

STUDI PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN PENDEKATAN PENGINDERAAN JAUH DI WILAYAH PESISIR KECAMATAN SOROPIA

Studying the changes of coastal line by applying remote sensing approach along
the coastal Areas of Soropia Subdistrict

Halim¹⁾, Halili²⁾, La Ode Alirman Afu²⁾

¹⁾²⁾Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo.
Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu Kendari 93232

¹⁾E-mail: halim.fisheries@yahoo.com.

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan di sepanjang garis pantai Kecamatan Soropia selama satu bulan yaitu pada bulan Oktober 2014 dengan tujuan untuk mengetahui dan memetakan perubahan garis pantai di wilayah pesisir Kecamatan Soropia. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode tumpang susun citra satelit Landsat 5 TM tahun 1990, 7 ETM+ tahun 2002 dan 8 OLI/TIRS tahun 2014. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum perubahan garis pantai yang terjadi disepanjang wilayah pesisir Kecamatan Soropia pada tahun 1990 – 2014 (24 tahun) berupa akresi dan abrasi. Perubahan garis pantai tipe akresi terjadi di Desa Sorue Jaya, Tapulaga, Leppe, Bajo Indah, Mekar, Bajoe, Bokori, Telaga Biru, Atowatu, Sawapudo, Soropia, Waworaha dan Kelurahan Toronipa. Perubahan garis pantai tipe abrasi terjadi di Desa Sorue Jaya, Tapulaga, Bajoe, Bokori, Telaga Biru, Atowatu, Sawapudo, Soropia, Waworaha dan Kelurahan Toronipa. Perubahan garis pantai yang terjadi di Kecamatan Soropia diduga disebabkan oleh perbedaan karakteristik pantai (faktor alam) yang bersifat semi terbuka terhadap dinamika perairan yang mendapatkan pengaruh dari gelombang secara langsung. Disamping karakteristik pantai, perubahan garis pantai di Kecamatan Soropia juga diduga disebabkan oleh aktifitas manusia yang melakukan penimbunan pantai untuk keperluan pemukiman, pariwisata, pelabuhan dan pembuatan bangunan pelindung pantai (faktor antropogenik).

Kata Kunci : Abrasi, Akresi, Citra Landsat, Garis pantai, Kecamatan Soropia.

Abstract

This study was conducted along the coastal line of Soropia subdistrict in one month, October 2014, with the aim to determine and map the changes of coastal line along the coastal areas of Soropia. The study employed the overlay method to satellite images of Landsat 5 TM of 1990, 7 ETM+ of 2002, and 8 OLI/TIRS of 2014. The study found that in general the changes of coastal line along the coastal areas of Soropia occurred over the period of 1990-2014 (24 years) in forms of accretion and abrasion. The accretion type of coastal line changes was found in the villages of Sorue Jaya, Tapulaga, Leppe, Bajo Indah, Mekar, Bajoe, Bokori, Telaga Biru, Atowatu, Sawapudo, Soropia, Waworaha, and Toronipa. The abrasion type of coastal line changes occurred in Sorue Jaya, Tapulaga, Bajoe, Bokori, Telaga Biru, Atowatu, Sawapudo, Soropia, Waworaha, and Toronipa. The changes of coastal line in Soropia subdistrict were possibly caused by the special characteristic of the coast (natural factor) which was rather open to water dynamic, making it directly influenced by sea waves. In addition, the changes of coastal line in Soropia subdistrict might also be caused by human activities, in the form of beach hoarding for such purposes as residence, tourism, and construction of port and coastal protection (anthropogenic factor).

Keywords : Accretion, Abrasion, Coastal line, Landsat images, Soropia Subdistrict

PENDAHULUAN

Lingkungan pantai merupakan suatu wilayah yang selalu mengalami perubahan. Perubahan lingkungan pantai dapat terjadi secara lambat hingga cepat, tergantung dari faktor-faktor yang mempengaruhinya. Perubahan garis pantai ditunjukkan oleh perubahan kedudukannya, tidak hanya ditentukan oleh suatu faktor tunggal tapi oleh sejumlah faktor beserta interaksinya yang merupakan hasil gabungan dari proses alam dan manusia. Faktor alami berasal dari pengaruh proses-proses hidro-oseanografi yang terjadi di laut seperti hempasan gelombang, perubahan pola arus, variasi pasang surut, serta perubahan iklim. Penyebab terjadinya kerusakan pantai akibat kegiatan manusia (antropogenik) di antaranya konversi dan alih fungsi lahan pelindung pantai untuk sarana pembangunan di kawasan pesisir yang tidak sesuai dengan kaidah yang berlaku sehingga keseimbangan transpor sedimen disepanjang pantai dapat terganggu, penambangan pasir yang memicu perubahan pola arus dan gelombang (Shuhendry, 2004).

