

Deteksi Perubahan Garis Pantai Kabupaten Padang Pariaman dan Kota Pariaman Menggunakan Aplikasi Penginderaan Jauh

Dwi Marsiska Driptufany

Jurusan Teknik Geodesi, Institut Teknologi Padang, Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo,
Padang – 25 143, Indonesia

Email: dwimarsiskaitp@gmail.com

Dikirim: 22 Mei 2020

Direvisi: 13 Juni 2020

Diterima: 2 Juli 2020

ABSTRAK

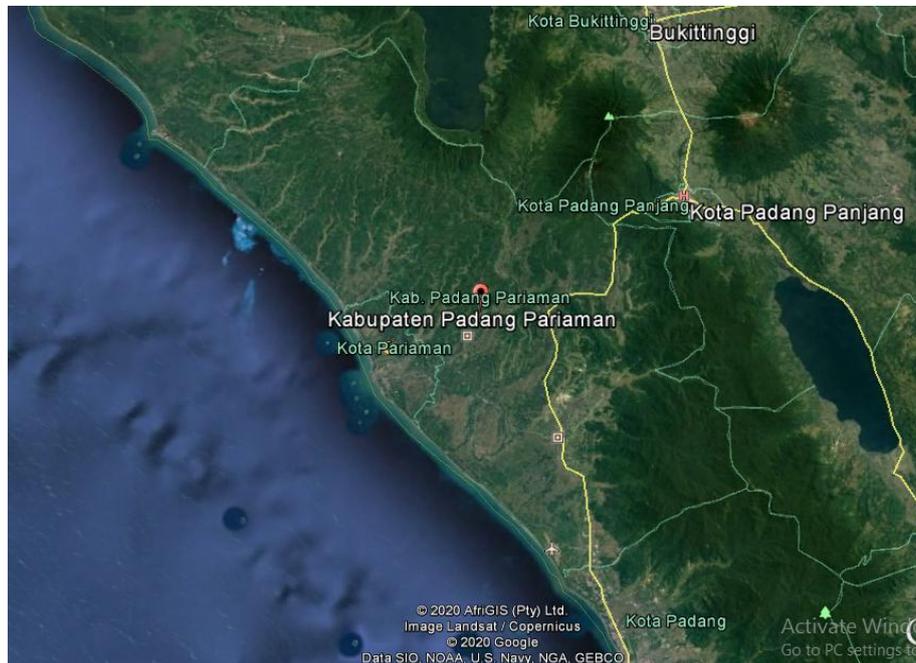
Kabupaten Padang Pariaman dan Kota Pariaman merupakan kabupaten/kota yang berhadapan langsung dengan Samudera Hindia, hal ini mengakibatkan pantai Kabupaten dan Kota Pariaman rentan terjadinya abrasi dan akresi. Selain mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian abrasi dan akresi, sebaran lokasi perubahan garis pantai akibat dampak abrasi dan akresi perlu dipantau secara spasial dan temporal untuk mencegah terjadinya dampak yang lebih buruk. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi perubahan garis pantai Kab. Padang Pariaman dan Kota Pariaman menggunakan data citra multi temporal. Penelitian ini menggunakan metode penginderaan jauh sebagai kajian yang cepat untuk menganalisis perubahan garis pantai dengan Citra Landsat 7 *ETM* tahun 2004 dan 2009, Citra Landsat 8 OLI tahun 2014, dan Citra Sentinel 2a tahun 2019 sebagai data sekunder. Perubahan garis pantai diperoleh menggunakan metode *overlay* peta hasil interpretasi citra 4 waktu pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan perubahan garis pantai tahun 2004-2009 karena abrasi dengan perubahan maksimal sebesar -20,98 meter/5 tahun, sedangkan perubahan yang terjadi karena akresi maksimal 0,78 meter/ 5 tahun. Pada garis pantai tahun 2009-2014 terjadinya perubahan karena abrasi dengan perubahan maksimal sebesar -41,79 meter/5 tahun, selain itu ada pula perubahan akibat akresi maksimal 8,65 meter/5 tahun. Sedangkan pada garis pantai tahun 2014-2019 terjadi karena abrasi dengan perubahan maksimal sebesar -17,13 meter/5 tahun, dan akresi maksimal 10,15 meter/5 tahun. Dari tahun 2004-2019 garis pantai banyak mengalami abrasi karena beberapa penyebabnya seperti gempa bumi, pasang air laut dan kurangnya batu pemecah ombak, sedangkan akresi yang terjadi pada kawasan pantai terjadi karena sedimentasi pasir laut oleh kawasan pantai serta beberapa faktor pembangunan yang sedang marak dilakukan di kawasan pesisir pantai Padang Pariaman untuk meningkatkan kualitas pariwisata.

