

MONITORING PERUBAHAN GARIS PANTAI UNTUK EVALUASI RENCANA TATA RUANG DAN PENANGGULANGAN BENCANA DI KABUPATEN TANGERANG***Monitoring Coastline Change for Spatial Plan Evaluation and Disaster Management in Tangerang Regency***Heri Setiawan¹, Supriatna¹¹Departemen Geografi, Universitas Indonesia, Indonesia

Email Korespondensi: heri.setiawan01@ui.ac.id

Diterima: 28/9/2021 | Ditinjau: 21/10/2021 | Disetujui: 30/11/2021

DOI: 10.31314/j.sig.v4i2.1036

Abstract - The coastline of Tangerang Regency is a very dynamic coastline. The purpose of this study is to identify the rate of change in the coastline of each village in Pesisir Regency, Tangerang Regency for the period 2011 - 2021, identify causes, impacts and provide recommendations for evaluation of the Regional Spatial Plan (RTRW) and disaster management. The quantitative method of the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) technique was used to determine abrasion and accretion. While the causes, impacts and recommendations using a qualitative descriptive method. The results showed that all villages of Pesisir of Tangerang Regency experienced abrasion or accretion during the last decade. The village with the highest accretion rate and area is Kohod Village of 31.41 m/year and 55.51 ha. The village with the highest abrasion rate is Tanjung Burung Village of -23.12 m/year and the highest abrasion area is Ketapang Village of 27.65 ha. There is also reclamation in Kosambi District covering an area of 78.18 ha. There is sedimentation of the Cisadane River estuary as the cause of accretion. Abrasion is caused by damage to the mangrove ecosystem and the inappropriate use of the coastal border as a protected forest. The impact can include all occupations and farms, the expansion of the protected forest plan, the retreat of the coastline triggering related land conflicts. Some of the recommendations proposed include evaluation of the spatial pattern of protected forest and coastal border RTRW, mangrove planting just behind the breakwater, mangrove ecotourism management and silvofishery.

Keywords: Shoreline change, Google Earth, DSAS, RTRW evaluation, disaster management

Abstrak – Garis pantai Kabupaten Tangerang merupakan garis pantai yang sangat dinamis. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi laju perubahan garis pantai tiap desa di Pesisir Kabupaten Tangerang periode 2011 - 2021, mengidentifikasi penyebab, dampak dan memberikan rekomendasi untuk evaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dan penanggulangan bencana. Metode kuantitatif teknik *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) digunakan untuk identifikasi abrasi dan akresi. Sedangkan analisis penyebab, dampak dan rekomendasi menggunakan metode deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan semua desa di Pesisir Kabupaten Tangerang mengalami abrasi ataupun akresi selama satu dekade terakhir. Desa dengan laju dan luas akresi tertinggi berada di Desa Kohod sebesar 31,41 m/tahun dan 55,51 ha. Desa yang mempunyai laju abrasi tertinggi di Desa Tanjung burung sebesar -23,12 m/tahun dan luas abrasi tertinggi di Desa Ketapang seluas 27,65 ha. Terdapat juga reklamasi di Kecamatan Kosambi seluas 78,18 ha. Adanya sedimentasi muara Sungai Cisadane sebagai penyebab akresi. Abrasi disebabkan karena kerusakan ekosistem mangrove, ketidaksesuaian kondisi saat ini dengan pola ruang hutan lindung RTRW di kawasan pesisir dan penyalahgunaan pemanfaatan sempadan pantai. Dampak kerusakan meliputi hilangnya pemukiman dan tambak, berkurangnya luas rencana hutan lindung (mangrove), mundurnya garis pantai akan memicu konflik lahan terkait pemanfaatan sempadan pantai. Beberapa rekomendasi yang diusulkan antara lain evaluasi RTRW pola ruang hutan lindung dan sempadan pantai, penanaman mangrove tepat di belakang *wave breaker*, pengelolaan ekowisata mangrove dan *silvofishery*.

