

ISBN

MONOGRAPH

# STRATEGI MANAJEMEN MITIGASI BENCANA PESISIR PANTAI TIMUR SUMATERA UTARA

PROF. IR. BHAKTI ALAMSYAH, M.T., Ph.D

Dr. CUT NURAINI, S.T., M.T.

Dr. KUSWANDI, S.T., M.T

BAMBANG SUWARNO, S.E., M.M

**PENERBIT UNPRIPRESS**

Jl. Belanga No.1, Sei Putih Tengah  
Medan Petisah, Medan - 20118

PROF. IR. BHAKTI ALAMSYAH, M.T., Ph.D  
Dr. CUT NURAINI, S.T., M.T.  
Dr. KUSWANDI, S.T., M.T  
BAMBANG SUWARNO, S.E., M.M

STRATEGI MANAJEMEN MITIGASI  
BENCANA PESISIR PANTAI TIMUR  
SUMATERA UTARA



# STRATEGI MANAJEMEN MITIGASI BENCANA PESISIR PANTAI TIMUR SUMATERA UTARA

Oleh:

**Prof. Ir. Bhakti Alamsyah, M.T., Ph.D**

**Dr. Cut Nuraini, S.T., M.T.**

**Dr. Kuswandi, S.T., M.T**

**Bambang Suwarno, S.E., M.M**

Hak Cipta © 2022 pada Penulis

Manajer Produk :  
Editor :  
Setting : Bambang Suwarno  
Desain Cover : Bambang Suwarno  
Korektor :

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan Sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopi, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

Diterbitkan oleh

UNPRIPRESS

ANGGOTA IKAPI: 041/Anggota Luar Biasa/SUT/2020

Redaksi Jl. Sampul No. 4. Simp. Ayahanda, Medan

Edisi I, Cetakan I: 2022

Xii + 300 hlm.; 16 x 24

ISBN

## KATA SAMBUTAN



Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM), dalam hal ini Tim LPPM Universitas Pembangunan Panca Budi Medan, telah mengevaluasi kegiatan penulisan buku monografi ini sebagai bentuk dari kegiatan penelitian sebagai Output/Hasil Luaran dari Penelitian Dasar Kompetitif Nasional (PDKN) 2022.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi -tingginya kepada penulis yang telah menyelesaikan penelitian yang diterbitkannya dalam sebuah buku monograf yang berjudul: “STRATEGI MANAJEMEN MITIGASI BENCANA PESISIR PANTAI TIMUR SUMATERA UTARA “, sehingga dapat bermanfaat sebagai referensi pada penelitian berikutnya.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peneliti, kami ucapkan selamat berkarya dan berinovasi dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik - baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu apabila ada saran dan kritik tentunya hendaknya dijadikan motivasi buat peneliti untuk meningkatkan karya ilmiahnya dalam penelitian ini.

Medan,

November 2022

TIM LPPM

Universitas Pembangunan Panca Budi

## KATA PENGANTAR



Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan penulisan buku dalam bentuk monograf yang berjudul “Strategi Manajemen Mitigasi Bencana Pesisir Pantai Timur Sumatera Utara “.

Buku Monograf ini merupakan suatu penelitian sebuah studi dalam mengidentifikasi potensi dan manajemen pencegahan bencana kenaikan permukaan air laut disepanjang pantai timur Sumatera Utara. Berisi enam tulisan judul yang terbagi dari Bab 1 sampai dengan Bab 6 yang bisa dibaca secara terpisah namun saling berkaitan satu sama lain. Buku ini membahas dan mengetahui tingkat kerentanan desa-desa di pesisir Pantai timur Sumatera Utara terhadap kenaikan permukaan air laut. Adapun Sasaran penelitian ini antara lain: mengidentifikasi wilayah rentan di pesisir Pantai timur Sumatera Utara terhadap kenaikan permukaan laut, ditinjau dari faktor fisik dan sosial- ekonomi dan akan menyediakan peta kerentanan terhadap kenaikan muka laut untuk wilayah pesisir Pantai timur Sumatera Utara.

Penulis menyadari bahwa penulis memiliki banyak keterbatasan kemampuan dan waktu, untuk itu saran dan kritik terhadap buku ini sangat penulis harapkan guna menyempurnakan buku ini.

Medan, November 2022

Team Penulis,

# DAFTAR ISI



KATA SAMBUTAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR GRAFIK.....	ix
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN .....	1
BAB 2 .....	6
METODELOGI PENELITIAN .....	6
A. Metode Penelitian .....	6
B. Pengumpulan Data .....	6
C. Pengolahan Data .....	7
D. Analisa Kerentanan .....	7
E. Analisa Seseitivitas .....	7
BAB 3.....	9
HASIL PENELITIAN.....	9
A. KARAKTERISTIK DAERAH PESISIR PANTAI TIMUR SUMATERA UTARA SEBAGAI DAERAH PENELITIAN .....	9
Profil Wilayah Penelitian .....	9
1. Luas Wilayah dan Batas Wilayah Administrasi.....	10
2. Letak dan Kondisi Geografis.....	12
3. Topografi .....	14
4. Geologi.....	15

5. Hidrologi.....	15
6. Klimatologi.....	16
7. Kawasan Rawan Bencana di Provinsi Sumatera Utara.....	17
<b>B. STRATEGI MANAJEMEN MITIGASI BENCANA DI WILAYAH PESISIR PANTAI SUMATERA UTARA .....</b>	<b>21</b>
1. Pengelolaan Wilayah Pesisir .....	21
2. Tipologi Ekosistem Pesisir Dan Interaksinya .....	28
3. Pedoman Mitigasi Bencana Alam di Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil .....	32
4. Strategi Mitigasi Bencana Alam di Wilayah Pesisir .....	34
5. Pendekatan Pengelolaan Pesisir Terpadu.....	35
6. Bencana Erosi Pantai.....	39
<b>C. POLA HIDROOSEANOGRAFI SELAT MALAKA TERHADAP PESISIR TIMUR SUMATERA UTARA.....</b>	<b>43</b>
1. Kenaikan Muka Air Laut Global.....	43
2. Hidro-Oseanografi Pantai timur Sumatera Utara.....	48
<b>BAB 4 .....</b>	<b>51</b>
<b>ANALISIS PEMBAHASAN.....</b>	<b>51</b>
<b>A. ANALISIS JANGKAUAN KERAWANAN.....</b>	<b>51</b>
<b>BENCANA BANJIR DAN ROB AKIBAT PERUBAHAN IKLIM .....</b>	<b>51</b>
<b>B. ANALISIS KERENTANAN BENCANA BANJIR DAN ROB AKIBAT PERUBAHAN IKLIM DI BELAWAN.....</b>	<b>54</b>
Analisis Kerentanan Fisik.....	56
Analisis Kerentanan Sosial Ekonomi.....	57
Analisis Kepadatan Penduduk.....	58
Analisis Persentase Penduduk Usia Balita dan Usia Tua.....	59
Analisis Persentase Wanita.....	60
Analisis Tingkat Kemiskinan .....	60
Analisis Kerentanan Lingkungan .....	61

BAB 5 .....	62
PENUTUP.....	62
A. KESIMPULAN .....	62
B. SARAN DAN MASUKAN .....	63
DAFTAR PUSTAKA .....	64
BUKU .....	64
JOURNAL .....	65
GLOSARIUM.....	70
APENDIKS.....	77
BIO DATA PENULIS .....	79
Prof. Ir. Bhakti Alamsyah M.T., Ph.D.....	79
Dr. Cut Nuraini, S.T., M.T.....	80
Dr. Kuswandi, S.T., M.T.....	81
Bambang Suwarno S.E., M.M., CIQaR, CIQnR.....	82



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Luas Wilayah Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2020 .....	11
Tabel 2. Tinggi Muka Air Laut Akibat Pasang di Belawan .....	48
Tabel 3. Tinggi Muka Air Laut Akibat Pasang, Tanjung Tiram, Batu Bara .....	49
Tabel 4. Tinggi Muka Air Laut Akibat Pasang, Panai, Labuhan Batu Selatan .....	50
Tabel 5. Kerentanan Aspek Ekonomi Di Kec. Medan Belawan .....	58
Tabel 6. Kepadatan Penduduk Kec. Medan Belawan .....	58
Tabel 7. Kerentanan Hutan Terdampak.....	61



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Penetapan Kawasan Lindung Pantai Pesisir Timur Sumatera Utara.....	2
Gambar 2. Peta Laut Sumatera Utara.....	12
Gambar 3. Titik Pengamatan Muka Air Laut Pantai Timur Sumatera .....	45
Gambar 4. Tinggi Muka Air Pasang Surut Pantai timur Sumatera Utara .....	50
Gambar 5. Skenario Genangan Kawasan Belawan Akibat Muka Air Pasang - A. Kondisi Sebelum Genangan .....	51
Gambar 6. Skenario Genangan Kawasan Belawan Akibat Muka Air Pasang - B. Genangan Akibat Air Pasang .....	52
Gambar 7. Kawasan Tergenang di Belawan Bahari.....	52
Gambar 8. Kawasan Tergenang di Belawan I.....	53
Gambar 9. Kawasan Tergenang di Belawan II.....	53
Gambar 10. Kawasan Tergenang di Belawan Bahagia .....	54
Gambar 11. Kepadatan Bangunan Dan Masyarakat di Kawasan Rawan Genangan Banjir Akibat Pasang Air Laut Di Belawan .....	59

## DAFTAR GRAFIK



Grafik 1. Catatan & Prediksi Tinggi Muka Air laut Global .....	44
Grafik 2. Kenaikan Muka Air Laut Saat Ini .....	44
Grafik 3. Kenaikan Muka Air Laut - Pulau Pinang, Malaysia.....	46
Grafik 4. Kenaikan Muka Air Laut - Lumut, Malaysia .....	46
Grafik 5. Kenaikan Muka Air Laut - Pelabuhan Kelang, Malaysia .	47
Grafik 6. Kenaikan Muka Air Laut - Tanjung Keling, Malaysia .....	47
Grafik 7. Kenaikan Muka Air Laut - Bitung II, Indonesia.....	48
Grafik 8. Tinggi Muka Air Laut Pasang Surut - Belawan, Medan ..	49
Grafik 9. Tinggi Muka Air Pasang Surut, Tanjung Tiram, Batu Bara .....	49
Grafik 10. Tinggi Muka Air Pasang Surut, Panai, Labuhan Batu ...	50
Grafik 11. Kerentanan Bencana Banjir dan Rob di Belawan. A. Persentase Luas Kawasan Terdampak per Kelurahan .....	55
Grafik 12. Kerentanan Bencana Banjir dan Rob di Belawan. B. Luas Genangan Akibat Banjir < 1m .....	55
Grafik 13. Kawasan Fasilitas Umum Mengalami Dampak Akibat Air Pasang di Belawan.....	56
Grafik 14. Kawasan Bangunan Mengalami Dampak Akibat Air Pasang di Belawan.....	57
Grafik 15. Persentase Ujisa Balita Dan Lanjut Usia Terhadap Kerentanan Terdampak Banjir ROB.....	59
Grafik 16. Persentase Kerentanan Wanita Terdampak Banjir ROB .....	60
Grafik 17. Persentase Masyarakat Miskin Terdampak Banjir ROB	60

# BAB 1

## PENDAHULUAN

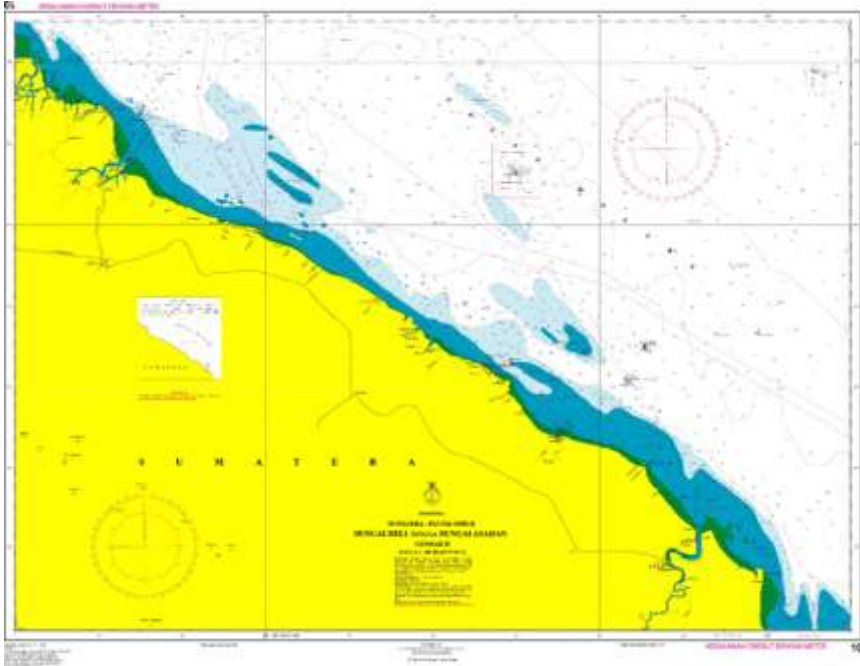


Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari 17.508 pulau, dengan garis pantai sepanjang 81.000 km dan luas laut 62 % dari luas teritorialnya dan wilayah pesisir merupakan daerah yang terpadat penduduknya. Ada sekitar 140 juta jiwa atau 60% penduduk yang tinggal di wilayah pesisir (DKP, 2008). Kondisi ini menjadikan banyak daerah di Indonesia akan sangat dipengaruhi oleh fenomena-fenomena alam dari laut seperti perubahan iklim, dan kenaikan permukaan laut, khususnya wilayah pesisir karena berbatasan langsung dengan laut.

Wilayah pesisir merupakan kawasan lingkungan yang berlimpah sumberdaya hayati maupun non hayati. Intensitas pemanfaatan wilayah ini juga tinggi yang digunakan diantaranya sebagai pemukiman, budidaya perikanan, pertanian dan pariwisata. Tingginya intensitas pemanfaatan serta kurangnya kesadaran dalam pelestarian alam akan mengakibatkan dampak negatif terhadap kondisi fisik maupun sosial wilayah ini sehingga mempengaruhi kerentanannya. Dampak dari perkembangan penduduk di wilayah yaitu terjadinya alih fungsi hutan mangrove menjadi pemukiman, pertambangan, pertanian, infrastruktur laut, tempat pendaratan ikan, pelabuhan, maupun industri.

Indonesia merupakan salah satu negara asia yang cukup rawan terhadap ancaman berbagai bencana alam seperti gempa, gunung api, banjir, tanah longsor, kekeringan dan angin badai. Seperti diketahui, Indonesia juga merupakan negara rawan terhadap bencana gempa besar karena wilayah Indonesia sebagian besar terletak pada jalur gempa bumi aktif di dunia akibat pertemuan tiga lempeng tektonik (lempeng samudera Indo-Australia, lempeng Benua

Eurasia dan Lempeng Samudera Pasifik). Berdasarkan peta zonasi kegempaan Indonesia, sekitar 290 kota atau sekitar 60% dari 481 kota di Indonesia berada di daerah rawan gempa, sebagian besar kota terletak di wilayah pesisir pada jalur wilayah yang cukup rawan terhadap gempa dan pengaruhnya seperti gelombang tsunami, erosi dan lain-lain (Dirjen. Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil DKP).



Gambar 1. Penetapan Kawasan Lindung Pantai Pesisir Timur Sumatera Utara

Dilihat dari potensi ancaman bencana alam, wilayah pesisir mempunyai potensi yang cukup besar terhadap ancaman bahaya dari bencana alam. Hal ini diperburuk dengan situasi dan kondisi yang cukup rentan akibat dari kompleksitas pertumbuhan kota maupun wilayah di daerah pesisir yang seringkali banyak mengabaikan atau tidak memperhatikan unsur-unsur mitigasi bencana alam dalam proses pembangunannya, demi tercipta lingkungan binaan yang aman dari bencana. Sedangkan untuk wilayah pulau-pulau kecil kondisi kerentanan maupun kesiapan wilayah dalam menghadapi

bencana alam menunjukkan level yang tidak lebih baik dilihat dari faktor upaya keselamatan.

Menurut Dinas Kehutanan provinsi Sumatera Utara, bahwa luas hutan mangrover di pesisir pantai timur Sumatera Utara sudah semakin kritis. Kondisi ini diperparah dengan kecenderungan naiknya permukaan laut yang disebabkan oleh faktor-faktor: perubahan iklim, gelombang esktrim, dan adanya dampak pemanasan global, walaupun hingga saat ini belum diketahui seberapa besar pengaruh pemanasan global terhadap naiknya permukaan laut.

Selat Malaka yang berhadapan langsung dengan wilayah pesisir timur Sumatera Utara memiliki Panjang 545 km. Wilayah ini dikelompokkan menjadi dua wilayah, yaitu: wilayah *up-land* dan wilayah *low-land*. Wilayah *up-land* terdapat pada daerah Kota Medan, Kota Tanjung Balai, Kabupaten Langkat, Kabupaten Labuhan Batu, Kabupaten Deli Serdang dan Kabupaten Serdang bedagai. Daerah ini memiliki kawasan hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) yang merupakan daerah belakang yang berpengaruh terhadap ekosistem kawasan di bawahnya kawasan pantai pesisir hingga laut. Kemudian daerah yang termasuk *low-land* di pantai timur Sumatera Utara ada di Daerah Aliran Sungai DAS yang masih dipengaruhi oleh pasang surut pada ke-enam kabupaten kota tersebut sampai 4 mil ke arah laut.

Dengan luas kawasan Pantai timur Sumatera Utara sebesar 43.133,44 km<sup>2</sup>, maka kawasan ini memiliki hamparan mangrove yang sangat luas yang membujur dari daerah pantai utara sampai pantai timur Sumatera Utara ke daerah pantai selatan Kabupaten Labuhan Batu dengan ketebalan yang bervariasi antara 50-150 meter. Keadaan fisik pantai berpasir sangat dipengaruhi oleh gerakan ombak sehingga mempengaruhi pembentukan ukuran partikel. Sebagai pantai berpasir didaerah pantai di kawasan pantai timur Sumatera Utara didominasi oleh pantai berpasir, baik pasir

kwarsa maupun feldspar. Namun perubahan iklim yang dipicu oleh pemanasan global dapat mengakibatkan adanya ancaman gelombang ekstim, yang nantinya akan menimbulkan kerawanan bencana di wilayah pesisir terutama untuk wilayah pesisir pantai timur Sumatera Utara yang relatif datar dan padat penduduknya.

Beberapa tindakan dapat dilakukan untuk penanganan bencana antara lain tindakan pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan, dan penanggulangan kedaruratan (UU No.24 Tahun 2007). Titik berat tindakan yang dapat dilakukan pra-bencana yakni tindakan mitigasi bencana. Secara spesifik mitigasi bencana wilayah pesisir yakni upaya untuk mengurangi risiko bencana secara struktur atau fisik melalui pembangunan fisik alami dan atau buatan maupun nonstruktur atau nonfisik melalui peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil (UU No.27 Tahun 2007).

Satu faktor penting yang harus dianalisis dalam upaya mitigasi bencana yakni penilaian kerentanan wilayah terhadap bencana yang akan terjadi. Kerentanan ditujukan pada upaya mengidentifikasi dampak terjadinya bencana berupa jatuhnya korban jiwa maupun kerugian ekonomi dalam jangka pendek yang terdiri dari hancurnya infrastruktur permukiman, sarana dan prasarana serta bangunan lainnya, maupun kerugian ekonomi jangka panjang berupa terganggunya roda perekonomian akibat trauma maupun kerusakan sumber daya alam lainnya. Analisis kerentanan ditekankan pada kondisi fisik kawasan dan dampak kondisi sosial ekonomi masyarakat lokal (Diposaptono, 2009).

Menurut Siti Irene Astuti Dwiningrum, dkk (2020) dalam penanganan terhadap risiko bencana belum dilakukan secara optimal. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia sebagai daerah rawan bencana masih memiliki dua masalah utama: 1) Masih rendahnya kinerja penanganan bencana; 2) Masih rendahnya perhatian perlunya pengurangan risiko bencana. Dua persoalan

tersebut menjadi tantangan bagi bangsa Indonesia untuk secara serius mampu merancang penanganan risiko bencana secara kreatif dan proaktif.

