

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/365169984>

# KECENDERUNGAN PERKEMBANGAN KOTA AMBON: DAMPAKNYA TERHADAP KUALITAS LINGKUNGAN PESISIR TELUK AMBON DAN KERENTANANNYA TERHADAP BAHAYA TERKAIT DENGAN KENAIKAN MUKA LAUT

Article in *Pattimura Proceeding Conference of Science and Technology* · November 2022

DOI: 10.30598/PattimuraSci.2022.HAIPBMAL.50-62

CITATIONS

0

READS

4,346

4 authors, including:



Wahyu Budi Setyawan

National Research and Innovation Agency

54 PUBLICATIONS 79 CITATIONS

SEE PROFILE

# KECENDERUNGAN PERKEMBANGAN KOTA AMBON: DAMPAKNYA TERHADAP KUALITAS LINGKUNGAN PESISIR TELUK AMBON DAN KERENTANANNYA TERHADAP BAHAYA TERKAIT DENGAN KENAIKAN MUKA LAUT

## Ambon City Development Trends: Its impact on the quality of the coastal environment of Ambon Bay and its vulnerability to hazards associated with sea-level rise

Wahyu Budi Setyawan<sup>1\*</sup>, Wempi Barends<sup>2</sup>, Ahmad Ainarwowan<sup>3</sup>, Dominggus Polnaya<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pusat Riset Oseanografi BRIN, Jl Pasir Putih Raya, Ancol Timur, Jakarta Utara

<sup>2,3,4</sup> Pusat Riset Laut Dalam BRIN, Jl Y. Syaranamual, Guru-guru, Poka, Ambon

\*E-mail: wahyubudisetyawan@yahoo.com | DOI: <https://doi.org/10.30598/PattimuraSci.2022.HAIPBMAL.50-62>

**Abstrak.** Kota Ambon, Ibukota Provinsi Maluku, adalah kota pesisir yang sebagian besar lahannya adalah kawasan pesisir Teluk Ambon. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduknya, Kota Ambon juga terus berkembang. Kenaikan muka laut global sekarang cenderung mendapat perhatian karena dampak yang mungkin ditimbulkannya terhadap kawasan pesisir. Pada tahun 2100, diproyeksikan muka laut naik hingga 1,1 meter dari ketinggian muka laut sekarang. Sebagai kota pantai, kecenderungan kenaikan muka laut tersebut hendaknya diperhitungkan di dalam pengembangan Kota Ambon. Analisis visual terhadap citra satelit Teluk Ambon dari Google Earth dan rekaman video yang dipublikasikan di media sosial dan hasil pengamatan lapangan terhadap kawasan pantai Teluk Ambon menunjukkan bahwa: (1) dataran rendah tepi pantai di kawasan pesisir Teluk Ambon telah berkembang menjadi kawasan terbangun yang padat penduduk; (2) Kota Ambon berkembang ke arah kawasan perbukitan; (3) di sepanjang pantai Teluk Ambon terdapat upaya melakukan reklamasi dan membangun struktur pertahanan pantai yang dilakukan secara personal oleh penguasa lahan pantai. Kecenderungan tersebut berimplikasi pada: (1) turunnya kualitas lingkungan kawasan pesisir Teluk Ambon di beberapa lokasi; dan (2) meningkatkan tingkat kerentanan kawasan pesisir terhadap bahaya yang dapat timbul karena kenaikan muka laut di sepanjang pantai Teluk Ambon, apabila skenario kenaikan muka laut di atas benar-benar terjadi.

**Kata kunci:** kawasan pesisir, kenaikan muka laut, Kota Ambon, pembangunan kawasan pesisir, Teluk Ambon

**Abstract.** Ambon City, the capital of Maluku Province, is a coastal city where most of the land is the Ambon Bay coastal area. Along with the increase in population, Ambon City also continues to grow. Global sea-level rise is now likely to receive attention because of the impact it may have on coastal areas. By 2100, it is projected that sea levels will rise to 1.1 meters from the current sea level. As a coastal city, the trend of sea-level rise should be taken into account in the development of Ambon City. Visual analysis of the Ambon Bay satellite imagery from Google Earth and video recordings published on social media and the results of field observations of the Ambon Bay coastal area show that: (1) the coastal lowlands in the Ambon Bay coastal area have developed into densely populated built areas; (2) Ambon City is growing towards hilly areas; (3) along the coast of Ambon Bay, there are efforts to carry out reclamation and build coastal defense structures which are carried out personally by the coastal land authorities. This tendency has implications for (1) the decline in the environmental quality of the coastal area of Ambon Bay in several locations; and (2) increasing the level of vulnerability of coastal areas to hazards that may arise due to sea-level rise along the coast of Ambon Bay if the sea level rise scenario above actually occurs.

**Keywords:** coastal zone, coastal development, sea-level rise, Ambon Bay, Ambon City

## 1. PENDAHULUAN

Kawasan pesisir adalah daerah transisi antara lingkungan darat dan laut yang dicirikan oleh diversitas biologi dan dinamika geomorfologi yang tinggi. Kawasan tersebut memberikan kesempatan yang luas bagi

pengembangan industri, perdagangan dan pariwisata; dan memiliki kisaran nilai ekonomi, ekologi, estetika dan ilmiah yang lebar (Blackburn *et al.*, 2019; WOR, 2017). Berbagai potensi sumberdaya alam dan berbagai kemudahan yang ada di kawasan tersebut menarik banyak orang untuk bertempat tinggal dan beraktifitas di kawasan pesisir. Banyak kota berkembang di kawasan pesisir mulai dari kota kecil hingga megapolitan seperti Jakarta (Pelling & Blackburn, 2012). Secara sederhana dapat dikatakan bahwa di kawasan pesisir berkembang berbagai bentuk aktifitas rekreasional dan komersial (Ku *et al.*, 2021).

