

Dampak dan Adaptasi Kerentanan Pesisir di Pantai Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat

Muhammad Ramdhan 

Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, KKP, Jakarta 10110, Indonesia

Correspondence: m.ramdhan@kkp.go.id

Received: 21 February 2021; Accepted: 23 April 2021; Published: 20 June 2021

Abstrak: Kota Padang merupakan ibukota dari Provinsi Sumatera Barat yang berhadapan langsung dengan Samudera Hindia. Letak geografis Kota Padang menyebabkan Kota tersebut mengalami dampak akibat berbagai ancaman bencana yang terjadi akibat perubahan iklim dan pergerakan lempeng bumi. Makalah ini bertujuan untuk menggambarkan dampak dan adaptasi kerentanan pesisir di Kota Padang. Metoda yang dilakukan melalui penelusuran data sekunder dan analisis deskriptif. Dari penelusuran literatur yang ada, adaptasi yang dilakukan oleh pemerintah lokal masih memilih untuk pembangunan infrastruktur perlindungan pantai. Kedepannya pemerintah Kota Padang harus mempertimbangkan pengelolaan wilayah pesisir secara terintegrasi agar pembangunan di Kota Padang dapat berlangsung secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Adaptasi, ICZM, Kerentanan, Pesisir

Abstract: Padang city is the capital city of West Sumatra Province which faces directly to the Indian Ocean. The geographical location of the Padang city causes the city to experience the impact of various threats of disasters that occur due to climate change and the movement of the earth's plates. This paper aims to describe the impact and adaptation of coastal vulnerability in Padang City. The method used were through secondary data research and descriptive analysis. From the search of the existing literature, the adaptation carried out by the local government still chooses to develop coastal protection infrastructure. In the future, the government of Padang City must consider the management of the coastal area in an integrated manner so that development in the City of Padang can take place in a sustainable manner.

Keywords: Adaptation, Coastal, ICZM, Vulnerability

PENDAHULUAN

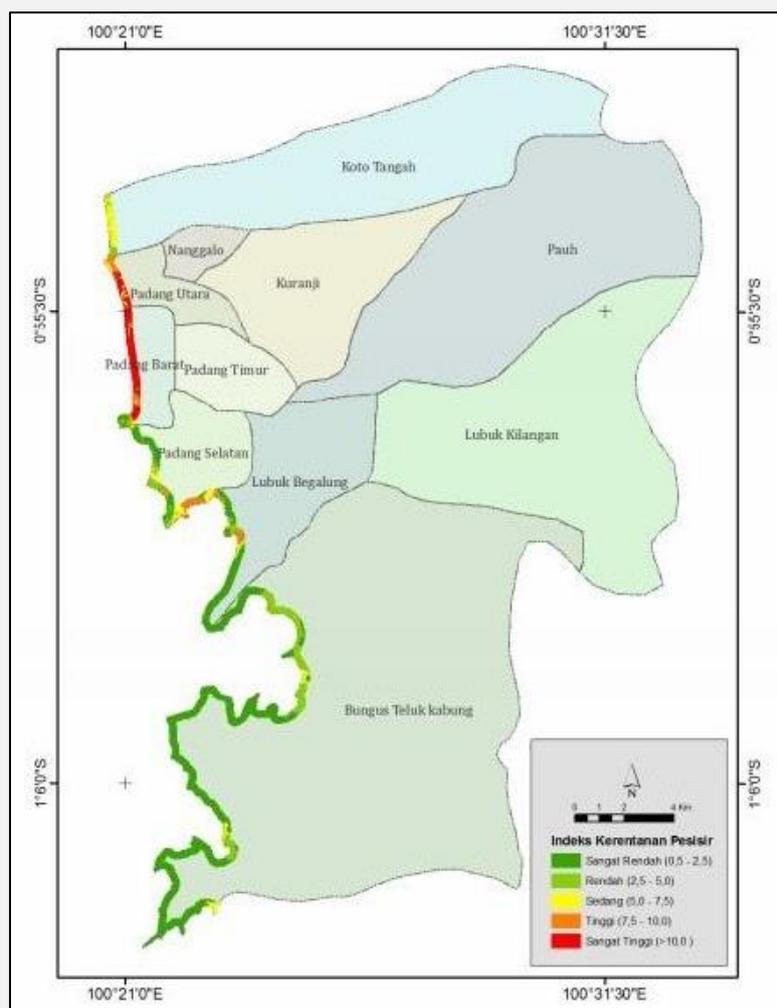
Pantai adalah wilayah daratan di bumi yang bersebelahan dengan laut, sedangkan zona pesisir adalah wilayah tempat proses laut dan darat berinteraksi. Wilayah ini unik sebagai ekoton dan merupakan rumah bagi populasi manusia yang besar karena nilai sosio-ekonominya yang penting, dan juga mengandung beragam ekosistem yang kaya akan keanekaragaman hayati. Zona pesisir adalah penghubung atau zona transisi antara darat dan laut. Untuk tujuan pengelolaan, berbagai batasan di sisi laut dan di sisi darat digunakan untuk menentukan zona pantai; ini bisa jadi sempit dan tepat atau lebih lebar dan lebih samar. Di sini, konsep zona pesisir dataran rendah akan sering digunakan, yang didefinisikan sebagai daratan, populasi, infrastruktur dan ekosistem di zona 10 m di atas permukaan laut (mdpl). Pengertian perluasan wilayah pesisir di sisi darat bergantung pada definisi hukum yang dianut, dengan mempertimbangkan pertimbangan politik, sosial, ekonomi dan lingkungan (Vafeidis et al., 2011).

