

## Analisis Perubahan Morfologi Garis Pantai Akibat Tsunami di Teluk Palu Menggunakan Data Citra Sentinel-2

*Analysis of Coastline Morphology Changes Due to The Tsunami in Palu Bay Using Sentinel-2 Image Data*

Nia Kurniadin\*, Feri Fadlin

Program Studi Teknologi Geomatika, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Kampus Gunung Panjang Jl. Samratulangi, Samarinda, 75131, Indonesia

\*Korespondensi penulis: niakurniadin@politanisamarinda.ac.id

Diterima: 30112020; Diperbaiki: 06032021; Disetujui: 08032021; Dipublikasi: 09042021

**Abstrak:** Informasi perubahan garis pantai sangat penting dalam berbagai kajian pesisir, misalnya; rencana pengelolaan kawasan pesisir, perwilayahan/zonasi bahaya, studi abrasi-akresi, serta analisis dan pemodelan morfodinamika pantai. Salah satu penyebab terjadinya perubahan morfologi garis pantai adalah oleh fenomena tingginya gelombang akibat terjadinya tsunami. Teluk Palu mengalami terpaan gelombang Tsunami yang terjadi pada 28 September 2018. Pesisir pantai sepanjang teluk palu mengalami perubahan yang cukup signifikan akibat adanya dampak Tsunami tersebut. Dalam penelitian ini, pemanfaatan teknologi penginderaan jauh secara temporal dan spasial digunakan dalam identifikasi perubahan garis pantai. Metode yang digunakan adalah interpretasi terhadap *Normalized Difference Water Index* (NDWI) pada citra Sentinel-2 untuk mengidentifikasi garis pantai serta menganalisis besarnya perubahan yang terjadi. Hasil analisis perubahan garis pantai yang terjadi akibat Tsunami setelah dilakukan tumpang susun terhadap data sebelum dan setelah terjadi Tsunami diperoleh panjang garis pantai sebelum Tsunami 42,633 km dan setelah Tsunami 40,718 km dimana terjadi perubahan pajang garis pantai 1,915 km, serta luas abrasi 1,021 km<sup>2</sup>.

*Copyright © 2021 Geoid. All rights reserved.*

**Abstract:** Coastline change information is very important in various coastal studies, for example; coastal area management plans, hazard zoning, abrasion-accretion studies, as well as coastal morphodynamical analysis and modeling. One of the causes of coastline morphology change is the phenomenon of high waves due to the tsunami. Tsunami waves has exposed Palu Bay on September 28, 2018. The coast along the Palu bay experienced significant changes due to the impact of the Tsunami. In this study, temporally and spatially remote sensing technology are used to identify coastline changes. The *Normalized Difference Water Index* (NDWI) method used to interpret Sentinel-2 image to identify and analyze the coastline changes that happened. An analysis of the results of coastline changes that occurred as a result of the Tsunami after overlapping the data before and after the Tsunami were obtained that the length of the coastline before the Tsunami was 42.633 km and after the Tsunami was 40.718 km where there was a change in coastline length of 1.915 km, and an area 1.021 km<sup>2</sup> of abrasion.

Kata kunci: MSI; perubahan garis pantai; sen2core; sentinel-2

Cara untuk sitasi: Kurniadin, N., & Fadlin, F. (2021). Analisis Perubahan Morfologi Garis Pantai Akibat Tsunami di Teluk Palu Menggunakan Data Citra Sentinel-2. *Geoid*, 16(2), 240 – 247.

### Pendahuluan

Garis pantai terletak di kawasan pantai yang merupakan kawasan yang mempunyai beberapa ekosistem tersendiri di mana setiap kehidupan pantai saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Oleh karena itu, kawasan pantai merupakan satu kawasan yang sangat dinamik begitu pula dengan garis pantainya. Perubahan garis pantai merupakan satu proses secara terus menerus melalui berbagai proses baik pengikisan (abrasi) maupun penambahan (akresi) pantai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen, *longshore current*, dan gelombang (Opa, 2011). Aktivitas seperti penebangan hutan mangrove, penambangan pasir, serta fenomena tingginya gelombang, dan pasang surut air laut menimbulkan dampak terjadinya abrasi atau erosi pantai (Wahyuningsih et al., 2016). Baik proses akresi maupun abrasi intensitas lokasinya berkorelasi dengan jenis-

jenis tutupan/penggunaan lahan (Kasim & Salam, 2015). Perubahan garis pantai yang terjadi juga dapat disebabkan adanya penambahan pemukiman, vegetasi mangrove maupun non mangrove yang disebabkan oleh aktivitas pelabuhan dan pabrik (Suharyo & Hidayah, 2019). Informasi perubahan garis pantai sangat penting dalam berbagai kajian pesisir, misalnya; rencana pengelolaan kawasan pesisir, zonasi bahaya, studi abrasi-akresi, serta analisis dan pemodelan morfodinamika pantai (Chand & Acharya, 2010).