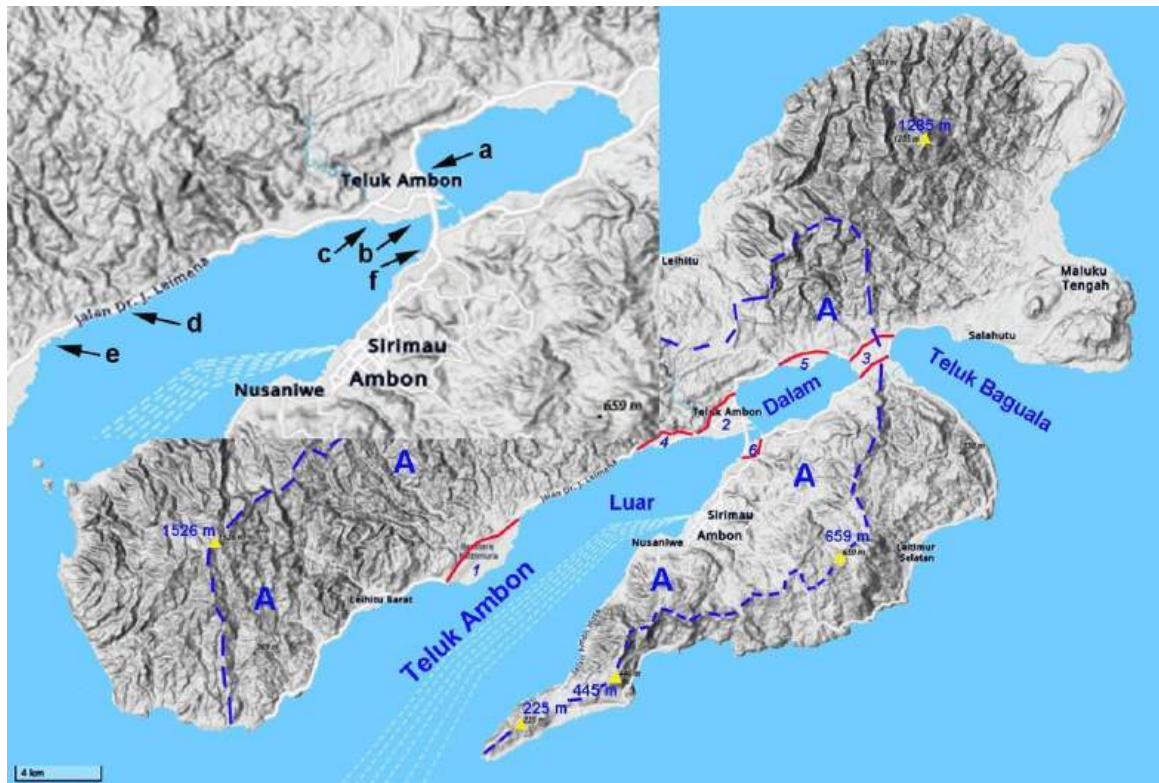
Kawasan pesisir adalah daerah yang sangat rentan terhadap bahaya kenaikan muka laut (Griggs & Reguero, 2021). Penduduk yang bertempat tinggal di dataran rendah tepi pantai rentan terhadap potensi kenaikan muka laut (Koroglu *et al.*, 2019). Makin besar jumlah penduduk yang tinggal di kawasan pesisir maka makin besar pula kerugian yang akan terjadi (WOR, 2017) dan makin banyak penduduk yang harus mengungsi (Griggs & Reguero, 2021). Pertambahan jumlah penduduk di kawasan pesisir meningkatkan tekanan terhadap kondisi lingkungan di kawasan pesisir itu, dan kenaikan muka laut meningkatkan kerentanan kawasan pesisir terhadap bahaya yang berkaitan dengan kenaikan muka laut (Ku, 2021; Blackburn *et al.*, 2019; Pelling & Blackburn, 2012). Dalam beberapa dekade mendatang, kenaikan muka laut menjadi perhatian utama karena banjir dan erosi yang dapat terjadi di kawasan pesisir (Thieblemont *et al.*, 2019; Griggs & Reguero, 2021). Proyeksi terakhir skenario kenaikan muka laut adalah bahwa pada tahun 2100 muka laut akan berada sekitar 1,1 meter di atas muka laut sekarang dengan tingkat kepercayaan menengah (Oppenheimer *et al.*, 2019).

Kota Ambon adalah ibukota Provinsi Maluku yang juga merupakan pusat pertumbuhan yang utama di Provinsi Maluku, yang sebagian besar wilayahnya adalah wilayah pesisir Teluk Ambon (Gambar 1). Pertambahan jumlah penduduk Kota Ambon telah menyebabkan kota tersebut berkembang dan menyebabkan perubahan tataguna lahan di kawasan kota tersebut (Kakisina *et al.*, 2015).



**Gambar 1.** Peta Topografi Pulau Ambon. Dikutip dengan modifikasi dari Peta Rupa bumi Lembar Ambon dari Bakosurtanal (2004). Wilayah administrasi Kota Ambon mencakup seluruh Leitomir dan sebagian Leihitu (Teluk Ambon Baguala).

Kota Ambon adalah kota pantai yang terletak di kawasan pesisir Teluk Ambon (Gambar 1). Sebagian besar wilayah kota tersebut adalah kawasan pesisir Teluk Ambon yang dominan merupakan daerah perbukitan tinggi yang elevasinya mencapai lebih 1000 meter. Lahan datar tepi pantai yang berelevasi rendah relatif sangat sedikit dan penyebarannya terpisah-pisah di enam daerah di sekeliling Teluk Ambon, yang merupakan wilayah Kota Ambon (Gambar 2), yaitu Laha, Wayame, Poka-Rumahtiga, Waiheru, Passo, dan Tantui-Galala. Semua daerah tersebut sekarang merupakan daerah terbangun yang padat penduduknya dan tempat fasilitas penting berada seperti bandara udara, depo bahan bakar, SPBU (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum), rumah sakit, fasilitas pendidikan dan berbagai gedung pemerintah.



**Gambar 2.** Peta topografi Pulau Ambon. Garis biru putus-putus: batas Daerah Aliran Sungai Teluk Ambon. A: daerah aliran sungai Teluk Ambon, garis merah: batas dataran rendah tepi pantai. Notasi dataran rendah tepi pantai 1: Laha, 2: Poka-Rumahtiga, 3: Passo, 4: Wayame, 5: Waiheru, dan 6: Galala. Nama tempat-tempat yang disebut di dalam teks a: Poka, b: Rumahtiga, c: Wailela, d: Hatibe Besar, e: Tawiri, f: Tantui. Sumber: ([Topographic Map of Ambon Island], n.d.). Dikutip dengan modifikasi.

Teluk Ambon adalah perairan setengah tertutup, memanjang, dan berbentuk seperti huruf “V” dengan sumbu panjang berorientasi timurlaut-baratdaya, dan mulutnya membuka ke arah baratdaya. Berdasarkan konfigurasi garis pantainya, Teluk Ambon dapat dibedakan menjadi Teluk Ambon Dalam dan Teluk Ambon Luar (Gambar 1). Kedua bagian teluk tersebut dihubungkan oleh sebuah celah sempit. Teluk Ambon Dalam relatif sangat tenang karena sangat terlindungi, sedang Teluk Ambon Luar relatif terbuka dari arah selatan dan baratdaya. Keadaan tersebut membuat Teluk Ambon Luar relatif lebih bergelombang di musim angin barat, sementara di musim-musim yang lain relatif lebih tenang.

Perairan Teluk Ambon terdapat ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang (Irawan & Prayudha, 2020). Ekosistem mangrove di Teluk Ambon, atau kawasan pesisir Kota Ambon, dijumpai terutama di Teluk Ambon Dalam, yaitu di daerah Passo dan Waiheru. Pada Teluk Ambon Luar, mangrove dijumpai di daerah Tawiri. Seperti halnya mangrove, lamun di Teluk Ambon banyak dijumpai di Teluk Ambon Dalam dengan distribusi yang terpisah-pisah di beberapa lokasi. Ekosistem terumbu karang banyak dijumpai di Teluk Ambon Luar.