Kota Padang terletak di sebelah barat pantai pulau Sumatera, merupakan ibukota dari Provinsi Sumatera Barat, dengan luas wilayah 649,96 km² mempunyai 5 sungai besar dan 16

sungai kecil, panjang pantai 84 km dan mempunyai 19 pulau-pulau kecil yang berhadapan langsung dengan Samudera Hindia. Dengan kondisi ini Padang termasuk kategori kota pesisir yang berhadapan langsung dengan laut. Kawasan pantai Kota Padang memiliki dinamika pertumbuhan cukup pesat. Ditandai dengan berkembangnya pusat-pusat permukiman, perkotaan, sentra perdagangan, pelabuhan dan aktivitas wisata bahari (Nurifdinsyah & Eriza, 2012). Provinsi Sumatera Barat berada di bagian tengah pulau Sumatera dengan luas 42.297,30 km². Provinsi Sumatera Barat pada umumnya dan Kota Padang pada khususnya, memiliki dataran rendah di pantai barat. Dari arah sebaliknya dataran tinggi vulkanik yang berbentuk Bukit Barisan membentang dari barat laut ke tenggara. Hal ini menyebabkan area pesisir di Provinsi Sumatera Barat memiliki tingkat kerentanan yang tinggi akan bencana tektonik berupa gempa dan tsunami (Ramdhan et al., 2012). Artikel ini bertujuan untuk menggambarkan bagaimana dampak dan adaptasi dari kerentanan pesisir yang ada di wilayah pantai Kota Padang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode deskriptif. Dalam penelitian deskriptif peneliti berusaha memotret peristiwa dan kejadian yang menjadi pusat perhatiannya, kemudian menggambarkan atau melukiskannya sebagaimana adanya, sehingga pemanfaatan temuan penelitian ini berlaku pada saat itu pula yang belum tentu relevan bila digunakan untuk waktu yang akan datang (Soendari, 2012). Adapun fokus penelitian akan membahas dampak dan adaptasi kerentanan pesisir di pantai Kota Padang.



Gambar 1. Peta Kerentanan Pesisir Kota Padang (Sumber: LRSDKP, 2011)

Pada [Gambar 1](#) terlihat bahwa terdapat 6 (enam) kecamatan di Kota Padang yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia yaitu Bungus Teluk Kabung, Lubuk Begalung, Padang Selatan, Padang Barat, Padang Utara, dan Koto Tangah. Jika dilihat dari nilai Indeks Kerentanan Pesisir, hanya Kecamatan Padang Barat dan Padang Utara yang memiliki tingkat kerentanan yang tinggi dan sangat tinggi. Kedua kecamatan tersebut berindeks tinggi dikarenakan tutupan lahan di pinggir pantainya di dominasi oleh pemukiman padat penduduk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kenaikan Muka Air Laut