Perubahan morfologi garis pantai juga dipengaruhi oleh fenomena tingginya gelombang akibat terjadinya tsunami. Dampak Tsunami terhadap perubahan garis pantai dapat berupa abrasi parah pada pulau kecil dan hilangnya kawasan serta beberapa jenis mangrove (Mutmainah et al., 2016). Salah satu wilayah yang mengalami perubahan garis pantai akibat Tsunami adalah pantai Teluk Palu. Teluk Palu mengalami terpaan gelombang Tsunami yang terjadi pada 28 September 2018. Pesisir pantai sepanjang teluk palu mengalami perubahan yang cukup signifikan akibat adanya dampak Tsunami tersebut.

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh secara temporal dan spasial memberikan kemudahan dalam melakukan klasifikasi wilayah pesisir dan pantai terutama dalam identifikasi perubahan garis pantai. Teknologi penginderaan jauh memiliki keunggulan dengan cakupan yang luas dan resolusi spasial yang tinggi serta memberikan banyak pilihan jenis satelit penginderaan jauh yang mempunyai keakuratan yang cukup baik dalam mengidentifikasi objek-objek di permukaan bumi (Anugraha et al., 2012). Metode yang digunakan dapat berupa deskriptif kuantitatif dan juga dilakukan validasi lapang seperti yang dilakukan untuk mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi di wilayah pesisir Kabupaten Kulonprogo (Cahyono et al., 2017).

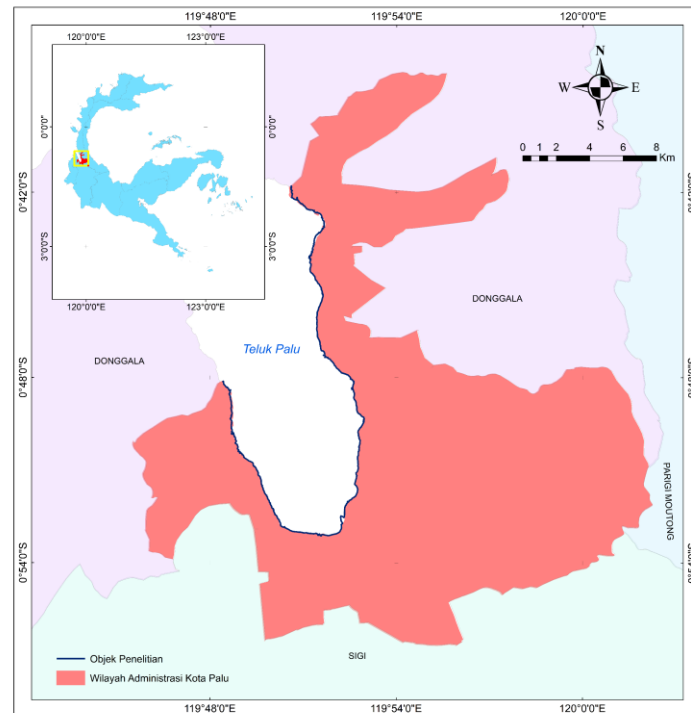
Citra satelit yang banyak digunakan dalam penelitian serupa adalah citra satelit landsat dengan menggunakan *band-ratio* antara band hijau (band 2 pada Landsat-7 dan band 3 pada Landsat-8) dan band SWIR-1 (band 5 pada Landsat-7 dan band 6 pada Landsat-8) (Hariyanto et al., 2018). Juga telah dilakukan penelitian menggunakan citra Sentinel-1 (misi radar sentinel), yang tidak dibatasi oleh kondisi cuaca atau kegelapan, dan efektif untuk memisahkan objek darat dan laut, serta memiliki resolusi spasial dan temporal yang tinggi. Deteksi perubahan garis pantai dilakukan dengan memilih parameter terbaik yang diekstraksi dari Sentinel-1 dan dengan menetapkan threshold untuk pemisahan tanah dan air serta overlay dengan citra multi temporal (Bioresita & Hayati, 2016). Namun pada penelitian ini akan digunakan algoritma NDWI menggunakan band hijau (band 3) dan band inframerah dekat (band 8) citra satelit Sentinel-2 dengan resolusi spasial dan temporal lebih tinggi. NDWI merupakan algoritma yang paling sering digunakan untuk membedakan antara objek air dan non air. Transformasi ini memiliki rentan nilai antara -1 sampai 1 dimana ambang batas (*threshold*) yang menunjukkan fitur air adalah nilai 0 sampai dengan 1 (Fadlin et al., 2020).