Kata kunci: Perubahan garis pantai, Google Earth, DSAS, evaluasi RTRW, penanggulangan bencana

PENDAHULUAN

Monitoring perubahan garis pantai sangat penting untuk perencanaan pembangunan wilayah pesisir dan penentuan langkah mitigasi. Perubahan iklim global melalui peningkatan tinggi gelombang akan mempengaruhi kondisi fisik wilayah pesisir (Naufal *et al.*, 2019). Kerusakan wilayah pesisir berdampak pada fungsi ekologi dan kegiatan ekonomi masyarakat pesisir (Hidayat *et al.*, 2021). Analisis perubahan garis pantai mempunyai peran penting untuk investigasi wilayah pesisir bagi peneliti, perekayasa dan pengambil kebijakan (Libriyono *et al.*, 2018), seperti penataan tata ruang wilayah. Perubahan garis pantai dapat digunakan untuk menginformasikan langkah-langkah mitigasi berdasarkan pengetahuan yang baik tentang pola sejarah (Crawford *et al.*, 2021).

Garis pantai Kabupaten Tangerang merupakan garis pantai yang dinamis yang rentan mengalami abrasi dan akresi. Pada periode 1995 – 2015 abrasi di Kabupaten Tangerang sebesar 15,9 - 44,5 m/tahun, sedangkan akresi sebesar 21,9 - 101,1 m/tahun (Hartati, 2017). Penelitian (Suwandana, 2019) menyatakan bahwa pada periode 2004 – 2019 abrasi tertinggi berada di Desa Kohod, Kecamatan Pakuhaji dengan luas daratan yang hilang sebesar 71,55 ha. Akresi tertinggi berada di Muara Cisadane, Desa Tanjungburung, Kecamatan Teluknaga. Reklamasi juga terjadi pada di Desa Kosambi Timur, Kecamatan Kosambi seluas 56,54 ha pantai yang diurug untuk perumahan Pantai Indah Kapuk. Mundurnya garis pantai di pantai Tanjung Pasir karena tidak terjadi keseimbangan pasokan antara sedimen dan erosi (Sebayang & Kurniadi, 2015). (Warnadi *et al.*, 2020) menyatakan bahwa pada periode 1972 – 2019, akresi terjadi di Muara Cisadane disebabkan karena sungai Cisadane membawa banyak material dan mengendap pada muara sehingga membentuk daratan baru. Desa Kramat, Kecamatan Pakuhaji dan Desa Lemo, Kecamatan Teluknaga mengalami abrasi pada tambak yang menyebabkan masyarakat kerugian. Pasir pantai dan ekosistem mangrove Kabupaten Tangerang yang terus mengalami degradasi, namun dari penilaian jasa ekosistem perlu dipertimbangkan keberlangsungan dari ekosistem pesisir oleh pengambil kebijakan untuk mencapai kesejahteraan pesisir (Asrofani *et al.*, 2020).