Untuk mendesain program-program penanganan bencana diperlukan perubahan paradigma penanganan bencana di Indonesia. Perubahan paradigma penanganan bencana di Indonesia saat ini memerlukan beberapa pemikiran antara lain:

1. Penanganan bencana tidak lagi menekankan pada aspek tanggap darurat, tetapi menekankan pada keseluruhan manajemen risiko.
2. Perlindungan masyarakat dari ancaman bencana oleh pemerintah merupakan wujud dari perlindungan sebagai hak asasi rakyat, dan bukan semata-mata karena kewajiban pemerintah.
3. Penanganan bencana bukan lagi semata-mata tanggung jawab pemerintah tetapi juga menjadi urusan bersama masyarakat.

Karena akan terjadi penanggulangan bencana yang pasti akan membutuhkan mitigasi yang kuat, baik terkait aspek material maupun non-material. Dalam konteks ini, mitigasi bencana yang bersifat struktural dan non struktural harus dibangun secara sinergis agar hasilnya lebih optimal dalam meredam dampak bencana. Oleh karena itu, tulisan ini akan menjelaskan tentang untuk mengetahui tingkat kerentanan desa-desa di pesisir pantai timur Sumatera Utara terhadap kenaikan muka laut. Adapun Sasaran penelitian ini antara lain: mengidentifikasi wilayah rentan di pesisir pantai timur Sumatera Utara terhadap kenaikan muka laut, ditinjau dari faktor fisik dan sosial-ekonomi dan akan menyediakan peta kerentanan terhadap kenaikan muka laut untuk wilayah pesisir pantai timur Sumatera Utara



## BAB 2

# METODELOGI PENELITIAN



### A. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan Modifikasi Model Kerentanan menurut Cutter (1996), dimana faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kerentanan terhadap kenaikan muka laut tersebut dikelompokkan menjadi dua kelompok variabel kerentanan yaitu: variabel fisik, dan variabel sosial-ekonomi. Kemudian dianalisa untuk mendapatkan kerentanan tempat secara keseluruhan (kerentanan wilayah). Gelombang dan pasang surut adalah merupakan indikator kerentanan dari sisi ancaman kenaikan permukaan air laut, semakin tinggi kenaikan permukaan air laut akibat kedua faktor tersebut akan semakin rentan karena wilayah yang terendam semakin luas. Sedangkan faktor lainnya adalah merupakan indikator kerentanan dari sisi aset (kondisi eksisting di wilayah penelitian).

### B. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini dikumpulkan dan dipilih berdasarkan pertimbangan: ketersediaan data, dapat mewakili variabel-variabel penelitian yang dimaksud, dan terukur. Data ini terdiri dari data yang bersifat keruangan dan data yang bersifat statistic (tabulasi), antara lain data gelombang, data pasang surut, data kemiringan, elevasi, dan tutupan lahan, data kependudukan, data tenaga dan fasilitas kesehatan, data nelayan.

### C. Pengolahan Data

Setelah data terkumpul dilakukan pengolahan data dengan menggunakan teknologi **Sistem Informasi Geografis (SIG)** baik sebagai alat bantu maupun pemrosesan data serta penyajian peta. Selain digunakan teknologi SIG untuk melakukan pengolahan data, dalam penelitian ini juga digunakan pengolah data pasang surut berbasis kuadrat terkecil (*least square metode*). Ada dua kelompok variabel yang digunakan yaitu kelompok fisik dan sosial-ekonomi. Agar dapat diintegrasikan secara spasial maka kedua kelompok data tersebut harus diolah dan dispasialkan terlebih dahulu.

### D. Analisa Kerentanan

Analisa kerentanan dilakukan menggunakan metode tumpang susun dan penentuan indek kerentanan. Tumpang susun dilakukan setelah seluruh data telah ditransformasi menjadi data keruangan dan memiliki kriteria serta dipetakan berdasarkan subvariabel yang dipilih hingga dihasilkan peta kerentanan subvariabel tertentu. Hasilnya adalah berupa peta kerentanan wilayah studi sesuai dengan variabel yang telah ditentukan yaitu Peta Kerentanan Fisik dan Peta Kerentanan Sosial-Ekonomi. Peta Kerentanan Daerah Penelitian, dibuat berdasarkan *Site Vulnerability Index* (SVI). Setelah diperoleh Peta Kerentanan Daerah Penelitian diklasifikasikan menjadi lima kelas kerentanan berdasarkan indek kerentanannya dari yang paling rentan hingga tidak rentan.

### E. Analisa Sensitiveitas

Untuk mengetahui kontribusi tiap subvariabel terhadap kerentanan dilakukan Analisa sensitivitas **Map Removal Sensitivity Analysis** (MRSA) yaitu analisa untuk mengukur, mengevaluasi sensitivitas dari faktor-faktor kerentanan. Sub-variabel yang paling sensitive menunjukkan kontribusi tertinggi dibanding subvariabel

lainnya. Analisa sensitivitas MRSA dilakukan dengan menghilangkan satu demi satu subvariabel yang digunakan dan dihitung variasi indeks pada setiap pengurangan tersebut, tujuannya adalah untuk mengevaluasi sensitivitas peta kerentanan dari tiap subvariabel. Perhitungan variasi indeks (S) tersebut dilakukan untuk setiap wilayah penelitian dimaksud.



## BAB 3

### HASIL PENELITIAN

#### A. KARAKTERISTIK DAERAH PESISIR PANTAI TIMUR SUMATERA UTARA SEBAGAI DAERAH PENELITIAN

##### Profil Wilayah Penelitian

Letak geografis Propinsi Sumatera Utara antara 1°- 4° LU dan 98° - 100° BT, berbatasan dengan Propinsi Nanggroe Aceh Darussalam (NAD) disebelah utara, berbatasan dengan Propinsi Sumatera Barat dan Propinsi Riau disebelah selatan. Pantai Barat Sumatera Utara berhadapan langsung dengan Samudera Hindia, sedangkan Pantai Timur berhadapan langsung dengan Selat Malaka. Luas area wilayah Propinsi Sumatera Utara adalah 711.680 km<sup>2</sup> yang merupakan 3,72% dari luas wilayah Indonesia. Pantai timur Sumatera Utara memiliki garis pantai sepanjang 545 km.

Wilayah pesisir timur Sumatera Utara terdiri dari 7 Kabupaten/Kota, yaitu: Kabupaten Langkat, Kota Medan, Kota Tanjung Balai, Kabupaten Asahan, Kabupaten Labuhan Batu, Kabupaten Deli Serdang dan Kabupaten Serdang Bedagai. Luas wilayah kecamatan pesisir dibagian timur Sumatera Utara adalah 43.133,44 km<sup>2</sup> yang terdiri dari 35 kecamatan pesisir dengan jumlah desa sebanyak 436 desa. Di Pantai timur Sumatera Utara hanya terdapat 6 (enam) pulau-pulau kecil (BPS SUMUT, 2021).

Pemerintah Provinsi Sumatera Utara bersama seluruh pihak yang berkepentingan, membangun Provinsi Sumatera Utara dengan tujuan utama untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat, peningkatan pelayanan umum, dan daya saing daerah secara keseluruhan, dengan memanfaatkan posisi geografi yang sangat strategis dan potensi demografi serta mengoptimalkan potensi Sumber Daya Alam (SDA), dan faktor- faktor lingkungan strategis lainnya.

Pembangunan yang telah dilaksanakan Pemerintah Provinsi Sumatera Utara selama ini telah menunjukkan pencapaian yang mengembirakan dan ditandai dengan meningkatnya berbagai indikator kesejahteraan masyarakat. Namun demikian tantangan dan permasalahan pembangunan yang dihadapi dewasa ini dan ke depan nantinya akan semakin kompleks. Oleh karena itu, perencanaan pembangunan Provinsi Sumatera Utara yang komprehensif perlu disusun dengan memperhatikan seluruh potensi, peluang dan tantangan serta permasalahan yang dihadapi oleh Sumatera Utara.

Aspek geografi Provinsi Sumatera Utara meliputi gambaran mengenai karakteristik lokasi dan wilayah, potensi pengembangan wilayah dan wilayah rawan bencana. Karakteristik lokasi dan wilayah Provinsi Sumatera Utara menggambarkan mengenai luas dan batas wilayah administrasi, letak dan kondisi geografis, topografi, geologi, hidrologi, klimatologi dan penggunaan lahan.

### **1. Luas Wilayah dan Batas Wilayah Administrasi**

Provinsi Sumatera Utara memiliki luas total sebesar kurang lebih 182.414,25 km<sup>2</sup> yang terdiri dari luas daratan sebesar kurang lebih 72.981,23 km<sup>2</sup> dan luas lautan sebesar kurang lebih 109.433,02 km<sup>2</sup>. Berdasarkan luas wilayah menurut Kabupaten/Kota di Sumatera Utara, luas wilayah terbesar adalah Kabupaten Langkat dengan luas 6.262,00 km<sup>2</sup>, atau sekitar 8,58 persen dari total luas Sumatera Utara, diikuti Kabupaten Mandailing Natal dengan luas 6.134,00 km<sup>2</sup> atau 8,40 persen, kemudian Kabupaten Tapanuli Selatan dengan luas 6.030,47 km<sup>2</sup> atau sekitar 8,26 persen, sedangkan luas wilayah terkecil adalah Kota Tebing Tinggi dengan luas 31,00 km<sup>2</sup> atau sekitar 0,04 persen. Perkembangan wilayah administrasi Provinsi Sumatera Utara mengikuti dinamika kehidupan sosial ekonomi dan perpolitikan di Indonesia. Sampai dengan akhir tahun 2017, secara administratif wilayah Provinsi Sumatera terdiri dari 25 Kabupaten dan 8 Kota, 444 Kecamatan, 5.417 Desa dan 693 Kelurahan. Selanjutnya rincian

luas wilayah Kabupaten/Kota Tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 1. Luas Wilayah Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2020

KABUPATEN/KOTA	IBUKOTA	KEC	DESA	KEL	LUAS WILAYAH (Km <sup>2</sup> )
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
01. Nias	Gido	10	170	0	1.842,51
02. Mandailing Natal	Panyabungan	23	377	27	6.134,00
03. Tapanuli Selatan	Sipirok	14	211	37	6.030,47
04. Tapanuli Tengah	Pandan	20	159	56	2.188,00
05. Tapanuli Utara	Tarutung	15	241	11	3.791,64
06. Toba Samosir	Balige	16	231	13	2.328,89
07. Labuhanbatu	Rantau Prapat	9	75	23	2.156,02
08. Asahan	Kisaran	25	177	27	3.702,21
09. Simalungun	Pamatang Raya	32	386	27	4.369,00
10. Dairi	Sidikalang	15	161	8	1.927,80
11. Karo	Kabanjahe	17	259	10	2.127,00
12. Deli Serdang	Lubuk Pakam	22	380	14	2.241,68
13. Langkat	Stabat	23	240	37	6.262,00
14. Nias Selatan	Teluk Dalam	35	459	2	1.825,20
15. Humbang Hasundutan	Dolok Sanggul	10	153	1	2.335,33
16. Pakpak Bharat	Salak	8	52	0	1.218,30
17. Samosir	Pangururan	9	128	6	2.069,05
18. Serdang Bedagai	Sei Rampah	17	237	6	1.900,22
19. Batu Bara	Limapuluh	7	141	10	922,20
20. Padang Lawas Utara	Gunung Tua	12	386	2	3.918,05
21. Padang Lawas	Sibuhuan	12	303	1	3.892,74
22. Labuhanbatu Selatan	Kota Pinang	5	52	2	3.596,00
23. Labuhanbatu Utara	Aek Kanopan	8	82	8	3.570,98
24. Nias Utara	Lotu	11	112	1	1.202,78
25. Nias Barat	Lahomi	8	105	0	473,73
26. Sibolga	Sibolga	4	0	17	41,31
27. Tanjungbalai	Tanjungbalai	6	0	31	107,83
28. Pematangsiantar	Pematangsiantar	8	0	53	55,66
29. Tebing Tinggi	Tebingtinggi	5	0	35	31,00
30. Medan	Medan	21	0	151	265,00
31. Binjai	Binjai	5	0	37	59,19
32. Padangsidimpuan	Padangsidimpuan	6	42	37	114,66
33. Gunungsitoli	Gunungsitoli	6	98	3	280,78
<b>SUMATERA UTARA</b>		<b>444</b>	<b>5417</b>	<b>693</b>	<b>72.981,23</b>

Sumber: Sumatera Utara Dalam Angka Tahun 2019/ [pid.sumutprov.go.id](http://pid.sumutprov.go.id) tahun 2019

Peta Provinsi Sumatera Utara dapat dilihat pada Gambar berikut ini:



Gambar 2. Peta Laut Sumatera Utara

Sumber: Perda No.2 Tahun 2017 tentang RTRW Provsu Tahun 2017-2037

Batas-batas wilayah Provinsi Sumatera Utara adalah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Provinsi Aceh
- Sebelah Barat : Samudera Hindia
- Sebelah Selatan : Provinsi Riau dan Provinsi Sumatera Barat
- Sebelah Timur : Selat Malaka

## 2. Letak dan Kondisi Geografis

Provinsi Sumatera Utara berada di bagian barat Indonesia, terletak pada garis  $1^{\circ}$ - $4^{\circ}$  Lintang Utara dan  $98^{\circ}$ - $100^{\circ}$  Bujur Timur.

Provinsi ini berbatasan dengan daerah perairan dan laut serta dua provinsi lain: di sebelah Utara berbatasan dengan Provinsi Aceh, di sebelah Timur dengan Negara Malaysia di Selat Malaka, di sebelah Selatan berbatasan dengan Provinsi Riau dan Sumatera Barat, dan di sebelah Barat berbatasan dengan Samudera Hindia.

Berdasarkan kondisi letak dan kondisi alam, Sumatera Utara dibagi dalam 3 (tiga) kelompok wilayah/kawasan yaitu Pantai Barat, Dataran Tinggi, dan Pantai Timur. Kawasan Pantai Barat meliputi Kabupaten Nias, Kabupaten Nias Utara, Kabupaten Nias Barat, Kabupaten Mandailing Natal, Kabupaten Tapanuli Selatan, Kabupaten Padang Lawas, Kabupaten Padang Lawas Utara, Kabupaten Tapanuli Tengah, Kabupaten Nias Selatan, Kota Padangsidimpuan, Kota Sibolga dan Kota Gunungsitoli. Kawasan dataran tinggi meliputi Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Toba Samosir, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Dairi, Kabupaten Karo, Kabupaten Humbang Hasundutan, Kabupaten Pakpak Bharat, Kabupaten Samosir, dan Kota Pematangsiantar. Kawasan Pantai Timur meliputi Kabupaten Labuhanbatu, Kabupaten Labuhanbatu Utara, Kabupaten Labuhanbatu Selatan, Kabupaten Asahan, Kabupaten Batubara, Kabupaten Deli Serdang, Kabupaten Langkat, Kabupaten Serdang Bedagai, Kota Tanjungbalai, Kota Tebing Tinggi, Kota Medan, dan Kota Binjai.

Luas daratan Provinsi Sumatera Utara adalah 72.981,23 km<sup>2</sup>, sebagian besar berada di daratan Pulau Sumatera dan sebagian kecil berada di Pulau Nias, Pulau-pulau Batu, serta beberapa pulau kecil, baik di bagian barat maupun bagian timur pantai Pulau Sumatera. Berdasarkan luas daerah menurut Kabupaten/Kota di Sumatera Utara, luas daerah terbesar adalah Kabupaten Langkat dengan luas 6.262,00 km<sup>2</sup> atau sekitar 8,58 persen dari total luas Sumatera Utara, diikuti Kabupaten Mandailing Natal dengan luas 6.134,00 km<sup>2</sup> atau 8,40 persen, kemudian Kabupaten Tapanuli Selatan dengan luas 6.030,47 km<sup>2</sup> atau sekitar 8,26 persen. Sedangkan luas daerah terkecil adalah Kota Tebing Tinggi dengan luas 31,00 km<sup>2</sup> atau sekitar 0,04 persen dari total luas wilayah Sumatera Utara.



Karena terletak dekat garis khatulistiwa, Provinsi Sumatera Utara tergolong ke dalam daerah beriklim tropis.

Ketinggian permukaan daratan Provinsi Sumatera Utara sangat bervariasi, sebagian daerahnya datar, hanya beberapa meter di atas permukaan laut, beriklim cukup panas, sebagian daerah berbukit dengan kemiringan yang landai, beriklim sedang dan sebagian lagi berada pada daerah ketinggian. Sebagaimana provinsi lainnya di Indonesia, Provinsi Sumatera Utara mempunyai musim kemarau dan musim penghujan. Musim kemarau biasanya terjadi pada bulan Januari sampai dengan Juli dan musim penghujan biasanya terjadi pada bulan Agustus sampai dengan bulan Desember, diantara kedua musim itu terdapat musim pancaroba. Sumatera Utara juga termasuk ke dalam daerah yang sering mengalami kejadian gempa bumi. Sepanjang 2018 tercatat sebanyak 356 kali kejadian gempa bumi. Angka ini lebih rendah dibandingkan dengan tahun 2017 dimana tercatat gempa bumi terjadi sebanyak 497 kali.

### **3. Topografi**

Wilayah Sumatera Utara terdiri dari daerah pantai, dataran rendah dan dataran tinggi serta pegunungan Bukit Barisan yang membujur ditengah-tengah dari Utara ke Selatan. Kemiringan tanah antara 0-12 persen seluas 47.810 Km<sup>2</sup>, antara 12-40 persen seluas 6.305 Km<sup>2</sup> dan diatas 40 persen seluas 17.719 Km<sup>2</sup>, sedangkan luas Wilayah Danau Toba 1.129,20 Hektar (Ha) atau 1,57 persen. Ketinggian lahan di Provinsi Sumatera Utara bervariasi mulai dari 0 - 2.200 m dpl. Terbagi atas 3 (tiga) bagian yaitu bagian Timur dengan keadaan relatif datar, bagian tengah bergelombang sampai berbukit dan bagian Barat merupakan dataran bergelombang.

Wilayah Pantai Timur yang merupakan dataran rendah seluas 24.921,99 Km<sup>2</sup> atau 34,77 persen dari luas wilayah Sumatera Utara adalah daerah yang subur, kelembapan tinggi dengan curah hujan relatif tinggi pula. Banjir juga sering melanda wilayah tersebut

akibat berkurangnya pelestarian hutan, erosi dan pendangkalan sungai. Pada musim kemarau terjadi pula kekurangan persediaan air disebabkan kondisi hutan yang kritis. Wilayah dataran tinggi dan wilayah Pantai Barat seluas 46.758,69 Km<sup>2</sup> atau 65,23 persen dari luas wilayah Sumatera Utara, sebagian besar merupakan pegunungan, memiliki variasi dalam tingkat kesuburan tanah, iklim, topografi dan kontur serta daerah yang struktur tanahnya labil. Beberapa danau, sungai, air terjun dan gunung berapi dijumpai di Sumatera Utara serta sebagian wilayahnya tercatat sebagai daerah gempa tektonik dan vulkanik.

#### **4. Geologi**

Secara geologis, wilayah Provinsi Sumatera Utara memiliki struktur dan batuan yang kompleks dan telah beberapa kali mengalami tumbukan dari proses tektonik karena posisinya terletak pada pertemuan lempeng Euroasia di sebelah Timur dan lempeng Australia di sebelah Barat. Hal ini menyebabkan terbentuknya rangkaian jalur patahan, rekahan dan pelipatan disertai kegiatan vulkanik.

Jalur patahan tersebut melewati jalur Sumatera Utara mulai dari segmen Alas-Karo dan sepanjang kurang lebih 390 km merupakan sumber bencana alam geologi berupa pusat-pusat gempa di darat, tsunami dan pemicu terjadinya letusan gunung berapi dan tanah longsor. Jalur patahan (subduction) di Pantai Barat sepanjang kurang lebih 250 km merupakan pusat-pusat gempa di dasar laut.

Kondisi struktur geologi yang kompleks yang dicirikan oleh bentuk bentang alam perbukitan, terlipat dengan patahan selain merupakan jalur gempa juga potensial menimbulkan tanah longsor terhadap sekitar 40-50 persen dari luas wilayah Provinsi Sumatera Utara.

#### **5. Hidrologi**

Kondisi hidrologi di Provinsi Sumatera Utara terdiri dari air permukaan yaitu sungai, danau, rawa dan air bawah tanah dimana

secara keseluruhan wilayah terbagi atas 71 DAS. Jumlah induk sungai di Provinsi Sumatera Utara sebanyak 99 buah, Anak Sungai sebanyak 783 buah, Ranting Sungai 659 buah, anak Ranting Sungai 342 buah.