## Data dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di pesisir pantai teluk palu yang secara administratif terletak di wilayah Kota Palu Provinsi Sulawesi Tengah. Secara geografis terletak di antara 0°36' – 0°56' Lintang Selatan dan 119°45' – 120°01' Bujur Timur. Pemilihan lokasi penelitian berdasarkan hasil studi literatur dan analisis data historis bencana Gempa Bumi dan Tsunami yang terjadi pada tanggal 28 September 2018. Lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 1.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit Sentinel-2 level 1 wilayah Kota Palu dengan tanggal akuisisi 27 September 2018 dan 2 Oktober 2018, dan data vektor batas administrasi Kota Palu yang diperoleh dari BIG skala 1:50.000.

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah *ESA SNAP 7.0* untuk mengolah citra (koreksi atmosfer dan NDWI), dan *ArcMAP 10.3* untuk konversi raster ke vektor, overlay dan pembuatan peta.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengumpulan data yang terdiri dari data citra Sentinel-2 sebelum dan setelah terjadinya Gempa Bumi dan Tsunami yang terjadi pada tanggal 28 September 2018. Data citra yang diperoleh dari laman <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> terdiri dari citra Sentinel-2B tanggal 27 September 2018 (S2B\_MSIL1C\_20180927T022319\_N0206\_R103\_T50MRE\_20180927T055542) dan citra Sentinel-2A tanggal 2 Oktober 2018 (S2A\_MSIL1C\_20181002T022321\_N0206\_R103\_T50MRE\_20181002T054141).

Pengolahan data diawali dengan koreksi atmosferik. Koreksi atmosfer bertujuan untuk menurunkan reflektan objek dari total radiansi  $ToA$  setelah proses normalisasi kondisi pencahayaan dan penghapusan efek atmosfer. Koreksi atmosfer dilakukan dengan menggunakan plugin *sen2cor* yang dikembangkan oleh *Telespazio VEGA Deutschland GmbH* atas nama *ESA* yang dapat diinstal dan diaktifkan pada software *ESA SNAP*.

Pengolahan selanjutnya adalah pemotongan citra sesuai dengan areal studi yang bertujuan untuk memfokuskan pengolahan pada wilayah kajian, dalam hal ini sepanjang pantai teluk palu yang masuk dalam wilayah administrasi kota Palu. Penerapan algoritma NDWI (*Normalized Difference Water Index*) yang dapat mendeteksi tingkat kebasahan suatu area dilakukan untuk memisahkan antara wilayah daratan dan lautan. NDWI dilakukan dengan menggabungkan band hijau (band 3) dan band inframerah dekat (band 8) citra Sentinel-2 yang telah terkoreksi atmosfer menjadi nilai indeks kandungan kadar air. Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai NDWI adalah sebagai berikut:

$$NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR) \quad (1)$$

dimana:

NDWI = Nilai *Normalized Difference Water Index*

Green = Nilai reflektan dibawah lapisan atmosfer untuk kanal 3 (hijau)

NIR = Nilai reflektan dibawah lapisan atmosfer untuk kanal 8 (inframerah dekat)

Konversi raster ke vektor dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data vektor garis pantai dari hasil ekstraksi citra Sentinel-2 dengan memanfaatkan hasil pemisahan antara wilayah daratan dan lautan dari penerapan algoritma NDWI. Pada tahap ini, data citra diubah ke bentuk vektor (*shapefile*) dengan menggunakan tool *Raster to Polygon* dan *Raster to Polyline* pada perangkat lunak *ArcGIS* sehingga