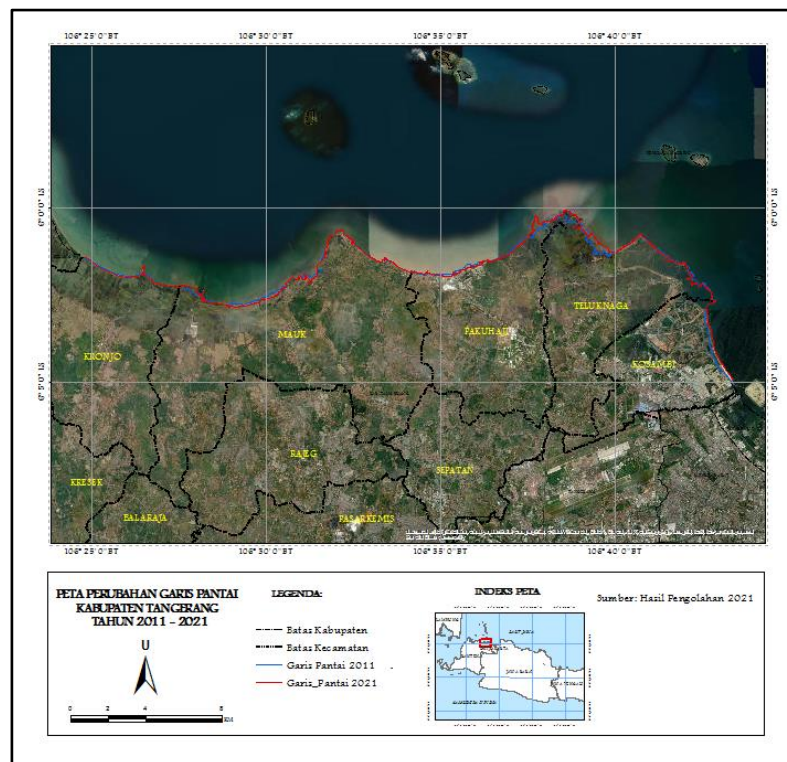
Citra *Google Earth* mempunyai resolusi yang tinggi dan *time series* yang cukup sehingga dapat digunakan untuk monitoring perubahan garis pantai. *Google Earth* melakukan pengelolaan dan pelayanan citra resolusi tinggi (Potere, 2008), *open source* yang dapat digunakan untuk deteksi dan pemantauan lansekap (Visser *et al.*, 2014), perubahan penggunaan lahan (Malarvizhi *et al.*, 2016), termasuk perubahan garis pantai. Penelitian ini mempunyai perbedaan tujuan, variabel, dan metode dari penelitian terdahulu tentang perubahan garis pantai di Kabupaten Tangerang sehingga akan memperkaya informasi perubahan garis pantai terutama satu dekade terakhir. Selama ini belum ada penelitian perubahan garis pantai di Kabupaten Tangerang yang mengkaitkannya dengan evaluasi rencana tata ruang dan penanggulangan bencana. Perbedaan lainnya adalah penelitian ini menggunakan metode DSAS berbeda dari (Suwandana, 2019) yang menggunakan digitasi dilanjutkan perhitungan luas, dan perolehan garis pantai dari citra *Google Earth* berbeda dari (Hartati, 2017) yang menggunakan citra landsat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi laju perubahan garis pantai selama satu dekade terakhir sampai tingkat desa, menganalisis penyebab, dampak dan memberikan rekomendasi untuk perencanaan dan penanggulangan bencana di Kabupaten Tangerang.

METODE DAN DATA

Penelitian diawali dengan digitasi *on screen* pada citra bulan Juni 2011 dan bulan Juni 2021 di *Google Earth Pro*. Hasil digitasi tersebut kemudian disimpan dalam format *.kmz dan dibuka di software *Global Mapper 15*, dilanjutkan *export* ke dalam format *.shp. Garis pantai 2011 dan 2021 format shp kemudian diolah dengan teknik DSAS di *ArcMap 10.1* untuk mendapatkan laju perubahan garis pantai tiap tahun. Data batas desa Kabupaten Tangerang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial. Analisis dilakukan melalui *overlay* dengan batas desa sehingga diperoleh laju abrasi dan akresi tiap desa. DSAS adalah *tool* pada *ArcGIS* yang digunakan untuk deteksi perubahan garis pantai. Dalam DSAS dikenal dengan ukuran statistik *End Point Rate* (EPR) yaitu jarak perubahan garis pantai tertua dan termuda per satuan waktu yang dibutuhkan dalam perubahan tersebut (Thieler *et al.*, 2009). Pembahasan penyebab akresi dan abrasi, dampak dan rekomendasi menggunakan metode deskriptif kualitatif dari analisis sumber penelitian, peta pola ruang dan peraturan perundang – undangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan seluruh desa di pesisir Kabupaten Tangerang mengalami abrasi ataupun akresi selama satu dekade terakhir periode 2011- 2021. Desa dengan laju dan luas akresi tertinggi berada di Desa Kohod sebesar 31,41 m/tahun dan 55,51 ha (lihat Gambar 2). Desa kohod, Tanjung Burung dan Tanjung Pasir merupakan tiga desa yang terletak di Muara Cisadane yang secara morfologi sangat dinamis terutama karena akresi. Akresi di Muara Cisadane disebabkan karena sungai terus menerus membawa sedimen yang pada akhirnya akan menumpuk membentuk daratan (Warnadi *et al.*, 2020). Desa yang mempunyai laju abrasi tertinggi berada di Desa Tanjung burung sebesar -23,12 m/tahun. Sedangkan luas abrasi tertinggi berada di Desa Ketapang seluas 27,65 ha (lihat Gambar 3). Menurut (Prismayanti *et al.*, 2021) abrasi dan akresi disebabkan oleh rusaknya ekosistem mangrove di Kabupaten Tangerang. Tanah di pesisir Kabupaten Tangerang terkena pirit (FeS_2) karena pencemaran air industri. Jika lapisan pirit terkena udara, memungkinkan reaksi yang membentuk asam sulfat dan besi oksida beracun untuk tanaman termasuk mangrove. Pemanfaatan ruang sempadan pantai juga belum dimanfaatkan sesuai fungsinya. Terdapat beberapa kegiatan terlarang yang menyimpang dari pemanfaatan sempadan pantai Kabupaten Tangerang seperti perumahan dan perikanan tambak (Hidayat *et al.*, 2021). Hasil interpretasi citra menunjukkan ketidaksesuaian kondisi saat ini dengan rencana pola ruang hutan lindung kawasan pesisir RTRW Kabupaten Tangerang dan adanya ketidaksesuaian pemanfaatan sempadan pantai. Contoh kondisi pesisir saat ini di Desa Mauk Barat berupa tambak dengan ekosistem mangrove jarang, sempadan pantai atau *buffer* 100 m dari garis pantai pasang tertinggi berupa tambak (lihat Gambar 5a) begitu juga di Desa Sukawali (lihat Gambar 5b).