Beberapa pantai yang ada di wilayah Indonesia telah banyak mengalami perubahan garis pantai akibat terjadinya abrasi dan akresi seperti perubahan garis pantai di Kabupaten Bengkulu akibat terjadinya abrasi, perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Demak akibat terjadinya abrasi dan akresi, perubahan garis pantai di Teluk Awur Kabupaten Jepara akibat terjadinya abrasi dan perubahan garis pantai di wilayah pesisir perairan Cisadane, Provinsi Banten akibat terjadinya abrasi dan akresi (Tarigan, 2007).

Salah satu daerah di Sulawesi Tenggara yang menunjukkan adanya gejala perubahan garis pantai adalah wilayah pesisir Kecamatan Soropia. Hal ini terlihat dari survei awal yang telah dilakukan di Kecamatan Soropia. Hasil survei awal menunjukkan bahwa adanya beberapa akar pohon kelapa disekitar pantai Kelurahan Toronipa Kecamatan Soropia yang telah bersentuhan langsung dengan garis pantai dan terkikis oleh gelombang.

Kecamatan Soropia memiliki luas wilayah 6.273 Ha atau 0,92% dari luas

daratan Kabupaten Konawe. Secara administrasi, batas-batas wilayah Kecamatan Soropia yaitu Sebelah Utara berbatasan dengan Laut Banda, Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Lalolanggalasumeeto, Sebelah Selatan berbatasan dengan Kota Kendari dan Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Bondoala dan Kecamatan Kapoiala.

Saat ini pantai di wilayah pesisir Kecamatan Soropia digunakan dalam berbagai kegiatan penggunaan lahan untuk menunjang pendapatan masyarakat setempat. Beberapa kegiatan yang sedang dikembangkan adalah wisata pantai, penangkapan ikan dengan menggunakan sero, penggalian batu untuk bahan bangunan dan wisata pantai serta pembuatan dermaga. Selain itu, pantai di wilayah pesisir Kecamatan Soropia secara langsung mendapat pengaruh hempasan gelombang dari Laut Banda. Pengaruh hempasan dari energi gelombang yang menyusur pantai di wilayah pesisir Kecamatan Soropia dapat menimbulkan gejala perubahan garis pantai. Perubahan yang terjadi pada garis pantai dapat dipantau dengan menggunakan suatu teknologi.

Teknologi yang sering digunakan dalam pemantauan perubahan garis pantai adalah dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh melalui perekaman citra satelit. Penginderaan jauh adalah suatu ilmu dan keterampilan yang digunakan oleh seseorang atau sekelompok orang untuk mengamati suatu benda atau objek sehingga dapat memperoleh informasi sesuai yang diinginkan tanpa harus bersentuhan secara langsung dengan benda atau objek yang akan diteliti.

Untuk keperluan perencanaan dan pengelolaan kawasan pantai di Kecamatan Soropia diperlukan penelitian tentang studi perubahan garis pantai dengan pendekatan penginderaan jauh di wilayah pesisir Kecamatan Soropia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan memetakan perubahan garis pantai di wilayah pesisir Kecamatan Soropia Tahun 1990–2014

dengan menggunakan perbandingan citra satelit Landsat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pemerintah, masyarakat dan berbagai pihak tentang perubahan garis pantai yang terjadi di sepanjang pantai wilayah pesisir Kecamatan Soropia serta dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengembangan dan pengelolaan wilayah pesisir.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 1 (satu) bulan yaitu pada Bulan Oktober 2014 yang bertempat di Sepanjang Pantai Wilayah Pesisir Kecamatan Soropia (± 23 km) dengan posisi $03^{\circ}56'5,2''$ - $03^{\circ}54'00,7''$ LS dan $122^{\circ}37'21,7''$ - $122^{\circ}34'34,5''$ BT. Lokasi penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah beberapa perangkat lunak komputer yang dipakai dalam pengolahan data dan ditambah dengan beberapa peralatan penunjang sedangkan

bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data citra satelit Landsat. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan yang digunakan selama penelitian