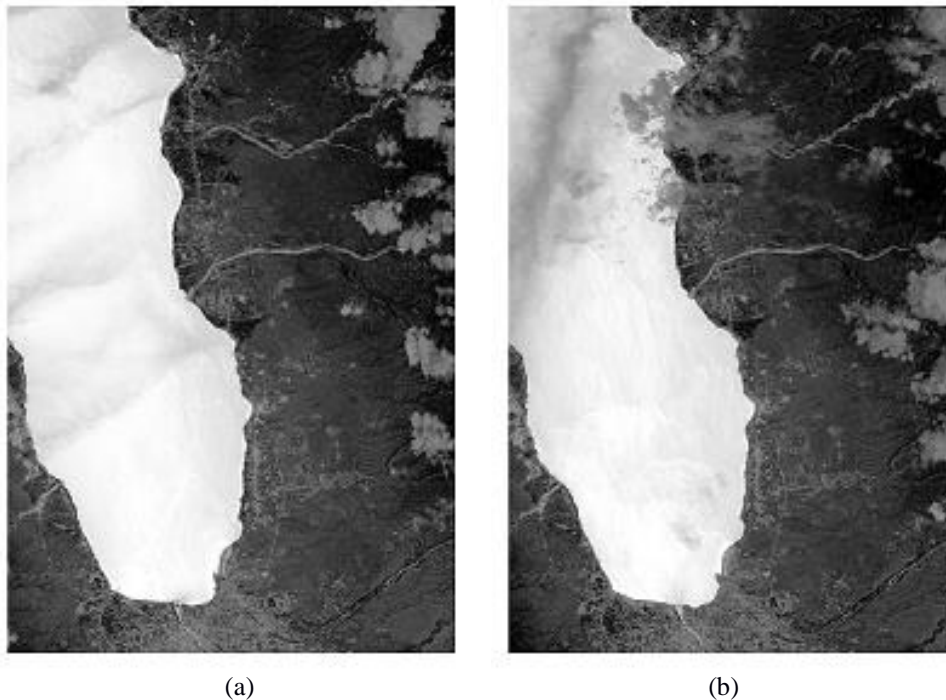
menghasilkan garis pantai dari citra sebelum dan setelah Tsunami. Data vektor yang diperoleh selanjutnya dihitung dan ditumpang-susun untuk mempermudah dalam melakukan analisa perubahan garis pantai akibat Tsunami 28 September 2018.

Perubahan garis pantai akibat Tsunami Teluk Palu dilakukan dengan menghitung panjang garis pantai yang dihitung dari panjang vektor garis pantai hasil ekstraksi dari citra Sentinel-2 sebelum dan setelah Tsunami. Tumpang susun antara data vektor garis pantai sebelum dan setelah Tsunami serta data *Natural Color* Citra Sentinel-2, dilakukan untuk memperoleh informasi dampak Tsunami ini di sepanjang pantai Teluk Palu.

Proses *layouting* peta juga dilakukan dengan memanfaatkan hasil tumpang susun citra dan data vektor garis pantai. Peta yang dihasilkan berupa peta perubahan garis pantai akibat Tsunami Teluk Palu tanggal 28 September 2018.