Di Provinsi Sumatera Utara terdapat lahan rawa dengan luas baku 1.012.005 Ha yang letaknya tersebar di Pantai Timur dan Pantai Barat. Dari luas tersebut, yang dapat dimanfaatkan/dikembangkan untuk lahan pertanian dan pertambakan mencapai 325.710 ha (32,18 %) namun dalam pengembangannya harus terlebih dahulu mendapat persetujuan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan untuk dapat dijadikan areal pertanian. Lahan rawa yang potensial untuk pertanian seluas 189.426 ha, dan yang sudah mempunyai tata air jaringan rawa (sudah fungsional) seluas 34.923 ha (3,45 %).

Badan air berupa danau meliputi Danau Siais di Kabupaten Tapanuli Selatan dan Danau Balimbing di Kabupaten Padang Lawas Utara, Danau Pandan di Kabupaten Tapanuli Tengah, Danau Lau Kawar di Kabupaten Karo dan yang terbesar yaitu Danau Toba yang terletak di dataran tinggi di wilayah tengah meliputi 7 (tujuh) Kabupaten seluas 112.986,15 ha.

Di Pulau Samosir Kabupaten Samosir terdapat dua danau yaitu Danau Sidihoni dan Danau Aek Natonang. Danau dengan debit air cukup besar potensial bagi pengembangan sistem pengairan dan peyediaan air baku dan danau yang memiliki air terjun yang potensial sebagai sumber energi. Juga terdapat potensi air tanah dimana empat diantaranya dari cekungan air bawah permukaan berada pada lintas provinsi.

## **6. Klimatologi**

Iklim di Sumatera Utara termasuk iklim tropis yang dipengaruhi oleh angin Passat dan angin Muson. Sebagaimana Provinsi lainnya di Indonesia, Provinsi Sumatera Utara mempunyai musim kemarau dan musim penghujan. Musim kemarau biasanya terjadi pada bulan Juni sampai dengan September dan musim

penghujan biasanya terjadi pada bulan November sampai dengan bulan Maret, diantara kedua musim itu diselingi oleh musim pancaroba.

Curah hujan relatif cukup tinggi yaitu berkisar 1.431 - 2.265 mm per tahun atau rata-rata 2.100 mm per-tahun, dengan jumlah hari hujan rata-rata sebesar 173 - 230 hari per tahun. Pada wilayah kering, curah hujan tahunan rata-rata kurang dari 1.500 mm yang tercatat di beberapa bagian wilayah Simalungun, Tapanuli Selatan, dan Tapanuli Utara, sedang curah hujan tinggi berkisar antara 2.000 sampai 4.500 mm berlangsung sepanjang tahun di wilayah Kabupaten Asahan, Dairi, Deli Serdang, Karo, Labuhan Batu, Langkat, Nias, Tapanuli Tengah, dan sebagian besar Kabupaten Tapanuli Selatan. Musim kemarau pada umumnya terjadi pada Juni sampai September dan musim penghujan terjadi pada bulan November sampai Maret. Kondisi ini perlu diantisipasi dengan membangun sistem penanggulangan bencana yang efektif.

Ketinggian permukaan daratan Provinsi Sumatera Utara sangat bervariasi, sebagian daerahnya datar, hanya beberapa meter di atas permukaan laut, beriklim cukup panas bisa mencapai 35,80° C, Sebagian daerah berbukit dengan kemiringan yang landai, beriklim sedang dan sebagian lagi berada pada daerah ketinggian yang suhu minimalnya bisa mencapai 13,40°C. Kelembaban udara rata-rata 78% sampai dengan 91%.

## **7. Kawasan Rawan Bencana di Provinsi Sumatera Utara**

Kawasan rawan bencana di Provinsi Sumatera Utara dibagi kedalam beberapa kawasan, yaitu kawasan rawan massa gerakan tanah/tanah longsor, kawasan rawan zona patahan aktif, kawasan rawan gelombang pasang air laut/abrasi/tsunami, kawasan rawan banjir/banjir bandang, kawasan rawan angin puting beliung, kawasan rawan kebakaran hutan, dan kawasan rawan letusan gunung berapi. Wilayah Sumatera Utara merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang rawan terhadap terjadinya longsor

(gerakan tanah), gelombang pasang (tsunami), banjir dan peristiwa gempa.

#### **a. Massa Gerakan Tanah/ Tanah Longsor**

Bencana longsor disertai dengan banjir bandang sudah sering terjadi di Sumatera Utara, gerakan tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

- **Kemiringan Lereng**

Kemiringan Lereng yang terjal pada bagian barat Pegunungan Bukit Barisan. Perbedaan elevasi satu tempat dengan tempat lain menjadi sumber energi gaya berat untuk mempermudah terjadinya gerakan.

- **Kondisi Geologi**

Batuan Pegunungan Bukit Barisan di Sumatera Utara adalah batuan yang dicacah-cacah oleh patahan-patahan. Di Sumatera Utara terdapat 3 (tiga) ruas patahan utama yaitu Renun, Toru dan Angkola. Keadaan geologi lainnya adalah kedudukan atau kemiringan lapisan tanah dan batuan di daerah (desa, kota) tersebut. Semakin miring lapisan tanah/batuan maka semakin labil atau semakin mudah longsor, demikian pula jika kemiringan topografis suatu daerah semakin curam atau semakin terjal, maka akan semakin mudah longsor.

- **Curah Hujan**

Curah hujan yang tinggi terdapat pada daerah perbukitan bagian barat Bukit Barisan serta disekitar Pegunungan Leuseur. Selanjutnya kondisi dan pola pengeringan air hujan yang jatuh di suatu daerah akan menentukan tingkat kerawanan terjadinya longsor disuatu daerah. Daerah dengan kondisi pengeringan alamiah (drainase) yang buruk akan menyebabkan genangan yang melumas bidang gelincir massa batuan dan memicu terjadinya longsor.

- **Gempa**

Adanya gempa bumi dapat memicu terjadinya longsor

- **Perubahan Vegetasi & Aktifitas Manusia**

Penebangan hutan, alih fungsi lahan pembukaan lahan hutan untuk jalan, permukiman dan infrastruktur lainnya turut memicu terjadinya gerakan tanah.

Kawasan yang terletak pada daerah rawan massa gerakan tanah/tanah longsor antara lain pada sebagian besar wilayah Sumatera Utara di sekitar Bukit Barisan membujur arah Utara - Selatan. Kawasan tersebut pada dasarnya potensial terhadap gerakan tanah, rayapan, longsor, gelombang pasang dan banjir bandang.

#### **b. Rawan Zona Patahan Aktif**

Di wilayah Provinsi Sumatera Utara terdapat 3 (tiga) ruas patahan utama yaitu Renun, Toru dan Angkola. Kawasan rawan zona patahan aktif yaitu di Wilayah Pantai Barat Sumatera Utara dan wilayah daratan Sumatera Utara.

#### **c. Rawan Gelombang Pasang Air Laut/Abrasi/Tsunami**

Tsunami adalah gelombang pasang yang disebabkan oleh gempa bumi atau longsor di lereng dasar laut. Gelombang pasang semacam ini bisa melanda daerah pantai sampai puluhan meter tingginya dan ratusan meter jauhnya dari pantai, sehingga menyapu dan merusak segala apa yang ada di pantai dan di daratan, daerah rawan tsunami tersebar di Pantai Barat pada elevasi kurang dari 5 (lima) meter.

Di Provinsi Sumatera Utara yang merupakan kawasan rawan gelombang pasang air laut/abrasi/tsunami meliputi wilayah pantai timur, pantai barat dan wilayah pantai Kepulauan Nias.

#### **d. Banjir/Banjir Bandang**

Peristiwa banjir merupakan bencana alam yang juga sering terjadi di wilayah Sumatera Utara yang beriklim tropis, terutama pada wilayah dengan kemiringan lereng landai atau dataran. Kawasan rawan banjir/banjir bandang terletak di sepanjang Pantai Timur yang dilalui oleh jalur lintas timur Sumatera.

#### e. Angin Puting Beliung

Daerah rawan bencana angin puting beliung Pada kawasan Kabupaten Langkat, Kabupaten Deli Serdang, Kabupaten Serdang Bedagai dan Kabupaten Mandailing Natal.

#### f. Kebakaran Hutan

Selain peristiwa bencana alam, di Provinsi Sumatera Utara juga memiliki kawasan rawan bencana kebakaran hutan antara lain kawasan yang berada di sekitar Danau Toba.

#### g. Letusan Gunung Berapi

Terdapat 6 (enam) gunung berapi yang aktif di wilayah Sumatera Utara yakni Gunung Sorik Merapi, Gunung Sinabung, Gunung Dolok Martimbang, Gunung Sibayak, Gunung Pusuk Buhit dan Gunung Sibual-buali. Keenam gunung api tersebut dapat di bagi kedalam 3 (tiga) klasifikasi gunung api sebagai berikut:

- **Tipe A**, yaitu gunung yang pernah tercatat meledak paling tidak sekali sejak tahun 1600. Gunung api tipe ini paling rentan meletus. Gunung api di Provinsi Sumatera Utara yang termasuk kedalam tipe ini ialah Gunung Sorik Merapi di Kabupaten Mandailing Natal dan Gunung Sinabung di Kabupaten Karo.
- **Tipe B**, yaitu gunung api aktif yang tercatat tidak pernah meletus sejak tahun 1600. Sumatera Utara memiliki 3 (tiga) gunung api jenis ini, yaitu Gunung Buhit di Kabupaten Samosir; dan Gunung Sibual-buali di Kabupaten Tapanuli Selatan.
- **Tipe C**, yaitu gunung yang tidak pernah tercatat meletus. Namun melihat tanda-tanda di sekitar gunung itu, diyakini gunung itu adalah gunung api. Gunung di Sumatera Utara yang termasuk kedalam tipe ini ialah Gunung Dolok Martimbang / Namoralangit / Hela Toba di Kabupaten Tapanuli Utara.

## B. STRATEGI MANAJEMEN MITIGASI BENCANA DI WILAYAH PESISIR PANTAI SUMATERA UTARA

### 1. Pengelolaan Wilayah Pesisir

#### Konsepsi Wilayah Pesisir

Kepmen Kelautan dan Perikanan No. Kep.10/Men/2002 tanggal 9 April 2002 tentang Pedoman Umum Perencanaan Pengelolaan Pesisir Terpadu, menyatakan bahwa wilayah pesisir (coastal zone) adalah wilayah peralihan ekosistem darat dan laut yang saling mempengaruhi, dimana ke arah laut 12 mil dari garis pantai untuk propinsi dan sepertiga dari wilayah laut itu untuk kabupaten/kota dan kearah darat batas administrasi kabupaten/kota. Sedangkan yang dimaksud dengan sumberdaya pesisir adalah sumberdaya alam, sumberdaya buatan, dan jasa-jasa lingkungan yang terdapat di wilayah pesisir. Sumberdaya alam terdiri atas sumberdaya hayati dan nirhayati.

Sumberdaya hayati antara lain ikan, rumput laut, padang lamun, hutan mangrove, dan terumbu karang, biota perairan serta ekosistemnya, sedang unsur nir- hayati terdiri dari lahan pesisir, permukiman air, sumberdaya di airnya, dan di dasar laut seperti minyak dan gas, pasir, timah, dan mineral lainnya.

Wilayah pesisir didefinisikan sebagai wilayah peralihan antara laut dan daratan, kearah darat mencakup daerah yang masih terkena pengaruh percikan air laut atau pasang surut, dan ke arah laut meliputi daerah paparan benua (Beatly et. al., 1994 dalam Dahuri et. al., 1996). Adapun wilayah pesisir menurut Dahuri et. Al. (1996) adalah daerah pertemuan antara darat dan laut; ke arah darat meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air, yang masih dipengaruhi sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air asin; sedangkan ke arah laut meliputi bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses-proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang



disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran.

Wilayah pesisir ditinjau dari berbagai macam peruntukannya merupakan wilayah yang sangat produktif (Supriharyono, 2000) Wilayah ini merupakan tempat menumpuknya berbagai bahan baik berasal dari hulu atau setempat akibat berbagai macam aktifitas manusia. Wilayah pesisir perlu untuk dibahas karena beberapa hal (Nugroho, et.al., 2004):

1. Wilayah pesisir merupakan wilayah yang mempunyai daya dukung yang sangat tinggi. Sebagai akibatnya wilayah ini merupakan tempat terkonsentrasinya berbagai kegiatan manusia. Bukanlah secara kebetulan apabila banyak kota besar terletak di pesisir.
2. Akibat aktifitas manusia yang tinggi di wilayah ini dan akibat posisi geografisnya, maka wilayah pesisir rentan terhadap kerusakan lingkungan.
3. Kerusakan wilayah pesisir akan berpengaruh besar bagi wilayah lainnya
4. Dalam rangka globalisasi dan zaman informasi seperti saat ini wilayah pesisir merupakan yang semakin penting, sebagai pintu gerbang informasi, lalu lintas barang dan transportasi asal yang relatif murah.

Dengan tingkat kepentingan seperti dikemukakan di atas maka berbagai permasalahan ditemukan di wilayah pesisir saat ini permasalahan-permasalahan tersebut antara lain adalah (Clark, 1996):

1. Penurunan sumberdaya alamiah: (a) erosi pantai; (b) konversi hutan bakau untuk tata guna lahan lainnya; (c) pengreklamasian wilayah pantai; (d) penangkapan ikan dengan menggunakan dinamit/racun; (e) tangkap lebih dan (e) eksploitasi lebih terhadap hutan bakau.

2. Polusi: (a) sumber-sumber industri (sampah industri); (b) sumber domestik (sampah rumah tangga dan sampah keras); (c) sumber-sumber dari pertanian (aliran atas bahan-bahan pestisida dan pupuk); dan (d) sumber-sumber lain (penggalian/penambangan).
3. Konflik penggunaan lahan: (a) tidak adanya akses ke arah pantai sebagai akibat padatnya pemukiman pada daerah tersebut; (b) tidak bisa dipergunakan daerah pantai akibat polusi yang sangat tinggi; dan (c) konservasi dan preservasi terhadap hutan bakau versus konversi sumberdaya yang sama untuk dijadikan tambak ikan/udang atau reklamasi menjadi daerah pemukiman atau untuk tujuan-tujuan komersial lainnya.
4. Pengrusakan kehidupan dan kepemilikan sebagai akibat bencana alam: (a) banjir yang diakibatkan oleh badai; (b) gempa bumi; (c) angin topan cyclone, dan (d) tsunami.

### **Wilayah Pesisir Pantai timur Sumatera Utara**

Wilayah Pesisir Timur Sumatera Utara yang memiliki Panjang pantai 545 km berhadapan langsung dengan Selat Malaka. Wilayah pantai timur Sumatera Utara dapat dikelompokkan menjadi 2 wilayah yaitu:

1. Wilayah up-land adalah kawasan hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) yang merupakan daerah belakang yang berpengaruh terhadap ekosistem kawasan di bawahnya (kawasan pantai pesisir hingga laut). Adapun yang termasuk wilayah up-land (daerah atas) adalah Kota Medan, Kota Tanjung Balai, Kab. Langkat, Kab. Labuhan Batu, Kab. Deli Serdang dan Kab. Serdang Bedagai.
2. Wilayah low-land adalah daerah Aliran Sungai (DAS) yang masih dipengaruhi oleh pasang surut pada keenam Kabupaten/Kota tersebut sampai 4 mil ke arah laut.

Kawasan Pantai timur Sumatera Utara merupakan wilayah pesisir yang mempunyai hamparan mangrove yang sangat luas yang membujur dari daerah pantai utara Pantai timur Sumatera Utara ke daerah pantai selatan Kabupaten Labuhan Batu dengan ketebalan yang bervariasi antara 50-150 meter.

Daerah pantai di kawasan Pantai timur Sumatera Utara didominasi oleh pantai berpasir, baik pasir kwarsa maupun feldspar. Keadaan fisik pantai berpasir sangat dipengaruhi oleh gerakan ombak, khususnya dalam pembentukan ukuran partikel. Luas kawasan Pesisir Timur Sumatera Utara adalah 43.133,44 km<sup>2</sup>. Kawasan ini cukup subur, suhu udara tinggi, kelembaban udara tinggi dan curah hujan relatif tinggi. Topografi pantai umumnya landai dengan laut yang dangkal.

### **Potensi dan Peluang Sumberdaya Alam Pantai timur Sumatera Utara**

Potensi lestari (maximum sustainable yield) Pantai timur Sumatera Utara (Selat Malaka) menurut hasil survei Ditjen Perikanan (1983) adalah 263.300 ton/tahun. Pada tahun 1999 produksi perikanan laut kawasan Pantai timur Sumatera Utara mencapai 254.140,6 ton; berarti masih terdapat peluang sebesar 9.159,4 ton. Sektor pertanian mempunyai potensi yang strategis bagi pembangunan di kawasan Pantai timur Sumatera Utara, karena tanahnya subur dan cocok untuk komoditas tanaman pangan, hortikultur dan tanaman perkebunan. Hutan mangrove yang membentang dari pantai utara Pantai timur Sumatera Utara ke daerah pantai selatan Kabupaten Labuhan Batu dengan ketebalan bervariasi antara 50-150 m ditumbuhi oleh mangrove sejati dan mangrove semu. Mangrove terluas terdapat di Kabupaten Langkat (35.000 Ha), Deli Serdang dan Serdang Bedagai (11.800 Ha) dan Asahan (4.801,2 Ha), tetapi sebagian besar berada dalam kondisi rusak.

Pantai berpasir yang mendominasi Pantai timur Sumatera Utara yang terdiri dari pasir kwarsa, feldspar serta sisa-sisa pecahan terumbu karang. Pantai berpasir ini memberi peluang bagi

pengembangan wisata pantai/wisata bahari seperti Pantai Cermin, Pantai Sialang Buah, Pantai Kelang (Kab. Serdang Bedagai); Pantai Kuala Indah, Pantai Sejarah, Pantai Pasir Putih, Pulau Salah Nama dan Pulau Pandan (Kab. Asahan).

Di Pelabuhan Belawan terdapat dermaga umum dan dermaga khusus peti kemas. Di Pantai timur Sumatera Utara terdapat pelabuhan niaga bertaraf internasional di Belawan (Kota Medan) yang disinggahi kapal-kapal dalam dan luar negeri. Selain pelabuhan niaga terdapat pula pelabuhan khusus untuk kegiatan perikanan yaitu Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Belawan. Pelabuhan ini siap menampung segala kegiatan yang terkait dengan perikanan, khususnya perikanan tangkap

### **Kelemahan dan Ancaman Sumberdaya Alam**

Di Pesisir Timur Sumatera Utara terdapat 436 desa pesisir yang tersebar di 35 Kecamatan dan 7 (tujuh) Kabupaten/Kota. Sebagian besar masyarakat desa pesisir menggantungkan hidupnya secara langsung di wilayah pesisir. Secara umum dapat dilihat bahwa taraf hidup mereka (khususnya nelayan) masih banyak yang hidup pra sejahtera (miskin).

Eksplorasi secara besar-besaran terhadap sumberdaya pesisir dan laut dalam rangka pembangunan ekonomi menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan yang cukup parah. Dampak negatif dari eksploitasi sumberdaya alam secara berlebihan dan tidak terarah telah dapat dirasakan langsung oleh masyarakat desa pesisir.

Porses tergerusnya garis pantai (erosi/abrasi) dan bertambah dangkalnya perairan pantai (sedimentasi/pengendapan) pada dasarnya merupakan proses yang terjadi secara alami. Kejadian tersebut diperparah dengan ulah manusia yang telah membat tanaman pelindung pantai (mangrove), baik untuk tujuan pemanfaatan nilai ekonomis kayu bakau maupun untuk konversi lahan menjadi tambak atau lokasi bangunan liar.

Di beberapa bagian Pesisir Timur Sumatera Utara terdapat garis pantai yang (bertambah) maju terutama di daerah yang

sedimentasinya cukup tinggi. Kerusakan mangrove di pesisir timur mempunyai dampak negatif lebih jauh yang dirasakan langsung oleh masyarakat pesisir sendiri antara lain:

1. Berkurangnya hasil tangkapan ikan dan udang
2. Semakin sulitnya mendapatkan kepiting bakau (*Scylla serrata*) baik ukuran konsumsi maupun ukuran untuk benih.
3. Terjadi intrusi air laut ke daerah pemukiman penduduk dan areal pertanian.

Selain karena kerusakan mangrove, pencemaran juga telah banyak memberi andil kepada kerusakan lingkungan pesisir, baik limbah cair maupun limbah padat yang bersumber dari industri dan rumah tangga.

