dengan menggunakan algoritma NDWI.

Berdasarkan hasil pengolahan NDWI, terlihat sangat jelas pemisahan antara daratan dan perairan sehingga selain dapat digunakan untuk deteksi garis pantai, juga dapat digunakan untuk mengetahui distribusi abrasi dan akresi. Hasil pengolahan NDWI disajikan pada Gambar 3-8 dan Tabel 3-1.

Hasil perhitungan luas akresi selama periode 15 tahun adalah 11,35 km² dan luas abrasi mencapai 5,19 km². Akresi yang terbentuk dari partikel yang terbawa oleh arus sungai sangat dipengaruhi oleh dinamika di perairan laut yang mempunyai dampak ke muara sungai.

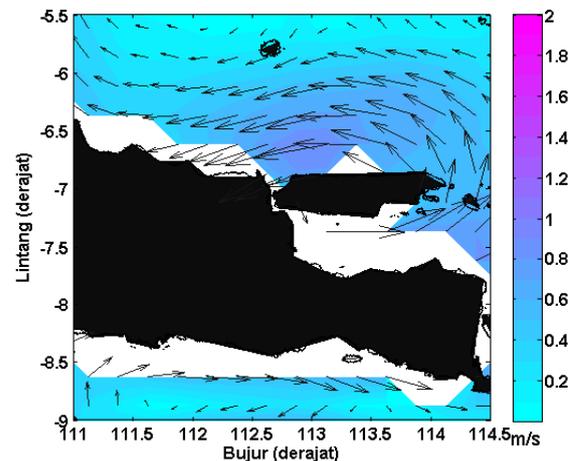
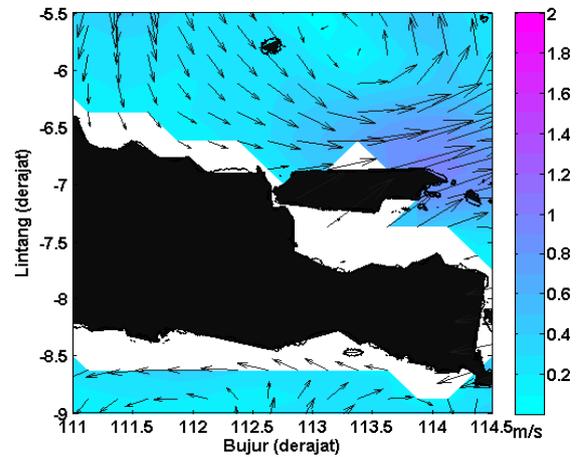
Berdasarkan hasil pengolahan data Tim ZPPI Pusfatja LAPAN, pola arus pada Bulan April dan Agustus sangat berbeda (d disesuaikan dengan tanggal data Landsat). Pada Bulan April, arus yang mengalir di Laut Jawa bergerak menuju ke arah timur, sebaliknya arus pada Bulan Agustus akan bergerak ke arah barat (Gambar 3-9).

Tabel 3-1: LUAS AKRESI DAN ABRASI

Akresi dan abrasi	Luas (km ²)
Akresi 1	2,92
Akresi 2	0,60
Akresi 3	7,83
Abrasi	5,19