Kata kunci: perubahan garis pantai, penginderaan jauh, abrasi, akresi

1. PENDAHULUAN

Pantai merupakan salah satu kawasan pusat aktivitas manusia, yang dimanfaatkan sebagai pusat pariwisata, pemeritahan, pemukiman, pelabuhan, industri perikanan, pertambakan dan sebagainya. Hal ini menyebabkan pemanfaatan lahan di wilayah pantai semakin terbatas sehingga mengakibatkan muncul permasalahan baru seperti berkurangnya daya dukung lahan yang menimbulkan erosi pantai seperti terjadinya abrasi pantai yang dapat merusak pemukiman atau prasarana lainnya atau tanah timbul akibat sedimentasi di daerah pantai. Disatu pihak sedimentasi atau tanah timbul di daerah pantai dapat dikatakan menguntungkan karena munculnya lahan baru, sementara dipihak lain dapat menyebabkan masalah drainase perkotaan di daerah pantai (Triatmodjo, 1999). Menurut Cui *et al* (2011) garis pantai cenderung memiliki sifat yang dinamis dan posisinya dapat mengalami perubahan. Perubahan garis pantai terjadi akibat dua peristiwa penting yaitu abrasi dan akresi. Abrasi merupakan pengurangan garis pantai dipengaruhi oleh dinamika gerak air laut dan kegiatan manusia yang bersifat merusak (Lantuit *et al.* 2010). Akresi pantai merupakan perubahan garis pantai menuju laut lepas diakibatkan oleh proses sedimentasi dari daratan atau sungai menuju arah laut (Istiqomah dkk, 2016).

Kondisi geografis Provinsi Sumatera Barat yang berhadapan langsung dengan Samudera Hindia, menyebabkan pantai barat Sumatera Barat rentan terjadinya abrasi dan akresi. Kabupaten Padang Pariaman dan Kota Pariaman (Gambar 1) merupakan kabupaten/kota yang berhadapan langsung dengan Samudera Hindia, hal ini mengakibatkan pantai Kabupaten dan Kota Pariaman rentan terjadinya abrasi dan akresi. Kota Pariaman salah satu kota yang berada di pesisir barat Sumatera sehingga memiliki ombak yang cukup besar (Samulano *et al.*, 2011). Gelombang Samudera Hindia yang kuat mencapai pantai Kota Pariaman mempengaruhi dinamika pantai Kota Pariaman sehingga proses abrasi dan erosi pantai sering terjadi di sepanjang pantai (Rafdi, 2016). Dinamika pantai Padang Pariaman hampir sama dengan yang terjadi di Kota Pariaman, di mana proses abrasi sering terjadi di sepanjang pantai, sementara di daerah hulu juga terjadi erosi lahan yang intensif yang menyebabkan meningkatnya jumlah sedimen yang dibawa oleh aliran sungai menuju laut (Solihuddin, 2011).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Fenomena yang kerap terjadi di pesisir pantai Padang Pariaman dan Kota Pariaman adalah peristiwa abrasi dan akresi. Perubahan garis pantai telah banyak diteliti oleh peneliti dari berbagai bidang. Menurut Solihuddin (2011) yang telah melakukan kajian dari sudut pandang geologi menunjukkan bahwa litologi penyusun pantai Padang Pariaman didominasi oleh endapan Aluvium yang memiliki resistensi rendah terhadap proses pengikisan oleh arus dan gelombang laut sehingga rentan terjadinya kejadian abrasi. Ondara dkk (2018) mengkaji perubahan garis pantai di kawasan pesisir Kota Pariaman menggunakan parameter oseanografi dalam rentang waktu 10 tahun menunjukkan bahwa abrasi dan akresi pantai dipengaruhi oleh pergerakan arus laut ke arah pesisir yang menyebabkan sedimentasi dan *land subsidence* sehingga dapat disimpulkan bahwa Kota Pariaman memiliki wilayah pesisir yang tingkat kerentanan yang tinggi. Selain mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian abrasi dan akresi, sebaran lokasi perubahan garis pantai akibat dampak abrasi dan akresi perlu dipantau secara spasial dan temporal untuk mencegah terjadinya dampak yang lebih buruk. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi perubahan garis pantai Kab. Padang Pariaman dan Kota Pariaman menggunakan data citra multi temporal yaitu Citra Landsat 7 *ETM* tahun 2004 dan 2009, Landsat 8 *OLI* tahun 2014 dan Sentinel 2a tahun 2019.