Lahan datar adalah tempat yang ideal untuk kawasan pemukiman (Hasnawir *et al.*, 2014), termasuk lahan datar tepi pantai. Pertumbuhan penduduk yang melebihi kapasitas di lahan datar tersebut menyebabkan kawasan pemukiman berkembang ke kawasan sekitarnya. Apabila lahan datar tersebut dikelilingi oleh kawasan perbukitan maka kawasan pemukiman tersebut berkembang ke kawasan perbukitan dengan membuka lahan di kawasan perbukitan tersebut. Efek dari pembukaan lahan dari kawasan hutan atau bervegetasi lebat menjadi kawasan pemukiman adalah peningkatan aliran air permukaan dengan akibat ikutannya adalah peningkatan erosi di daratan dan peningkatan suplai muatan sedimen ke perairan pesisir melalui aliran sungai (Daramola *et al.*, 2022; Patil & Nataraja, 2020; Rogers & Ramos-Scharron, 2022; Oelsner & Stets, 2019; Otano-Cruz *et al.*, 2017; UNEP, n.d.). Meningkatnya muatan sedimen yang masuk ke perairan teluk tersebut tentu memengaruhi kualitas lingkungan, baik lingkungan fisik maupun lingkungan hayati. Peningkatan muatan sedimen di dalam kolom air di perairan pesisir dapat menurunkan kualitas lingkungan bahkan kematian organisme di dalamnya (Rogers & Ramos-Scharron, 2022; Otano-Cruz *et al.*, 2017; Gillespie, 2007; UNEP, n.d.).

Keterbatasan lahan datar tepi pantai juga dapat menyebabkan daerah tersebut menjadi bertambah padat, dan ekspansi kawasan pemukiman di sepanjang garis pantai. Ekspansi kawasan pemukiman di sepanjang pantai sering menghasilkan garis pantai yang diperkuat dengan struktur pertahanan pantai, menyebabkan pencemaran dan eksploitasi sumberdaya yang membahayakan ekosistem (Blackburn *et al*, 2019).

Ekspansi kawasan pemukiman di sepanjang pantai itu tentu memengaruhi kualitas lingkungan fisik pantai, dan meningkatkan kerentanan kawasan pesisir terhadap bahaya erosi atau penggenangan yang berkaitan dengan kenaikan muka laut. Hal itu karena makin banyak kawasan pemukiman di kawasan pesisir maka makin banyak orang yang berpotensi terkena bencana (Griggs & Reguero, 2021; Blackburn *et al*, 2019) dan makin besar kerugian yang dihadapi (Griggs & Reguero, 2021; WOR, 2017). Dipihak lain, struktur pertahanan pantai apabila dibangun dengan baik, baik kualitas fisik bangunan maupun tuntutan ketinggiannya yang sesuai dengan skenario kenaikan muka laut, dapat meredam bahaya erosi atau penggenangan karena kenaikan muka laut (Griggs & Reguero, 2021; WOR, 2017).

Makalah ini bertujuan memberikan gambaran tentang: (1) kecenderungan perkembangan Kota Ambon seiring dengan pertambahan jumlah penduduknya; (2) dampak dari kecenderungan tersebut terhadap kualitas lingkungan pesisir Teluk Ambon; dan (3) kerentanan kota Ambon terhadap ancaman bahaya yang berkaitan dengan kenaikan muka laut, terutama erosi dan penggenangan. Pengetahuan tentang hal-hal tersebut penting bagi perencanaan adaptasi Kota Ambon menghadapi kenaikan muka laut global.

## 2. METODE PENELITIAN

Data yang dipergunakan di dalam studi ini untuk mengetahui kecenderungan perkembangan Kota Ambon adalah citra satelit dari Google Earth rekaman tahun 1989 dan 2016. Data kondisi geomorfologi pantai dan struktur pertahanan pantai diperoleh dari pengamatan lapangan pada awal bulan Maret 2022. Data ini dipergunakan untuk menganalisis kerentanan kawasan pesisir terhadap bahaya erosi dan penggenangan karena kenaikan muka laut.

Dampak perkembangan Kota Ambon terhadap kondisi lingkungan pesisir Teluk Ambon yang berkaitan dengan eksistem pesisir dipelajari melalui studi literatur, sedang dampak yang berkaitan dengan kualitas fisik lingkungan pesisir dianalisis berdasarkan pada keindahan lingkungan fisik untuk turisme.

Analisis kerentanan kawasan pesisir terhadap bahaya karena kenaikan muka laut dilakukan dengan menganalisis kondisi geomorfologi, lereng pantai dan elevasi dataran pantai. Ketiga faktor tersebut adalah sebagian dari parameter-parameter fisik dari *Coastal Vulnerability Index* (CVI) (Koroglu *et al*, 2019; Rocha *et al*, 2020). Selain itu, juga diperhitungkan faktor manusia seperti kepadatan penduduk (Rocha *et al*, 2020). Analisis dilakukan dengan mengacu pada berbagai parameter fisik (Tabel 1). Tabel 1 diadopsi dengan modifikasi dari Rocha *et al* (2020) yang semula dipergunakan untuk menganalisis kerentanan kawasan pesisir terhadap bahaya yang terjadi karena kenaikan muka laut di Portugal. Modifikasi dilakukan agar sesuai dengan kondisi lingkungan fisik di Teluk Ambon. Penjelasan dari masing-masing parameter tersebut adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.** Parameter kerentanan fisik dan klasifikasi tingkat kerentanan lahan datar tepi pantai terhadap bahaya erosi dan penggenangan terkait kenaikan muka laut. Dikutip dengan modifikasi dari Rocha *et al* (2020).

Parameter	1-Sangat Rendah	2-Rendah	3-Medium	4-Tinggi	5-Ekstrim
Jarak ke garis pantai	> 1000 m	200 – 1000 m	50 – 200 m	20 -50 m	< 20 m
Tipe pantai	Pantai batu bertebing maupun tidak bertebing			.	Pantai gravel dan Pantai pasir berelevasi rendah, pantai mangrove
Tipe litologi penyusun pantai	Batuan beku, metamorfik.		Batupasir, batuan sedimen terkonsolidasi		Endapan sedimen tak terkonsolidasi, pasir dan gravel lepas, lumpur

Tataguna lahan	Tubuh air, lahan bervegetasi jarang, rawa-rawa, batuan terbuka	Pantai pasir	Lahan hutan, kawasan mangrove	Lahan pertanian	Infrastruktur industri, dan pemukiman
Struktur pertahanan pantai	Dinding pantai massif dengan tinggi yang cukup.		Dinding pantai berkualitas buruk dan tingginya kurang dari skenario kenaikan muka laut.		Tidak ada atau tidak penuh.

**Jarak dari garis pantai.** Jarak suatu objek terhadap garis pantai merupakan faktor penting dalam analisa kerentanan objek tersebut terhadap kenaikan muka laut. Hal itu karena makin dekat suatu objek dengan garis pantai maka tingkat kerentanannya makin tinggi.

**Tipe pantai.** Kelas parameter tipe pantai bervariasi menurut sifat batuan dan elevasinya. Pantai batu (*rocky coast*) baik yang bertebing maupun yang tidak, sangat resisten terhadap erosi. Adapun kerentanannya terhadap penggenangan ditentukan oleh ketinggian tebing atau ketinggian lahan. Apabila ketinggiannya lebih tinggi daripada skenario ketinggian kenaikan muka laut, maka pantai berkerentanan rendah (kelas 1). Sementara itu, pantai pasir berelevasi rendah dan pantai mangrove sangat rentan terhadap erosi dan penggenangan karena kenaikan muka laut (kelas 5).