### Hasil dan Pembahasan

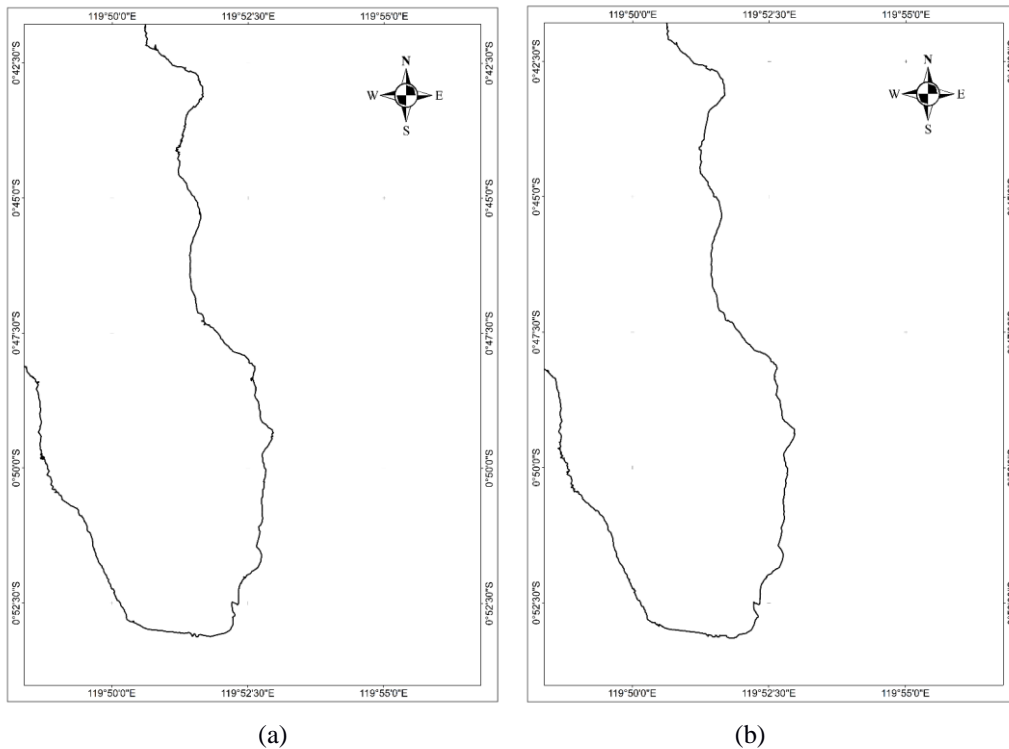
Pemisahan daratan dan lautan dimaksudkan untuk mengetahui batas antara perairan dan daratan. Dengan menerapkan algoritma NDWI terhadap band 3 dan ban 8 citra Sentinel-2 yang telah terkoreksi atmosfer, batas antara perairan dan daratan dapat dianalisis. Hasil penerapan algoritma NDWI pada citra sebelum dan setelah Tsunami disajikan dalam Gambar 2 berikut:



Gambar 2. NDWI Citra Sentinel-2; (a) tanggal 27 September 2018, (b) tanggal 2 Oktober 2018

Pada Gambar 2 diperoleh informasi wilayah daratan diwakili dengan warna hitam (gelap) sedangkan wilayah perairan diwakili oleh warna putih (terang). Dari gambar tersebut tampak cukup jelas perbedaan antara daratan dan lautan.

Untuk mempermudah analisis perubahan garis pantai, perlu dilakukan konversi data dari bentuk raster ke bentuk vektor. *Tool Raster to Polygon* dan *Raster to Polyline* pada perangkat lunak *ArcGIS* digunakan. Hasil konversi raster ke vektor pada citra Sentinel-2 dari hasil pengolahan NDWI sebelum dan setelah Tsunami disajikan dalam Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Vektor Garis Pantai (a) Sebelum dan (b) Setelah Tsunami

Gambar 3 merupakan vektor garis pantai dari citra satelit Sentinel-2 tanggal 27 September 2018 dan tanggal 2 Oktober 2018.

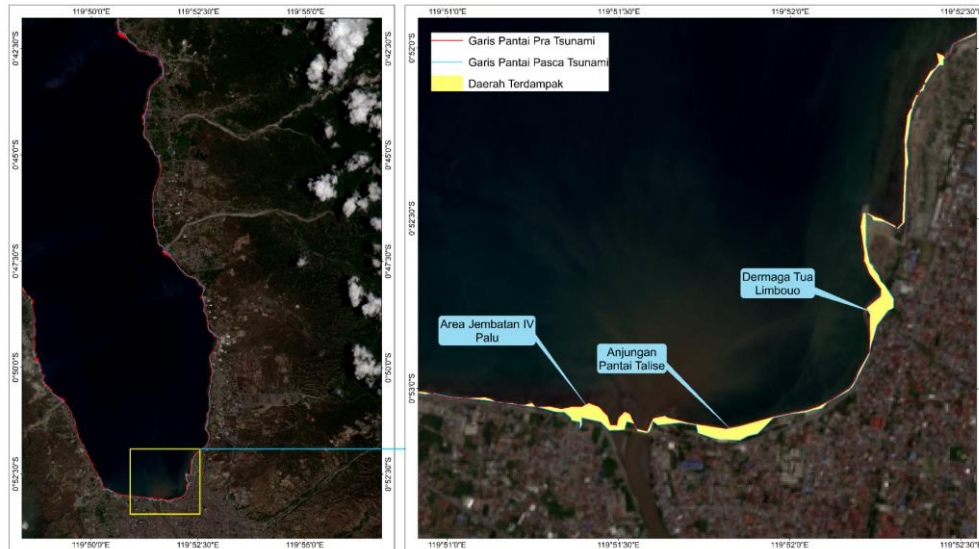
Data vektor garis pantai tanggal 27 September 2018 dan data vektor garis pantai tanggal 2 Oktober 2018 selanjutnya dihitung panjangnya untuk memperoleh informasi perubahan garis pantai akibat tsunami. Dari hasil perhitungan tersebut seperti disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data Panjang Garis Pantai