Pengamatan perubahan dan dinamika garis pantai secara periodik menggunakan survei terrestrial membutuhkan biaya yang cukup besar dan waktu yang lebih lama. Pemantauan perubahan garis pantai dapat dilakukan secara cepat dan mudah dengan menggunakan data citra satelit hasil penginderaan jauh (Taofiqurohman dkk, 2012). Cara yang efektif untuk pemantauan garis pantai dengan memanfaatkan data satelit karena data citra satelit hasil penginderaan jauh memiliki kemampuan perekaman obyek di muka bumi secara multi temporal serta cakupan yang luas dalam waktu bersamaan dapat membantu dalam pemantauan dinamika suatu wilayah secara terus menerus (Prayogo, 2015). Perekaman data citra satelit multi tahun sangat mendukung dalam pemantauan dan deteksi perubahan garis pantai secara spasial dan

temporal. Beberapa tahun belakangan, teknologi penginderaan jauh berkembang ke arah peningkatan resolusi spasial dan temporal untuk keperluan monitoring dan perolehan informasi.

2. METODOLOGI

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan analisis spasial atau analisis keruangan berdasarkan citra penginderaan jauh yaitu Citra Landsat 7 *ETM*, Citra Landsat 8 *OLI* dan Citra Sentinel 2a. Analisis keruangan dapat diartikan sebagai perbedaan lokasi mengenai seri sifat-sifat penting dalam ruang. Dalam penelitian ini metode analisis keruangan dilakukan terhadap 5 data yaitu Citra Landsat 7 *ETM* tahun 2004 dan 2009, Citra Landsat 8 *OLI* tahun 2014, Citra Sentinel 2a tahun 2019 dan Peta Adm. Kab. Padang Pariaman dan Kota Pariaman.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode survey sekunder. Penelitian ini menggunakan data yang terdiri dari data Peta Administrasi Kabupaten Padang Pariaman dan Kota Pariaman yang diperoleh dari instansi Bappeda Kabupaten Padang Pariaman dan Kota Pariaman dan data Citra Landsat dengan 4 waktu pengamatan yang didownload dari website <https://earthexplorer.usgs.gov/> dengan variasi waktu pengamatan yaitu:

- a. Citra Landsat 7 *ETM* pengamatan tahun 2004
- b. Citra Landsat 7 *ETM* pengamatan tahun 2009
- c. Citra Landsat 8 *OLI* pengamatan tahun 2014
- d. Citra Sentinel 2a pengamatan tahun 2019

2.3 Tahapan Penelitian

Proses pengolahan data citra satelit dimulai dengan melakukan komposit band citra menggunakan *software* Envi 5.1. Lalu dilakukan koreksi geometrik untuk memperbaiki geometrik citra karena adanya gangguan pada satelit saat perekaman sehingga posisi citra sesuai dengan yang sebenarnya. Koreksi geometrik ini perlu dilakukan pada citra Landsat 7 dan sentinel 2a, karena citra yang ditampilkan ke publik belum terbebas dari kesalahan geometrik. Selanjutnya koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya dengan mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Selanjutnya pada citra Satelit Landsat dilakukan penajaman citra (*pan-sharpened*) dari resolusi spasial 30 meter menjadi 15 meter. Tujuan *pan-sharpened* untuk mempermudah interpretasi objek pada citra satelit. Selanjutnya dilakukan digitasi *on screen* garis pantai tiap data citra satelit Landsat.

Dalam penelitian ini proses digitasi *on screen* dilakukan menggunakan *software* Arc.GIS 10.3 bertujuan untuk mengkonversi data raster menjadi data vektor untuk memperoleh hasil jarak perubahan garis pantai. Hasil digitasi garis pantai tiap tahun pengamatan yaitu tahun 2004, 2009, 2014 dan 2019 kemudian ditumpang tindihkan (*overlay*) untuk mengidentifikasi perubahan garis pantai. Hasil dari tumpang tindih (*overlay*) shp berupa peta perubahan garis pantai yang selanjutnya dilakukan perhitungan perubahan garis pantai dan mendeteksi abrasi dan akresi. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