**Tipe batuan (litologi).** Kelas tipe batuan bervariasi berdasarkan sifat fisik batuan yang menggambarkan tingkat resistensi batuan terhadap proses erosi. Batuan beku dan metamorfik bersifat sangat keras (kelas 1), endapan sedimen lepas atau tidak terkonsolidasi bersifat sangat mudah tererosi (kelas 5), sedang batuan sedimen yang terkonsolidasi seperti batupasir berada di antara keduanya (kelas 3).

**Tataguna lahan.** Parameter ini memberikan gambaran tentang resiko kerugian ekonomi dan sosial yang dialami apabila dataran rendah tepi pantai mengalami erosi atau tergenang karena kenaikan muka laut. Daerah pemukiman dan kawasan industri memberikan resiko kerugian yang relatif sangat tinggi (kelas 5) sedang di sisi lain lahan yang berupa tubuh air, rawa-rawa, atau lahan terbuka memberikan kerugian yang relatif sangat rendah (kelas 1).

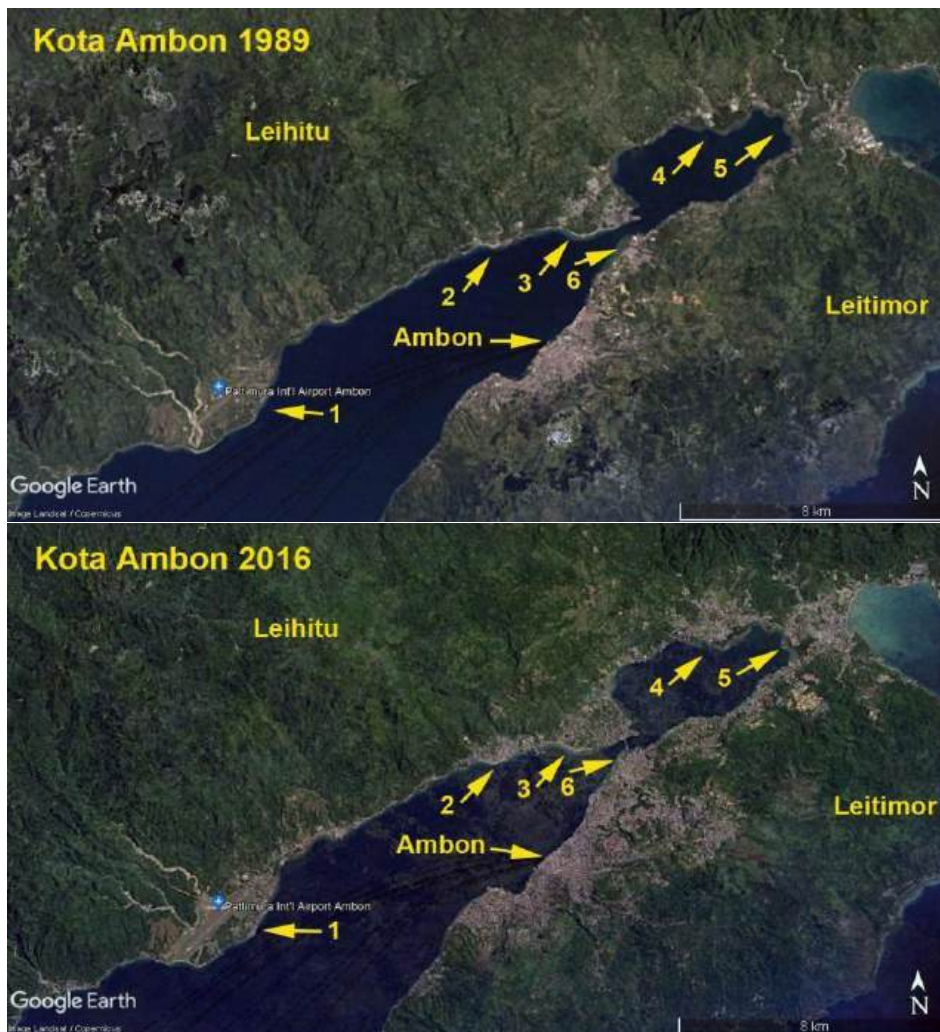
**Struktur pertahanan pantai.** Struktur pertahanan pantai harus dapat melindungi pantai dari bahaya erosi dan kenaikan muka laut. Oleh karena itu struktur tersebut harus tidak mudah rusak atau kuat dan dibangun secara utuh di seluruh bagian pantai yang terancam penggenangan agar air laut tidak dapat menggenangi dataran pantai itu (kelas 1). Pantai yang tidak dilindungi dengan struktur pertahanan pantai atau dinding pantai tidak utuh adalah pantai yang sangat terancam bahaya erosi dan penggenangan (kelas 5).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Perkembangan Kota dan Kualitas Lingkungan Pesisir

Perbandingan kenampakan citra satelit rekaman tahun 1989 dan tahun 2016 memberikan gambaran perkembangan Kota Ambon sebagai berikut (Gambar 3): (1) Kawasan terbangun Kota Ambon semakin luas, dan terlihat bahwa kawasan pemukiman berkembang ke daerah perbukitan; (2) Lahan datar tepi pantai semakin padat dengan rumah penduduk; dan (3) Pemukiman penduduk juga berkembang di sepanjang garis pantai.

Hasil pengamatan lapangan di sepanjang pantai lahan datar tepi pantai Teluk Ambon memperlihatkan bahwa dalam melakukan pengembangan kawasan pemukiman ada kegiatan-kegiatan berikut:



**Gambar 3.** Perkembangan Kota Ambon dalam tiga dekade (27 tahun) memperlihatkan perkembangan pemukiman (terlihat sebagai objek berona terang) ke kawasan perbukitan (di Leitimor, terutama di sebelah timur pusat kota Ambon) dan dataran rendah tepi pantai berubah menjadi kawasan padat penduduk (panah dengan notasi 1 sd 7). Keterangan: 1: Laha, 2: Wayame; 3: Poka-Rumahtiga; 4: Waiheru; 5: Passo; 6: Tantai-Galala.

**Reklamasi pantai.** Kegiatan ini terlihat dilakukan untuk mendapatkan lahan bagi kegiatan pembangunan fisik. Kegiatan ini ada di pantai Poka untuk pengembangan pemukiman penduduk; di pantai Galala atau Tantai untuk pembangunan gedung Kantor Pemerintah dan Rumah Sakit (Gambar 4); di Hative Besar untuk pembangunan industri perkapalan; di Tawiri untuk perkantoran dan militer.

**Ekspansi ke kawasan mangrove.** Perumahan penduduk dibangun hingga berbatasan langsung dengan kawasan mangrove terlihat di Waiheru dan Passo (Gambar 5).

**Membangun struktur pertahanan pantai.** Struktur pertahanan pantai dibangun untuk melindungi lahan tepi pantai dan lahan hasil reklamasi dari bahaya erosi pantai. Kegiatan ini terlihat beberapa lokasi seperti di Hative Besar, Wayame, di sekitar Muara Sungai Wailela, Poka, dan Tantai-Galala.