Gambar 1. Peta Perubahan Garis Pantai Kabupaten Tangerang 2011 – 2021
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2021)

Selain itu reklamasi juga terjadi di Kecamatan Kosambi dengan total luas urugan sebesar 78,18 ha selama satu dekade terakhir. Reklamasi ini rencananya akan digunakan untuk kawasan perumahan Pantai Indah Kapuk (PIK) 2 yang merupakan kelanjutan dari PIK 1 yang berada di Jakarta Utara. Reklamasi ini merupakan efek dari pertumbuhan kota. Lokasi yang dekat dengan Ibu Kota Jakarta dengan berbagai aksesibilitas yang mudah seperti Bandara Soekarno Hatta membuat sekitar lokasi ini terus berkembang. Kawasan perkotaan di Jabodetabek tumbuh mengikuti jaringan jalan/transportasi atau masuk dalam tipe *ribbon development* (Nur *et al.*, 2018).

Tabel 1. Abrasi, Akresi dan Reklamasi Tiap Desa di Pesisir Kabupaten Tangerang
(Sumber : Hasil Pengolahan dan Analisis Data, 2021)

No.	Kecamatan	Desa	Abrasi		Akresi		Reklamasi (ha)
			Laju (m/thn)	Luas (ha)	Laju (m/thn)	Luas (ha)	
1	Kosambi	Dadap	-	-	-	-	20,64
		Kosambi Timur	-	-	-	-	20,01
		Kosambi Barat	-	-	-	-	26,92
		Selebaran Jaya	-	-	-	-	10,58
2	Teluknaga	Lemo	-8,82	13,72	2,61	0,58	-
		Muara	-6,89	14,01	-	-	-
		Tanjung Pasir	-2,39	0,95	23,70	46,41	-
		Tanjung Burung	-23,12	10,52	26,16	30,35	-
3	Pakuhaji	Kohod	-4,99	12,96	31,41	55,51	-
		Kramat	-10,62	-	-	-	-
		Sukawali	-7,44	9,38	-	-	-
		Surya Bahari	-0,90	0,03	3,83	3,08	-
4	Mauk	Karang Serang	-	-	8,71	3,32	-
		Tanjung Anom	-1,94	1,80	1,55	0,17	-
		Marga Mulya	-9,44	6,90	9,95	4,30	-
		Ketapang	-11,98	27,65	-	-	-
		Mauk Barat	-11,58	18,49	-	-	-
		Patra Manggala	-2,43	0,90	-	-	-
		Karang Anyar	-8,00	2,35	-	-	-
		Lontar	-6,54	3,24	17,13	15,21	-
5	Kronjo	Pangedangan Ilir	-3,23	1,43	-	-	-
		Kronjo	-4,89	9,37	-	-	-
		Muncung	-3,74	6,43	2,18	0,30	-
		Jumlah	140,13		159,23		78,15
		Rata - Rata	-7,16		12,72		