### **Potensi dan Masalah Sumberdaya Manusia di Kawasan Pesisir.**

Dinas Kelautan dan Perikanan Sumatera Utara (2006) menjelaskan bahwa sumberdaya manusia merupakan hal pokok yang perlu diperhatikan dalam proses pembangunan. Masalah sumberdaya manusia menyangkut aspek potensi kependudukan, pendidikan, kesehatan dan ketenagakerjaan. Jumlah penduduk di wilayah Pantai timur Sumatera Utara adalah 6.947.200 jiwa dengan kepadatan 187,75 jiwa/km<sup>2</sup>, sedangkan di wilayah Pantai Barat Sumatera Utara adalah 2.575.300 jiwa dengan kepadatan 101,68 jiwa/km<sup>2</sup>.

Tingkat pendidikan masyarakat di wilayah pesisir pantai timur rata-rata lebih tinggi dibanding tingkat pendidikan masyarakat di wilayah pesisir pantai barat. Namun secara keseluruhan tingkat pendidikan masyarakat pesisir relatif tertinggal dibandingkan wilayah lain di Sumatera Utara. Penduduk pantai timur yang berpendidikan SLTP sampai Perguruan Tinggi hanya 33,08%. Rendahnya tingkat pendidikan menyebabkan rendahnya daya serap terhadap Iptek sehingga menjadi kendala bagi peningkatan produksi dan pertumbuhan ekonomi. Pendidikan yang rendah juga menyebabkan sulitnya proses peningkatan kesadaran lingkungan dalam masyarakat.

Untuk mengelola sumberdaya pesisir dibutuhkan sumberdaya manusia yang berkualitas sesuai bidangnya, mulai dari tingkat ahli madya sampai sarjana, karena pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut membutuhkan teknologi sederhana sampai teknologi yang tinggi. Perguruan Tinggi yang bergerak di bidang Kelautan dan Perikanan di Sumatera Utara memang agak terlambat berdirinya, karena setelah terbentuknya Departemen Kelautan dan Perikanan baru muncul perguruan tinggi yang berbaur kelautan dan perikanan di beberapa Kabupaten/Kota.

### **Isu Pengelolaan Wilayah Pesisir di Pantai timur Sumatera Utara**

Selain segi potensi sumber daya alamnya, wilayah pesisir juga sarat dengan konflik dan permasalahan, baik terkait dengan pemanfaatan sumber daya alamnya maupun permasalahan sosial budaya (DKP Sumut, 2006).

Isu-isu strategis dalam pengelolaan wilayah pesisir di Pantai timur Sumatera Utara dalam Renstra Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut Provinsi Sumatera Utara antara lain sebagai berikut :

1. Kerusakan mangrove di kawasan pesisir
2. Penurunan produksi perikanan tangkap
3. Penurunan produksi perikanan budidaya
4. Adanya gangguan dengan beroperasinya pukat langgai
5. Keamanan di kawasan pesisir dan laut
6. Rendahnya kualitas sumberdaya manusia
7. Kurangnya fungsi kelembagaan dalam pengelolaan wilayah pesisir
8. Belum ada tata ruang wilayah pesisir

### **Kebijakan Pembangunan Wilayah Pesisir**

#### **1. Kebijakan umum**

Berdasarkan Keputusan Gubernur Sumatera Utara No. 136/3240.K; Tentang Rencana Strategis Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut Propinsi Sumatera Utara Tahun 2005-2010, terdapat dua

kebijakan umum pengelolaan wilayah pesisir Sumatera Utara, termasuk Pantai timur Sumatera Utara, yaitu :

- Memadukan semua aktivitas yang berkaitan dengan pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut untuk mewujudkan pembangunan industri perikanan, pariwisata bahari dan industri non perikanan secara terpadu.
- Pengelolaan potensi sumberdaya pesisir dan laut secara terpadu, terkoordinasi dan saling berkaitan antar wilayah kabupaten.

## **2. Kebijakan Khusus**

Adapun kebijakan khusus pengelolaan wilayah pesisir di Provinsi Sumatera Utara antara lain sebagai berikut:

- Mendorong pengelolaan industri perikanan, pariwisata bahari dan industri non perikanan secara terpadu berlandaskan potensi sumberdaya pesisir dan laut.
- Mendorong pembangunan ekonomi secara optimal, efisien dan berorientasi pada ekonomi rakyat.
- Mendorong berbagai kegiatan untuk meningkatkan kualitas lingkungan.
- Mendorong peningkatkan kapasitas kelembagaan dan penegakan hukum untuk mewujudkan kawasan pesisir sebagai kawasan perikanan terpadu.
- Pengelolaan kawasan pesisir berbasis masyarakat.
- Pengelolaan industri perikanan, pariwisata dan industri non perikanan terpadu berorientasi pada pengembangan teknologi.

## **2. Tipologi Ekosistem Pesisir Dan Interaksinya**

Ekosistem wilayah pesisir memiliki keragaman yang tinggi. Ada kawasan pesisir yang berupa daerah berbukit terjal dengan ekosistem karang yang dominan di perairan, ada kawasan pesisir yang merupakan zona muara dengan hamparan pantai berlumpur

yang luas dan diantaranya ada kawasan pesisir dengan formasi mangrove yang tebal dan memanjang sepanjang garis pantai. Semua jenis ekosistem pesisir tersebut memiliki karakteristik, potensi manfaat, masalah dan pola pengelolaan yang berbeda. Berdasarkan nilai, manfaat dan fungsi kawasan pesisir maka dapat dikatakan bahwa kawasan pesisir mempunyai tingkat produktivitas dan potensi ekonomi yang sangat tinggi. Hal ini menyebabkan terjadinya konsentrasi aktivitas dan populasi manusia yang cukup tinggi dikarenakan kawasan pesisir dapat dijadikan kegiatan pembangunan dan investasi. Pada akhirnya terjadi tekanan yang merugikan terhadap kawasan pesisir yang tidak diperhitungkan.

Wilayah pesisir terdiri dari berbagai tipe ekosistem yang satu sama lainnya saling berkait dan saling memiliki ketergantungan. Salah satu bentuk ekosistem dan merupakan ekosistem terestrial yang utama di wilayah pesisir adalah ekosistem mangrove. Salah satu karakteristik hutan dan sumberdaya alam lainnya menurut Suparmoko (1989) adalah bahwa hutan mempunyai banyak manfaat (multiple use). Hal ini disebabkan karena selain sebagai produsen kayu, hutan juga mempunyai berbagai fungsi penting lainnya. Oleh karena itu, dalam pengambilan keputusan mengenai macam penggunaan/pengelolaan hutan perlu diperhatikan bahwa tidak semua lahan cocok untuk semua bentuk pemanfaatan.

Hutan mangrove di Pantai timur Sumatera Utara (seperti pada umumnya hutan mangrove di Indonesia) berkembang baik pada daerah-daerah pantai berlumpur, di muara-muara sungai berlumpur, terpengaruh pasang surut, dan umumnya pada garis-garis pantai yang landai dan terlindung dari hempasan ombak yang besar. Beberapa jenis tanaman mangrove juga dapat tumbuh di tanah lempung yang pejal, kompak (*Firm Clay Soil*, seperti *Bruguiera spp*), gambut (*Peat*, seperti *Kandelia*), berpasir (*sandy soil*, seperti *Rhizophora Stylosa*), dan bahkan tanah berkarang yang kaya akan dentritus (walaupun tidak baik pertumbuhannya, seperti *Pemphis Acidula*). Pada kawasan pantai berbatu yang ditutupi lumpur, tumbuhan mangrove dapat juga berkembang namun tanamannya akan kerdil



dan kerapatannya rendah (contohnya di sepanjang pantai Pulau Batam).

Berdasarkan bentuk/wujudnya, manfaat hutan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu : manfaat tangible dan manfaat intangible. Manfaat tangible antara lain: kayu, hasil hutan ikutan dan lain-lain. Sementara manfaat intangible antara lain: pengaturan tata air, rekreasi, pendidikan dan lain-lain. Menurut Davies, Claridge dan Nararita (1995), secara teoritis hutan mangrove memiliki fungsi dan manfaat sebagai berikut:

1. Habitat satwa langka. Hutan bakau sering menjadi habitat jenis-jenis satwa endemik seperti Bekantan (*Nasalis larvatus*) yang endemik di Kalimantan, Beruk Mentawai (*Macacapagensis*) yang endemik di Kepulauan Mentawai dan Tuntong (*Batagur baska*) yang endemik di Sumatera. Lebih dari 100 jenis burung hidup di sini, dan daratan lumpur yang luas yang berbatasan dengan hutan bakau merupakan tempat mendaratnya ribuan burung pantai migran, termasuk jenis burung langka blekok Asia (*Limnodromus semipalmatus*).
2. Pelindung terhadap bencana alam. Vegetasi hutan bakau dapat melindungi bangunan, tanaman pertanian atau vegetasi alami dari kerusakan akibat badai atau angin yang bermuatan garam.
3. Pengendapan lumpur. Sifat fisik tanaman pada hutan bakau membantu proses pengendapan lumpur. Pengendapan lumpur berhubungan erat dengan penghilangan racun dan unsur hara dari air, karena bahan-bahan tersebut seringkali terikat pada partikel lumpur.
4. Penambat unsur hara. Sifat fisik hutan bakau cenderung memperlambat aliran air dan terjadi pengendapan. Seiring dengan proses pengendapan ini terjadi pengendapan unsur hara yang berasal dari berbagai sumber, termasuk pencucian dari areal pertanian.

5. Penambat racun. Banyak racun yang memasuki ekosistem perairan dalam keadaan terikat pada permukaan lumpur atau terdapat di antara kisi-kisi molekul partikel tanah liat. Beberapa spesies tertentu dalam hutan bakau bahkan melakukan proses penambatan racun secara aktif.
6. Sumber alam dalam kawasan (in-situ) dan luar kawasan (ex-situ). Hasil alam in- situ mencakup semua fauna, flora dan hasil pertambangan atau mineral yang dapat dimanfaatkan secara langsung di dalam kawasan. Sedangkan sumber alam ex-situ meliputi produk-produk yang dihasilkan oleh proses-proses alamiah di hutan mangrove dan terangkut/berpindah ke tempat lain yang kemudian digunakan oleh masyarakat di daerah tersebut, menjadi sumber makanan bagi organisme lain atau menyediakan fungsi lain seperti menambah luas pantai karena pemindahan pasir dan lumpur.
7. Transportasi. Pada beberapa hutan mangrove, transportasi melalui air merupakan cara yang paling efisien dan paling sesuai dengan lingkungan.
8. Sumber plastma nutfah. Plastma nutfah dari kehidupan liar sangat besar manfaatnya baik bagi perbaikan jenis-jenis satwa komersial maupun untuk memelihara populasi hidupan liar itu sendiri.
9. Rekreasi dan pariwisata. Hutan bakau memiliki potensi nilai estetika, baik dari faktor alamnya maupun dari hidupan yang ada di dalamnya.
10. Sarana pendidikan dan penelitian. Upaya pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi membutuhkan laboratorium lapang yang baik untuk untuk kegiatan penelitian dan pendidikan.
11. Memelihara proses-proses dan sistem alami. Hutan bakau sangat tinggi peranannya dalam mendukung berlangsungnya proses-proses ekologi, geomorfologi atau geologi di dalamnya.

12. Penyerapan karbon. Proses fotosintesis mengubah karbon anorganik (dari CO<sub>2</sub>) menjadi karbon organik dalam bentuk bahan vegetasi. Pada sebagian besar ekosistem, bahan ini membusuk dan melepaskan karbon kembali ke atmosfer sebagai CO<sub>2</sub>. Akan tetapi hutan bakau justru mengandung sejumlah besar bahan organik yang tidak membusuk. Karena itu, hutan bakau lebih berfungsi sebagai penyerap karbon dibandingkan sebagai sumber karbon.
13. Memelihara iklim mikro. Evapotranspirasi dari hutan mampu menjaga kelembaban dan curah hujan kawasan tersebut, sehingga keseimbangan iklim mikro terjaga.
14. Mencegah berkembangnya tanah sulfat masam. Keberadaan hutan bakau dapat mencegah teroksidasinya lapisan pirit dan menghalangi berkembangnya kondisi asam.

### **3. Pedoman Mitigasi Bencana Alam di Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil**

Berdasarkan data kebencanaan dunia yang dikumpulkan oleh CERD (*Center for Research on the Epidemiology of Disaster*), wilayah Asia merupakan wilayah yang cukup rawan terhadap berbagai bencana alam juga dari kondisi kerentanan, kemampuan masyarakat dan kemampuan sarana dan prasarana pendukung pemenuhan kebutuhan hidup pada saat ada bencana.

Dari segi potensi ancaman atau bahaya bencana alam (hazard), Indonesia merupakan salah satu Negara Asia yang cukup rawan terhadap ancaman berbagai bencana alam seperti gempa, gunung api, banjir, tanah longsor, kekeringan dan angin badai. Seperti diketahui, Indonesia merupakan negara rawan terhadap bencana gempa besar karena wilayah Indonesia sebagian besar terletak pada jalur gempa bumi aktif di dunia akibat pertemuan tiga lempeng tektonik (lempeng samudera Indo-Australia, lempeng Benua Eurasia dan Lempeng Samudera Pasifik). Berdasarkan peta zonasi kegempaan Indonesia, sekitar 290 kota atau sekitar 60% dari 481 kota di Indonesia berada di daerah rawan gempa, sebagian besar

kota terletak di wilayah pesisir pada jalur wilayah yang cukup rawan terhadap gempa dan pengaruhnya seperti gelombang tsunami, erosi dan lain-lain.

Dilihat dari potensi ancaman bencana alam, wilayah pesisir mempunyai potensi yang cukup besar terhadap ancaman bahaya dari bencana alam. Hal ini diperburuk dengan situasi dan kondisi yang cukup rentan akibat dari kompleksitas pertumbuhan kota maupun wilayah di daerah pesisir yang seringkali banyak mengabaikan atau tidak memperhatikan unsur-unsur mitigasi bencana alam dalam proses pembangunannya, demi tercipta lingkungan binaan yang aman dari bencana. Sedangkan untuk wilayah pulau-pulau kecil kondisi kerentanan maupun kesiapan wilayah dalam menghadapi bencana alam menunjukkan level yang tidak lebih baik dilihat dari faktor upaya keselamatan.

Dalam konteks pengendalian dan pengelolaan sumberdaya pesisir dan kelautan, terdapat beberapa tantangan dan permasalahan seperti karakteristik sumberdaya, keterbatasan pengalaman, kurangnya data dan informasi, terbatasnya pendanaan dan lain sebagainya. Selain itu pelaksanaan desentralisasi pengelolaan sumberdaya alam pada saat ini telah memunculkan adanya peralihan beberapa kewenangan pusat ke daerah. Peralihan kewenangan tersebut menuntut tanggung jawab yang semakin besar dari semua pihak terhadap pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut.

Kebijakan Mitigasi Bencana di Wilayah Pesisir dan pulau-pulau kecil merupakan suatu kerangka konseptual yang disusun untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh bencana terutama di wilayah pesisir. Mitigasi bencana meliputi pengenalan dan adaptasi terhadap bahaya alam dan buatan manusia, serta kegiatan berkelanjutan untuk mengurangi atau menghilangkan resiko jangka pendek, menengah dan panjang, baik terhadap kehidupan manusia maupun harta benda.

Kebijakan Mitigasi Bencana di Wilayah pesisir ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengurangi resiko/dampak yang ditimbulkan oleh bencana khususnya bagi penduduk di wilayah pesisir, seperti korban jiwa, kerugian ekonomi dan kerusakan sumberdaya alam.
- b. Mengurangi dampak negatif terhadap kualitas keberlanjutan ekologi dan lingkungan di wilayah pesisir akibat bencana alam maupun buatan.
- c. Sebagai landasan (pedoman) untuk perencanaan pembangunan wilayah pesisir.
- d. Meningkatkan pengetahuan masyarakat pesisir dalam menghadapi serta mengurangi dampak/resiko bencana.
- e. Meningkatkan peran serta pemerintah baik pusat maupun daerah, pihak swasta maupun masyarakat dalam mitigasi bencana di wilayah pesisir.

#### **4. Strategi Mitigasi Bencana Alam di Wilayah Pesisir**

Secara filosofis, penanggulangan bencana di wilayah pesisir dapat ditempuh melalui beberapa strategi sebagai berikut:

- a. Pola protektif, yaitu dengan membuat bangunan pantai secara langsung “menahan proses alam yang terjadi”.
- b. Pola adaptif, yakni berusaha menyesuaikan pengelolaan pesisir dengan perubahan alam yang terjadi.
- c. Pola mundur (*retreat*) atau do-nothing, dengan tidak melawan proses dinamika alami yang terjadi, tetapi “mengalah” pada proses alam dan menyesuaikan peruntukan sesuai dengan kondisi perubahan alam yang terjadi.

Untuk dua pola terakhir perlu dipandang sebagai strategi mitigasi bencana alam di wilayah pesisir. Kajian ke arah tersebut perlu dilakukan agar kelestarian sumberdaya alam pantai dapat terpelihara serta kemanfaatannya terus dapat dinikmati dari generasi ke generasi secara berkelanjutan. Selain itu dapat pula dilakukan strategi pemberdayaan masyarakat dalam mitigasi bencana di wilayah pesisir sebagai pendekatan preventif dengan jalan memberikan penyuluhan dan pengarahan kepada masyarakat.

Secara umum, Kebijakan Penanggulangan Bencana di Indonesia didasarkan pada asas- asas sebagai berikut :

- a. Kebersamaan dan kesukarelaan,
- b. Preventif dan kuratif,
- c. Koordinasi, kontinuitas dan Integrasi,
- d. Kemandirian,
- e. Cepat dan tepat,
- f. Prioritas,
- g. Kesiapsiagaan,
- h. Kesemestaan.

Agar dapat hidup berdampingan secara harmonis dengan lingkungannya, maka pengelolaan pesisir perlu mengadopsi *Intergovernment Panel of Climate Change (IPCC, 2007)* prinsip- prinsip pengelolaan kawasan pesisir yang bertujuan untuk:

- a. Menghindari pengembangan di daerah ekosistem yang rawan dan rentan,
- b. Mengusahakan agar sistem perlindungan alami tetap berfungsi dengan baik,
- c. Melindungi keselamatan, harta benda dan kegiatan ekonominya dari bahaya yang dating dari laut, dengan tetap memperhatikan aspek ekologi, kultur, sejarah, estetika dan kebutuhan manusia akan rasa aman serta kesejahteraan.

## **5. Pendekatan Pengelolaan Pesisir Terpadu**

Kompleksitas sistem pada wilayah pesisir baik pada sumberdaya alam yang terkandung didalamnya maupun masyarakatnya tentu memerlukan suatu pengelolaan yang tepat, guna menjaga kelestarian sumberdaya alam tersebut. Dan skema pelaksanaan Pengelolaan Pesisir Terpadu (PPT) pada dasarnya merupakan upaya untuk mengelola elemen-elemen baik terkait dengan sumberdaya di kawasan pesisir maupun aktivitas manusia yang mempengaruhinya.

Secara manajemen, konsep PPT ini merupakan konsep pembangunan terpadu, yang melibatkan semua pemangku kepentingan (pemerintah, masyarakat, dan swasta) di kawasan pesisir sehingga PPT merepresentasikan perubahan pendekatan pembangunan di kawasan pesisir dari reaksioner dan berorientasi pada masalah menjadi terencana, bersifat mendahului, dan menggunakan pendekatan pengelolaan.

Dengan konsep PPT ini, para pengambil kebijakan di wilayah pesisir dapat mengelola pembangunan yang sifatnya multisektor beserta dampak kumulatifnya dalam batas-batas keseimbangan yang dapat ditoleransi oleh masyarakat dan lingkungan (daya dukung lingkungan dan sosial). Keseimbangan dicapai melalui tiga komponen penting yaitu :

1. Keseimbangan ekologis,
2. Keseimbangan pemanfaatan, dan
3. Keseimbangan dalam pencegahan bencana (mitigasi)

Ketiga aspek tersebut sangat penting untuk diperhatikan karena saling mempengaruhi dan berkaitan satu dengan lainnya. Adapun hal-hal yang terkait dengan lingkungan dan kegiatan pemanfaatan sumberdaya pesisir dan laut yang perlu untuk dikelola dengan baik adalah:

1. Lingkungan biofisik,
2. Habitat dan infrastruktur penting, seperti mangrove, pulau-pulau kecil, estuari, terumbu karang, dan industri minyak lepas pantai,
3. Aspek sosial ekonomi, yaitu populasi penduduk dan tenaga kerja, profil kelembagaan dan hukum, kegiatan perekonomian dan pembangunan,
4. Aspek pembangunan, seperti pembangunan dermaga, pelabuhan, dan lain-lain,

5. Aktivitas ekonomi, seperti industri migas, perikanan budidaya dan tangkap, hutan produksi (mangrove), pertambangan, wisata, dan perhubungan,
6. Bencana alam, seperti erosi pantai, badai, pasang tinggi, gempa, tsunami, dan banjir.