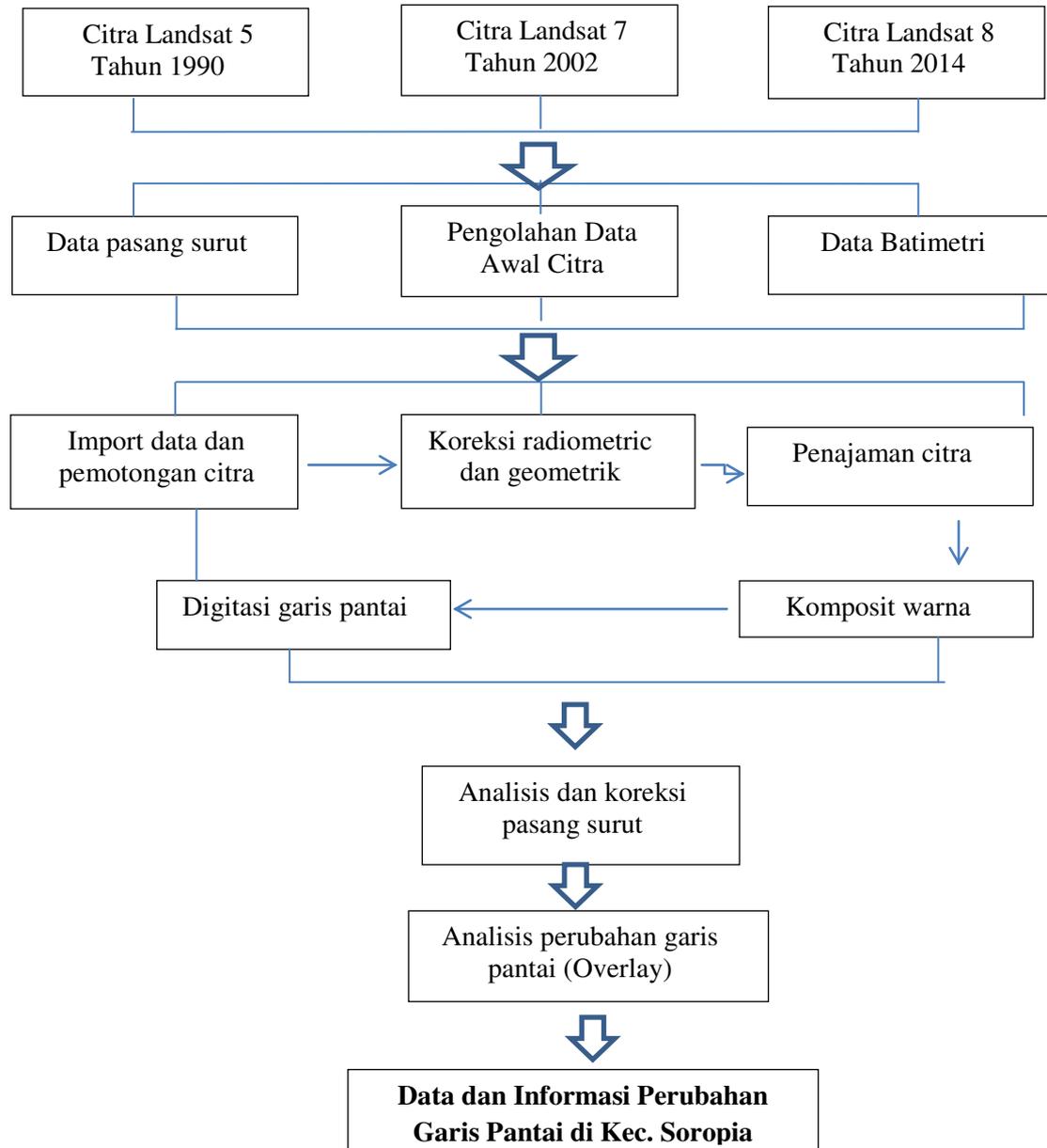
No	Alat dan bahan	Kegunaan
1	Alat	
	- Er Mapper 6,4	Mengolah citra satelit Landsat
	- Arcview 3,3	Memproses <i>cropping</i> area dan digitasi
	- Pasut BPPT	Menghitung MSL
	- Seperangkat computer	Memproses penyusunan laporan
	- GPS map 76CSx	Menentukan titik koordinat/posisi
	- Kamera	Mendokumentasi lokasi penelitian
2	Bahan	
	- Citra Landsat5 TM Tahun 1990	Mengetahui perubahan garis pantai
	- Citra Landsat7 ETM+ Tahun 2002	Mengetahui perubahan garis pantai
	- Citra Landsat 8 OLI/TIRS Th. 2014	Mengetahui perubahan garis pantai
	- Data pasut sesuai data citra	Koreksi pasut untuk perubahan garis