Pada skala waktu geologi, kenaikan muka air laut telah dipengaruhi oleh pembentukan lapisan es kutub selama glasiasi sebelumnya (yang terakhir dimulai selama periode Karbon dan berlanjut ke Permian, 360 hingga 260 juta tahun yang lalu), oleh perubahan bentuk cekungan samudera dan oleh perubahan konfigurasi benua. Selama glasiasi kuaterner, kenaikan muka air laut bervariasi sekitar 100 m dalam siklus glasial-interglasial Pleistosen. Perubahan ini pada prinsipnya disebabkan oleh peningkatan dan penurunan periodik massa es di tutup kutub, yang terkait dengan perubahan suhu rata-rata global atmosfer. Sejak puncak periode glasial terakhir sekitar 18.000 tahun yang lalu, permukaan air laut telah naik sekitar 120 m. Namun, selama periode interglasial terakhir sekitar 129 hingga 116 ribu tahun yang lalu, suhu rata-rata global atmosfer di permukaan menjadi sekitar 2 °C lebih besar dari suhu yang sesuai di era pra-industri (sebelum pertengahan abad ke-18), kenaikan muka air laut sangat mungkin lebih dari 5 m lebih tinggi dibandingkan dengan nilai saat ini (IPCC, 2013). Rekonstruksi terbaru dari evolusi kenaikan muka air laut selama 2.100 tahun terakhir (Kemp et al., 2011), menunjukkan periode stabil antara 100 S.M. dan 950 M, diikuti dengan kenaikan sekitar 0,2 m hingga akhir abad ke-20. Setelah periode tersebut, kenaikan muka air laut mengalami kenaikan rata-rata 2,1 mm per tahun, yang merupakan tingkat kenaikan tertinggi dalam 2.000 tahun terakhir.

Dalam mempertimbangkan dampak kenaikan rata-rata muka air laut di suatu lokasi tertentu di pantai, perlu diketahui laju perubahan rata-rata muka air laut setempat dan laju perubahan pergerakan vertikal daratan di lokasi yang sama. Sebagai contoh dari data IPCC di Stockholm-Swedia, rata-rata permukaan laut menurun, sedangkan di Manila-Filipina telah meningkat selama 40 tahun dengan laju yang lebih cepat daripada laju kenaikan di permukaan air laut global. Kesimpulannya, tingkat variasi kenaikan muka air laut lokal sangat bergantung pada wilayah yang sedang dipertimbangkan. Namun, sangat mungkin bahwa pada akhir abad ini, sekitar 95% permukaan laut akan menunjukkan peningkatan rata-rata. Wilayah laut di mana penurunan tidak mungkin terjadi adalah yang dekat dengan gletser, lapisan es kutub, dan lapisan es (IPCC, 2013). Di kota Padang kenaikan muka air laut tidak terlalu signifikan terjadi.

Badai tropis dan curah hujan ekstrim

Ketika siklon tropis dan siklon ekstratropis yang kuat menghantam pantai, gelombang badai menghasilkan kenaikan sementara permukaan laut yang, ditambah dengan gelombang tinggi, dapat menyebabkan banjir besar di daerah pesisir. Siklon tropis adalah sistem mesoscale konvektif yang terbentuk di wilayah intertropis samudra dan menghasilkan hujan lebat, angin kencang yang dapat mencapai lebih dari 250 km/jam, dan gelombang tinggi. Sulit untuk merekonstruksi, dengan andal, evolusi frekuensi dan intensitasnya selama abad ke-20 karena metode, keteraturan, dan kualitas pengamatan telah banyak berubah. Namun demikian, sangat mungkin bahwa intensitas siklon terkuat (yang kecepatan anginnya bertahan maksimum lebih tinggi) telah meningkat, terutama di Atlantik Utara (Webster et al., 2005). Juga telah diamati bahwa siklon tropis menjadi lebih sering selama tahun-tahun yang lebih hangat secara global dan yang terkuat lebih sensitif terhadap peningkatan suhu (Grinsted et al., 2012). Diperkirakan bahwa dampak pemanasan global akan berlipat ganda pada akhir abad ini, siklon dengan intensitas tinggi banyak terjadi seperti badai Katrina salah satu siklon terkuat di

Atlantik Utara, pada Agustus 2005 yang menyumbang 1.800 korban dan menyebabkan kerusakan senilai sekitar 100 miliar dolar di Amerika Serikat (Grinsted et al., 2013).