**Gambar 4.** Pantai Tantui–Galala sebelum (2003) dan sesudah reklamasi (2021). Panah menunjuk pada objek hasil reklamasi.

Di depan telah disebutkan bahwa perluasan Kota Ambon terjadi ke arah perbukitan. Pengembangan kota tersebut dilakukan dengan mengkonversi kawasan hutan di daerah perbukitan menjadi daerah pemukiman (Barkey *et al*, 2017; Kakisina *et al*, 2015; Saiya *et al*, 2014). Efek dari kegiatan konversi tersebut adalah meningkatnya erosi di perbukitan dan berujung pada meningkatnya suplai muatan sedimen ke perairan Teluk Ambon (Rahmawan *et al*, 2019; Kakisina *et al*, 2015; Saiya *et al*, 2014). Suplai muatan sedimen yang tinggi terutama terjadi pada musim hujan yang membuat air laut perairan Teluk Ambon berubah warna menjadi coklat kemerahan karena tingginya kandungan muatan suspensi (Saiya *et al*, 2014; Wouthuyzen, 2001). Keadaan tersebut terjadi di Teluk Ambon Dalam dan Teluk Ambon Luar. Di depan juga telah disebutkan bahwa pengembangan Kota Ambon juga terjadi dalam bentuk kegiatan reklamasi pantai. Kegiatan tersebut terlihat antara lain di Tantui, Galala, Poka dan Hative Besar.

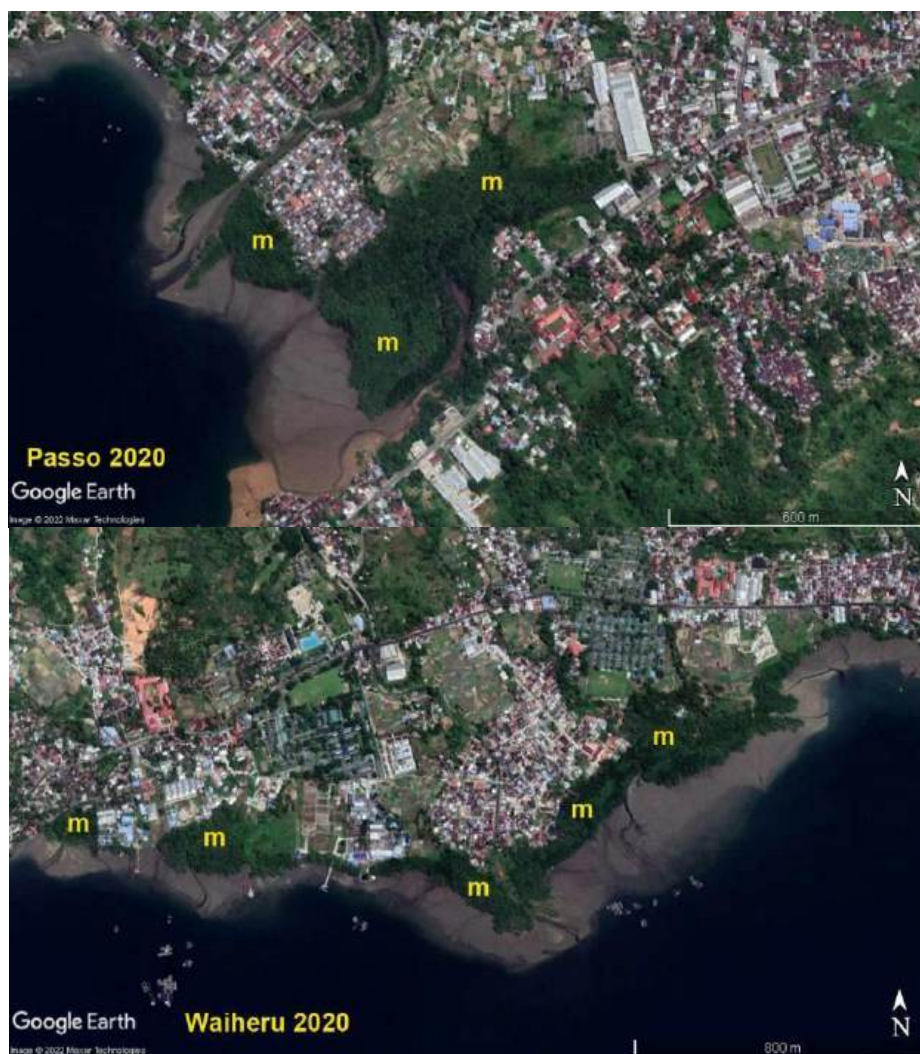
Kedua hal tersebut berpengaruh terhadap kualitas lingkungan pesisir Teluk Ambon dalam bentuk-bentuk berikut:

- a. **Degradasi kualitas perairan Teluk Ambon.** Perairan Teluk Ambon mengalami penurunan kualitas dalam bentuk meningkatnya kekeruhan karena peningkatan muatan suspensi. Hal itu terjadi sangat jelas di musim hujan (Saiya *et al*, 2014; Wouthuyzen, 2001).
- b. **Degradasi ekosistem mangrove.** Ekosistem mangrove mengalami stres karena pencemaran dan sedimentasi (Suyadi, 2012 dan 2009), dan luasnya berkurang karena ekspansi kawasan pemukiman di Passo (Irawan & Prayudha, 2020).
- c. **Degradasi ekosistem terumbu karang.** Degradasi ekosistem terumbu karang terjadi dalam bentuk penurunan luas tutupan koral hidup (Wouthuyzen, 2001). Selain itu juga tercatat bahwa di Wayame



ekosistem terumbu karang mengalami stres karena aktifitas pelabuhan, limbah pemukiman (*sewage*), dan sedimentasi (Edinger *et al*, 2000).

- d. **Degradasi ekosistem lamun.** Degradasi ekosistem lamun terjadi dalam bentuk penurunan tutupan lamun. Perubahan tutupan ini terjadi karena perubahan pertumbuhan lamun maupun karena kegiatan reklamasi lahan tepi pantai yang menghilangkan lahan yang ditumbuhi lamun (Irawan & Prayudha, 2020). Reklamasi yang menghilangkan lahan yang ditumbuhi lamun dicatat oleh Irawan & Prayudha (2020) terjadi di Tantui dan Hative Besar. Penulis menduga bahwa hal seperti itu juga terjadi di Poka.
- e. **Degradasi kualitas visual garis pantai Teluk Ambon.** Pembangunan struktur pertahanan pantai yang dilakukan secara parsial oleh pemilik atau penguasa lahan tepi pantai telah menghasilkan garis pantai dengan struktur pertahanan pantai dengan berbagai bentuk dan ketinggian. Hal itu telah menurunkan kualitas visual pantai Teluk Ambon di beberapa lokasi. Pemandangan (*scenery*) adalah salah satu hal yang menjadi minat tourism. Pantai dalam kondisi alamiah dan bersih adalah pantai yang sangat disukai (kelas terbaik) (Cristiano *et al*, 2018; Rangel-Buitrago *et al*, 2013; Ergin *et al*, 2011 & 2006) karena turis menghendaki pengamalan yang unik dan asli (Cristiano *et al*, 2018). Pembangunan struktur pertahanan pantai di suatu pantai menurunkan kualitas visual pemandangan pantai tersebut (Cristiano *et al*, 2018; Anfuso *et al*, 2017; Rangel-Buitrago *et al*, 2013; Ergin *et al*, 2011 & 2006), apalagi bila struktur pertahanan pantai dibangun dengan bentuk, kualitas dan ketinggian yang berbeda-beda.