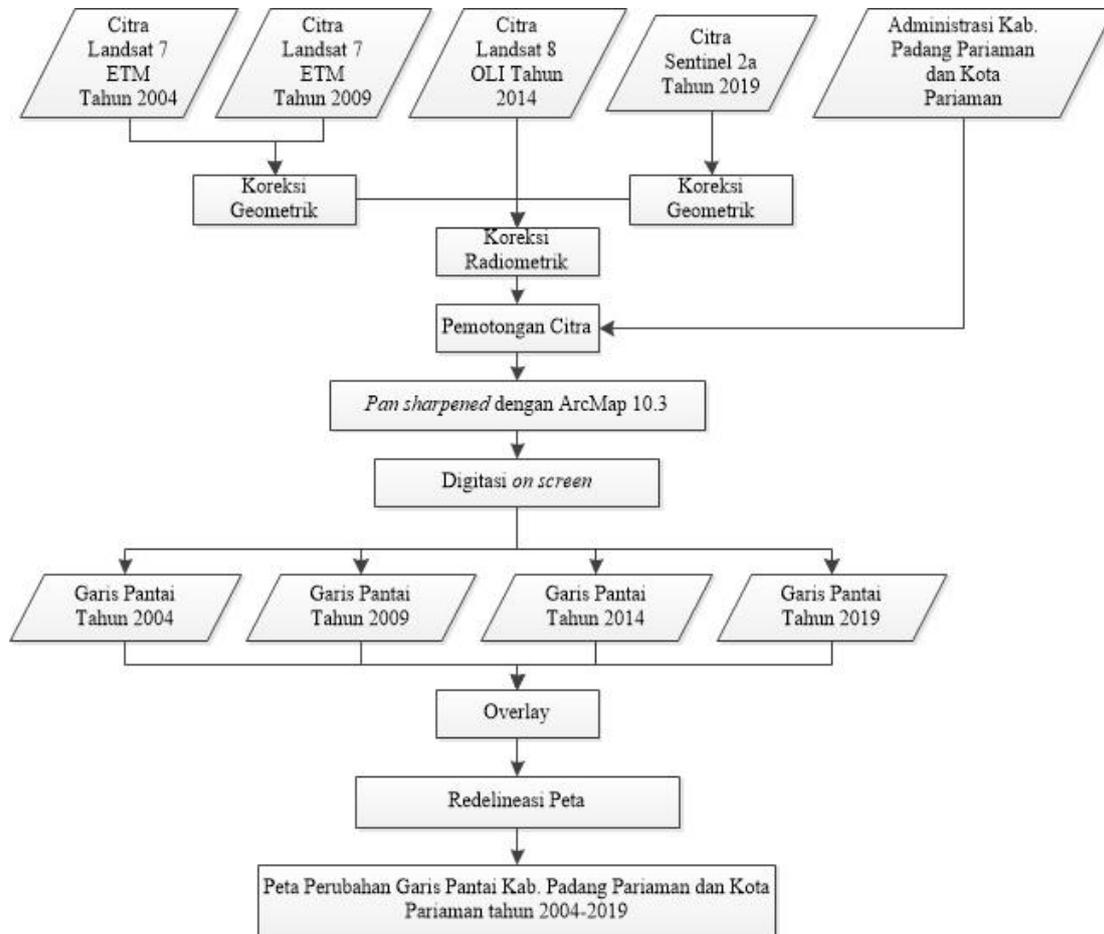
Perubahan garis pantai dianalisis dengan menggunakan 7 titik sampel yang merupakan lokasi yang memiliki perubahan yang signifikan selama tahun pengamatan. Pada masing-masing lokasi dilakukan analisis perubahan jarak garis pantai pengamatan yang terjadi dalam kurun waktu 5 tahun untuk mendeteksi kejadian abrasi dan akresi.

3.1. Perubahan Garis Pantai Tahun 2004-2009

Berdasarkan hasil pengolahan data, perubahan garis pantai tahun 2004-2009 yaitu di mana lokasi 6 merupakan lokasi dengan jarak perubahan garis pantai tertinggi mencapai 20,98 meter ke arah daratan atau abrasi. Sementara untuk lokasi 1,3,4,5, dan 7 terdeteksi jarak perubahan garis pantai yang juga mengarah ke daratan atau abrasi. Sedangkan pada lokasi 2 jarak perubahan garis pantai tertinggi yang terjadi adalah akresi

sebesar 0,78 meter ke arah laut. Jarak perubahan garis pantai tertera pada Tabel 3.1. Perubahan garis pantai Kabupaten Padang Pariaman dan Kota Pariaman tahun 2004-2009 dapat dilihat pada Gambar 3.

Perubahan garis pantai mengalami abrasi tertinggi pada tahun 2004-2009 selama 5 tahun terdapat pada lokasi 6 dengan jarak 20,98 meter ke arah darat. Sedangkan akresi terjadi di lokasi 2 yaitu dengan jarak 0,78 meter ke arah laut. Fenomena yang terjadi pada tahun 2009 ini adalah gempa bumi yang berkekuatan 7,6 magnitudo dengan lokasi gempa bumi berada di sekitaran Kab. Padang Pariaman yang menjadikan pantai abrasi yang cukup tinggi dari tahun sebelumnya.