Proyeksi berdasarkan model dinamis resolusi tinggi menunjukkan bahwa perubahan iklim antropogenik cenderung menurunkan jumlah rata-rata siklon tropis global sebesar 6 sampai 34% (Knutson et al., 2010). Model yang sama memproyeksikan peningkatan intensitas global rata-rata dari siklon tropis sebesar 2 sampai 11%. Ini menyiratkan bahwa di masa depan, frekuensi siklon yang sangat kuat kemungkinan besar akan lebih tinggi, yang akan memperburuk dampaknya terhadap zona pesisir dengan meningkatkan risiko banjir yang terkait dengan gelombang badai, gelombang tinggi, dan kenaikan muka air laut. Saat mempertimbangkan dampak siklon tropis di zona pesisir dataran rendah, perlu dibedakan antara faktor pendorong iklim dan non-iklim. Menurut laporan Perserikatan Bangsa-Bangsa baru-baru ini (GAR, 2011), populasi yang terpapar risiko siklon tropis telah meningkat 192% dalam periode 1970-2010, sementara populasi global meningkat 87%. Namun demikian, sejak tahun 2000 angka kematian akibat siklon tropis telah menurun di seluruh wilayah dunia karena berbagai alasan, khususnya penerapan sistem peringatan. Namun, risiko kerugian ekonomi telah meningkat di negara-negara kurang berkembang, terutama di Afrika dan Asia, di mana proyeksi berdasarkan skenario sosial-ekonomi menunjukkan bahwa risiko ini akan terus meningkat, sebagian karena alasan yang terkait dengan penerapan model pembangunan yang ada tidak mengurangi kerentanan zona pesisir. Salah satu contoh di mana faktor-faktor risiko yang berbeda ini digabungkan adalah topan super Haiyan, kategori 5 pada skala Saffir-Simpson, yang menghasilkan gelombang badai setinggi sekitar empat meter di pulau Leyte di Filipina. Badai tropis ini menghancurkan pantai pulau-pulau di wilayah tengah Filipina pada November 2013, menyebabkan lebih dari 5.000 kematian dan puluhan ribu orang mengungsi, terutama di kota-kota kumuh pesisir.

Di kota Padang telah terjadi peristiwa banjir akibat kondisi cuaca ekstrem. Pada bulan september 2020 terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi. Akibat hujan dengan intensitas tinggi sejak siang hingga sore, sejumlah titik di Kota Padang mengalami banjir. Banjir menggenangi rumah warga dan mengganggu jalur transportasi dengan genangan air berkisar 50-70 centimeter. Tercatat ada lima kecamatan yang mengalami banjir yaitu Pauh, Bungus Teluk Kabung, Nanggalo, Kuranji, Koto Tangah dan Padang Selatan (Kompas, 2020).

Bencana Tektonik dan Tsunami

Pesisir Kota Padang telah dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai kawasan pariwisata pantai, pelabuhan perikanan, pelabuhan umum, penangkapan ikan, area konservasi, industri pengolahan hasil perikanan, budidaya rumput laut, dan keramba jaring apung (Nurifdinsyah & Eriza, 2012). Letak geografis Kota Padang yang terletak di tepi cincin api Samudera Hindia menjadikan aktivitas pesisir Kota Padang rentan terhadap bencana gempa dan tsunami.

Berdasarkan historis kegempaan, gempa besar terjadi di Kota Padang pada tahun 2009 dengan Magnitudo (Mw) 7,9 dan 6,2. Dampak yang terjadi mengakibatkan korban jiwa meninggal 46 jiwa, luka berat 64 jiwa dan luka ringan 363 jiwa. Beberapa gempa yang dirasakan sampai ke Kota Padang antara lain gempa bumi di Aceh tahun 2004 berkekuatan 9,2 SR di tahun 2005 gempa Sumatera dengan kekuatan 8,7 SR pada tahun 2007 dengan sumber gempa Bengkulu berkekuatan 7,9 SR dan gempa bumi di Sumatera pada tahun 2012 dengan kekuatan 8,9 SR. Wilayah Padang dan sekitar pantai Barat Sumatera merupakan dataran rendah yang memiliki risiko yang besar di dunia dari ancaman tsunami, yang dapat disebabkan oleh gempa bumi yang berasal dari Palung Sunda, karena di wilayah tersebut terdapat *seismic gap* yang dapat menjadi sumber gempa di masa yang akan datang (Purbani et al., 2015).