Dari komponen-komponen tersebut di atas, maka ada tiga tujuan utama dari pelaksanaan pengelolaan wilayah pesisir terpadu ini, yaitu:

**a. Tujuan Pertama**

Melindungi integritas ekologi dari ekosistem pesisir. Beberapa ekosistem berada dalam kondisi ekstrim seperti hampasan angin, konsentrasi salinitas yang tinggi, dan kisaran perubahan temperatur air yang tinggi. Namun demikian, pada saat yang sama, suatu ekosistem juga mendapatkan suplai nutrisi yang cukup banyak dari aliran air sungai, kecukupan sinar matahari pada perairan dangkal yang mendukung produktivitas perairan. Dengan kondisi-kondisi seperti itu, maka pelaksanaan pengelolaan pesisir harus memperhatikan nuansa-nuansa ekologis dari ekosistem pesisir tersebut.

**b. Tujuan Kedua**

Mencegah kelebihan material-material yang sifatnya merusak dan mencegah hilangnya sumberdaya akibat bencana seperti pasang yang ekstrim, ombak besar, badai, banjir, gempa bumi, tsunami, dan abrasi pantai.

**c. Tujuan Ketiga**

Mengurangi dampak negatif pembangunan prasarana fisik di daerah pesisir yang dapat merusak/mengganggu keseimbangan ekosistem pesisir.

**d. Tujuan Keempat**

Membantu dalam menentukan kelayakan kegiatan pembangunan dan pemanfaatan wilayah dan sumberdaya pesisir dan



laut bagi kepentingan manusia seperti perikanan, budidaya, pelabuhan, industri, perumahan, dan kawasan rekreasi.

Dari keempat tujuan tersebut dapat disimpulkan tujuan akhir dari pelaksanaan pengelolaan pesisir terpadu adalah untuk memadukan aktivitas-aktivitas pembangunan dan upaya pengelolaan yang berbeda oleh pihak-pihak yang berbeda (masyarakat, pemerintah, dunia usaha, dan lain-lain) dalam rangka mencapai ketiga tujuan di atas (ekologi, pencegahan bencana, dan pemanfaatan).

Untuk mencapai tujuan tersebut maka diperlukan adanya keterpaduan yang mencakup aspek-aspek:

*a. Keterpaduan Perencanaan Sektor Secara Horisontal*

Keterpaduan perencanaan horisontal, memadukan perencanaan dari berbagai sektor, seperti sektor pertanian, sektor kehutanan dan konservasi yang berada di hulu, sektor perikanan, sektor pariwisata, sektor perhubungan laut, sektor industri maritim, sektor pertambangan lepas pantai, sektor konservasi laut, dan sektor pengembangan kota, yang berada dalam satu tingkat pemerintahan yaitu kabupaten/kota, propinsi, atau pemerintah pusat. Mitigasi bencana baik secara struktural maupun non struktural menyangkut berbagai sektor. Oleh karena itu diperlukan keterpaduan sektoral dalam melakukan mitigasi. Misalnya pembuatan prasarana sistem perairan yang ramah lingkungan dilakukan oleh Departemen atau Dinas Kimpraswil, penghijauan di daerah hulu dilakukan oleh Departemen atau Dinas Kehutanan, penanaman mangrove dapat dilakukan oleh Departemen atau Dinas Kehutanan dan Departemen atau Dinas Kelautan dan Perikanan.

*b. Keterpaduan Perencanaan Secara Vertikal*

Keterpaduan perencanaan vertikal meliputi Keterpaduan kebijakan dan perencanaan mulai dari tingkat Desa, Kecamatan, Kabupaten/Kota, Propinsi, sampai Nasional.

*c. Keterpaduan Ekosistem Darat dengan Laut.*

Perencanaan pengelolaan pesisir terpadu diprioritaskan dengan menggunakan kombinasi pendekatan batas ekologis misalnya daerah aliran sungai (DAS), dan wilayah administratif Propinsi, Kabupaten/Kota, dan Kecamatan sebagai basis perencanaan. Sehingga dampak dari suatu kegiatan di DAS, seperti kegiatan pertanian dan industri perlu diperhitungkan dalam pengelolaan pesisir. Disamping itu kegiatan pembangunan sarana bangunan air pada daerah pesisir perlu diperhitungkan secara integral kaitannya dengan dampak biotik dan abiotik.

*d. Keterpaduan Sains dengan Manajemen*

Pengelolaan Pesisir Terpadu perlu didasarkan pada input data dan informasi ilmiah yang valid untuk memberikan berbagai alternatif dan rekomendasi bagi pengambil keputusan dengan mempertimbangkan kondisi, karakteristik sosial-ekonomi budaya, kelembagaan dan bio-geofisik lingkungan setempat.

## **6. Bencana Erosi Pantai**

Erosi pantai di Indonesia dapat diakibatkan oleh proses alami (angin, gelombang, arus, pasang surut dan sedimentasi), aktivitas manusia (pembangunan pelabuhan, reklamasi pantai untuk permukiman, pelabuhan udara dan industri serta penambangan pasir) ataupun kombinasi keduanya. Namun demikian penyebab utamanya adalah gerakan gelombang pada pantai terbuka, seperti pantai selatan Jawa, Selatan Bali dan beberapa areal Kepulauan Sunda. Disamping itu karena keterkaitan ekosistem maka perubahan hidrologis dan oseanografis juga dapat mengakibatkan erosi kawasan pesisir.

Peristiwa erosi pantai dapat mengakibatkan gangguan terhadap pemukiman, penambakan dan sarana perhubungan

sedangkan peristiwa pendangkalan atau pengendapan di wilayah pantai dapat merupakan keuntungan dan sebaliknya dapat pula merupakan kerugian; hal ini sangat tergantung pada kondisi lingkungan setempat. Oleh karena itu peristiwa erosi ini tidak perlu dipersoalkan sejauh belum menimbulkan masalah bagi kepentingan manusia. Namun apabila peristiwa tersebut menimbulkan gangguan dan kerusakan terhadap lingkungan di sekitarnya maka diperlukan usaha-usaha penanganan berupa perlindungan dan kegiatan lainnya.

## **Identifikasi Daerah Rawan Erosi Pantai**

### **1. Analisis Bahaya Erosi Pantai**

Analisis bahaya erosi ditujukan untuk mengidentifikasi lokasi yang akan terkena erosi. Erosi biasanya terjadi dalam waktu yang relatif lama dengan beberapa faktor penyebab yang dominan, antara lain gelombang, arus, angin dan panas. Kondisi topografi dan geologi pantai juga dapat mempengaruhi tingkat erosi garis pantai dan tingkat bahayanya.

Pembuatan peta bahaya erosi harus meliputi informasi tentang profil garis pantai serta tingkat erosinya, faktor dominan penyebab erosi, kondisi topografi dan geologi garis pantai dan karakteristik gumuk pasir. Sumber sedimen yang berasal dari aliran sungai juga perlu digambarkan dalam peta tersebut. Hal ini diperlukan sebagai bahan analisis proses transportasi sedimen secara makro.

### **2. Analisis Tingkat Kerentanan terhadap Erosi Pantai**

Analisis kerentanan ditujukan untuk mengidentifikasi dampak terjadinya erosi, berupa kerugian ekonomi, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang yang diakibatkan rusak/hancurnya kawasan pemukiman, sarana dan prasarana serta kegiatan ekonomi lainnya seperti pariwisata, industri, pertanian, perikanan dan lain-lain.

Yang perlu digambarkan dalam peta tingkat kerentanan bahaya erosi antara lain aktivitas manusia yang dapat mempercepat proses terjadinya erosi seperti pariwisata, industri dan kegiatan ekonomi lainnya, penebangan hutan mangrove di sepanjang garis pantai, pengambilan pasir serta perusakan gumpul pasir.

### **3. Analisis Tingkat Ketahanan terhadap Erosi Pantai**

Analisis tingkat ketahanan ditujukan untuk mengidentifikasi kemampuan Pemerintah serta masyarakat pada umumnya untuk merespon terjadinya bencana erosi sehingga mampu mengurangi dampaknya.

Analisis tingkat ketahanan tersebut dapat diidentifikasi dari 3 (tiga) aspek, yaitu (i) jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah penduduk, (ii) kemampuan mobilitas masyarakat dalam evakuasi dan penyelamatan, dan (iii) ketersediaan peralatan yang dapat dipergunakan untuk evakuasi.

Semakin banyak fasilitas dan tenaga kesehatan di kawasan rawan bencana membuat tingkat ketahanan kawasan terhadap bencana semakin tinggi. Kemudahan akses mobilitas masyarakat dalam evakuasi juga ikut mempertinggi ketahanan terhadap bencana.

### **Mitigasi Bencana Erosi Pantai**

Upaya mitigasi bencana erosi memerlukan biaya yang cukup besar, baik dalam proses pembangunan maupun dalam operasional serta pemeliharannya. Untuk itu pelibatan masyarakat serta dunia usaha yang mengelola kawasan pantai untuk ikut serta dalam upaya mitigasi bencana erosi, khususnya dalam operasional dan pemeliharaan, sangat diperlukan.

Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa untuk menjaga kontinuitas aktivitas kawasan pantai diperlukan suatu proses yang seimbang disepanjang garis pantai. Di lain pihak aktivitas tersebut dapat juga mengakibatkan ketidakseimbangan pada proses pantai.

## **1. Upaya Mitigasi Bencana Erosi Pantai Struktural**

Upaya struktural dalam menangani masalah bencana erosi adalah upaya teknis yang bertujuan untuk menjaga keseimbangan proses transpor sedimen di sepanjang garis pantai melalui upaya antara mengurangi/menahan energi gelombang yang mencapai garis pantai, memperkuat struktur geologi garis pantai, maupun menambah suplai sedimen.

Upaya mitigasi struktural tersebut dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) kelompok yaitu :

- a. Secara alami, seperti penanaman green belt (hutan pantai atau mangrove), penguatan gumuk pasir dengan vegetasi dan lain-lain.
- b. Secara buatan, seperti pembangunan dinding penahan gelombang, pembangunan groin dan lain-lain.

Upaya struktural mitigasi dengan cara buatan tersebut perlu direncanakan secara cermat karena dapat mengakibatkan terjadinya perubahan pola dan karakteristik gelombang yang dalam jangka panjang mungkin dapat mengakibatkan terjadinya erosi di lain tempat.

## **2. Upaya Mitigasi Bencana Erosi Pantai Non Struktural**

Upaya non struktural merupakan upaya non teknis yang menyangkut penyesuaian dan pengaturan tentang kegiatan manusia agar sejalan dan sesuai dengan upaya mitigasi struktural maupun upaya lainnya.

Upaya mitigasi bencana erosi non struktural adalah sebagai berikut:

- a. Peraturan perundangan yang mengatur tentang bencana alam,
- b. Pembuatan standarisasi dan metoda perlindungan pantai,
- c. Penyusunan sempadan garis pantai,
- d. Pengembangan Sistem Peringatan Dini Bencana Erosi Pantai

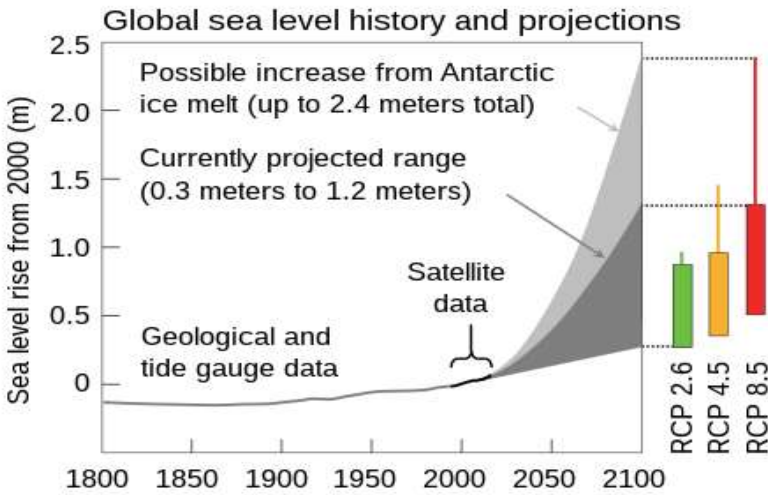
Sistem peringatan dini bencana erosi merupakan suatu informasi yang menggambarkan terjadinya erosi pantai yang disebabkan oleh interaksi antara gelombang dengan daratan di sepanjang garis pantai. Beberapa informasi penting dalam sistem peringatan dini tersebut adalah lokasi terjadinya erosi serta tingkat erosinya, faktor dominan penyebab erosi, kondisi topografi dan geologi, serta aktivitas manusia yang mempercepat terjadinya erosi pantai.

## **C. POLA HIDROOSEANOGRAFI SELAT MALAKA TERHADAP PESISIR TIMUR SUMATERA UTARA**

### **1. Kenaikan Muka Air Laut Global**

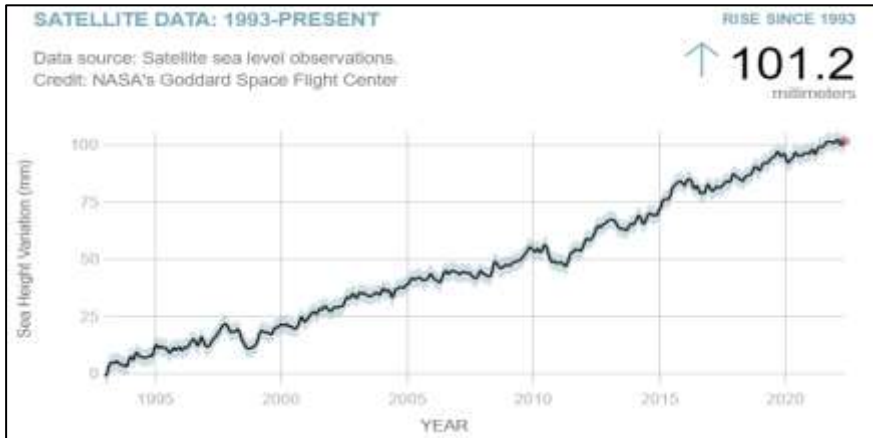
Kenaikan permukaan laut global disebabkan oleh dua faktor utama: ekspansi termal (air laut menghangat dan mengembang), dan kontribusi lapisan es (misalnya, dari gletser, berbasis daratan, lapisan es, dan es laut) karena meningkatnya pencairan.

Pada tahun 2100, ekspansi termal dan pencairan glasial diperkirakan akan menyebabkan permukaan laut naik 0.26 hingga 0.98 meter (m), berdasarkan model iklim dan mempertimbangkan skenario emisi tinggi dan rendah: RCP2.6 dan RCP8.5. (ref) Namun, kontribusi lapisan es Greenland dan Antartika Barat dapat meningkatkan tingkat kenaikan permukaan laut.



Grafik 1. Catatan & Prediksi Tinggi Muka Air laut Global  
(<https://reefresilience.org/id>)

Kenaikan muka air laut sebagai isu perubahan iklim global saat ini terus dilakukan pengamatan. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan NASA melalui pengamatan satelit sejak tahun 1993 sampai saat ini (Tahun 2022) tercatat kenaikan muka air laut secara global telah mencapai 101,2 mm atau 1.02 m.



Grafik 2. Kenaikan Muka Air Laut Saat Ini  
(<https://climate.nasa.gov>)

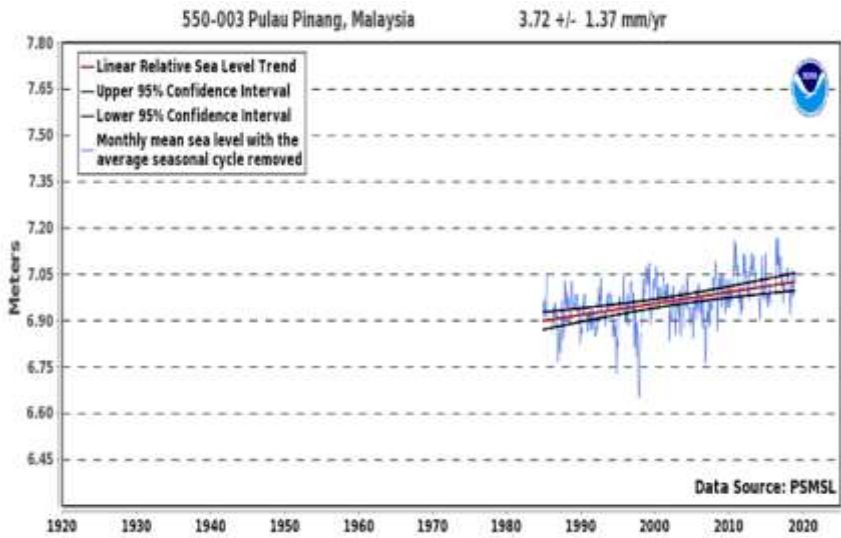
Pantai timur Sumatera Utara berhadapan dengan Selat Malaka. Ditinjau dari dampak kenaikan muka air laut untuk pencatatan langsung minim data. Oleh sebab itu gambaran kenaikan muka air laut secara global melalui stasiun NASA menggunakan data stasiun pengamatan terdekat yaitu stasiun Pulau Pinang (Malaysia), Stasiun Lumut (Malaysia), Pelabuhan Kelang (Malaysia, Tanjung Keling) dan Bitung (Indonesia).



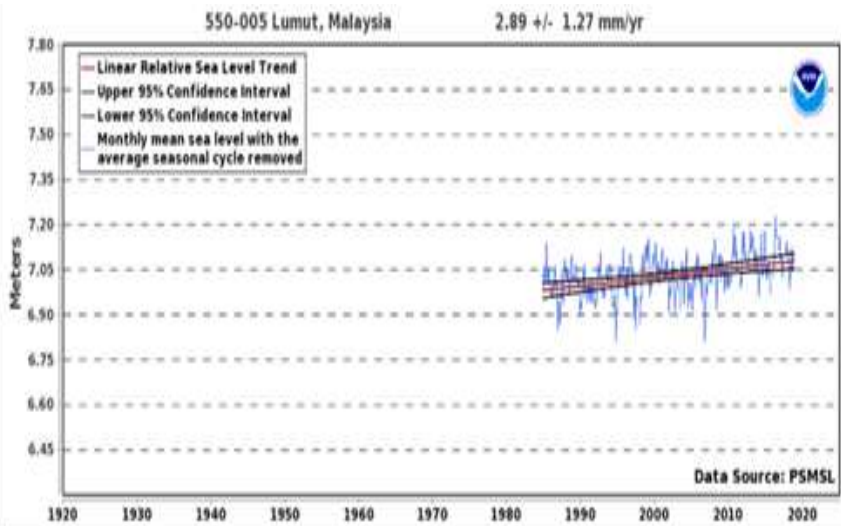
Gambar 3. Titik Pengamatan Muka Air Laut Pantai Timur Sumatera (<https://tidesandcurrents.noaa.gov>)

Hasil pencatatan masing-masing stasiun dapat menggambarkan bahwa kenaikan muka air laut di Selat Malaka maksimal mencapai 4.97 mm/tahun dan tercatat di stasiun Bitung II, Indonesia. Untuk mendapatkan gambaran kenaikan muka air laut di Pantai timur Sumatera Utara, dapat digunakan data yang diperoleh dari Stasiun Pulau Pinang (Malaysia), Lumut (Malaysia), Pelabuhan Kelang (Malaysia) dan Pelabuhan Tanjung Keling (Malaysia) dalam hal ini kenaikan muka air laut tiap tahun maksimal mencapai 3.72 mm/tahun.