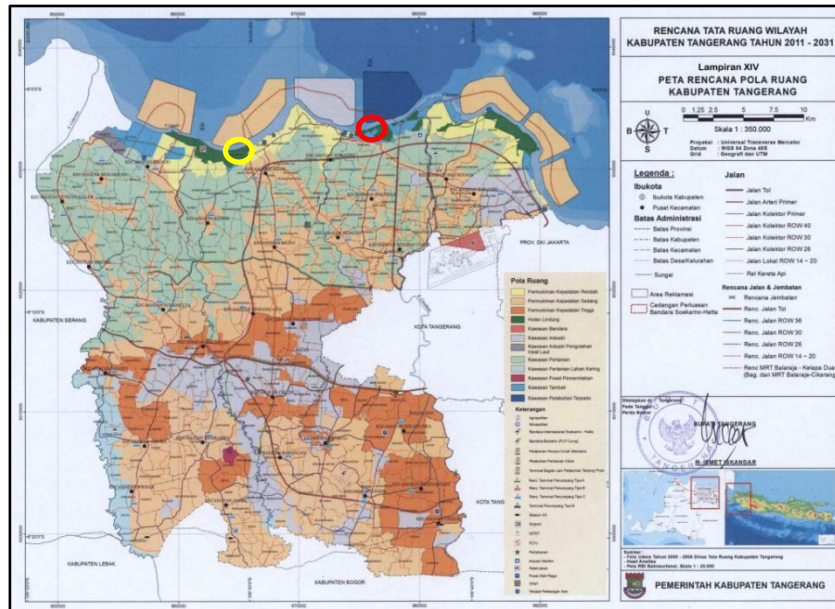
Gambar 2. Akresi dan Abrasi di Muara Cisadane, Desa Kohod dan Tanjung Burung; Biru Garis Pantai 2011, Merah Garis Pantai 2021 (Sumber: Hasil Digitasi *Google Earth*)

Dampak dari abrasi ini antara lain; luas rencana hutan lindung mengalami penurunan. Rencana hutan lindung yang mengalami abrasi berada di Desa Lemo, Muara, Kohod, Kramat, Sukawali, Mauk Barat, Patramanggala, Karang Anyar, Pagedangan Ilir dan Kronjo. Keberadaan rencana hutan lindung ini sebenarnya sudah diatur berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Tangerang No. 13 Tahun 2011 tentang RTRW Kabupaten Tangerang 2011 – 2031 berupa hutan bakau seluas 1.576 ha. Rencana hutan lindung ini berupa hutan bakau dengan fungsi sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan banjir, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah. Apabila hutan mangrove terkena abrasi maka luasnya akan semakin berkurang dan mengurangi fungsinya dan justru akan memperparah abrasi. Nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove sebesar Rp 32.610.028.060,00/tahun menurun setiap tahun pada rata-rata sebesar Rp 2.115.662.384/tahun, Penilaian jasa ekosistem meliputi unsur lingkungan, ekonomi dan sosial diperlukan untuk perencanaan pembangunan yang komprehensif (Asrofani *et al.*, 2020).



Gambar 3. Abrasi di Desa Ketapang (Sumber: Hasil Digitasi Google Earth)

Mundurunya garis pantai karena abrasi juga akan menimbulkan konflik lahan. Berdasarkan Keputusan Presiden No. 32 Tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung menyebutkan bahwa sempadan pantai adalah daratan sepanjang tepian yang lebarnya proporsional dengan bentuk dan kondisi fisik pantai minimal 100 meter dari titik pasang tertinggi ke arah darat. Sementara dalam Peraturan Daerah No.13 Tahun 2011 disebutkan bahwa kegiatan yang diperbolehkan meliputi kegiatan rekreasi pantai, pengamanan pesisir, kegiatan nelayan, penambatan perahu nelayan, kegiatan pelabuhan, *landing point cable* dan / atau pipa bawah laut, kepentingan pertahanan dan keamanan negara, menara suar, kegiatan pengendalian kualitas perairan, konservasi lingkungan pesisir, pengembangan struktur alami dan struktur buatan pencegah abrasi pada sempadan pantai, pengamanan sempadan pantai sebagai ruang publik, kegiatan pengamatan cuaca dan iklim dan kegiatan yang diperbolehkan dengan syarat meliputi kegiatan lain yang tidak mengganggu fungsi sempadan pantai. Jadi apabila garis mundur ke arah darat akan berpotensi konflik lahan. Abrasi membawa dampak hilangnya rumah penduduk seperti yang terjadi di Desa Tanjung Anom, Kecamatan Mauk dan tambak penduduk seperti di Desa Muncung, Kecamatan Kronjo. Abrasi menimbulkan kerugian seperti berkurangnya luas daratan dan ancaman terhadap pemukiman dan aktivitas penduduk (Tarigan, 2010).