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode tumpang susun atau overlay citra satelit Landsat tahun 1990, 2002 dan 2014.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini terdiri dari 4 (empat) tahapan yaitu : pengumpulan data, pengolahan data citra awal, analisis dan koreksi pasang surut, serta analisis perubahan garis pantai seperti yang tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur tahapan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan garis pantai

Perubahan garis pantai yang terjadi di

perairan Kecamatan Soropia diperoleh dengan cara membandingkan garis pantai pada Tahun 1990, 2002, dan 2014

(Gambar 3). Data garis pantai Tahun 1990 diperoleh dari Citra Landsat5 TM aquisisi 14 April 1990. Garis pantai Tahun 2002 diperoleh dari Citra Landsat 7 ETM+ aquisisi 30 September 2002 dan garis pantai Tahun 2014 diperoleh dari citra Landsat 8 OLI/TIRS aquisisi 9 Oktober 2014. Garis pantai tahun 1990 digunakan sebagai garis pantai awal untuk mengetahui perubahan

garis pantai yang terjadi selama tahun 1990–2014. Garis pantai ketiga citra tersebut selanjutnya didigitasi kemudian diperbandingkan untuk mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi di sepanjang lokasi penelitian dengan menggunakan metode *overlay* (tumpang susun) pada perangkat lunak *ArcView 3,3* (Gambar 3).



Gambar 3. *Overlay* garis pantai Citra Landsat Tahun 1990, 2002, dan 2014 (RGB-653)

Berdasarkan *overlay* citra satelit Landsat Tahun 1990, 2002, dan 2014 dapat diketahui bahwa keseluruhan lokasi penelitian (Kecamatan Soropia) mengalami perubahan garis pantai baik berupa akresi maupun abrasi. Secara umum, sepanjang garis pantai di lokasi penelitian memperlihatkan bahwa selama 24 tahun telah terjadi perubahan garis pantai yang berupa akresi di satu sisi dan abrasi di sisi lainnya. Hal tersebut berdasarkan interpretasi garis pantai berdasarkan Citra Landsat Tahun 2002 dan 2014 lebih masuk ke arah laut dan sebagian garis pantai Tahun 2014 masuk ke arah darat. Tejakusuma (2011) menyatakan bahwa pantai mengalami abrasi jika garis pantai tahun sekarang lebih masuk ke arah daratan dibanding dengan garis pantai tahun sebelumnya, demikian pula sebaliknya untuk proses akresi.

Berdasarkan interpretasi Citra Landsat pada Tahun 1990, Kecamatan Soropia masih banyak memiliki mangrove dan masih sedikit pemukiman yang ada di sekitar pantai bila dibandingkan dengan Tahun 2002 dan 2014. Kondisi ini bisa menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya perubahan garis pantai yang

berupa akresi di sepanjang pantai Kecamatan Soropia. Vegetasi mangrove akan melindungi garis pantai dari hempasan gelombang dan ombak. Selain itu minimnya pemanfaatan mangrove oleh masyarakat sekitar pantai juga diduga sebagai alasan masih banyaknya daerah mangrove pada waktu itu. Akresi yang terjadi pada Tahun 1990–2002 diduga disebabkan oleh topografi pantai di Kecamatan Soropia yang landai sehingga material-material yang ada di sekitar daerah pemukiman akan terbawah ke laut oleh arus hujan serta adanya beberapa Daerah Aliran Sungai (DAS) di Kecamatan Soropia yang menjadi alur penyebaran partikel sedimen di sekitar pantai.