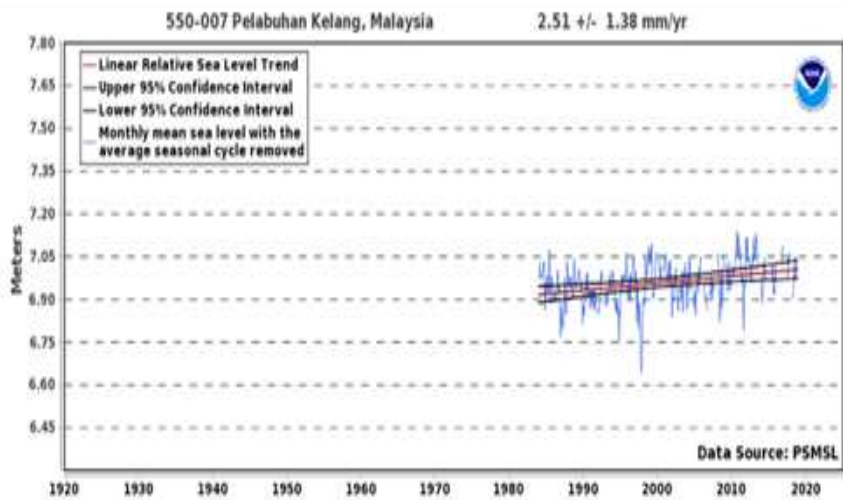




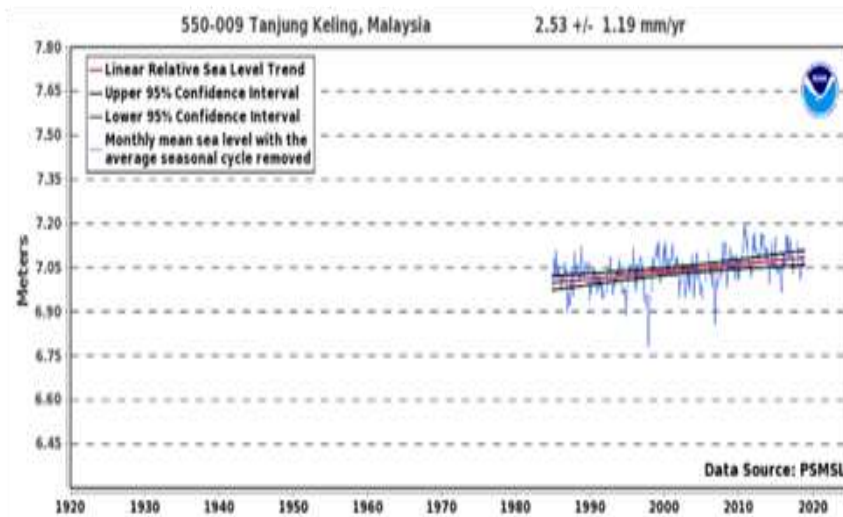
Grafik 3. Kenaikan Muka Air Laut – Pulau Pinang, Malaysia



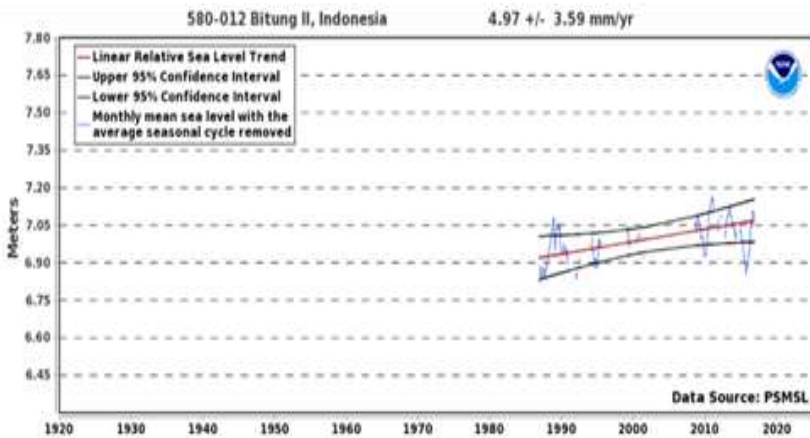
Grafik 4. Kenaikan Muka Air Laut – Lumut, Malaysia



Grafik 5. Kenaikan Muka Air Laut – Pelabuhan Kelang, Malaysia



Grafik 6. Kenaikan Muka Air Laut – Tanjung Keling, Malaysia



Grafik 7. Kenaikan Muka Air Laut - Bitung II, Indonesia  
(<https://tidesandcurrents.noaa.gov>)

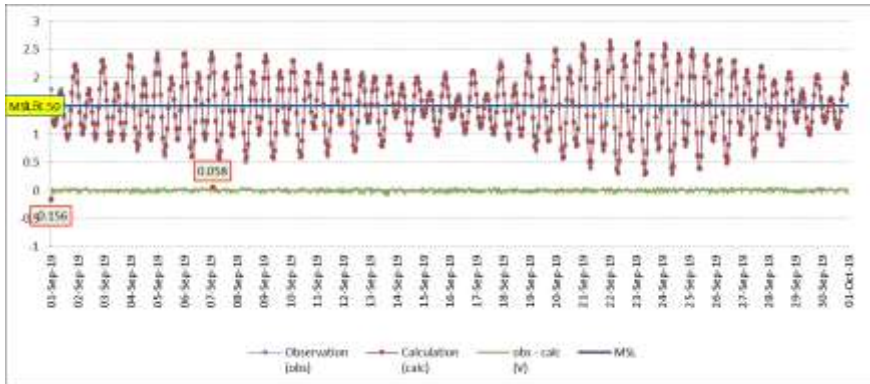
## 2. Hidro-Oseanografi Pantai timur Sumatera Utara

Hidro-oseanografi pantai timur Sumatera Utara dalam mengidentifikasi dampak genangan akibat pasang air laut dan kenaikan muka air laut. Data awal dalam penelitian tahun pertama ini menggunakan data primer yang telah dilakukan tim peneliti serta digunakan data awal tahun pertama dalam mengidentifikasi mitigasi genangan. Tabel 4.1 - Tabel 4.3 serta Gambar 4.4 - Gambar 4.6 menggambarkan tinggi muka air akibat pasang surut di tiga titik pengamatan yaitu Belawan (Kota Medan), Tanjung Tiram (Kabupaten Batubara) dan Panai (Labuhan Batu Selatan).

Tabel 2. Tinggi Muka Air Laut Akibat Pasang di Belawan

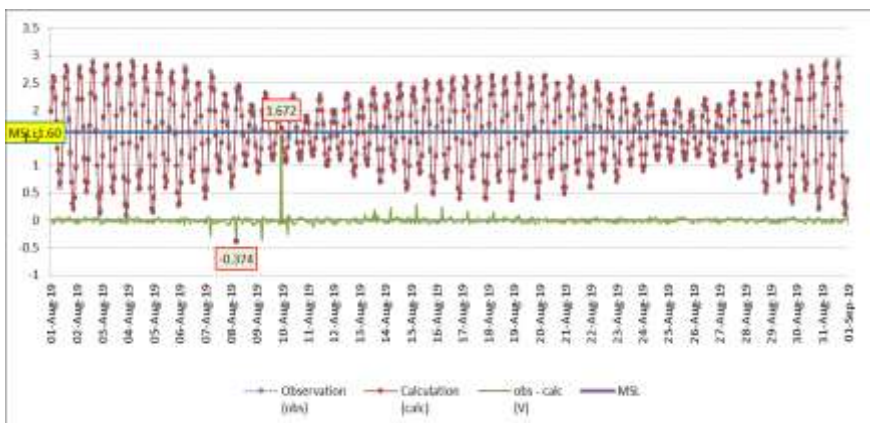
Uraian	Symbol	Calculation	TMA (m)
Higher High-Water Level	HHWL	$Z_0 + (M_2 + S_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1)$	2.768
Mean High Water Level	MHWL	$Z_0 + (M_2 + K_1 + O_1)$	2.320
Mean Sea Level	MSL	$Z_0$	1.499
Mean Low Water Level	MLWL	$Z_0 - (M_2 + K_1 + O_1)$	0.677
Chart Datum Level	CDL	$Z_0 - (M_2 + S_2 + K_1 + O_1)$	0.362
Lower Low Water Level	LLWL	$Z_0 - (M_2 + S_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1)$	0.229
Lowest Astronomical Tide	LAT	$Z_0 - (\text{all constituents})$	0.082

Grafik 8. Tinggi Muka Air Laut Pasang Surut - Belawan, Medan



Tabel 3. Tinggi Muka Air Laut Akibat Pasang, Tanjung Tiram, Batu Bara

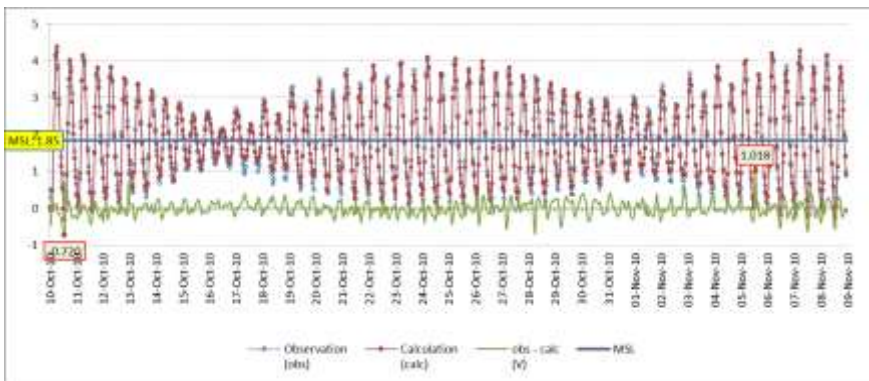
Uraian	Symbol	Calculation	TMA (m)
Higher High-Water Level	HHWL	$Z_0+(M_2+S_2+K_2+K_1+O_1+P_1)$	3.077
Mean High Water Level	MHWL	$Z_0+(M_2+K_1+O_1)$	2.593
Mean Sea Level	MSL	$Z_0$	1.598
Mean Low Water Level	MLWL	$Z_0-(M_2+K_1+O_1)$	0.603
Chart Datum Level	CDL	$Z_0-(M_2+S_2+K_1+O_1)$	0.274
Lower Low Water Level	LLWL	$Z_0-(M_2+S_2+K_2+K_1+O_1+P_1)$	0.119
Lowest Astronomical Tide	LAT	$Z_0$ -(all constituents)	-0.055



Grafik 9. Tinggi Muka Air Pasang Surut, Tanjung Tiram, Batu Bara

Tabel 4. Tinggi Muka Air Laut Akibat Pasang, Panai, Labuhan Batu Selatan

Uraian	Symbol	Calculation	TMA (m)
Higher High-Water Level	HHWL	$Z_0+(M_2+S_2+K_2+K_1+O_1+P_1)$	4.377
Mean High Water Level	MHWL	$Z_0+(M_2+K_1+O_1)$	3.276
Mean Sea Level	MSL	$Z_0$	1.848
Mean Low Water Level	MLWL	$Z_0-(M_2+K_1+O_1)$	0.419
Chart Datum Level	CDL	$Z_0-(M_2+S_2+K_1+O_1)$	-0.346
Lower Low Water Level	LLWL	$Z_0-(M_2+S_2+K_2+K_1+O_1+P_1)$	-0.682
Lowest Astronomical Tide	LAT	$Z_0$ -(all constituents)	-1.299



Grafik 10. Tinggi Muka Air Pasang Surut, Panai, Labuhan Batu



Gambar 4. Tinggi Muka Air Pasang Surut Pantai timur Sumatera Utara

## BAB 4

### ANALISIS PEMBAHASAN



#### A. ANALISIS JANGKAUAN KERAWANAN BENCANA BANJIR DAN ROB AKIBAT PERUBAHAN IKLIM

Kerawanan bencana ditimbulkan banjir dan Rob akibat perubahan iklim menjadi perhatian dalam mitigasi perubahan iklim saat ini dan mendatang. Dalam penelitian tahun pertama ini ditampilkan analisa kerawanan daerah pesisir akibat perubahan iklim di pantai timur Sumatera Utara dengan lokasi di Belawan Kota Medan. Belawan merupakan salah satu Kawasan di Kota Medan dengan batas administrasi berada di kecamatan Medan Belawan. Kawasan ini merupakan pusat perekonomian karena terdapat Pelabuhan dengan tingkat kelas utama. Awal analisis kerawanan banjir akibat kenaikan muka air laut dengan melakukan simulasi banjir di area studi. Gambar 5.1 menampilkan hasil simulasi sebaran genangan di 4 kelurahan di Belawan terdampak genangan. Hasil simulasi mencatat genangan di 4 kelurahan relative luas dengan tinggi genangan akibat air pasang 0,2 – 1 m.



Gambar 5. Skenario Genangan Kawasan Belawan Akibat Muka Air Pasang - A. Kondisi Sebelum Genangan





Gambar 6. Skenario Genangan Kawasan Belawan Akibat Muka Air Pasang – B. Genangan Akibat Air Pasang



Gambar 7. Kawasan Tergenang di Belawan Bahari



Gambar 8. Kawasan Tergenang di Belawan I



Gambar 9. Kawasan Tergenang di Belawan II



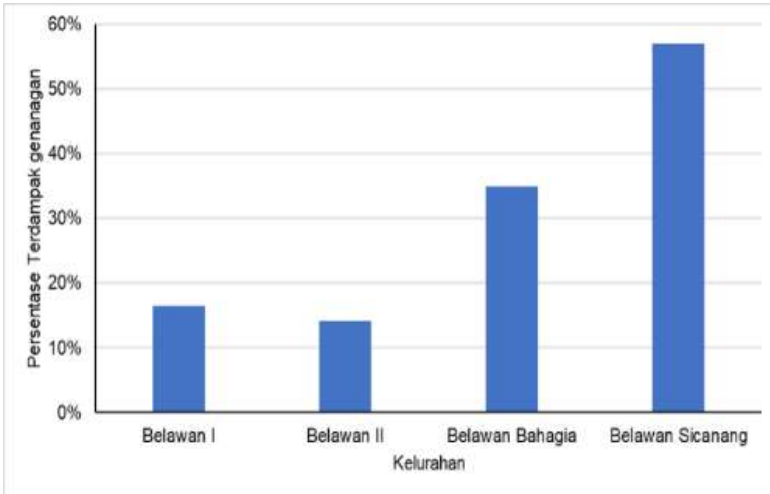


Gambar 10. Kawasan Tergenang di Belawan Bahagia

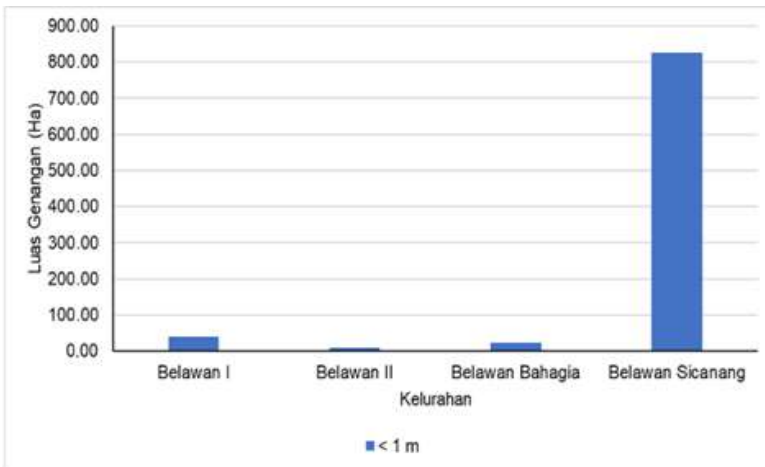
## **B. ANALISIS KERENTANAN BENCANA BANJIR DAN ROB AKIBAT PERUBAHAN IKLIM DI BELAWAN**

Indeks Ancaman Bencana disusun berdasarkan dua komponen utama, yaitu kemungkinan terjadi suatu ancaman dan besaran dampak yang pernah tercatat untuk bencana yang terjadi bencana, komponen-komponen utama ini dipetakan dengan menggunakan simulasi dan dianalisa menggunakan perangkat GIS.

Hasil simulasi modeling banjir ROB menggambarkan ancaman banjir akibat air pasang laut di Belawan. Kelurahan Sechanang merupakan kelurahan yang mengalami ancaman genangan Ketika air pasang menggenangi Kawasan. Luas genangan mencapai 800 ha atau 54 % dari luas wilayah kelurahan tergenang ketika muka air laut naik akibat pasang.



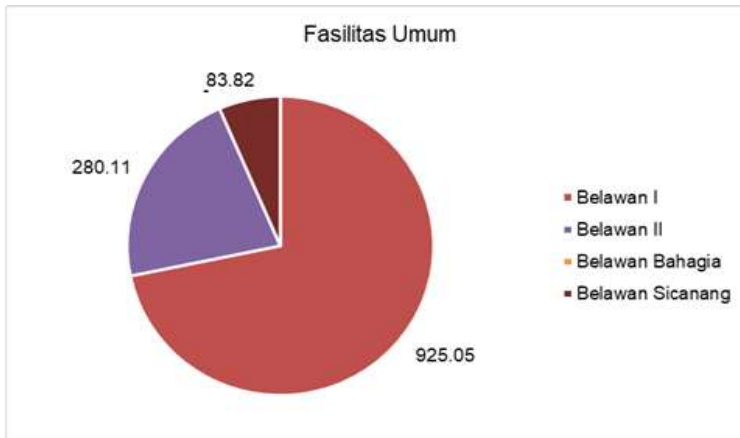
Grafik 11. Kerentanan Bencana Banjir dan Rob di Belawan. A. Persentase Luas Kawasan Terdampak per Kelurahan



Grafik 12. Kerentanan Bencana Banjir dan Rob di Belawan. B. Luas Genangan Akibat Banjir < 1m

### Analisis Kerentanan Fisik

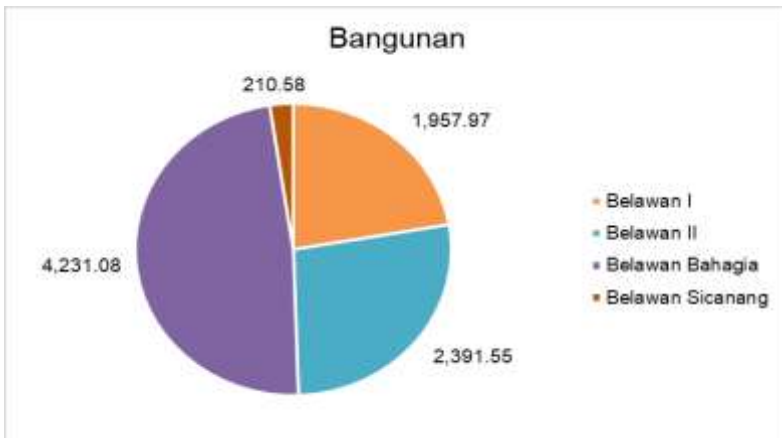
Penilaian tingkat kerentanan fisik akibat kerawanan genangan di pesisir dianalisa berdasarkan analisis spasial terhadap penggunaan lahan dan jumlah fasilitas umum serta asumsi jumlah bangunan rumah yang berada di dalam wilayah genangan akibat banjir ROB di Belawan. Berdasarkan Perka BNPB 2012, parameter kerentanan fisik terdiri dari; (1) Kepadatan rumah (permanen, semipermanen dan non-permanen); (2) Bangunan/fasilitas umum; dan (3) Fasilitas kritis. Kepadatan rumah dihitung berdasarkan area terbangun di dalam kawasan genangan banjir dan dibagi berdasarkan wilayah (dalam ha) kemudian dikalikan dengan harga satuan dari masing-masing parameter kerentanan fisik tersebut.



Grafik 13. Kawasan Fasilitas Umum Mengalami Dampak Akibat Air Pasang di Belawan

Hasil kerentanan fisik yang terdampak akibat Banjir Rob hasil simulasi untuk Belawan ditampilkan pada Gambar di bawah ini. Kelurahan Belawan Bahagia merupakan kelurahan dengan luas banjir terdampak pada bangunan terbesar dengan luas genangan pada pemukiman mencapai 4231 Ha sedangkan kelurahan Belawan Sicanang mencapai 210 Ha. Selain bangunan fasilitas umum seperti jalan, pasar, kantor pemerintahan dan kantor pelayanan Pelabuhan juga terdampak akibat banjir akibat pasang air laut. Kelurahan

Belawan I merupakan kelurahan yang fasilitas umumnya terdampak banjir.



Grafik 14. Kawasan Bangunan Mengalami Dampak Akibat Air Pasang di Belawan

### Analisis Kerentanan Sosial Ekonomi

Kerentanan aspek ekonomi merujuk pada Perka BNPB No.02 Tahun 2012 dihitung berdasarkan 2 (dua) variabel yang mempengaruhi ekonomi yaitu; (1) Lahan Produktif; dan (2) Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Indikator yang digunakan untuk kerentanan ekonomi adalah luas lahan produktif dalam rupiah (sawah, perkebunan, lahan pertanian dan tambak) dan PDRB. Luas lahan produktif diperoleh dari hasil analisa peta guna lahan dan dikonversi kedalam rupiah, sedangkan PDRB dihitung menggunakan jumlah nilai produk barang dan jasa akhir yang dihasilkan oleh 17 unit produksi Kabupaten/Kota.