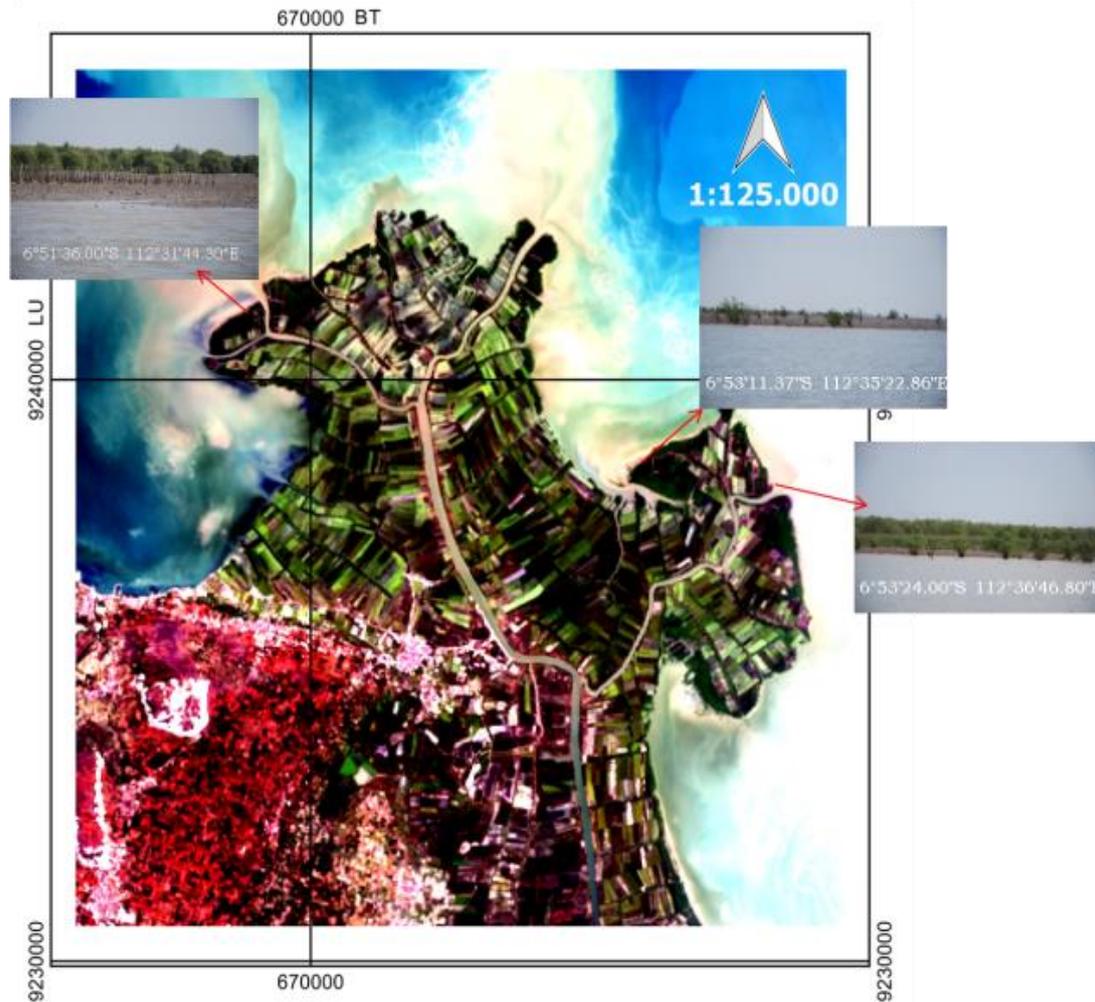
Arus dan gelombang laut yang melewati pesisir sebelah utara lebih kuat menerjang wilayah tersebut karena tidak ada penghalang/peredam arus. Di sebelah barat terjadi akresi karena sisi barat berupa teluk sehingga partikel yang keluar dari muara sungai akan terbawa kembali oleh arus menuju pesisir di sekitar muara. Sedangkan di akresi di sebelah timur terjadi karena

terjangan ombak lebih lemah menuju muara sungai karena teredam oleh adanya Pulau Madura sehingga kekuatan arus sedikit berkurang.



Gambar 3-9: Arus pada Bulan April dan Agustus

Secara umum untuk membentuk daratan pada wilayah akresi dilakukan penanaman *mangrove* oleh masyarakat setempat atau pihak terkait yang mempunyai kewenangan untuk mengelola wilayah pesisir. Hasil identifikasi dari data satelit menunjukkan semua wilayah yang mengalami akresi telah ditumbuhi oleh *mangrove*. Sesuai dengan pemantauan pada saat survei lapangan, *mangrove* yang tumbuh di wilayah akresi relatif muda dan masih pendek. Jenis *mangrove* yang tumbuh di pesisir



Gambar 3-10: Contoh lokasi akresi yang telah ditumbuhi mangrove

Ujung Pangkah dominan jenis *Avicennia*. Penanaman *mangrove* di wilayah akresi masih tetap berlangsung sampai saat ini seperti contoh yang ditampilkan dalam Gambar 3-8.

Berdasarkan survei lapangan pada tanggal 17 – 21 Agustus 2015, terlihat jelas terjadinya akresi di Ujung Pangkah. Akresi yang terjadi banyak ditumbuhi oleh vegetasi *mangrove* baik yang tumbuh secara alami atau sengaja ditanam. Contoh vegetasi *mangrove* yang tumbuh pada lokasi akresi ditampilkan dalam Gambar 3-10.

4 KESIMPULAN

Hasil pengolahan kanal NIR pada Landsat 7 dan Landsat 8, menunjukkan

adanya perubahan garis pantai yang sangat signifikan. Filter *edge detection* dan NDWI dapat digunakan untuk deteksi garis pantai, akan tetapi hasil tumpang susun antara filter *edge detection* dengan NDWI menunjukkan garis pantai yang tidak segaris, terjadi pergeseran beberapa piksel. Selain itu, di Ujung Pangkah juga mengalami akresi dan abrasi. Luas akresi yang terjadi di pesisir Ujung Pangkah mencapai 11,35 km² dan luas abrasi sekitar 5,19 km² dalam periode waktu 15 tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Syarif Budhiman, S.Pi., M.Sc., atas saran yang diberikan dalam

penyusunan karya tulis ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Dr. M. Rokhis Khomarudin selaku Kapusfatja, serta Tim Redaksi Jurnal Penginderaan Jauh dan Mitra Bestari.