Adaptasi yang Dapat Dilakukan

Kerentanan suatu wilayah meningkat seiring perubahan lingkungan global yang mengacu pada perubahan skala planet; dalam arti luas yaitu hasil dari evolusi sistem Bumi dan interaksi

proses fisik, kimia dan biologi dalam subsistemnya - litosfer, hidrosfer, cryosfer, atmosfer dan biosfer. Berdasarkan sumber penyebabnya, perubahan global dapat berasal dari proses alami dan proses antropogenik. Identifikasi dan pembedaan antara keduanya seringkali sulit dan tunduk pada ketidakpastian yang signifikan. Banyak contoh perubahan global alami dapat ditemukan sejak pembentukan bumi sekitar 4,5 miliar tahun lalu. Salah satu yang terpenting adalah pergerakan lempeng tektonik yang sangat lambat, yang merupakan asal muasal terbentuknya benua, pegunungan, samudra, dan arus laut. Iklim global telah mengalami perubahan signifikan sepanjang sejarah evolusi planet ini. Contoh yang relatif baru dari perubahan global alami adalah siklus glasial-interglasial dari Pleistosen, dengan periode rata-rata mendekati 100.000 tahun. Asalnya terkait dengan perubahan siklus kecil dalam eksentrisitas orbit bumi dan kemiringan sumbu rotasi serta pergerakan presesi dari orbit tersebut (Monaco & Prouzet, 2014). Sehingga perlu diwaspadai adanya bencana alam yang berulang dengan periode ulang yang lebih cepat.

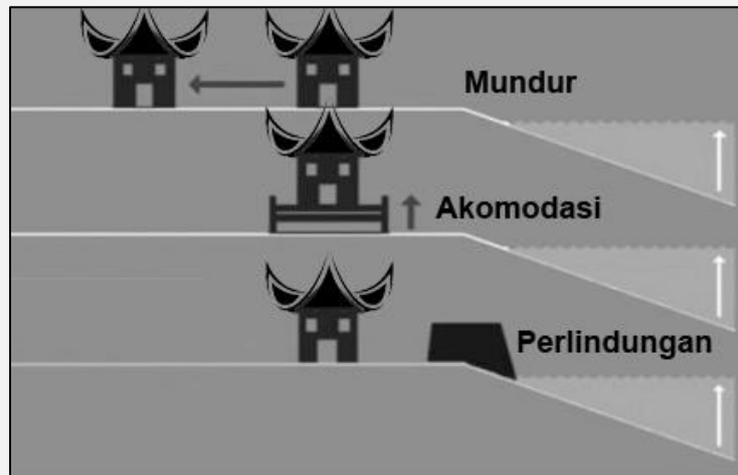
Adaptasi zona pesisir terhadap perubahan iklim dipertimbangkan di sini secara khusus, tetapi penyesuaian sistem pesisir alam dan manusia terhadap perubahan global kumulatif dan interaksi serta sinergi antara kedua proses penyesuaian juga akan dibahas. Adaptasi adalah proses dinamis dan berkesinambungan yang berupaya menjawab tantangan yang ditimbulkan di tingkat lokal oleh iklim yang sedang dalam proses perubahan. Ini harus dipahami sebagai kebijakan transisi dalam jangka panjang, dirumuskan secara siklikal dengan elaborasi studi tentang dampak dan kerentanan, berdasarkan skenario iklim regional, strategi adaptasi, dan akhirnya program pemantauan dan evaluasi. Pengulangan siklus memungkinkan proses adaptasi diperbarui dan diterapkan dengan penggabungan pengetahuan ilmiah baru, metodologi baru, dan teknologi baru.