Secara umum perubahan garis pantai yang terjadi di Kecamatan Soropia selama kurun waktu Tahun 1990–2014 lebih didominasi proses akresi dibanding proses abrasi. Hal tersebut dibuktikan dengan jarak pergeseran garis pantai yang terjadi lebih panjang akresi dibandingkan proses abrasi (Tabel 2).

Pantai yang sudah berkurang mangrovenya akan mengalami abrasi yang lebih cepat akibat dari hempasan ombak

dan gelombang bila dibandingkan dengan pantai yang masih banyak memiliki mangrove. Pernyataan ini sesuai dengan hasil penelitian Kalay, *dkk.*, (2011) tentang perubahan garis pantai di sepanjang pesisir pantai Indramayu yang menyatakan bahwa perbedaan nilai pemunduran pada pantai di Teluk Indramayu diduga disebabkan oleh perbedaan karakteristik pantai.

Proses abrasi di lokasi penelitian juga diperlihatkan dengan adanya mangrove yang semakin berkurang, pemanfaatan kawasan pemukiman yang semakin banyak di sekitar pantai, pembangunan pelabuhan yang berbentuk *groin*, dan pembangunan dinding pelindung pantai (*revetment*) yang dapat mempengaruhi pola pergerakan arus yang berfungsi sebagai agen penyebaran sedimen di sekitar pantai. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Shuhendry (2004) yang menyatakan bahwa penyebab terjadinya kerusakan/perubahan garis pantai akibat kegiatan manusia (antropogenik) diantaranya pengambilan maupun alih fungsi lahan pelindung pantai dan pembangunan di kawasan pesisir yang tidak sesuai dengan kaidah yang berlaku. Hal inilah yang menyebabkan ketidakseimbangan transpor sedimen di sepanjang pantai. Kondisi ini semakin diperburuk dengan adanya penambangan pasir yang dapat memicu perubahan pola arus dan gelombang di lokasi penelitian.

Perubahan garis pantai yang terjadi di Kecamatan Soropia ini, sama seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Yulius dan Ramdhan (2013) tentang perubahan garis pantai di Teluk Bungus Kota Padang, yang terjadi akresi dan abrasi di sisi yang lain. Lebih lanjut hasil penelitian Taofiqurohman dan Ismail (2012) tentang analisis spasial perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Subang Jawa Barat, yang terjadi abrasi dan akresi di sisi yang lain. Hasil penelitian Wati (2013) tentang deteksi laju perubahan garis pantai di Teluk Doreri Monokwari, yang terjadi akresi dan abrasi di sisi yang lain.

Berdasarkan Tabel 2 juga dapat diinformasikan bahwa pergeseran garis pantai di wilayah pesisir Kecamatan Soropia berupa akresi mencapai 2.127,37 m selama Tahun 1990 – 2014 (24 tahun) dengan rata-rata pergeseran garis pantai sebesar 163,64 m per desa atau kelurahan selama 24 tahun (6,8m per tahun). Pergeseran garis pantai berupa abrasi mencapai 699,28 m dalam kurun waktu 24 tahun (1990-2014) dengan rata-rata pergeseran garis pantai sebesar 69,92 m per desa atau kelurahan (2,9m per tahun). Pergeseran perubahan garis pantai di Kecamatan Soropia ini, hampir sama dengan hasil penelitian Opa (2011) tentang perubahan garis pantai di Desa Bentenan yang mengalami perubahan garis pantai berupa abrasi

Tabel 2. Bentuk perubahan garis pantai di Kecamatan Soropia pada setiap Desa/Kelurahan Tahun 2002-2014

Desa/Kelurahan	Perubahan garis pantai	Titik koordinat (UTM)			
		Akresi		Abrasi	
		x	y	x	y
D. Sorue Jaya	Akresi dan Abrasi	458594	9563437	458871	9564190
D. Tapulaga	Akresi dan Abrasi	459109	9564606	460723	9564992
D. Leppe	Akresi	460871	9565873	-	-
D. Bajo Indah	Akresi	460891	9566101	-	-
D. Mekar	Akresi	461505	9566012	-	-
D. Bajoe	Abrasi	-	-	462139	9565883
D. Bokori	Akresi dan Abrasi	463020	9566240	462990	9566388
Kel. Toronipa	Akresi dan Abrasi	463178	9567071	462862	9567645
D. Telaga Biru	Abrasi	-	-	460990	9569853
D. Atowatu	Akresi dan Abrasi	458891	9569992	460515	9569853
D. Sawapudo	Akresi dan Abrasi	456931	9569467	457713	9569794
D. Soropia	Akresi dan Abrasi	454327	9569655	454871	9569576