**Gambar 5.** Ekspansi kawasan pemukiman ke kawasan mangrove di Passo (atas) dan di Waiheru (bawah). Notasi m: mangrove.

### 3.2 Bahaya Terkait Kenaikan Muka Laut

Pengamatan terhadap struktur pertahanan pantai di beberapa lokasi, khususnya di pantai dataran rendah tepi pantai, memperlihatkan berbagai kondisi sebagai berikut.

- a. Struktur pertahanan pantai dibangun secara parsial oleh pemilik atau penguasaan lahan tepi pantai.
- b. Struktur pertahanan pantai dibangun dengan berbagai bentuk dan ketinggian (Gambar 6). Hal ini terjadi karena pembangunan struktur pertahanan pantai di bangun secara parsial seperti disebut di atas.
- c. Struktur pertahanan pantai dibangun tidak di sepanjang pantai, tetapi hanya di bagian-bagian pantai yang dipandang rawan terhadap bahaya erosi. Di bagian-bagian pantai yang dipandang aman, tidak dibangun struktur pertahanan pantai (Gambar 7).
- d. Struktur pertahanan pantai dibangun untuk melindungi lahan tepi pantai hasil reklamasi.
- e. Struktur pertahanan pantai dibangun untuk melindungi fasilitas umum yang penting dari bahaya erosi seperti Bandar Udara (Bandara), Stasiun Pompa Bensin Umum (SPBU), Kawasan Pelabuhan, Kawasan Militer, dan Jalan Propinsi.
- f. Struktur pertahanan pantai di bangun untuk melindungi perumahan yang dibangun berdampingan dengan kawasan mangrove (Gambar 8).





**Gambar 6.** Beberapa contoh dari berbagai bentuk dan ketinggian struktur pertahanan pantai yang ada di pantai Teluk Ambon pada bulan Maret 2022. Keterangan: Kiri atas: di Tantai; kanan atas: di Wayame; kanan tengah: di Poka; kiri tengah: di Rumahtiga; kiri bawah: Wailela.



**Gambar 7.** Struktur pertahanan pantai yang dibangun tidak utuh di Tawiri. Foto bulan Maret 2022.



**Gambar 8.** Struktur pertahanan pantai yang dibangun di bagian belakang kawasan mangrove untuk melindungi daerah pemukiman di Passo. Foto bulan Maret 2022.

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya di depan, dua bahaya utama terkait kenaikan muka laut adalah erosi pantai dan penggenangan dataran rendah tepi pantai. Dengan mengacu pada Oppenheimer *et al* (2019) berikut diuraikan perubahan yang dapat terjadi terkait dengan skenario kenaikan muka laut hingga tahun 2100 di dataran rendah tepi pantai Kota Ambon.

Pada kondisi muka laut sekarang seluruh pantai di dataran rendah tepi pantai di Teluk Ambon berada dalam kondisi stabil. Semua daratan berada di atas ketinggian muka laut sekarang. Di Teluk Ambon Dalam yang tenang, keadaan pantai yang stabil terjadi karena kondisi perairan yang sangat tenang karena perairan itu sangat terlindungi. Sementara itu, di Teluk Ambon Luar yang kondisinya terbuka dari arah baratdaya dan selatan, keadaan pantainya stabil karena diperkuat dengan struktur pertahanan pantai di bagian-bagian pantai tertentu yang pada musim angin barat energi gelombangnya meningkat, seperti di Laha, Hative Besar, Wayame dan di sekitar muaran sungai Wailela.

Apabila terjadi kenaikan muka laut sesuai dengan skenario dari Oppenheimer *et al* (2019), maka secara perlahan energi gelombang yang memukul ke pantai juga meningkat sesuai dengan kenaikan muka laut, khususnya di Teluk Ambon Luar. Erosi mungkin terjadi di bagian-bagian pantai yang lemah dan belum diperkuat dengan stuktur pertahanan pantai, atau struktur pertahanan pantai yang ada sekarang mengalami kerusakan. Pada tahap ini penggenangan dataran rendah tepi pantai belum terjadi. Keadaan seperti itu terus berlangsung hingga ketinggian muka laut mendekati ketinggian permukaan dataran rendah tepi pantai.

Ketika ketinggian air laut pada waktu pasang relatif sama dengan ketinggian permukaan dataran rendah tepi pantai, maka dapat terjadi *overtopping* ketika gelombang memukul ke pantai ketika air laut pasang. Selanjutnya, banjir pasang-surut terjadi bila permukaan air laut ketika pasang lebih tinggi daripada ketinggian permukaan dataran rendah tepi pantai. Penggenangan permanen terjadi bila ketinggian muka

laut ketika laut surut telah lebih tinggi daripada ketinggian dataran rendah tepi pantai. Skenario kejadian seperti itu dapat terjadi di bagian pantai yang tidak diperkuat dengan struktur pertahanan pantai dalam bentuk dinding pantai yang memiliki ketinggian yang memadai. Di bagian pantai yang memiliki struktur pertahanan pantai yang baik, memiliki kekuatan dan ketinggian yang sesuai dengan skenario kenaikan muka laut, maka penggenangan dataran rendah tepi pantai tidak akan terjadi. Dalam studi ini penulis tidak memiliki data ketinggian dataran rendah tepi pantai maupun kualitas struktur pertahanan pantai yang ada sekarang, sehingga belum dapat memberikan gambaran tentang perkiraan waktu perubahan-perubahan itu terjadi berdasarkan skenario kenaikan muka laut yang ada itu.

Di Teluk Ambon Dalam yang tenang, erosi oleh gelombang sangat mungkin tidak terjadi ketika muka laut mulai naik. Seperti di Teluk Ambon Luar, banjir pasang-surut mulai terjadi di Teluk Ambon Dalam ketika ketinggian muka laut di waktu pasang lebih tinggi daripada ketinggian dataran rendah tepi pantai, dan berubah menjadi penggenangan dataran rendah tepi pantai ketika ketinggian muka laut ketika surut lebih tinggi daripada ketinggian dataran rendah tepi pantai. Skenario seperti tersebut di atas terjadi apabila di pantai dataran rendah tepi pantai tidak dibangun struktur pertahanan pantai yang baik.

Dengan skenario seperti yang digambarkan tersebut, persoalan yang terlihat adalah: (1) belum seluruh bagian pantai dataran rendah tepi pantai di Kota Ambon belum dilindungi dengan struktur pertahanan pantai sehingga banjir pasang-surut yang mendahului penggenangan sangat mungkin terjadi di dataran rendah tepi pantai itu; dan (2) apakah struktur pertahanan pantai yang telah ada sekarang telah dibuat dengan memperhitungkan skenario kenaikan muka laut sebesar 1,1 m dari muka laut sekarang di tahun 2100? Apabila persoalan struktur pertahanan pantai tersebut tidak diselesaikan dengan baik, maka bila skenario kenaikan muka laut yang telah disebutkan di depan itu benar-benar terjadi, maka Kota Ambon akan menghadapi persoalan berikut: (1) bahaya erosi pantai dan penggenangan dataran rendah tepi pantai; (2) banyak penduduk yang tinggal di dataran rendah tepi pantai dan tempat-tempa lain di sepanjang tepi pantai akan menjadi pengungsi; dan (3) banyak infrastruktur publik yang penting yang harus dilindungi secara khusus atau dipindah ke lokasi yang lebih tinggi.