Gambar 4. Peta Rencana Pola Ruang Kabupaten Tangerang 2011 -2031; Warna Hijau di Kawasan Pesisir Merupakan Rencana Hutan Lindung/Mangrove. Bulatan Kuning Pola Ruang Hutan Lindung di Desa Mauk Barat, Kecamatan Mauk. Bulatan Merah Pola Ruang Hutan Lindung di Desa Sukawali, Kecamatan Pakuhaji. (Sumber: <https://tangerangkab.go.id/>)



Gambar 5. Abrasi dan Contoh Ketidaksesuaian Kondisi Saat Ini dengan Rencana Pola Ruang Hutan Lindung RTRW Kabupaten Tangerang serta Ketidaksesuaian Pemanfaatan Sempadan Pantai di (a) Desa Mauk Barat (b) Desa Sukawali (Sumber: Digitasi Google Earth dan Analisis)

Penanaman hutan mangrove tepat di belakang *wave breaker* dan pengelolaan *silvofishery* disarankan untuk mengurangi abrasi pantai di Kabupaten Tangerang (Prismayanti *et al.*, 2021). Berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. KEP. 28/MEN/2004 menyatakan bahwa tambak di kawasan hutan mangrove harus mempertimbangkan hal-hal tersebut: 1) Penanaman kembali hutan mangrove pada areal sekitar tambak yang sudah tidak produktif lagi. 2) Mengoptimalkan produktivitas tambak dengan teknologi ramah lingkungan. 3) Melakukan *silvofishery* atau budidaya poli (udang, bandeng, atau rumput laut). Tumpang sari ikan hutan mangrove (*silvofishery*) adalah pemanfaatan ekosistem hutan bakau untuk kegiatan budidaya perikanan tanpa mengganggu kelestarian fungsinya. Evaluasi RTRW pola ruang kawasan lindung berupa mangrove juga perlu dilakukan agar fungsi sempadan pantai dapat berjalan sesuai fungsinya. Selain itu penanaman mangrove di sepanjang sempadan pantai dapat dimanfaatkan sebagai ekowisata, disamping mempunyai fungsi sebagai pencegah bencana abrasi, juga akan meningkatkan pendapatan ekonomi masyarakat pesisir.

KESIMPULAN

Desa disepanjang pesisir Kabupaten Tangerang masih mengalami abrasi dan akresi selama kurun waktu satu dekade terakhir (2011 – 2021). Penyebab utama akresi adalah