Pilihan adaptasi utama dapat diatur menjadi tiga kategori utama: opsi kelembagaan dan sosial, opsi teknologi yang didukung oleh teknik, dan opsi adaptasi berbasis ekosistem. Opsi kelembagaan meliputi instrumen keuangan, asuransi, undang-undang, regulasi, rencana, program, dan partisipasi pemangku kepentingan dalam pengambilan keputusan. Kompleksitas adaptasi zona pesisir terhadap perubahan iklim menyiratkan bahwa pemilihan opsi sangat dipengaruhi oleh tingkat pendidikan dan budaya serta kohesi sosial penduduk pesisir. Jangkauan berbagi informasi dan kesadaran tentang kerentanan zona pesisir terhadap perubahan iklim di antara masyarakat lokal dan pemangku kepentingan, dan juga perolehan pengetahuan mendalam tentang berbagai pilihan adaptasi merupakan persyaratan penting untuk mengembangkan proses adaptasi yang berhasil di tingkat daerah (Schmidt et al., 2013). Adaptasi berbasis ekosistem menggunakan potensi kontribusi keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem (misalnya ekosistem bukit pasir, lahan basah, terumbu karang dan bakau) untuk mengembangkan strategi adaptasi. Dengan bertindak selaras dengan alam dan dengan memilih opsi ekologi, kita memiliki lebih banyak kesempatan untuk mengembangkan adaptasi yang selaras dengan dinamika zona pesisir yang kompleks. Klasifikasi strategi adaptasi pesisir yang terdiri dari trilogi mundur, akomodasi dan perlindungan sekarang banyak digunakan. Hal ini seperti terlihat pada Gambar 2.

Mundur adalah strategi untuk mengelola posisi aktivitas pinggir pantai dan penataan kembali garis pantai serta migrasi ekosistem pesisir ke daratan agar tidak terlalu rentan terhadap erosi dan peningkatan permukaan air laut. Untuk seluruh aktivitas penduduk dan lebih khusus lagi untuk penduduk yang tinggal di zona pesisir, mundur adalah strategi ekstrim yang hanya berlaku jika semua pilihan lain menjadi tidak mungkin.

Keistimewaan akomodasi adalah perubahan aktivitas pesisir manusia dan adaptasi fleksibel dari lingkungan dan infrastruktur binaan, seperti adaptasi bangunan agar lebih tahan terhadap efek kenaikan permukaan air laut, pencabutan jembatan dan infrastruktur transportasi lainnya, pembangunan tempat penampungan banjir, pemeriksaan banjir dan penerapan sistem peringatan banjir untuk kejadian cuaca ekstrim yang mengarah ke nilai ekstrim dari permukaan laut. Strategi ini juga terdiri dari adaptasi perencanaan penggunaan lahan untuk mengurangi risiko banjir dan pengembangan program asuransi baru. Ini juga

termasuk pertanian tahan banjir menggunakan tanaman yang mentolerir tingkat salinitas tinggi. Akomodasi mendukung fleksibilitas dan evaluasi langkah-langkah adaptasi, dengan mempertimbangkan ketidakpastian dan informasi tambahan di masa mendatang tentang evolusi kerentanan.



Gambar 2. Tiga strategi adaptasi untuk aktivitas pinggir pantai (Modifikasi dari : Monaco & Prouzet, 2014)

Perlindungan terdiri dari memajukan atau menahan garis pantai dengan menggunakan berbagai pilihan, seperti penambahan pasir pantai dan bukit pasir/gumuk, restorasi ekosistem dan pembangunan struktur pertahanan pantai yang keras. Ini bisa berupa tembok laut, tanggul laut, groin, dan penghalang gelombang badai. Meskipun tanggul laut bertujuan untuk menahan garis pantai dan untuk menghindari banjir atau tenggelamnya dataran rendah, struktur melintang menahan sebagian sedimen yang bergerak sejajar dengan pantai. Opsi rekayasa keras pada umumnya relatif mahal, rumit, dan memiliki masa pakai terbatas. Perencanaan opsi-opsi tersebut harus mempertimbangkan ketidakpastian yang terkait dengan skenario sosial-ekonomi dan perubahan iklim serta efek sampingnya terhadap dinamika zona pesisir lokal dan regional jangka menengah dan panjang. Pemerintah daerah provinsi maupun kota telah menggelontorkan dana yang banyak untuk pembangunan infrastruktur perlindungan bencana alam di Kota Padang (Prayitno, 2015).