Untuk ekosistem mangrove, dalam kondisi lingkungan alamiah, ekosistem mangrove dapat bertahan terhadap kenaikan muka laut yang terjadi dengan kecepatan tertentu. Mangrove tidak dapat bertahan pada laju kenaikan muka laut  $> 6,1$  mm per tahun (Saintilan *et al*, 2020). Dengan terjadinya kenaikan muka laut, pada kondisi pantai yang landai, penggenangan oleh air laut dapat terjadi di sebelah belakang ekosistem mangrove. Keadaan tersebut memberi ruang dan peluang bagi ekosistem mangrove untuk bergeser ke belakang (Ellison, 2018; Woodroffe *et al*, 2016). Sekarang, di bagian belakang pantai mangrove terdapat kawasan pemukiman atau jalan. Dengan kondisi demikian, bila muka laut naik maka ekosistem mangrove tidak memiliki peluang untuk berekspansi ke belakang atau ke arah darat.

Selain itu, mangrove juga berpeluang bertahan terhadap kenaikan muka laut melalui sedimentasi di dalam ekosistem mangrove. Pada cara bertahan ini, kenaikan muka laut perlu diiringi dengan akumulasi sedimen di lingkungan mangrove (Woodroffe *et al*, 2016; Saintilan *et al*, 2020). Ketersediaan sedimen penting bagi mangrove untuk bertahan terhadap kenaikan muka laut (Lovelock *et al*, 2015).

#### 4. SIMPULAN

Pertambahan penduduk dalam tiga dekade terakhir Kota Ambon telah menyebabkan Kota Ambon bertambah luas. Keterbatasan lahan dalam bentuk dataran rendah tepi pantai di Kota Ambon telah mendorong itu berkembang ke arah kawasan perbukitan dengan mengkonversi lahan perbukitan bervegetasi menjadi kawasan pemukiman, dan kawasan dataran rendah tepi pantai menjadi kawasan padat penduduk dengan penduduk yang bertempat tinggal dekat pantai makin banyak, dan mereka melakukan reklamasi dan membangun struktur pertahanan pantai yang dilakukan secara parsial dan dengan berbagai bentuk dan ketinggian. Konversi lahan perbukitan bervegetasi menjadi kawasan pemukiman menyebabkan peningkatan erosi di perbukitan dan meningkatkan suplai muatan sedimen ke perairan Teluk Ambon. Efek dari perkembangan Kota Ambon tersebut adalah: Pertama, terjadi penurunan kualitas lingkungan yang antara lain terjadi dalam bentuk: (1) peningkatan kekeruhan perairan Teluk Ambon di musim hujan, (2) penurunan kualitas visual pantai Teluk Ambon, (3) degradasi ekosistem terumbu karang dan lamun. Kedua, peningkatan kerentanan kawasan pesisir Teluk Ambon terhadap bahaya erosi dan penggenangan terkait dengan kenaikan muka laut, karena makin banyak penduduk yang bertempat tinggal dekat dengan pantai,

sehingga makin banyak penduduk dan fasilitas umum kota yang harus dilindungi bila skenario kenaikan muka laut naik hingga 1,1 meter dari muka laut sekarang benar-benar terjadi di tahun 2100.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Riset Laut Dalam BRIN yang telah mendukung kegiatan lapangan penelitian ini dalam Bulan Maret 2022 sehingga pekerjaan lapangan menjadi mudah dilaksanakan.

## Daftar Pustaka

- Anfuso, G., Williams, A.T., Martinez, G.C., Botero, C.M. & Hernandez, J.A.C. (2017) Evaluation of scenic value of 100 beaches in Cuba: Implication for coastal tourism management. *Ocean & Coastal Management* 142, 173-185, <http://dx.doi.org/j.ocecoaman.2017.03.029>
- Barkey, R.A., Mappiasse, M.F. & Nursaputra, M. (2017) Model of climate and land-use changes impacts on water security in Ambon City, Indonesia. *Geoplanning* 4(1), 97-108, doi:10.14710/geoplanning.4.1.97-108
- Blackburn, S., Pelling, M. & Marques, C. (2019) Chapter 38 – Megacities and the Coast: Global context and scope for transformation. *Coast and Estuaries*, 661-669, <https://doi.org/B978-0-12-814003-1.00038-1>
- Cristiano, S.C., Portz, L.C., Anfuso, G., Rockett, G.C. & Barboza, E.G. (2018) Coastal scenic evaluation at Santa Catarina (Brazil): Implication for coastal management. *Ocean and Coastal Management* 160, 146-157, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.04.004>
- Daramola, J. Adepehin, E.J., Ekhwan, T.M., Choy, L.K., Mokhtar, J. & Tabiti, T.S. (2022) Impacts of land-use change, associated land-use area and runoff on watershed sediment yield: Implications from the Kaduna watershed [CC BY 4.0 License]. *Water* 14, 325, <https://doi.org/10.3390/w14030325>
- Edinger, E.N., Kolasa, J. & Risk, M.J. (2000) Biogeographic variation in coral species diversity on coral reefs in three regions of Indonesia. *Diversity and Distribution* 6, 113-127, doi:10.1046/j.1472-4642.2000.00076.x, <http://www.jstor.org/stable/2673326>
- Ellison, J.C. (2018) Effects of climate change on mangrove relevant to the Pacific Islands. Pacific Marine Climate Change Report Card. *Science* 2018, 99-111. Retrieved 08 April 2022 from [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/714532/7\\_Mangroves.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/714532/7_Mangroves.pdf)
- Ergin, A., Karaesmen, E. & Ucar, B. (2011) A quantitative study for evaluation of coastal scenery. *Journal of Coastal Research* 27(6), 1065-1075, doi:10.2112/jcoastres-D-09-00093.1
- Ergin, A., Williams, A.T. & Micallef, A. (2006) Coastal scenery: Appreciation and evaluation. *Journal of Coastal Research* 22(4), 958-964, doi:10.2112/04-0351.1
- Gillespie, P. (2007) Potential Effects of High Sediment Loads on the Marine Environment of the East Coast of the North Island, East Cape – Hawke Bay: A Review of Existing Information. Cawthron Report No. 1389. Prepared for Gisborn District Council, 3 p. Retrieved 01 April 2022 from <https://envirolink.govt.nz/assets/Envirolink/334-GSDC45-Sediment-effects-on-marine-environment-E-Coast-NI.pdf>
- Griggs, G. & Reguero, B.G. (2021) Coastal adaptation to climate change and sea-level rise [CC BY 4.0 License]. *Water* 13, 2151, <https://doi.org/10.3390/w13162151>
- Hasnawir, Kubota, T. & Sanchez-Castillo, L. (2014) Rainfall thresholds for sediment related disasters in Ambon City, Indonesia. Retrieved 08 December 2021 from [http://www.interpraevent.at/palm-cms/upload\\_files/Publikationen/Tagungsbeitraege/2014\\_1\\_205.pdf](http://www.interpraevent.at/palm-cms/upload_files/Publikationen/Tagungsbeitraege/2014_1_205.pdf)
- Irawan, A. & Prayudha, B. (2020) Changes in the Ambon Bay seagrass for the past five years (2011-2016). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 618, 012025, doi:10.1088/1755-1315/618/1/012025
- Kakisina, T.J., Anggoro, S., Hartoko, A. & Suripin (2015) analysis of impact of land-use on the degradation of coastal area at Ambon Bay – Mollucas Province, Indonesia [CC-BY-NC-ND 4.0 License]. *Procedia Environmental Sciences* 23, 266-273, doi://10.1016/j.proenv.2015.01.040
- Koroglu, A., Ranasinghe, R., Jimenez, J.A. & Dastgheib, A. (2019) Comparison of Coastal Vulnerability Index applicaions for Barcelona Province [BB BY-NC-ND 4.0 License]. *Ocean and Coastal Management* 178, 104799, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.05.001>
- Ku, H., Kum, T. & Song, Y. (2021) Coastal vulnerability assessment of sea-level rise associated with typhoon-induced surges in South Korea. *Ocean and Coastal Management* 213, 105884, <https://doi.org/j.ocecoaman.2012.105884>
- Lovelock, C.E., Cahoon, D.R., Friess, D.A., Guntenspergen, G.R., Krauss, K.W., Reef, R., Rogers, K., Saunders, M.L., Sidik, F., Swales, A., Saintilan, N., Thuyen, L.X. & Triet, T. (2015) The vulnerability of Indo-Pacific mangrove forests to sea-level rise. *Nature* 526, 559-563, doi:10.1038/nature15538. Retrieved 07 April 2022 from <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1995&context=usgsstaffpub>