sedimentasi muara Sungai Cisadane. Abrasi disebabkan oleh ketidaksesuaian pemanfaatan sempadan pantai, dan ekosistem mangrove yang rusak sehingga tidak mampu menghalau gelombang laut. Dampak abrasi sangat mengganggu aktivitas masyarakat pesisir meliputi hilangnya rumah dan tambak, berkurangnya rencana hutan lindung serta mundurnya garis pantai ke arah daratan dapat memicu konflik lahan terkait sempadan pantai. Diperlukan evaluasi pola ruang hutan lindung oleh pemerintah, penanaman mangrove, *silvofishery*, dan pengelolaan mangrove sebagai ekowisata direkomendasikan. Sudah banyak penelitian tentang dinamika garis pantai di Kabupaten Tangerang, termasuk penelitian ini dapat dijadikan acuan evaluasi rencana tata ruang dan penanggulangan bencana agar terwujudnya pembangunan pesisir berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrofani, F. W., Hasibuan, H. S., & Mizuno, K. (2020). Valuation of Coastal Ecosystem Services: A Case of Tangerang Regency, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 448(1). DOI: 10.1088/1755-1315/448/1/012097
- Crawford, T. W., Rahman, M. K., Miah, M. G., Islam, M. R., Paul, B. K., Curtis, S., & Islam, M. S. (2021). Coupled Adaptive Cycles of Shoreline Change and Households in Deltaic Bangladesh: Analysis of a 30-Year Shoreline Change Record and Recent Population Impacts. *Annals of the American Association of Geographers*, 111(4). DOI: 10.1080/24694452.2020.1799746
- Hartati, I. D. (2017). *Analisis Perubahan Garis Pantai dengan Menggunakan Citra Satelit Landsat di Pesisir Kabupaten Tangerang, Banten*. Tugas Akhir Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Hidayat, R., Wiranegara, H. W., & Hendrawan, D. I. (2021). Spatial use deviation in Coastal Border Area (Case study: Tanjung Pasir Village, Banten, Indonesia). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1098(5). DOI: 10.1088/1757-899x/1098/5/052063
- Libriyono, A., Kusratmoko, E., & Kertopermono, A. P. (2018). Spatial modelling of shoreline change to coastal disaster management in Jakarta Bay. *AIP Conference Proceedings*, 1987. DOI: 10.1063/1.5047306
- Malarvizhi, K., Kumar, S. V., & Porchelvan, P. (2016). Use of High Resolution Google Earth Satellite Imagery in Landuse Map Preparation for Urban Related Applications. *Procedia Technology*, 24. DOI: 10.1016/j.protcy.2016.05.231
- Naufal, M., Nandini, M., Rahmanu, Y. A., Najib, D. W. A., Kusumaningrum, P. B., Ahyar, M. I., & Hizbaron, D. R. (2019). Disaster mapping as decision support system to decrease abrasion impact due to climate change in Bantul Coastal Area. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 303(1). DOI: 10.1088/1755-1315/303/1/012020
- Pemkab Tangerang. Peta Rencana Pola Ruang Kabupaten Tangerang Tahun 2011 - 2031. Diakses tanggal 23 September 2021 dari: https://tangerangkab.go.id/tangerangkab-web/files/Peta_Rencana_Pola_Ruang.pdf
- Potere, D. (2008). Horizontal positional accuracy of *Google Earth* 's high-resolution imagery archive. *Sensors*, 8(12), 7973-7981. DOI: 10.3390/s8127973
- Prismayanti, A. D., Mulyana, D., Al Amin, M. A., Kurniawan, F., Damar, A., Budiman, M. A. K., Gunawan, B., & Mahardika, S. M. H. (2021). Coastal resources degradation in Tangerang, Banten Province: State and management action. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 744(1). DOI: 10.1088/1755-1315/744/1/012057
- Sebayang, I. S. D., & Kurniadi, A. (2015). Identifikasi dan Analisis Kerusakan Garis Pantai Tanjung Pasir di Kabupaten Tangerang, Banten. *Rekayasa Sipil*, 4(1), 11-20.
- Suwandana, E (2019). Dinamika Morfologi Pantai Kabupaten Tangerang Banten Dan Pantai Indah Kapuk Jakarta Melalui Analisis Citra *Google Earth* . Jurnal Perikanan dan Kelautan p-ISSN, 2089, 3469.
- Tarigan, M. S. (2010). Perubahan Garis Pantai Di Wilayah Pesisir Perairan Cisadane, Provinsi Banten. *MAKARA of Science Series*, 11(1). DOI: 10.7454/mss.v11i1.242
- Thieler, E. R., Himmelstoss, E. A., Zichichi, J. L., & Ergul, A. (2009). The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0-an ArcGIS extension for calculating shoreline change (No. 2008-1278). *US Geological Survey*. DOI: 10.3133/ofr20081278

- Visser, V., Langdon, B., Pauchard, A., & Richardson, D. M. (2014). Unlocking the potential of Google Earth as a tool in invasion science. *Biological Invasions*, 16(3). DOI: 10.1007/s10530-013-0604-y
- Warnadi, A'Rachman, F. R., & Hijrawadi, S. N. (2020). Spatiotemporal Shoreline Change Analysis in the Downstream Area of Cisadane Watershed since 1972. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 412(1). DOI: 10.1088/1755-1315/412/1/012007