Pemetaan perubahan garis pantai di Kecamatan Soropia

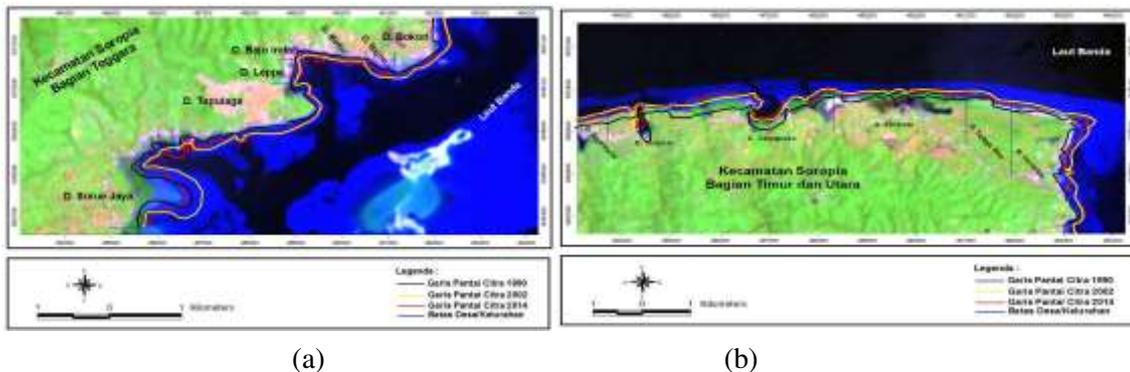
Perubahan garis pantai yang terjadi di sepanjang pantai Soropia dapat berupa proses abrasi dan akresi. Adanya perubahan garis pantai ini diduga disebabkan oleh perbedaan karakteristik pantai (faktor alam). Secara umum, kondisi pantai di Kecamatan Soropia bersifat semi terbuka terhadap dinamika perairan, yaitu mendapat pengaruh dari arus, ombak, dan gelombang. Daerah-daerah yang tidak memiliki vegetasi mangrove akan mendapatkan pengaruh langsung dari Laut Banda. Hal tersebut dapat mempercepat proses terjadinya abrasi. Selain itu proses abrasi juga diperkuat oleh adanya aktifitas manusia (faktor antropogenik) yang melakukan penimbunan pantai atau reklamasi untuk keperluan pemukiman, wisata, pelabuhan, maupun pembangunan pelindung pantai.

Berdasarkan pembagian wilayahnya, secara umum garis pantai di Kecamatan Soropia bagian Tenggara (Desa Sorue Jaya, Desa Tapulaga, Desa Leppe, Desa Bajo Indah, Desa Mekar, Desa Bajoe dan Desa Bokori) menunjukkan adanya proses akresi pada Tahun 1990–2002 (Gambar 4a). Perubahan garis pantai yang berupa abrasi mulai terjadi pada Desa Sorue Jaya, Desa Tapulaga, Desa Bajoe, dan Desa Bokori

pada Tahun 2002–2014. Perubahan garis pantai berupa akresi ini selanjutnya oleh pemerintah setempat dimanfaatkan sebagai lahan pembuatan jalan, pelabuhan, pondok pesantren dan pemukiman bagi masyarakat.

Perubahan garis pantai yang terjadi di Kecamatan Soropia bagian Timur pada Tahun 1990–2002 yaitu di Kelurahan Toroniapa berupa proses akresi (Gambar 4b). proses abrasi sekaligus akresi mulai terjadi di Kelurahan Toroniapa pada Tahun 2002–2014 sedangkan bagian Utara (Desa Telaga Biru, Desa Atowatu, Desa Sawapudo, Desa Soropia, dan Desa Waworaha) perubahan garis pantai yang terjadi berupa akresi pada Tahun 1990-2002. Perubahan garis pantai yang berupa abrasi terjadi di sepanjang pantai bagian Utara pada tahun 2002 – 2014 sedangkan perubahan garis pantai yang berupa abrasi sekaligus akresi terjadi pada Desa Atowatu, Desa Sawapudo, Desa Soropia, dan Desa Waworaha pada tahun 2002–2014 (Gambar 4b).