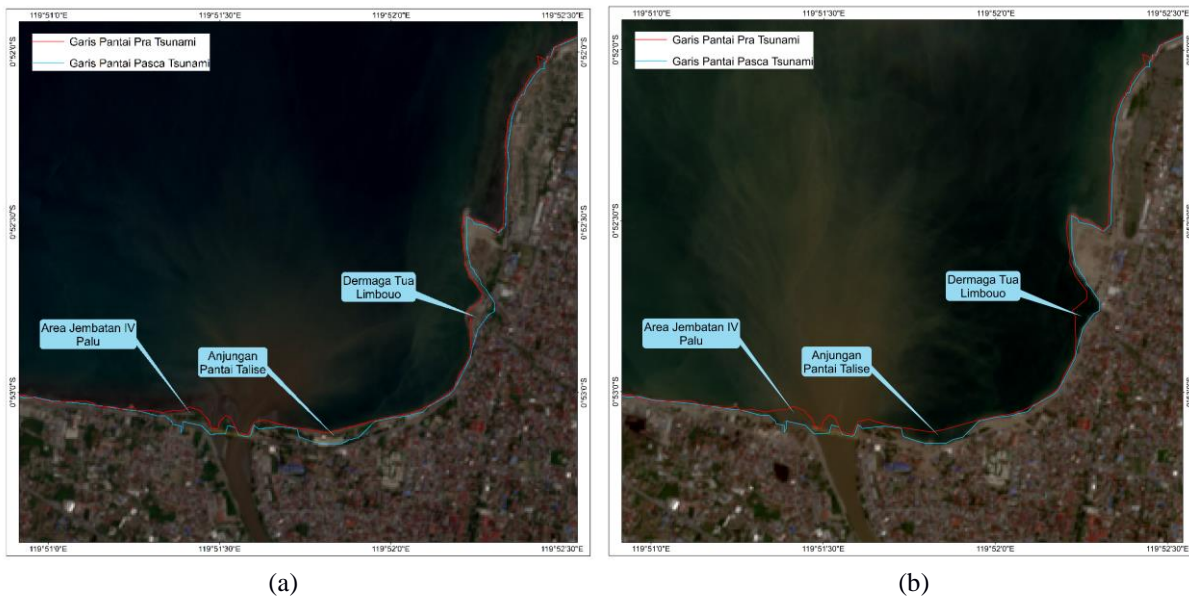
No	Tanggal Perekaman	Panjang (m)
1	27 September 2018	42.633,217
2	2 Oktober 2018	40.717,920
Perubahan		1.915,297

Dari data pada Tabel 1 di atas, diperoleh informasi bahwa telah terjadi perubahan panjang garis pantai dari 42.633,217 meter menjadi 40.717,920 meter. Dengan demikian panjang garis pantai mengalami pengurangan akibat Tsunami yang melanda. Peta perubahan garis pantai akibat Tsunami Teluk Palu 18 September 2018 disajikan pada Gambar 7.

Dari hasil tumpang-susun antara data vektor garis pantai tanggal 27 September 2018 dan data vektor garis pantai tanggal 2 Oktober 2018 serta data *Natural Color* Citra Sentinel-2, perubahan panjang garis pantai teluk palu mengalami pengurangan sebesar 1,915 km dan luas abrasi 1,021 km<sup>2</sup>. Dari tumpang-susun tersebut, diperoleh informasi pula bahwa dampak Tsunami ini juga mengakibatkan kerusakan bangunan yang ada di sepanjang pantai Teluk Palu. Hasil tumpang-susun antara vektor garis pantai dengan data *Natural Color* Citra Sentinel-2 tanggal 27 September 2018 dan tanggal 2 Oktober 2018, serta komparasi antara kedua data tersebut terutama pada daerah terdampak di sepanjang pantai Teluk Palu yang dijadikan sampel disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Daerah terdampak berdasarkan visualisasi *Natural Color* Citra Sentinel-2