Penilaian kerentanan sosial akibat bencana banjir dirujuk dari Perka BNPB No.02 Tahun 2012 berdasarkan komponen/indicator. Untuk menghitung kerentanan social menggunakan komponen kepadatan penduduk dan kelompok rentan dengan nilai bobot masing-masing sebesar 60 % dan 40 %. Indikator kelompok rentan dibagi menjadi 4 (empat) parameter

rasio yaitu; (1) Rasio Jenis kelamin (10%); (2) Rasio Kemiskinan (10%); (3) Rasio Kelompok Cacat (10%); dan (4) Rasio Kelompok Umur (10%).

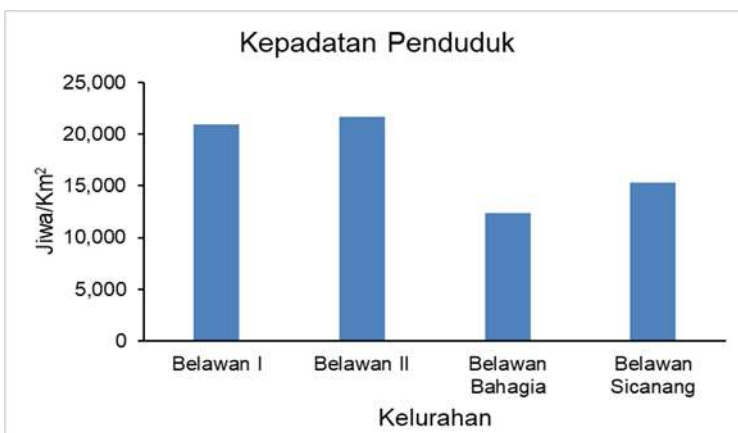
Tabel 5. Kerentanan Aspek Ekonomi Di Kec. Medan Belawan

Kelurahan	Variabel Aspek Ekonomi		Kelas Indeks		Skor	Kelas Indeks
	Lahan Produktif (Juta)	PDRB	Lahan Produktif (Juta)	PDRB		
5	6	7	8	9	12	
Belawan I	-	241,482.35	Rendah	Tinggi	0.60	Sedang
Belawan II	-	241,482.35	Rendah	Tinggi	0.60	Sedang
Belawan Bahagia	-	241,482.35	Rendah	Tinggi	0.60	Sedang
Belawan Sicanang	1,959.5	241,482.35	Tinggi	Tinggi	1.00	Tinggi

### Analisis Kepadatan Penduduk

Kawasan rentan genangan banjir akibat naiknya muka air laut saat pasang di Belawan ada pada 4 kelurahan, yaitu kelurahan Belawan I, Belawan II, Belawan Bahagia dan Belawan Secanang. Keempat kelurahan ini sangat rentan social kependudukannya karena merupakan Kawasan padat penduduk. Kepadatan penduduk di keempat kelurahan diatas 1000 jiwa/Km<sup>2</sup> dengan Kelurahan Belawan I dan belawan II menjadi Kawasan paling padat.

Tabel 6. Kepadatan Penduduk Kec. Medan Belawan



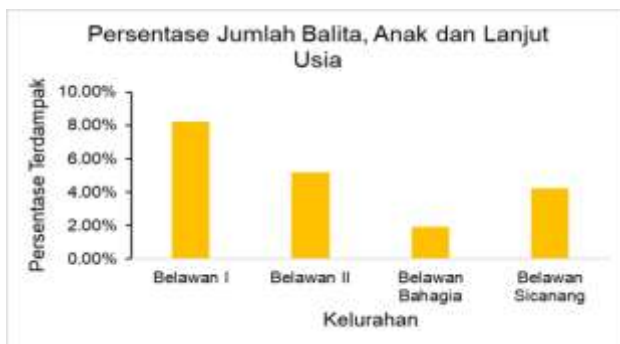


Gambar 11. Kepadatan Bangunan Dan Masyarakat di Kawasan Rawan Genangan Banjir Akibat Pasang Air Laut Di Belawan

### Analisis Persentase Penduduk Usia Balita dan Usia Tua

Analisa kerentanan social penduduk untuk variable Balita dan lanjut usia saat banjir akibat air pasang laut di keempat kelurahan diperoleh dari luasan genangan terhadap kepadatan penduduk. Berdasarkan hasil modeling genangan banjir di masing-masing kelurahan, diperoleh persentase variable kerentanan penduduk berdasarkan usia berada di bawah 20%.

Grafik 15. Persentase Ujisa Balita Dan Lanjut Usia Terhadap Kerentanan Terdampak Banjir ROB



### Analisis Persentase Wanita

Salah satu kerentanan dampak bencana banjir dari aspek social penduduk untuk varaibael jenis kelamin adalah wanita. Untuk kerentanan banjir akibat pasang air laut di keempat kelurahan di Belawan di bawah 20%

Grafik 16. Persentase Kerenatanan Wanita Terdampak Banjir ROB



### Analisis Tingkat Kemiskinan

Permasalahan kerentanan social penduduk dari dampak banjir adalah masyarakat miskin. Akibatnya masyarakat banyak tinggal di kawasan kumuh dan rawan genangan. Kawasan dengan jumlah masyarakat miskin terbanyak ada pada kelurahan Belawan II dengan persentase berada di atas 20%.

Grafik 17. Persentase Masyarakat Miskin Terdampak Banjir ROB



### Analisis Kerentanan Lingkungan

Kerentanan aspek lingkungan merujuk pada Perka BNPB No.02 Tahun 2012 dianalisa berdasarkan 4 (empat) parameter indikator tutupan lahan yaitu; (1) Hutan Lindung; (2) Hutan Alam; (3) Hutan bakau/mangrove; (4) rawa dan semak belukar). Indeks kerentanan lingkungan diperoleh dari rata-rata bobot indikator jenis tutupan lahan. Kerentanan lingkungan di Belawan ada pada jenis tanaman mangrove dan kelurahan Belawan Sicanang merupakan kelurahan yang memiliki hutan mangrove luas.

Tabel 7. Kerentanan Hutan Terdampak

Kelurahan	Variabel Aspek Lingkungan (Ha)				
	Hutan Lindung	Hutan Alam	Hutan Bakau/Mangrove	Semak Belukar	Rawa
Belawan I	0.00	0.00	0.00	3.19	0.00
Belawan II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Belawan Bahagia	0.00	0.00	0.00	8.24	0.00
Belawan Sicanang	0.00	0.00	759.93	62.13	0.00



## BAB 5

### PENUTUP



#### A. KESIMPULAN

Selanjutnya dapat disimpulkan sementara bahwa Pantai timur Sumatera Utara merupakan Kawasan pesisir dengan karakteristik hidro-oseanografi Selat Malaka. Salah satu karakteristiknya adalah tinggi muka air pasang surutnya tinggi. Hasil analisa yang dilakukan menggunakan data-data yang diamati langsung diperoleh tinggi muka air pasang tertinggi di Belawan 2.78 m, Tanjung Tiram Kabupaten Batubara 3.08 dan Panai Kabupaten Labuhan batu Selatan 4.38 m. Tinggi muka air pasang menjadi titik awal pantai timur Sumatera Utara memiliki potensi bencana genangan akibat air pasang atau di kenal dengan banjir ROB.

Dampak ancaman banjir di pesisir Timur Sumatera Utara menjadi resiko tinggi di masa mendatang Ketika kenaikan muka air laut akibat pemanasan global semakin besar. Ancaman global ini menjadi perhatian dalam memodelkan mitigasi bencana banjir pesisir. Rerata kenaikan muka ai laut di Selat Malaka menggunakan 5 stasiun pengamatan kenaikan muka air laut mencapai 3.79 mm/tahun. Potensi genangan akibat kenaikan muka air di sepanjang pantai timur Sumatera Utara masuk kepada kategori bencana banjir akibat perubahan iklim.

Dari pengamatan pada model genangan akibat banjir air pasang laut yang di lakukan di Belawan kota. Hasil menunjukan indikasi 4 kelurahan di belawan kota menjadi kawasan berisiko banjir karena memiliki indeks resiko tinggi akibat memiliki kepadatan  $> 1000$  jiwa/ Km<sup>2</sup>. Potensi resiko banjir menjadi semakin meningkat, ketika kerentanan sosial, kepadatan pemukiman, fisik, social ekonomi dan lingkungan juga meningkat.

## B. SARAN DAN MASUKAN

Adapun Saran penelitian ini dengan telah diidentifikasi wilayah rentan di pesisir Pantai timur Sumatera Utara terhadap kenaikan permukaan laut, ditinjau dari faktor fisik dan sosial-ekonomi dan akan peta kerentanan terhadap kenaikan muka laut untuk wilayah pesisir Pantai timur Sumatera Utara. Maka perlu perbaikan dan peningkatan manajemen mitigasi bencana di Sumatera Utara yang meliputi aspek pengetahuan tentang risiko kebencanaan, aspek respon pemerintah dan masyarakat terhadap bencana, aspek sistem peringatan bencana, aspek sistem informasi kebencanaan, aspek kearifan lokal dan aspek perencanaan keadaan darurat.

Dubutuhkan Kebijakan dari Pemerintah Provinsi Sumatera Utara untuk berkontribusi perbaikan dan peningkatan pemahaman dan pencegahan mitigasi bencana kepada masyarakat di kawasan pantai timur Sumatera Utara yang secara langsung atau tidak langsung memperburuk kerentanan dari masyarakat yang menempati daerah-daerah benacana.

## DAFTAR PUSTAKA

### BUKU

- BAKORNAS PBP (2002). *Arah dan Kebijakan Mitigasi Bencana Perkotaan di Indonesia*. Jakarta.
- Bappeda Sumatera Utara., (2019). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Sumatera Utara tahun 2019-2023*. Medan
- Boon, J.D., (2006), *World Tides User Manual*, USA
- Clark, R. J. (1996). *Coastal Zone Management Hand Book*. CRC Lewis Publishers. Boca Raton, Florida. 694 p.
- Davies, J., G. Claridge, dan Nirarita. (1995). *Manfaat Lahan Basah: Potensi Lahan Basah dalam Mendukung dan Memelihara Pembangunan*. ASEAN Wetland Bureau: Bogor
- Diposaptono, Subandono (2009). *Menyiasati Perubahan Iklim Di Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil*. Bogor: Penerbit Buku Ilmiah Populer.
- Erlington, Ulf., (2004). *GIS For Natural Hazard Mitigation*. Lindorm Publishing, Miami,
- Glenn T. Trewartha & Lyle H. Horn. (1995). *Pengantar Iklim*. Yogyakarta: UGM Press.
- Marfai, MA. (2013). *Bencana Banjir Rob, Studi Pendahuluan Banjir Pesisir. Jakarta*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nugroho, K., Alkushima, Paidi, Wahyu Wahdini, Abdurachman, H. Suhardjo, dan IPG. Widjaja Adhi. (1993). *Peta Areal Potensial Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Rawa Lebak, Rawa Pasang Surut, Dan Pantai. Proyek Penelitian Sumber Daya Lahan*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- Pugh, D.T. (2004). *Changing Sea levels. Effects Of Tides, Weather and Climate*. Cambridge University Press.
- Smith, O.S., (2009). *Sea Level Rise and the Vulnerability of Coastal Peoples. Responding to the Local Challenges of Global*

*Climate in the 21st Century*. Publication Series of UNU-EHS. Germany.

- Siti Irene Astuti Dwiningrum, Dyah Respati Suryo Sumunar & Ebni Sholikhah (2020). *Resiliensi Sekolah untuk Mitigasi Bencana*. Edisi Pertama, Yogyakarta: BILDUNG.
- Suparmoko. (1989). *Ekonomi Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas - Studi Ekonomi Universitas Gadjah Mada.
- Themis, S., Paripurno, T.E., Nugroho, B.R.A., (2008). *Katalog Metodologi Penyusunan Peta Geo Hazard Dengan GIS*. BRR NAD-NIAS.

## JOURNAL

- Abidin, H.Z., Andreas, H., Djaja, R., Darmawan, D., Gama, M. 2007. Land Subsidence Characteristics of Jakarta between 1997 and 2005 as Estimated Using GPS Surveys. Springer - Verlag.
- Adi, H. P., & Wahyudi, S. I. (2015). Study of Institutional Evaluation in Drainage System Management of Semarang as Delta City. *In Proceedings of International Conference "Issue, Management and Engineering in The Sustainable Development on Delta Areas"*, UNISSULA Semarang, (Vol. 1, pp. 1-7). <http://lppm-unissula.com/jurnal.unissula.ac.id/index.php/ICCDA/article/view/616>.
- Adi, H. P., & Wahyudi, S. I. (2018). Tidal Flood Handling through Community Participation in Drainage Management System (A case study of the first water board in Indonesia). *International Journal of Integrated Engineering*, Volume 10, Series 2, pp.19-23. <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/ijie/article/view/2620>
- Anggraini, Nanin, Bambang Trisakti, Tri Edhi. (2012). *Pemanfaatan Data Satelit untuk Analisis Potensi Genangan dan Dampak Kerusakan Akibat Kenaikan Muka Air Laut*. Pusat Pemanfaatan Pwnginderaan Jauh. LAPAN

- Arifin, Z., R. Rositasri, R., W.B.Setiawan, H. Supriyadi, W. Kiswara, M.L.G. Panggabean, T. Murniasih, Y. Witasari, Afdal, D. R.Noerjito, B. Prayuda, Suratno, A. Bayu, Y.I.Ulumudin, E. Kuswanto dan A.Purwandana, (2009). Kajian Perubahan Iklim Terhadap Ekosistem. Pesisir. Laporan Tahunan, *Pusat Penelitian Oseanografi*
- Babiker, S.I., Mohamed A.A.M., Hiyama, T., Kato, K., (2004). A GIS-based DRASTIC Model for Assessing Aquifer Vulnerability in Kakamigahara Heights, Gifu Prefecture, Central Japan. *Hydrospheric Atmospheric Research Center*, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-8601, Japan.
- Boruff, B.J., Emrich, C.T., and Cutter, S.L., (2005). Erosion Hazard Vulnerability of US Coastal Counties. *Journal of Coastal Research*, 21(5), 932-942. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.
- Cazenave, A., Dominh, K., Guinehut, S., Berthier, E., Liovel, W., Ablain, M., Larnicol, G., (2008). A Reevaluation from GRACE Space Gravimetry, *Satelite Altimetry and Argo*. Global and Planetary Change.
- Collins, T.W., Grineski, S.E., Romo anguilar, L.M., (2009). Vulnerability to Environmental Hazards in the Ciudad Juarez (Mexico)-El Paso (USA) Metropolis: A Model for Spatial Risk Assesment in Transnational Context. *Journal of Applied Geography*
- Cutter, L.S., Boruff, B.J., and Shirley, W.L. 2003. Social Vulnerability
- Cutter, L.S., Emrich, C.T., Webb, J.J., and Morath, D., (2009). Social Vulnerability to Climate Variability Hazards. *Hazards and Vulnerability Research Institute*, Department of Geography University of South Carolina, Columbia, SC 29208
- Cutter, Susan. L. (1996). Vulnerability To Environmental Hazards. *Progress in Human Geography. Sage*. Volume 20, Issue 4. <https://doi.org/10.1177/030913259602000407>
- Dahuri, R., (2002). Pengaruh Global Warming terhadap Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. *Seminar Nasional Pengaruh Global*

- Warming* terhadap Pesisir dan Pulau- Pulau Kecil Ditinjau dari Kenaikan Permukaan Air Laut dan Banjir. Jakarta.
- Darsiman, B. 2007. Agroklimatologi. Fakultas Pertanian. UISU, Medan
- Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) (2008). *Urgensi RUU Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil*.
- Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP), (2004). *Pedoman Penyusunan Rencana Pengelolaan Garis Pantai*.
- DKP, 2004. *Pedoman Penyusunan Rencana Pengelolaan Garis Pantai*, Jakarta
- DKP, 2008. *Urgensi RUU Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*.
- Dolan, A.H., and Walker, I.J., (2003). Understanding vulnerability of coastal communities to climate change related risks. Journal of Coastal Research, SI 39 (*Proceedings of the 8th International Coastal Symposium*).
- Dyah, M. (2004) Tinjauan Karakteristik Wilayah Pantai Utara dan Selatan Jawa Barat Dalam Rangka Pengelolaan Kawasan Pesisir Terpadu. *Pusat Penelitian Geoteknologi - LIPI*.
- Elizabeth A. P., Robert Thieler, and Williams, J.S., (2005). *Coastal Vulnerability Assessment of Channel Islands National Park (CHIS) to Sea Level Rise*. File Report- USGS Reston-Virginia.
- ESRI, 2008. ArcGIS 9. Using ArcGIS Spatial Analyst. USA.
- Fordham, Maureen, (2007). *Social Vulnerability dan Capacity*.
- Gornitz, V., T.W. Beaty, R. C. Daniels, 1997. A Coastal Hazards Data Base for The West Coast, Tennessee.
- Haifani, A.M. 2008. Manajemen Risiko Bencana Gempa Bumi (Studi Kasus Gempa Bumi Yogyakarta 27 Mei 2006). *Pusat Pengkajian Sistem dan Teknologi Keselamatan, Instalasi dan Bahan Nuklir*, BAPETEN. ISSN 1978-0176
- Hasiniana, F., Zhou, J., Guoyi L., 2010. Regional assessment of groundwater vulnerability in Tamtsag basin, Mongolia using drastic model. Journal of American Science.
- IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*. (2007). Climate Change: The Physical Science Basis. Summary for Policy Makers, Contribution of Working Group I to the

- Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Paris, February 2007. <http://www.ipcc.ch/>.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2007. *Synthesis Report*. An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva.
- Katayama, Ritsu et al., (2000), A Research on The Urban Disaster Prevention Plan Concerning Earthquake Risk Forecast by Remoto Sensing in The Tokyo Bay Area, *ISPRS*, Vol, Part B7, P6 62-669, Amsterdam
- Lars Rosen, (1994), *A Study of the DRASTIC*, Methodology with Emphasis on Swedish Condition, Groundwater.
- Naskah Akademik *Pengelolaan Wilayah Pesisir*, (2000). Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, Jakarta.
- NOAA (2022). Kenaikan Permukaan Laut. *The Nature Conservancy*. <https://reefresilience.org/id/stressors/climate-and-ocean-change/sea-level-rise/>
- NOAA, (2003). Computational Techniques for Tidal Datums Handbook. *Special Publication NOS CO-OPS 2*. Silver Spring, Maryland.
- Ozyurt, G dan Ergin, A., (2009). Application of Sea Level Rise Vulnerability Model Selected Coastal Areas of Turkey. *Journal of Coastal Research*. Lisbon Portugal.
- Rachmat, Agus. (2006). Manajemen dan Mitigasi Bencana. *Makalah, Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah (BPLDH) Provinsi Jawa Barat*
- S. Wahyudi, H. Adi, B. Schultz (2017). Revitalizing and Preparing Drainage Operation and Maintenance to Anticipate Climate Change in Semarang Heritage City. *Journal of Environmental Science & Engineering*. 6 (2017) 17-26. DOI:10.17265/2162-5263/2017.01.002
- Susandi, A., 2004. The impact of international greenhouse gas emissions reduction on Indonesia. Report on Earth System Science, Max Planck Institute for Meteorology, Jerman,
- Szlafsztein, C.F., (2005). Climate change, Sea-level rise and Coastal Natural Hazards: *A GIS-Based Vulnerability Assessment*,

- State of Pará, Brazil. Department of Geology, Center of Geosciences, University of Para, Brazil
- Taymaz, T. and Willige, B.T., (2006). Remote Sensing and GIS Contribution to Tsunami Risk Sites Detection of Coastal Areas in the Mediterranean. *The Third International Conference on Early Warning (EWC III)*, 26.-29 March 2006. Bonn.
- Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana***
- Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil***
- Wahana Lingkungan Hidup Indonesia, 2006. Potret Kerusakan Lingkungan Pesisir Jawa, [Online] Available at: [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)
- Wahyudi, S. Imam., Adi Henny. P., Abdul Rochim, & Didier Marot. (2014). Aspects of Hydrology, Tidal and Water Storage Capacity for Simulating Dike Model of Channel and Retention Basin. *International Journal of Civil & Environmental Engineering*. 114(5): 6-10.  
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.655.3219&rep=rep1&type=pdf>
- Wikipedia.com
- Wismarini, T. D., & Ningsih, D. H. U. (2010). Analisis Sistem Drainase Kota Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografi dalam Membantu Pengambilan Keputusan bagi Penanganan Banjir. *Dinamik-Jurnal Teknologi Informasi*, Volume 15, Series 1.  
<http://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/fti1/article/view/110>.