Gambar 3. Groin sebagai perlindungan garis Pantai di Sumatera Barat (Sumber: Prayitno, 2015)

Adaptasi zona pesisir terhadap perubahan iklim merupakan proses yang cukup baru yang tidak terisolasi tetapi harus terintegrasi dan berkontribusi untuk menyelesaikan strategi pembangunan berkelanjutan untuk zona pesisir yang sedang berlangsung. Kerangka strategis yang sangat menguntungkan adalah pengelolaan zona pesisir terpadu (ICZM), sebuah konsep yang ditetapkan pada Konferensi Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Lingkungan dan Pembangunan di Rio de Janeiro pada tahun 1992 dan KTT Dunia Johannesburg tentang Pembangunan Berkelanjutan pada tahun 2002. Strategi ini akan dirinci dan dibahas secara luas dalam volume berikut dari koleksi *Seas & Oceans*. ICZM adalah proses pengelolaan yang dinamis, berulang, kelembagaan dan berjangka panjang, yang mengintegrasikan berbagai kegiatan pesisir, sektor sosial ekonomi dan pemangku kepentingan - lembaga, lembaga swadaya masyarakat, masyarakat pesisir, pelaku usaha dan pakar ilmu - dengan tujuan pemanfaatan sumber daya pesisir secara berkelanjutan. Integrasi adaptasi terhadap perubahan iklim dalam ICZM difasilitasi oleh kerangka kelembagaannya, yang melibatkan beragam sektor sosial ekonomi, dan oleh perspektif jangka panjangnya. Perbedaan utama dalam proses adaptasi jika dibandingkan dengan ICZM adalah ketidakpastian yang lebih besar dan cakrawala waktu yang jauh lebih luas (Tobey et al., 2010).

Pelaksanaan ICZM di seluruh dunia terbukti sulit dan keberhasilannya masih terbatas. Di Eropa, kesulitan utama diakibatkan oleh kompleksitas dan keragaman undang-undang yang mengatur kawasan pesisir, dari tidak adanya pendanaan yang berkelanjutan di beberapa negara dan dari rendahnya partisipasi pemangku kepentingan, pelaku bisnis dan warga dalam proses pengelolaan terintegrasi (Shipman & Stojanovic, 2007).

Untuk pelaksanaan ICZM di Kota Padang perlu dilaksanakan pembangunan berdasarkan rencana tata kota yang memperhatikan dampak dan adaptasi kerentanan pesisir. Karena di lapangan masih banyak bangunan-bangunan atau aktivitas penduduk yang kurang memperhatikan kesesuaian lahan bagi pembangunan yang berkelanjutan (Hermon et al., 2018).

KESIMPULAN

Kerentanan wilayah pesisir telah menjadikan Kota Padang sebagai wilayah yang terkena dampak perubahan cuaca ekstrim dan gempa bumi yang muncul secara periodik. Untuk itu diperlukan strategi adaptasi yang tepat agar pembangunan di Kota Padang dapat berlangsung secara berkelanjutan. Strategi adaptasi yang muncul saat ini adalah berupa perlindungan garis pantai yang memerlukan infrastruktur keras dan biaya yang relatif mahal. Perencanaan tata ruang yang tepat, dengan memperhatikan pelaksanaan ICZM akan membantu pihak pemerintah daerah Kota Padang dalam melaksanakan pembangunan yang lenting terhadap bencana alam yang terjadi di wilayah pesisir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini adalah salah satu output dalam kegiatan riset Rekomendasi Mitigasi Adaptasi Kebencanaan Pesisir dan Laut, Pusat Riset Kelautan 2021. Terima kasih kepada Dr. Tubagus Solehuddin Sebagai Penanggung Jawab Output, Kepala Loka Riset Sumber Daya dan Kerentanan Pesisir (LRSDKP) – Bungus, Kota Padang, Rekan-rekan peneliti, teknisi dan administrasi yang terlibat pada kegiatan riset Kerentanan Pesisir di Kawasan Timur Sumatera Berdasarkan Karakteristik dan Geodinamika Pantai. Juga kepada Dewan redaksi dan editor *Indonesian Journal of Earth Sciences* yang telah memberikan kesempatan untuk menerbitkan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

GAR, (2011), *Global Assessment report on Disaster Risk Reduction 2011: Revealing Risk, Redefining Development*, UNISDR.