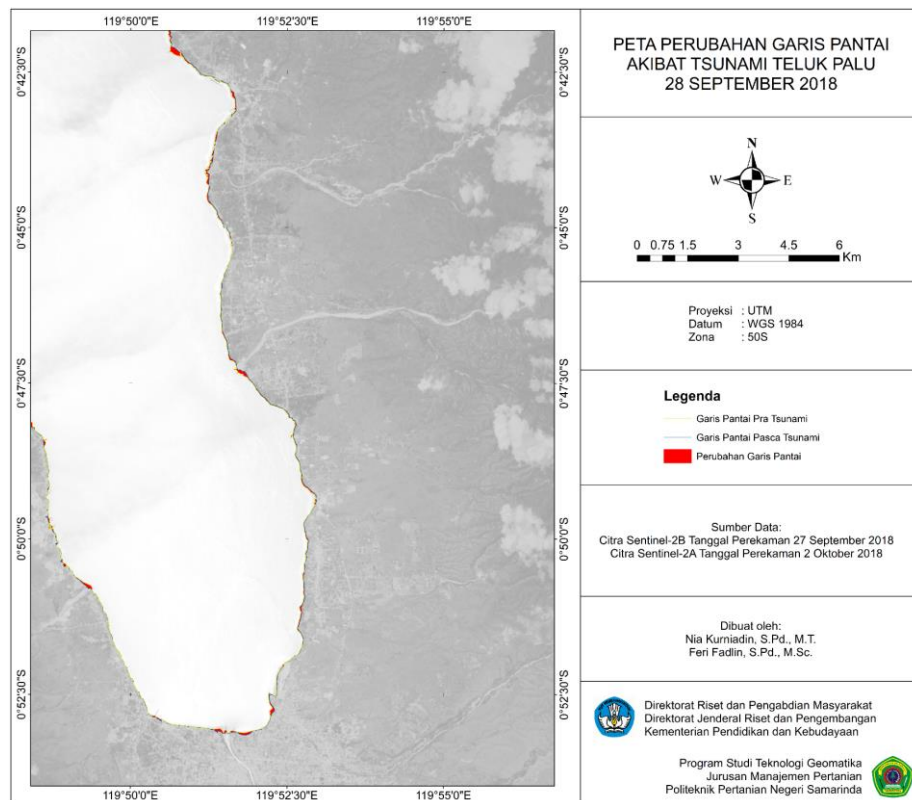


Gambar 5. Komparasi kondisi daerah terdampak (a) Sebelum dan (b) Setelah Tsunami berdasarkan tumpang-susun antara vektor garis pantai dengan data *Natural Color* Citra Sentinel-2

Hasil tumpang-susun pada Gambar 5 di atas memberikan informasi pula bahwa vektor garis pantai dari vektorisasi raster hasil penerapan algoritma NDWI pada citra Sentinel-2 adalah valid (benar), juga validitas atas informasi perubahan dan kerusakan beberapa objek di sepanjang wilayah pantai Teluk Palu. Beberapa wilayah pantai yang mengalami perubahan cukup signifikan antara lain: Jembatan IV (Ponulele) Palu (3,3 Ha) mengalami kerusakan parah dan tidak dapat dipergunakan lagi, Anjungan Pantai Talise (2,5 Ha) yang merupakan pusat kegiatan dan tempat rekreasi masyarakat Kota Palu mengalami kerusakan bahkan hilang, dan munculnya kembali bekas tiang-tiang Dermaga Limbouo (3 Ha) di Kelurahan Talise yang merupakan bangunan peninggalan sejarah di Palu. Kerusakan bangunan dan pantai terparah di sepanjang pantai teluk Palu disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Kondisi wilayah terdampak; (a) Jembatan IV (Ponulele) Palu yang Rusak, (b) Anjungan Pantai Talise sebelum Tsunami, (c) Anjungan Pantai Talise setelah Tsunami, (d) Bekas Tiang-tiang Dermaga Limbou yang Muncul Kembali setelah Tsunami



Gambar 7. Peta Perubahan Garis Pantai Akibat Tsunami Teluk Palu

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari hasil penerapan algoritma NDWI terhadap citra Sentinel tanggal 27 September 2018 dan tanggal 2 Oktober 2018 yang selanjutnya dilakukan konversi dari bentuk raster ke bentuk vektor garis pantai, diperoleh informasi bahwa telah terjadi

perubahan panjang garis pantai sebesar 1, 915 km dari panjang garis pantai tanggal 27 September 2018 sebesar 42,633 km menjadi 40, 718 km pada tanggal 2 Oktober 2018. Terjadi pula abrasi seluas 1,021 km<sup>2</sup> dari hasil analisis terhadap overlay antara perubahan garis pantai dengan *Natural Color* Citra Sentinel-2, dengan perubahan cukup signifikan pada beberapa wilayah seperti Jembatan IV (Ponulele), Anjungan Pantai Talise dan bekas Dermaga Limbouo di Kelurahan Talise.