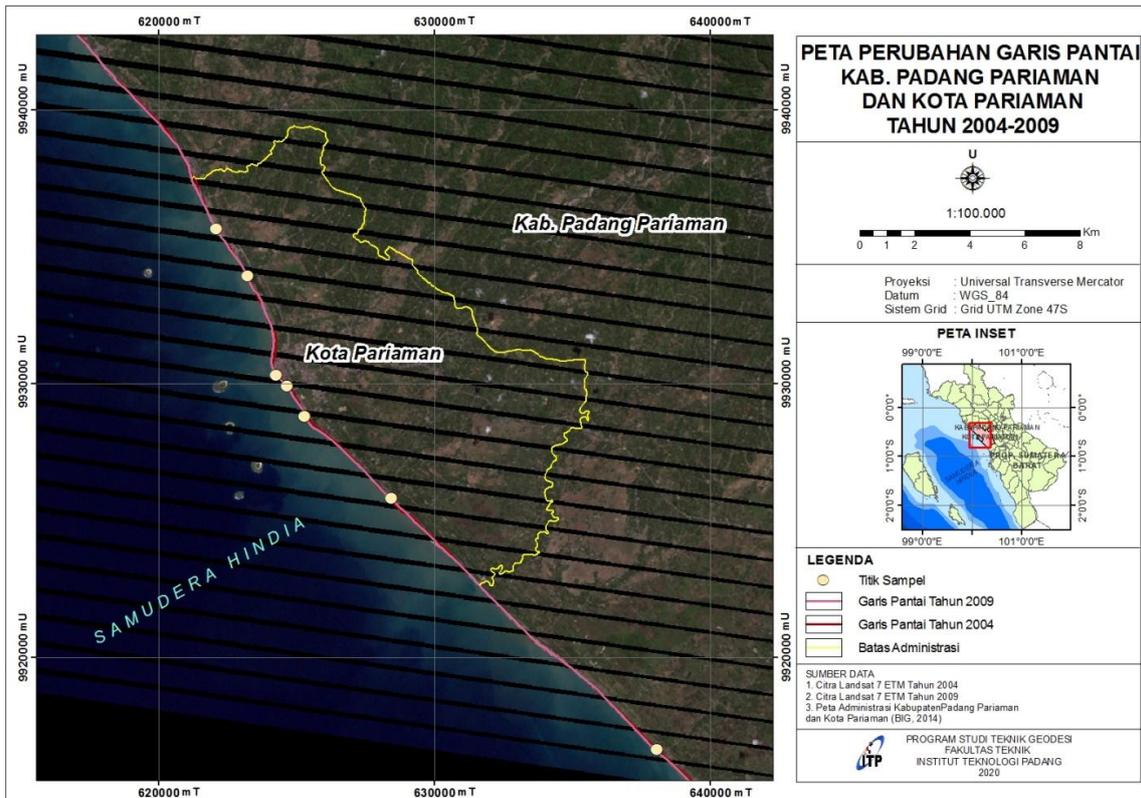
Gambar 2. Tahapan Penelitian

Tabel 3.1 Perubahan Garis Pantai tahun 2004-2009

Lokasi Pengamatan	Jarak perubahan (m)	Keterangan
Lokasi 1	-18,89	Abrasi
Lokasi 2	0,78	Akresi
Lokasi 3	-8,73	Abrasi
Lokasi 4	-8,44	Abrasi
Lokasi 5	-9,94	Abrasi
Lokasi 6	-20,98	Abrasi
Lokasi 7	-3,45	Abrasi

Sumber: Hasil pengolahan data, 2019

Ket: Jarak dalam M (meter), Ke arah darat (-), Ke arah laut (+)



Gambar 3. Peta Perubahan Garis Pantai Kab.Padang Pariaman dan Kota Pariaman tahun 2004-2009
Sumber: Pengolahan data Citra Satelit, 2019