Perubahan garis pantai di Kecamatan Soropia bagian Timur yang berupa akresi kebanyakan dimanfaatkan sebagai lahan pemukiman bagi masyarakat setempat. Selain itu juga digunakan sebagai tempat penyimpanan perahu dan penyimpanan kayu sero.



Gambar 4. Perubahan garis pantai di Kecamatan Soropia bagian Tenggara (a) serta Soropia bagian Timur dan Utara (b) Tahun 1990, 2002, dan 2014 (RGB-653)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perubahan garis pantai yang terjadi di Kecamatan Soropia berdasarkan perbandingan Citra satelit Landsat pada Tahun 1990– 2002 berupa akresi yang terjadi di sepanjang pantai Kecamatan Soropia.
2. Perubahan garis pantai di Kecamatan Soropia lebih dinamis terjadi selama kurun waktu Tahun 2002-2014 yaitu proses akresi dan abrasi.
3. Perubahan garis pantai yang terjadi di Kecamatan Soropia pada tahun 1990–2014 (24 tahun) yang berupa akresi terjadi pada Desa Leppe, Bajo Indah, dan Mekar sedangkan yang berupa akresi sekaligus abrasi terjadi pada Desa Sorue Jaya, Tapulaga, Bajoe, Bokori, Telaga Biru, Atowatu, Sawapudo, Soropia, Waworaha dan Kelurahan Toronipa.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pengambilan data maupun analisa.

DAFTAR PUSTAKA

- Alesheikh A.A., A. Ghorbanali., N. Nouri. 2007. Coastline Change Detection Using Remote Sensing. *Int Journal Environ Sci Tech*, 4 (1) : 61 – 66.
- Hanifa N. R., E. Djunarsjah., K. Wikantika. 2007. Reconstruction of Maritime Boundary between Indonesia and Singapore Using Landsat-ETM Satellite Image. *TS9 Marine Cadastre and Coastal Zone Management. 3rd FIG Regional Conference, October 3-7, 2004. Jakarta, Indonesia.*
- Kalay, D. E., I.W. Nurjaya., N.M.N. Natih. 2011. Perubahan Garis Pantai Disepanjang Pesisir Pantai Indramayu. *Jurnal Ichthyos*, 10 (2) : 111 – 117.
- Opa, E. T. 2011. Perubahan Garis Pantai Desa Bentenan Kecamatan Pusomaen, Minahasa Tenggara. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 7 (3) : 109 – 114.
- Shuhendry. 2004. Tesis: Abrasi Pantai di Wilayah Pesisir Kota Bengkulu (Analisis Faktor Penyebab dan Konsep Penanggulangannya). Universitas Diponegoro, Semarang.
- Tejakusuma, I. G. 2011. Pengkajian Kerentanan Fisik Untuk Pengembangan Pesisir Wilayah Kota Makassar. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 13(2):82– 87.
- Taofiqurohman, A., M.F.A. Ismail. 2012. Analisis Spasial Perubahan Garis Pantai Di Pesisir Kabupaten Subang Jawa Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4 (2) : 280 – 289.
- Tarigan, M. S. 2007. Perubahan Garis Pantai Di Wilayah Pesisir Perairan Cisadane Provinsi Banten. *Jurnal Makara Sains*, 11 (1) : 49 – 56.
- Winarso, G.J., S. Budhiman. 2001. The Potential Application Remote Sensing Data For Coastal Study. Paper presented at the 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5–9 November 2001, Singapore. Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP), National University of Singapore; Singapore Institute of Surveyors and Valuers (SISV), Asian Association on Remote Sensing (AARS).
- Wati, R.M. 2013. Deteksi Laju Perubahan Garis Pantai Di Teluk Doreri Manokwari. Skripsi. Universitas Negeri Papua. 1–70 hal.
- Yulius., M. Ramdhan. 2013. Perubahan Garis Pantai Di Teluk Bungus Kota Padang Provinsi Sumatera Barat Berdasarkan Analisis Citra Satelit. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5 (2) : 417 – 427.