DAFTAR RUJUKAN

- Aguilar, F.J; I, Fernández; J.L, Pérez; A., López; M.A, Aguilar; A., Mozas; J., Cardenal, (2010). *Preliminary Results on High Accuracy Estimation of Shoreline Change Rate Based on Coastal Elevation Models*. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, (986-991). Kyoto.
- Arif, M., Gathot, W., & Teguh, P., (2011). *Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Satelit LANDSAT di Kabupaten Kendal*. Jurnal Penginderaan Jauh Vol 8 , 71-80.
- BIG. (2015). *Indonesia Memiliki 13.466 Pulau yang Terdaftar dan Terkoordinat*. Cited in <http://www.bakosurtanal.go.id/berita-surta/show/indonesia-memiliki-13-466-pulau-yang-terdaftar-dan-berkoordinat>. [7 Januari 2015]
- Boak, E., & Turner, I., (2005). *Shoreline Definition and Detection: a Review*. Journal of Coastal Research, 21 (4), 688-703.
- Braga, F., Luigi, T., Caludio, P., & Luigi, A., (2013). *Shoreline Detection: Capability of COSMO-SkyMed and High-Resolution Multispectral Images*. European Journal of Remote Sensing, 46, 837-853.
- Danoedoro, P., (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: ANDI.
- Gainau, O., (2011). *Analisis Penginderaan Jarak Jauh untuk Mengidentifikasi Perubahan Garis Pantai di Pantai Timur Surabaya*.
- Gazali, W., Soeparno, H., & Ahliati, J., (2012). *Penerapan Metode Konvulasi Dalam Pengelolaan Citra Digital*. Jurnal Mat Stat Binus University 12 (2) , 103-113.
- Hexagon, 2015. *Detect Edges*. Cited in <https://hexagongeospatial.fluidtopics.net/book#!book;uri=d697ac1e302b4bce1d79722e4e4261b0;breadcrumb=42352cc5c9c8eb9183e92459d8d2d1bc-a1fcfa97ec214e83a9b8bf468be4cb15-109ac55191d0e0fccd19a40f46b30d80-fe79e236581120bbc9a60f5a528bd2e6>. [7 Januari 2015]
- Kasim, F., (2012). *Pendekatan Beberapa Metode Dalam Monitoring Perubahan Garis Pantai Menggunakan Dataset Penginderaan Jauh LANDSAT dan SIG*. Jurnal Ilmiah Agropolitan 5 (1 April 2012) , 620-635.
- Kuleli, T., Guneroglu, A., Karsli, F., & Dihkan, M., (2011). *Automatic Detection of Shoreline Change on Coastal Ramsar Wetlands of Turkey*. Ocean Engineering, 38 (2011), 1141-1149.
- McFeeters, S., (2013). *Using the Normalized Difference Water Index (NDWI) within a*. Remote Sensing, 5 , 3544-3561.
- Ongkosongo, O.S.R., (2011). *Strategi Menghadapi Risiko Bencana Di Wilayah Pesisir Akibat Pemanasan Global Dan Perubahan Iklim Global*. Jakarta: LIPI.
- Prameswari, S., Agus, A., & Azis, R., (2014). *Kajian Dampak Perubahan Garis Pantai Terhadap Penggunaan Lahan Berdasarkan Analisis Penginderaan Jauh Satelit di Kecamatan Paiton, Kabupaten Probolinggo Jawa Timur*. Jurnal Oseanografi 3(2), 267-276.
- Pugh, D., (2004). *Changing Sea Levels : Effects Of Tides, Weather And Climate*. Cambridge University Press.
- Putra, D., (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: ANDI.
- Robinson, D., (2011). *Analysis and Evaluation In Shoreline Detection In The South Holland Province, Using Images In Quad Polarization Mode From TerraSAR-X*.
- Samantha, G., (2013). *Terbaru: Panjang Garis Pantai Indonesia Capai 99.000 Kilometer Data Dasar Rupa Bumi Wilayah Indonesia yang Berlaku Ternyata Tak Sesuai Hasil Survei di Lapangan*. Cited in <http://nationalgeographic.co.id/berita/2013/10/terbaru-panjang-garis-pantai-indonesia-capai-99000-kilometer>. [7 Januari 2015].

- Sugiarto, D., (2013). *LANDSAT 8: Spesifikasi, Keunggulan Dan Peluang Pemanfaatan Bidang Kehutanan*. Cited in <http://Tnrawku.Wordpress.Com/2013/06/12/LANDSAT-8-Spesifikasi-Keunggulan-Dan-Peluang-Pemanfaatan-Bidang-Kehutanan>.
- Suhelmi, I., Restu, N., & Hari, P., (2013). *Penentuan Garis Pantai Berdasarkan Undang-undang Informasi Geospasial Dalam Mendukung Pengelolaan Pesisir dan Laut*. *Jurnal Ilmiah Geomatika* Volume 19 No. 1 Agustus, 19-24.
- Triatmodjo, B., (2008). *Teknik Pantai*. Beta Offset.
- USGS. (2016). *LANDSAT 8 (L8) Data Users Handbook: Version 2.0*. Cited in <https://LANDSAT.usgs.gov/documents/LANDSAT8DataUsersHandbook.pdf>. [24 Oktober 2016].
- Yu, S., Mou, Y., Xu, D., You, X., Zhou, L., & Zheng, W., (2013). *A New Algorithm for Shoreline Extraction from Satellite Imagery with Non-Separable Wavelet and Level Set Method*. *International Journal of Machine Learning and Computing*, 158-163.
- Zonabmi, (2015). *Akresi Pantai*. Cited in <http://www.zonabmi.org/aplikasi/perubahan-garis-pantai/akresi-pantai.html>. [23 Oktober 2015]