- Oelsner, G.P. & Stets, E.G. (2019) Recent trends in nutrient and sediment loading to coastal areas of the conterminous U.S.: Insight and global context [CC BY 4.0 License]. *Science of the Total Environment* 654, 1225-1240, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.437>
- Oppenheimer, M., Glavovic, B.C., Hinkel, J., Van de Wal, R., Magnan, A.K., Abd-Elgawad, A., Cai, R., Cifuentes-Jara, M., DeConto, R.M., Ghosh, T., Hay, J., Isla, F., Marzeion, B., Meyssignac, B. & Sebesvari, Z. (2019) Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. In: H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.). IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. In press. Retrieved 04 January 2022 from [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/08\\_SROCC\\_Ch04\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/08_SROCC_Ch04_FINAL.pdf)
- Otano-Cruz, A., Montanez-Acuna, A., Torres-Lopez, V., Hernandez-Figueroa, E.M. & Hernandez-Delgado, E.A. (2017) Effects of changing weather, oceanographic conditions, and land uses on spatio-temporal variation of sedimentation dynamic along near-shore coral reefs [Open Access]. *Frontiers in Marine Science*, <https://doi.org/fmars.2017.00249>
- Patil, N. S. & Nataraja, M. (2020) Effect of land use land cover changes on runoff using hydrological model: A case study in Hiranyakeshi watershed. *Modeling Earth Systems and Environment*, <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00808-8>
- Pelling, M. & Blackburn, S. (2012) Megacities and the Coast: Risk, Resilience and Transformation [Scientific Highlights]. Inprint, 13. Retrieved 01 Apr 2022 from [https://www.academia.edu/5082270/Megacities\\_and\\_the\\_Coast\\_Highlights](https://www.academia.edu/5082270/Megacities_and_the_Coast_Highlights)
- Rahmawan, G.A., Gemilang, W.A., Wisna, U.J., Dhiauddin, R. & Ondara, K. (2019) Estimation of sediment distribution based on bathymetry alteration (2014-2016) in the Inner Bay of Ambon, Maluku, Indonesia. *Jurnal Segara* 15(2), 67-78. <http://dx.doi.org/10.15578/segara.v15i2.6958>
- Rangel-Buitrago, N., Correa, I.D., Anfuso, G., Ergin, A. & Williams, A.T. (2013) Assessing and managing scenery of the Caribbean coast of Colombia. *Tourism Management* 35, 41-58, doi:10.1016/j.tourman.2012.05.008
- Rocha, C., Antunes, C. & Catita, C. (2020) Coastal vulnerability assessment due to sea level rise: The case study of the Atlantic coast of mainland Portugal [Open Access]. *Water* 12, 360, doi:10.3390/w12020360
- Rogers, C.S. & Ramos-Scharron, E. (2022) Assessing effects of sediment delivery to coral reefs: A Caribbean watershed perspective [Open Access]. *Frontiers in Marine Science*, <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.773968>
- Saintilan, N., Khan, N.S., Ashe, E., Kelleway, J.J., Rogers, K., Woodroffe, C.D. & Horton, B.P. (2020) Thresholds of mangrove survival under rapid sea level rise. *Science* 368(6495), 1118-1121, doi: 10.1126/science.aba.2656
- Saiya, H.G., Dibyosaputro, S. & Herumurti, S. (2014) The depositional influence in regard of environment carrying capacity in waters at Inner Ambon Bay to floating net cage propagate. In Proceeding the 6th International Graduate Students and Scholars' Conference (IGSSC) in Indonesia (pp. 685-707), the Graduate School of Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, November 19th-20th, 2014.
- Suyadi (2009) Kondisi hutan mangrove di Teluk Ambon: Prospek dan tantangan. *Berita Biologi* 9(5), 481-490.
- Suyadi (2012) Sau dekade kondisi hutan mangrove di Teluk Ambon, Maluku. *Jurnal Biologi Indonesia* 8(1), 197-203.
- Thieblemont, R., Cozanne, C.L., Toimil, A., Meyssignac, B. & Losda, I.J. (2019) Likely and high-end impacts of regional sea-level rise on the shoreline change of European sandy coast under a high greenhouse gas emissions scenario. *Water* 11, 2067, doi://doi.org/w11122607
- UNEP [UN Environment Programme] (n.d.) Sedimentation and Erosion. Retrieved 02 April 2022 from <https://www.unep.org/cep/es/node/154?%2Fsedimentation-and-erosion>
- Woodroffe, C.D., Rogers, K., McKee, K.L., Lovelock, C.E., Mendelsshon, I.A. & Saintilan, N. (2016) Mangrove sedimentation and response to relatif sea-level rise. *Annu. Rev. Marine Sci*, 20168, doi:10.1146/annurev-marine-122414-034025
- WOR [World Ocean Review] (2017) 5 Coast – A Vital Habitat Under Pressure. Maribus gGmbH, Hamburg, 207 p. Retrieved 02 April 2022 from [https://worldoceanreview.com/wp-content/downloads/wor5/WOR5\\_en.pdf](https://worldoceanreview.com/wp-content/downloads/wor5/WOR5_en.pdf)
- Wouthuyzen, S. (2001) Sifat optik Teluk Ambon dan kaitannya dengan masalah lingkungan. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 33, 15-26.