3.2. Perubahan Garis Pantai Tahun 2009-2014

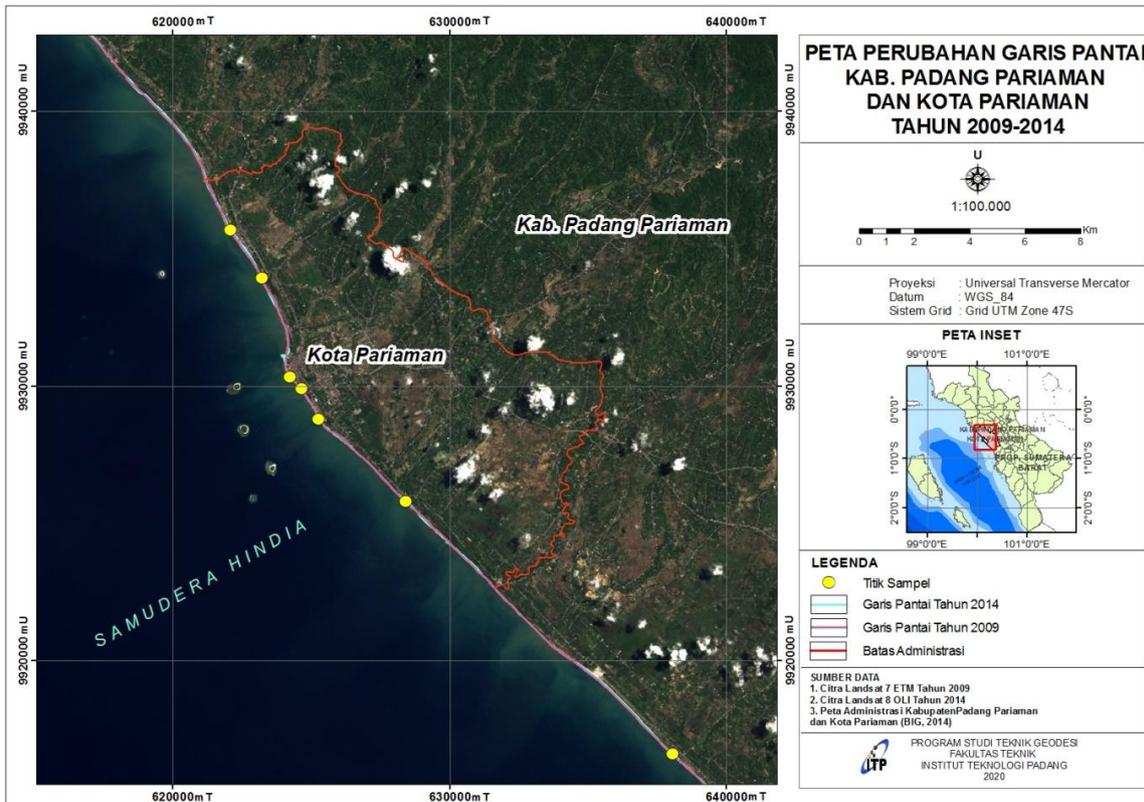
Pada tahun 2009-2014 terjadi perubahan garis pantai di mana pada lokasi 3,2,5 terjadi abrasi yang cukup tinggi dari pada tahun sebelumnya dan akresi terdapat pada lokasi 4 dan lokasi 6 selama 5 tahun. Berdasarkan tinjauan di lapangan lokasi 6 pada rentang waktu 2009-2014 terdapat pembangunan *breakwater* di Pantai Gondariah. Perubahan garis pantai dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Perubahan Garis Pantai tahun 2009-2014

Lokasi Pengamatan	Jarak perubahan (m)	Keterangan
Lokasi 1	-8,37	Abrasi
Lokasi 2	-29,41	Abrasi
Lokasi 3	-41,79	Abrasi
Lokasi 4	7,59	Akresi
Lokasi 5	-24,14	Abrasi
Lokasi 6	8,65	Akresi
Lokasi 7	-5,37	Abrasi

Sumber: Hasil pengolahan data, 2019
Ket: Jarak dalam M (meter), Ke arah darat (-), Ke arah laut (+)

Pada tahun 2009-2014 perubahan garis pantai didominasi oleh abrasi, dimana abrasi tertinggi terjadi di lokasi 3 dengan jarak perubahan garis pantai mencapai 41,79 meter ke arah darat. Kemudian diikuti lokasi 2, 5, 1 dan 7 yang mengalami peningkatan jarak perubahan garis pantai ke arah darat dari 5 tahun pengamatan sebelumnya. Sedangkan akresi yang cukup tinggi terjadi di lokasi 6 (8,65 meter) dan lokasi 4 (7,59 meter). Dinamika pantai yang cukup signifikan terjadi di lokasi 6 dimana pada 5 tahun pertama pengamatan lokasi ini terjadi abrasi yang cukup tinggi namun, pada 5 tahun kedua pengamatan telah terjadi akresi. Visualisasi spasial perubahan garis pantai Kabupaten Padang Pariaman dan Kota Pariaman tahun 2009-2014 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Perubahan Garis Pantai Kab.Padang Pariaman dan Kota Pariaman tahun 2009-2014
Sumber: Pengolahan data Citra Satelit, 2019