## GLOSARIUM



### *Istilah*

### *Arti*

Air Laut

Air yang berasal dari laut atau samudera yang memiliki kadar garam rata-rata 3,5%, artinya dalam 1 liter air laut terdapat 35-gram garam

Banjir

Peristiwa bencana alam yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan.

Bencana Alam

Suatu peristiwa yang terbagi menjadi dua berdasarkan pemicunya. Pertama, bencana yang terjadi secara alami dapat berupa banjir, letusan gunung berapi, gempa bumi, tsunami, tanah longsor, badai salju, kekeringan, hujan es, gelombang panas, hurikan, badai tropis, taifun, tornado, kebakaran liar dan wabah penyakit. Beberapa bencana alam terjadi tidak secara alami. Contohnya adalah kelaparan, yaitu kekurangan bahan pangan dalam jumlah besar yang disebabkan oleh kombinasi faktor manusia dan alam.

Desa

Atau Kelaurahan adalah satuan pemerintahan terendah di bawah kecamatan.

Ekosistem

Suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik tak terpisahkan

	antara makhluk hidup dengan lingkungannya.
Erosi Pantai	Proses terkikisnya material penyusun pantai oleh gelombang dan material hasil kikisan itu terangkut ke tempat lain oleh arus.
Fisik	Sesuatu wujud dan dapat terlihat oleh kasatmata, yang juga merupakan terdefinisi oleh pikiran.
Gelombang	Getaran yang merambat. Bentuk ideal dari suatu gelombang akan mengikuti gerak sinusoid.
Gempa	Fenomena yang terjadi ketika gelombang seismik merambat ke seluruh bagian bulan, planet, bintang yang pada akhirnya menyebabkan guncangan hebat di permukaannya.
Genangan	Sebuah kandungan cairan kecil, biasanya air, di sebuah permukaan. Genangan dapat terbentuk lewat pengisian air dalam sebuah cekungan permukaan, atau oleh tegangan permukaan di atas permukaan datar.
Geologi	Salah satu cabang ilmu kebumihan yang mempelajari tentang Bumi dan segala isi di dalamnya.
Gunung	Suatu bentuk permukaan tanah yang letaknya jauh lebih tinggi daripada tanah-tanah di daerah sekitarnya.
Hidrologi	Cabang ilmu Geografi yang mempelajari pergerakan, distribusi, dan kualitas air di

	seluruh Bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber daya air.
Hutan Bakau	Disebut juga Hutan Mangrove adalah hutan yang tumbuh di air payau, dan dipengaruhi oleh pasang-surut air laut.
Iklim	Kebiasaan dan karakter cuaca yang terjadi di suatu tempat atau daerah.
Kabupaten	Pembagian wilayah administratif di Indonesia dibawah naungan provinsi, yang dipimpin oleh seorang bupati.
Kecamatan	Pembagian wilayah administratif negara Indonesia di bawah Kabupaten atau Kota.
Kemarau	Periode tahunan dengan curah hujan rendah, terutama di tropis.
Kemiskinan	Keadaan saat ketidakmampuan untuk memenuhi kebutuhan dasar seperti Makanan, Pakaian, Tempat Berlindung, Pendidikan, Dan Kesehatan.
Kerentanan	Hasil dari kondisi dan proses yang dipengaruhi dari bahaya yang berasal dari alam, bencana teknologi, atau kondisi ekstrem tertentu.
Kesiapsiagaan	Kemampuan pemerintah, masyarakat, dan individu untuk menanggapi bencana dengan cepat dan efektif.
Klimatologi	Studi mengenai iklim, secara ilmiah didefinisikan sebagai kondisi cuaca yang

dirata-ratakan selama periode waktu yang panjang.

Kota	Pusat permukiman dan kegiatan penduduk yang mempunyai batas wilayah administrasi yang diatur dalam peraturan perundang-undangan serta permukiman yang telah memperlihatkan watak dan ciri kehidupan perkotaan.
Lahan	Luas tanah yang bisa dimanfaatkan untuk keperluan manusia.
Laut	Sebuah perairan asin besar yang dikelilingi secara menyeluruh atau sebagian oleh daratan.
Lingkungan	Kombinasi antara kondisi fisik yang mencakup keadaan sumber daya alam seperti tanah, air, energi surya, mineral, serta flora dan fauna yang tumbuh di atas tanah maupun di dalam lautan, dengan kelembagaan yang meliputi ciptaan manusia seperti keputusan bagaimana menggunakan lingkungan fisik tersebut.
Longsor	Suatu peristiwa geologi yang terjadi karena pergerakan massa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah.
Mitigasi Bencana	Serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana.

Mitigasi	Segala upaya untuk mengurangi risiko bencana.
Musim	Pembagian waktu dalam setahun yang ditentukan oleh adanya perubahan cuaca, ekologi, dan durasi penyinaran Matahari.
Pantai	Batas antara wilayah daratan dengan wilayah lautan.
Pasang Laut	Atau pasang surut adalah naik atau turunnya permukaan air laut yang disebabkan oleh pengaruh gaya gravitasi bulan dan matahari.
Pelabuhan	Sebuah fasilitas di ujung samudera, sungai, atau danau untuk menerima kapal dan memindahkan barang kargo maupun penumpang ke dalamnya.
Pencegahan Bencana	Serangkaian kegiatan yang dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi dampak atau mengurangi ancaman bencana.
Pengungsi	Orang atau sekelompok orang yang terpaksa atau dipaksa keluar dari tempat tinggalnya untuk jangka waktu yang belum pasti akibat dampak bencana.
Peringatan Dini	Kegiatan memberikan peringatan secepat mungkin tentang kemungkin terjadinya bencana oleh lembaga yang berwenang.
Permukaan Laut	Ketinggian lokal permukaan laut yang diukur dengan referensi datum tertentu terhadap posisi pasang surut, sedangkan permukaan laut relatif ( <i>relative sea level</i> )

adalah elevasi permukaan laut relatif yang diukur terhadap daratan di lokasi tertentu.

Pesisir	Suatu wilayah peralihan antara daratan dan lautan yang merupakan daerah pertemuan antara darat dan laut.
Provinsi	Suatu satuan teritorial, seringnya dijadikan nama sebuah wilayah administratif pemerintahan di bawah wilayah negara atau negara bagian.
Pulau	Tanah atau daratan yang dikelilingi air dengan luas lebih kecil dari benua dan lebih besar dari terumbu karang.
Rehabilitasi	Kegiatan pemulihan masyarakat setelah terjadi bencana dan perbaikan fasilitas umum sehingga kondisi normal kembali.
Rekonstruksi	Tahap pembangunan kembali semua sarana dan prasarana agar kegiatan ekonomi, sosial budaya kembali berkembang dan aktivitas masyarakat kembali bangkit.
Resiko	Kemungkinan terjadinya suatu bencana, kecelakaan atau malapetaka.
Selat	Sebuah wilayah perairan yang relatif sempit yang menghubungkan dua bagian perairan yang lebih besar, dan karenanya pula biasanya terletak di antara dua permukaan daratan.
Sosial Ekonomi	Kedudukan atau posisi seseorang dalam kelompok masyarakat yang ditentukan oleh

	jenis aktivitas ekonomi, pendidikan serta pendapatan.
Tanggap Darurat	Kegiatan yang dilakukan segera saat terjadinya bencana untuk mengurangi dampak buruk bencana.
Topografi	Studi tentang bentuk permukaan bumi dan objek lain seperti planet, satelit alami, dan asteroid. Dalam pengertian yang lebih luas, topografi tidak hanya mengenai bentuk permukaan saja, tetapi juga vegetasi dan pengaruh manusia terhadap lingkungan, dan bahkan kebudayaan local.
Wilayah	Suatu zona yang difungsikan menurut jenis dan kekhususan, suatu area yang saling berhubungan satu sama lain.
Wilayah Pesisir	Wilayah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang saling berinteraksi, di mana ke arah laut 12 mil dari garis pantai untuk provinsi dan sepertiga dari wilayah laut itu (kewenangan provinsi) untuk kabupaten/kota dan ke arah darat batas administrasi kabupaten/kota.



## APENDIKS

### A

Air Laut, v, vii, viii, ix, 19, 42, 43, 44, 45,  
46, 47, 48, 49, 58, 64, 65, 69

### B

Banjir, viii, ix, 14, 19, 54, 55, 58, 59, 63,  
65, 68, 69  
Bencana, iii, v, ix, 17, 32, 33, 34, 36, 39,  
41, 42, 53, 54, 63, 64, 66, 67, 69, 72,  
73, 80, 1

### E

Ekosistem, v, 28, 38, 65, 69  
Erosi Pantai, v, 39, 40, 41, 42, 69

### F

Fisik, v, 7, 55, 70

### G

Gelombang, 6, 19, 70  
Gempa, 18, 66, 70  
Genangan, viii, ix, 50, 51, 54, 58, 64, 70  
Geologi, v, 15, 18, 70  
Gunung, 20, 70

### H

Hidrologi, v, 15, 70  
Hutan Bakau, 60, 70

### I

Iklim, 16, 63, 65, 71

### K

Kabupaten, vii, 3, 9, 10, 11, 13, 16, 17,  
19, 20, 23, 24, 25, 26, 38, 47, 56, 61,  
71  
Kecamatan, 10, 25, 38, 71  
Kemarau, 71  
Kemiskinan, vi, 57, 59, 71  
Kerentanan, iv, v, vi, vii, ix, 4, 6, 7, 40,  
54, 55, 56, 57, 58, 60, 71  
Kesiapsiagaan, 34, 71  
Klimatologi, v, 16, 71  
Kota, vii, 3, 9, 10, 11, 13, 23, 24, 25, 26,  
38, 47, 50, 56, 68, 71, 79

### L

Lahan, 16, 56, 63, 72  
Laut, viii, 12, 27, 38, 67, 72, 73  
Lingkungan, vi, 16, 36, 60, 64, 67, 68,  
72, 79  
Longsor, 17, 72



## **M**

Mitigasi, iii, v, 32, 33, 38, 41, 42, 63, 64,  
67, 72, 80, 1  
Musim, 14, 16, 17, 72

## **P**

Pantai, iii, v, viii, 2, 3, 9, 13, 14, 15, 19,  
23, 24, 26, 27, 29, 44, 47, 49, 61, 62,  
63, 66, 73, 1  
Pasang, vii, viii, ix, 19, 47, 48, 49, 50, 51,  
55, 56, 58, 63, 73  
Pelabuhan, ix, 24, 44, 46, 50, 55, 73  
Pencegahan, 80  
Pengungsi, 73  
Peringatan Dini, 42, 73  
Permukaan, 65, 67, 73  
Pesisir, iii, v, viii, 2, 20, 21, 23, 25, 26,  
27, 28, 32, 33, 35, 38, 63, 65, 66, 67,  
68, 73, 75, 1  
Provinsi, v, vii, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15,  
16, 17, 19, 20, 27, 28, 62, 67, 74, 1

Pulau, v, ix, 2, 13, 16, 24, 29, 32, 44, 45,  
63, 65, 66, 68, 74

## **R**

Rehabilitasi, 74  
Rekonstruksi, 74  
Resiko, 74

## **S**

Selat, 3, 9, 12, 13, 23, 24, 44, 61, 74  
Sosial Ekonomi, vi, 56, 74

## **T**

Tanggap Darurat, 74  
Topografi, v, 14, 24, 74

## **W**

Wilayah, iv, v, vii, 1, 3, 9, 10, 11, 14, 17,  
19, 20, 21, 22, 23, 27, 29, 32, 33, 63,  
65, 66, 67, 68, 75, 78



## BIO DATA PENULIS

### Prof. Ir. Bhakti Alamsyah M.T., Ph.D



Lahir di Bandung, 29 Oktober 1964. Riwayat Pendidikan, yakni Tamat dari Institut Teknologi Medan, Jurusan Arsitektur pada tahun 1989 (S1), kemudian melanjutkan studi S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya pada jurusan Perancangan & Kritik Arsitektur Tamat tahun 2001 dan S3 Tamat tahun 2012 dari University Sains Malaysia pada jurusan Teori Arsitektur. Pengalamannya dalam

bidang penelitian terutama tentang arsitektur, arsitektur modern dan arsitektur tradisional. Sejak tahun 1992 sampai dengan sekarang sebagai Konsultan Teknik dan Perencanaan di beberapa perusahaan di perusahaan swasta dan instansi pemerintah. Juga sebagai Staf Edukasi KOPERTIS Wilayah I SUMUT NAD sejak 2009 hingga sekarang, sehingga sebagai dosen juga pernah menjabat posisi-posisi strategis pada Universitas Pembangunan Panca Budi dan Universitas Prima Indonesia di Medan. Pengalaman dalam berbagai event maupun forum ilmiah tingkat lokal, nasional maupun internasional dan diundang sebagai pembicara dalam seminar nasional dengan tema Arsitektur, Urban Development, Arsitektur Nusantara Dan Design Square. Adapun buku yang pernah ditulis diantaranya berjudul *Matinya Para Dewa “Kajian Arsitektur Karo”* (2004),

*Arsitektur Mesir (2007), Perkembangan & Pelestarian Arsitektur Kolonial Di Medan Sumatera Utara (2010), Tipologi Arsitektur Rumah Adat Nias Selatan dan Rumah Adat Nias Utara (2012), dan Teori Arsitektur, Sebuah Pengantar Terhadap Pemahaman Dalam Keilmuan Arsitektur (2013) dan Arsitektur Kontekstual, Sebuah Kajian Pemahaman Making, Experiencing & Understanding Dalam Filosofi Arsitektur (2014).*

**Dr. Cut Nuraini, S.T., M.T**



Lahir di P. Siantar, 11 April 1974. Riwayat Pendidikan, yakni mengambil Jurusan Teknik Arsitektur di Institut Teknologi Medan pada tahun 1993-1999 (S1), kemudian melanjutkan studi S2 (2000- 2002) dan S3 (2009-2014) pada jurusan Arsitektur Lingkungan dan arsitektur Pemukiman di Pascasarjana UGM. Pengalamannya dalam bidang penelitian terutama tentang Arsitektur, Arsitektur Pemukiman, Desain Perumahan, kajian Perumahan bagi Masyarakat Pedesaan Pegunungan. Salah satu judulnya adalah “Kajian Kebutuhan dan Pemanfaatan Fasilitas Umum di Kota Medan”. Demikian halnya, penelitian Kerjasama sejak tahun 2009 dilakukan dengan BPPS, DRPM Dikti dan Balitbang Pemko Medan. Sebagai Dosen sejak tahun 2000 sampai dengan sekarang, berpengalaman sebagai konsultan di beberapa instansi pemerintahan dan universitas.. Pengalaman dalam berbagai event maupun forum ilmiah tingkat local dan nasional diundang sebagai pembicara dalam seminar nasional dengan tema Arsitektur Pemukiman dan Arsitektur Tradisional. Adapun buku yang pernah ditulis berjudul *Pemukiman Suku Batak Mandailing (2004), Metode Perancangan Arsitektur (2009), Metode Perancangan Arsitektur II (2010) dan Model Model Desain Rumah Tumbuh Masyarakat Pedesaan (2019).*

**Dr. Kuswandi, S.T., M.T**



Lahir di Medan, 03 Mei 1975. Riwayat Pendidikan, yakni Tamat dari Jurusan Teknik Sipil pada Institut Teknologi Medan tahun 1998 (S1), kemudian Tamat studi S2 (2003) dan S3 (2017) pada jurusan Teknik Sipil di Pascasarjana UGM. Pengalamannya dalam bidang penelitian terutama tentang Sistem Drainase, Tata Kelola Air Pemukiman, Survey Tsunami, Model Pencegahan Tsunami dan Mitigasi

Bencana. Salah satu judulnya adalah “Experiment Physical Modeling Lift up Forces on concrete Blocks due to Tsunami”. Demikian halnya, penelitian Kerjasama sejak tahun 2013 dilakukan dengan beberapa instansi diantaranya adalah Himpunan Ahli Teknik Hidraulik, Universitas Syiah Kuala, Institut Teknologi Sumatera dan UNESCO-IOC. Pengalaman dalam berbagai event maupun forum ilmiah tingkat lokal, nasional maupun internasional dan diundang sebagai pembicara dalam seminar nasional dengan tema Kebencanaan Tsunami dan *Hydro Environment Engineering*. Menjadi dosen sejak 2000 dan menjadi konsultan Teknik dan Tenaga Ahli Sumber Daya Air sejak 2010 pada Direktorat Pengembangan Kawasan Pemukiman Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Republik Indonesia, beliau juga pernah menjabat posisi strategis di Institut Teknologi Medan terakhir dengan jabatan Rektor tahun 2019. Adapun buku yang pernah ditulis berjudul *Studi Karakteristik Hidraulik Terumbu Buatan Sebagai Artificial Fish Reef* (2019), *Gerusan Pada Pasir Lepas Di Sekitar Silinder Akibat Run-Up Dan Run-Down Tsunami* (2019), *Implementasi IoT dalam Perspektif Bidang Teknik: Pengembangan Metode Pengukuran Skala Laboratorium Karakteristik Tsunami Selama Menjalar di Darat berbasis IoT* (2021).

**Bambang Suwarno S.E., M.M., CIQaR, CIQnR.**



Lahir di Medan, 24 April 1977. Riwayat Pendidikan, Tamat Sarjana (S1) dari Universitas Pembangunan Panca Budi Medan Jurusan Manajemen pada tahun 2014, kemudian melanjutkan studi S2 di Magister Manajemen UNPAB (2014 ~ 2017) dan sejak 2017 sampai saat ini sedang studi S3 Doktor Ilmu Manajemen di Universitas Prima Indoneisa Medan. Sebagai praktisi Sales & Markeitng, ia peroleh karena pernah berkerja di perusahaan multinasional sebagai pimpinan cabang di Panasonic Gobel Indonesia (Japan) dan Mitsubishi Electric Indonesia (Japan) dan samapai denagn saat ini masih berkerja juga di perusahaan Altissia Asia International (Belgia) dan juga sebagai dosen tetap bersertifikasi pada Prodi Manajemen, UNPAB Medan. Dengan Hobi bersepeda, membaca, menulis puisi dan traveling. Ketertarikannya terhadap puisi sebagai hobi disela-sela kesendirian nya sebagai seorang pemasaran sejak tahun 1999 sampai dengan sekarang di kumpulkan dan dibuat sebuah buku Kumpulan Perjalanan Hati Baskoro – Part 1 (2022). Sebagai dosen yang aktif, ia juga melaksanakan penelitian-penelitian yang beberapa penelitiannya telah dipublikasikan di jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional bereputasi. Selain menulis buku puisi, ada juga beberapa buku-buku ajar yang sudah dipublish yakni *Essential: Pengantar Manajemen 1 (Strategi Pemasaran Modern)* (2019), *Studi Kelayakan Bisnis: Aspek & Analisis Dalam Membangun Bisnis* (2020) dan *Manajemen Strategi: Risalah & Teori* (2022). Buku ini adalah kolaborasi pertama yang dibuat bersama-sama dengan pakar dari bidang ilmu yang berbeda. Dan penulis akan terus berkarya di dunia akademis karena makin serius nya pada dunia pendidikan sebagai profesi dosen yang mulai ditekuni untuk mengaplikasikan dan memberikan pemahaman kepada mahasiswa/i di kampus dari pengalamannya dunia usaha dan industri.

Monograf yang disusun untuk masyarakat dan pemerintah yang terlibat dengan judul Manajemen Strategi Mitigasi Bencana Pesisir Pantai timur Sumatera Utara, sebagai bentuk respons pada kebijakan Pemerintah Indonesia yang sedang mengembangkan program "Penanggulangan Bencana" di Indonesia, khususnya Pemerintah Provinsi Sumatera Utara.

Monograf ini merupakan buku monografi ini sebagai bentuk dari kegiatan penelitian sebagai Output/Hasil Luaran dari Penelitian Dasar Kompetitif Nasional (PDKN) 2022. Monograf ini dapat digunakan untuk semua level Pendidikan dan juga disusun untuk menjadi informasi akurat untuk menambah pemahaman tentang manajemen mitigasi bencana. Monograf ini masih belum sempurna maka kami berharap masukan yang konstruktif bagi perbaikan ke depan.



**PENERBIT UNPRIPRESS**

Jl. Belanga No.1, Sei Putih Tengah  
Medan Petisah, Medan - 20118