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan citra satelit resolusi tinggi untuk meningkatkan akurasi serta metode analisis lain yang digunakan untuk pemisahan daratan dan lautan sehingga dapat menjadi perbandingan korelasi antara resolusi citra dan metode analisis terhadap nilai akurasi perubahan morfologi garis pantai.

### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM), Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial terhadap penelitian ini dalam skema Penelitian Dosen Pemula dan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda Program Studi Teknologi Geomatika sebagai unit kerja penulis.

### Daftar Pustaka

- Anugrahadi, A. et al., (2012). Analisis Citra Aster GDEM untuk Mengetahui Slope di Daerah yang Terkena Abrasi dan Akresi. *Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) ISOI IX (Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia)*. Mataram. 21-23 Oktober 2012
- Bioresita, F., & Hayati, N. (2016). Coastline Changes Detection Using Sentinel-1 Satellite Imagery in Surabaya, East Java, Indonesia. *Geoid*. No.2. Vol.11. hal. 190–198. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v11i2.1265>
- Cahyono, H., Wulan, T. R., Musrifah, & Maulana, E. (2017). Analisis Perubahan Garis Pantai dengan Menggunakan Data Citra Landsat di Pesisir Kabupaten Kulonprogo. *Bunga Rampai Kepesisiran Dan Kemaritiman Jawa Tengah*. Vol. 2. hal. 1–12.
- Chand, P., & Acharya, P. (2010). Shoreline change and sea level rise along coast of Bhitarkanika wildlife sanctuary, Orissa: An analytical approach of remote sensing and statistical techniques. *International Journal of Geomatics and Geosciences*. No. 3. Vol.1. hal. 436–455.
- Fadlin, F., Kurniadin, N., & Prasetya, F. V. A. S. (2020). Analisis Indeks Kekritisn Lingkungan di Kota Makassar Menggunakan Citra Satelit LANDSAT 8 OLI / TIRS. *Jurnal Geodesi Dan Geomatika (ELIPSOIDA)*. No.1. Vol.3. hal. 55–63.
- Hariyanto, T., Pribadi, C. B., & Mukhtar, M. K. (2018). Evaluasi Perubahan Garis Pantai Akibat Abrasi dengan Citra Satelit Multitemporal (Studi Kasus: Pesisir Kabupaten Gianyar, Bali). *Geoid*. No.1. Vo.14. hal 66–74.
- Kasim, F., & Salam, A. (2015). Identifikasi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit serta Korelasinya dengan Penutup Lahan di Sepanjang Pantai Selatan Provinsi Gorontalo. *Nike: Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*. No.4. Vol.3. hal. 160–167. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5108.0724>
- Mutmainah, H., Christiana, D. W., & Kusumah, G. (2016). Tsunami Mentawai 25 Oktober 2010 (Simulasi Comcot 1.7) Dan Dampaknya Kini Terhadap Pantai Barat Mentawai. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. No.2. Vol.9. hal. 175–187. <https://doi.org/10.21107/jk.v9i2.1917>
- Opa, E. T. (2011). Perubahan Garis Pantai Desa Bentean Kecamatan Pusomaen, Minahasa Tenggara. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan Tropis*. No.3. Vol.7. hal. 109. <https://doi.org/10.35800/jpkt.7.3.2011.187>
- Suharyo, O. S., & Hidayah, Z. (2019). Pemanfaatan Citra Satelit Resolusi Tinggi Untuk Identifikasi Perubahan Garis Pantai Pesisir Utara Surabaya. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. No.1. Vol.12. hal. 89. <https://doi.org/10.21107/jk.v12i1.5084>
- Wahyuningsih, D. S., Maulana, E., Wulan, T. R., Ambarwulan, W., Putra, M. D., Ibrahim, F., Setyaningsih, Z., & Putra, A. S. (2016). Efektivitas Upaya Mitigasi Abrasi Berbasis Ekosistem Di Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan*. DIY. Juli 2016.



This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)