3.3. Perubahan Garis Pantai Tahun 2014-2019

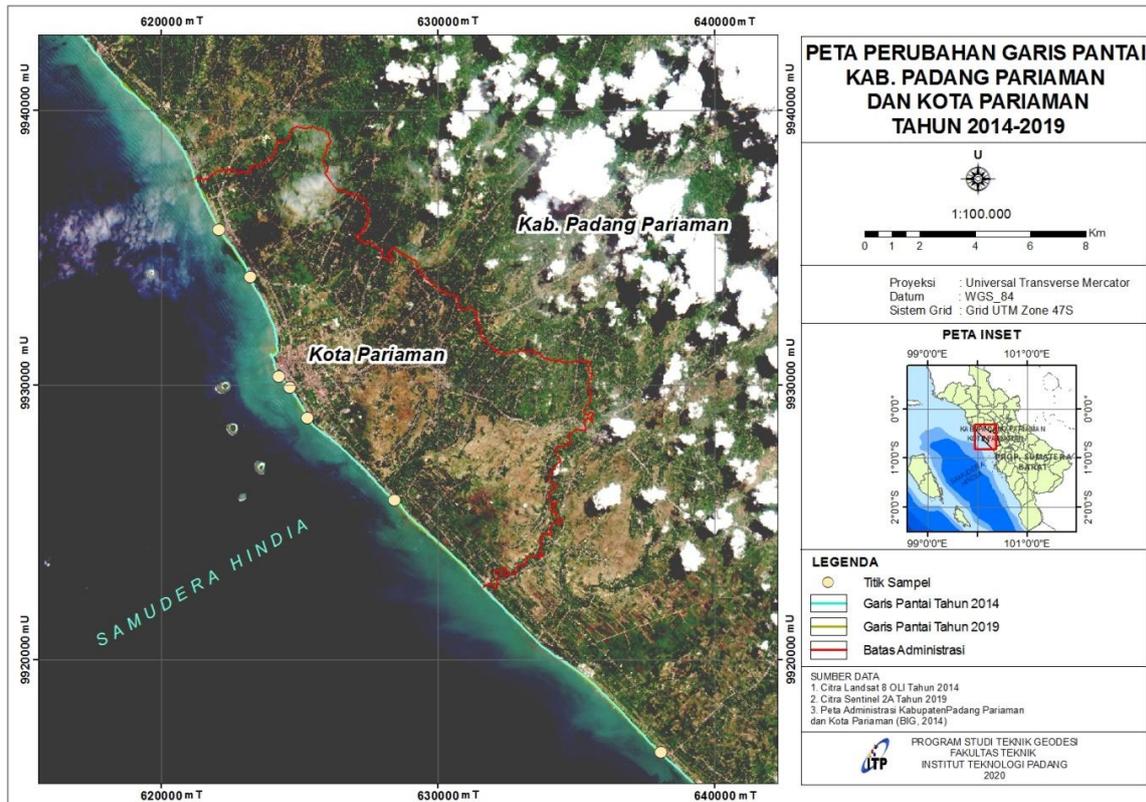
Perubahan garis pantai pada tahun 2014-2019 yaitu dimana lokasi 3 merupakan lokasi dengan jarak perubahan garis pantai tertinggi mencapai 17,13 meter ke arah darat atau abrasi. Kejadian abrasi pada 5 tahun pengamatan ketiga tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan 5 tahun pengamatan sebelumnya. Sedangkan lokasi 6 dan 7 merupakan lokasi yang mengalami akresi yang cukup tinggi dibanding 5 tahun pengamatan sebelumnya. Lokasi 7 jarak perubahan garis pantai sebesar 1,63 meter ke arah laut atau terjadi perubahan jarak 7 meter dari 5 tahun sebelumnya. Berdasarkan tinjauan lapangan lokasi 7 pada rentang waktu 2014-2019 terjadi pembangunan *breakwater* di Pantai Arta. Jarak perubahan garis pantai tahun 2014-2019 tertera pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Perubahan Garis Pantai tahun 2014-2019

Lokasi Pengamatan	Jarak perubahan (m)	Keterangan
Lokasi 1	-16,87	Abrasi
Lokasi 2	-4,32	Abrasi
Lokasi 3	-17,13	Abrasi
Lokasi 4	0,82	Akresi
Lokasi 5	0,087	Akresi
Lokasi 6	10,15	Akresi
Lokasi 7	1,63	Akresi

Sumber: Hasil pengolahan data, 2019
Ket: Jarak dalam M (meter), Ke arah darat (-), Ke arah laut (+)

Pada tahun 2014-2019 perubahan garis pantai Kabupaten Padang Pariaman dan Kota Pariaman didominasi dengan akresi. Lokasi yang dideteksi terjadi akresi yaitu di lokasi 6, 7, 5 dan 4. Visualisasi spasial perubahan garis pantai Kabupaten Padang Pariaman dan Kota Pariaman pada tahun 2014-2019 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Perubahan Garis Pantai Kab.Padang Pariaman dan Kota Pariaman tahun 2014-2019
Sumber: Pengolahan data Citra Satelit, 2019