- Grinsted A., Moore J.C., Jevrejeva S., (2012), Homogeneous record of Atlantic hurricane surge threat since 1923, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 109(48), 19601-19605. [[CrossRef](#)]
- Grinsted A., Moore J.C., Jevrejeva S., (2013), Projected Atlantic hurricane surge threat from rising temperatures, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 110(14), 5369-5373. [[CrossRef](#)]
- Hermon D., Putra A., Oktorie O., (2018), Suitability Evaluation Of Space Utilization Based On Enviromental Sustainability At The Coastal Area of Bungus Bay In Padang City Indonesia, *International Journal of GEOMATE*, 14(41), 193-202. [[CrossRef](#)]
- IPCC, (2013), Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers*.
- Kemp, A. C., Horton, B. P., Donnelly, J. P., Mann, M. E., Vermeer, M., Rahmstorf, S. (2011), Climate related sea-level variations over the past two millennia, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 108 (27), 11017-11022. [[CrossRef](#)]
- Knutson T.R., McBride J. L., Chan J., Emanuel K., Holland G., Landsea C., Held I., Kossin J.P., Srivastava A. K., Sugi M., (2010), Tropical cyclones and climate change, *Nature Geoscience*, vol. 3, 157-163. [[CrossRef](#)]
- Kompas (2020), Hujan Deras, Banjir Hantam 5 Kecamatan di Padang, 500 Rumah Terendam, <https://regional.kompas.com/read/2020/09/23/18072701/hujan-deras-banjir-hantam-5-kecamatan-di-padang-500-rumah-terendam>, diakses pada tanggal 20 Februari 2021
- LRSDKP, (2011), <https://www.siapdi-share.com/data/kerentanan-data/kerentanan-2011/50-peta-indeks-kerentanan-pesisir-kota-padang>, diakses pada tanggal 20 Februari 2021
- Monaco A. & Prouzet P., (2014), *Vulnerability of Coastal Ecosystems and Adaptation*, John Wiley & Sons, Inc., USA, 338 p.
- Nurifdinsyah J. & Eriza M., (2012), Pengelolaan Lingkungan Pesisir Dengan Pendekatan Pemanfaatan Ruang Berkelanjutan (Studi Kasus Di Pesisir Kota Padang – Sumatera Barat). Makalah. Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Bung Hatta, Padang, 10 hlm.
- Purbani D., Ardiansyah, Harris M.P., Salim H.L., Ramdhan M., Yulius, Prihantono J., Dewi L.C., (2015), Analisis Sistem Informasi Geografis (SIG) Dalam Penentuan Jalur Evakuasi, Tempat Evakuasi Sementara (TES) Beserta Kapasitasnya di Kota Pariaman, *J Segara*, 11(1), 49-59. [[CrossRef](#)]
- Prayitno I, (2015), Pembangunan Pengendalian Banjir dan Pengamanan Pantai Berkelanjutan, <http://irwan-prayitno.com/2015/06/pembangunan-pengendalian-banjir-pengamanan-pantai-berkelanjutan/>, diakses pada tanggal 20 Februari 2021
- Ramdhan M., Husrin S., Sudirman N., Tanto T.A., (2012), Pemetaan indeks kerentanan pesisir terhadap perubahan iklim di Sumatera Barat dan sekitarnya, *J Segara*, 8(2), 107-115. [[CrossRef](#)]

- Schmidt L., Delicado A., Gomes C., (2013), Change in the way we live and plan the coast: stakeholders discussions on future scenarios and adaptive strategies, in CONLEY D.C., et al., (eds.), *Journal of Coastal Research*, No. 65, 1033-1038. [[CrossRef](#)]
- Shipman B. & Stojanovic T.,(2007), Facts, fictions, and failures of integrated coastal zone management in Europe, *J Coastal Management*, 35(2), 375-398. [[CrossRef](#)]
- Soendari T., (2012), *Metode Penelitian Deskriptif, Modul Perkuliahan, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung*, 25 hlm.
- Tobey J., Rubinoff P., Robadue Jr. D., (2010), Practicing coastal adaptation to climate change: lessons from integrated coastal management, *J Coastal Management*, vol. 38, pp. 317-335. [[CrossRef](#)]
- Vafeidis A., Neumann B., Zimmermann J., Nicholls, R.J., (2011), "MR9: analysis of land area and population in the low-elevation coastal zone (LECZ)", Review in Commission of the Foresight Project "Migration and Global Environmental Change".
- Webster P. J., Holland G. J., Curry J. A., Chang H.R., (2005), Changes in cyclone number, duration, and intensity in a warming climate, *Science*, vol. 309, 1844-1846. [[CrossRef](#)]



© 2021 by the authors. Licensee MO.RI, Deli Serdang, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).