Berdasarkan hasil pengolahan data citra Landsat 7 *ETM* tahun 2004 dan tahun 2009, citra Landsat 8 OLI tahun 2014 dan citra Sentinel 2a tahun 2019 pada peta perubahan garis pantai di peroleh informasi bahwa sepanjang kawasan pesisir Kab. Padang Pariaman dan Kota Pariaman menunjukkan bahwa perubahan garis pantai ini mengalami fenomena abrasi dan akresi. Perubahan garis pantai terbesar pada tahun 2004-2019 ialah di lokasi 3 pada tahun pengamatan 2009-2014 yang abrasinya lebih tinggi dari pada tahun sebelum dan sesudahnya yang di sebabkan oleh gempa bumi pada tahun 2009. Pada tahun 2009-2014 terjadi akresi tertinggi di lokasi 6 dari pada tahun sebelum dan sesudahnya. Dari tahun 2004-2019 garis pantai banyak mengalami abrasi karena beberapa penyebab seperti gempa bumi, pasang air laut dan kurangnya batu pemecah ombak, sedangkan akresi yang terjadi pada kawasan pantai terjadi karena sedimentasi pasir laut oleh kawasan pantai serta beberapa faktor pembangunan yang sedang marak dilakukan di kawasan pesisir pantai Padang Pariman untuk meningkatkan kualitas pariwisata.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini mendapatkan hasil perubahan garis pantai Kabupaten dan Kota Pariaman dengan metode penginderaan jauh dan *overlay*, dimana visualisasi peta menunjukkan perubahan garis pantai pada 4 waktu pengamatan citra satelit terlihat jelas bahwa garis pantai yang menjorok ke arah daratan menunjukkan terjadinya proses abrasi yang sangat dominan. Berdasarkan perhitungan jarak perubahan garis pantai, pada tahun 2004-2009 terjadinya perubahan garis pantai karena abrasi dengan perubahan maksimal sebesar -20,98 meter/5 tahun, sedangkan perubahan yang terjadi karena akresi maksimal 0,78 meter/5 tahun. Pada tahun 2009-2014 terjadinya perubahan garis pantai akibat abrasi dengan perubahan maksimal sebesar -41,79 meter/5 tahun, selain itu ada pula perubahan akibat akresi maksimal 8,65 meter/5 tahun, dan garis pantai pada tahun 2014-2019 terjadi karena abrasi dengan perubahan maksimal sebesar -17,13 meter/5 tahun, dan akresi maksimal 10,15 meter/5 tahun. Dari tahun 2004-2019 garis pantai banyak mengalami abrasi karena beberapa penyebabnya adalah gempa bumi, pasang air laut dan kurangnya batu pemecah ombak, sedangkan akresi yang terjadi pada kawasan pantai terjadi karena sedimentasi pasir laut oleh kawasan pantai serta beberapa faktor pembangunan yang sedang marak dilakukan di kawasan pesisir pantai pesisir pantai Padang Pariman untuk meningkatkan kualitas pariwisata. Deteksi perubahan garis pantai secara spasial dan temporal dapat memberikan informasi perubahan garis pantai.

DAFTAR PUSTAKA

- Cui, B.L., *et al.* (2011). *Coastline Change of the Yellow River Estuary and Its Response to the Sediment and Runoff*. *Geomorphology*. 127, 32-40.
- Istiqomah, F., Sasmito, B., Amarrohman, F.J. (2016). *Pemantauan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Studi Kasus: Pesisir Kabupaten Demak*. *Jurnal Geodesi UNDIP Semarang*, 5(1), 78-89.
- Lantuit H., *et al.* (2010). *The Arctic Coastal Dynamic Database: A New Classification Scheme And Statistics On Arctic Permafrost Coastlines*. *Estuaries and Coasts*. doi: 10.1007/s12237-010-9362-6
- Ondara, K., Rahmawan, G. A., Pitri, Y.A., (2018). *Kerentanan Pesisir Kota Pariama, Sumatera Barat Menggunakan Pemodelan Numerik Hidro-Oceanografi*. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan IV 2018*, Tunjungan, Surabaya.
- Prayogo, T. (2015). *Analisis Pola Perubahan Garis Pantai Pesisir Semarang dan Sekitarnya Berdasarkan Citra Satelit Landsat Multi Temporal*. *Conference: Pertemuan Ilmiah Tahunan XX dan Kongres VI, MAPIN: Masyarakat Ahli Penginderaan Jauh Indonesia, Institut Pertanian Bogor, Dramaga Bogor*, 5-6 Feb 2015.
- Rafdi, M. A. (2016). *Kajian Pemahaman Masyarakat Terhadap Perubahan Iklim Di Kawasan Pesisir Kecamatan Pariaman Utara*. *Teknik PWK (Perencanaan Wilayah Kota)*, 5(1), 21-28.
- Samulano, I., & Mera, M. (2011). *Refraksi Dan Difraksi Gelombang Laut Di Daerah Dekat Pantai Pariaman*. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 7(1), 1-10.
- Solihuddin, Tb. (2011). *Karakteristik Pantai dan Proses Abrasi di Pesisir Padang Pariaman, Sumatera Barat*. *Puslitbang Sumberdaya Laut dan Pesisir, Balitbang-KP. Jakarta*
- Taufiqurrahman, dkk. (2012). *Analisis Spasial Perubahan garis Pantai di Pesisir Kabupaten Subang Jawa Barat*. *Jurnal Vol. 4, No. 2, Hlm. 280 – 289, Desember 2012*.
- Triatmodjo, Bambang. (1999). *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- USGS. 2019. Using the USGS Landsat Product. <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Diakses pada tanggal 30 Juli 2019.
- USGS. 2019. Using the USGS Sentinel Product. <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Diakses pada tanggal 31 Juli 2019