

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dijelaskan tentang konsep teoritis yang menunjang penelitian. Konsep teoritis ini diambil dari sejumlah literatur. Adapun konsep dan teori yang digunakan adalah:

#### **2.1 Bencana**

Bencana dapat didefinisikan sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan /atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Bencana dapat terjadi karena ada dua kondisi yaitu adanya peristiwa atau gangguan yang mengancam dan merusak (*hazard*) dan kerentanan (*vulnerability*) masyarakat [4].

#### **2.2 Pengertian Tsunami**

Tsunami berasal dari bahasa Jepang yang berarti gelombang ombak lautan “*tsu*” berarti lautan, “*nami*” berarti gelombang ombak. Tsunami adalah serangkaian gelombang ombak laut raksasa yang timbul karena adanya pergeseran di dasar laut akibat gempa bumi [5]. Tsunami dapat diartikan sebagai gelombang laut dengan periode panjang yang ditimbulkan oleh gangguan impulsif dari dasar laut. Gangguan impulsif tersebut bisa berupa gempa bumi tektonik, erupsi vulkanik atau longsor. Kecepatan tsunami bergantung pada kedalaman perairan, akibatnya gelombang tersebut mengalami percepatan atau perlambatan sesuai dengan bertambah atau berkurangnya kedalaman perairan, dengan proses ini arah pergerakan arah gelombang juga berubah dan energi gelombang bias menjadi terfokus atau juga menyebar. Di perairan dalam, tsunami mampu bergerak dengan kecepatan 500 sampai 1000 kilometer per jam sedangkan di perairan dangkal kecepatannya melambat hingga beberapa puluh kilometer per jam, demikian juga ketinggian tsunami juga bergantung pada kedalaman perairan.

Amplitudo tsunami yang hanya memiliki ketinggian satu meter di perairan dalam bias meninggi hingga puluhan meter di garis pantai [6].

### **2.3 Sumber Utama Terjadinya Tsunami**

Sejarah tsunami di Indonesia menunjukkan bahwa kurang lebih 172 tsunami yang terjadi dalam kurun waktu antara tahun 1600–2012. Sumber pembangkitnya diketahui bahwa 90% dari tsunami tersebut disebabkan oleh aktivitas gempa bumi tektonik, 9% akibat aktivitas vulkanik, dan 1% oleh tanah longsor yang terjadi dalam tubuh air (danau atau laut) maupun longsor dari darat yang masuk ke dalam tubuh air. Berdasarkan sumber terjadinya gempa bumi tektonik sangat berpotensi terjadinya tsunami. Sumber gempa di Kabupaten Tanggamus juga berasal dari sesar sumatera, zona subduksi, dan Gunung Anak Krakatau.

Sumber gempa dari sesar ini berada di darat memanjang dari Provinsi Lampung sampai ke Banda Aceh sepanjang sekitar 1.900 km dan melewati beberapa kabupaten di Sumatera Barat antara lain; Kab. Solok Selatan, Kab. Solok, Kab. Tanah Datar, Kota Padang Panjang, Kota Bukit Tinggi, dan Kab. Pasaman. Jalur subduksi lempeng tektonik Indo-Australia dan Eurasia di Indonesia memanjang dari Pantai Barat Sumatera sampai ke selatan Nusa Tenggara. Pada sistem subduksi sumatera dicirikan dengan menghasilkan rangkaian busur pulau depan (*forearch islands*) yang non vulkanik (Pulau Simeulue, Nias, Banyak, Batu, Siberut hingga Pulau Enggano). Lempeng Indo-Australia menunjam ke bawah lempeng Benua Eurasia dengan kecepatan sekitar 50-60 mm/tahun. Batas antar 2 (dua) lempeng ini terdapat zona subduksi dangkal atau yang disebut sebagai "*Megathrust Subduction Sumatera*" inilah yang saat ini menjadi perhatian masyarakat karena diprediksi masih menyimpan potensi gempa bumi dengan magnitudo 8.9 SR di zona ini yang populer dengan istilah *Mentawai Megathrust*. *Sumatera Fault System* (SFS). *Sumatera fault system* atau Sesar Sumatera terjadi akibat adanya lempeng Indo-Australia yang menabrak bagian barat Pulau Sumatera secara miring, sehingga menghasilkan tekanan dari pergerakan ini.

Karena adanya tekanan ini, maka terbentuklah Sesar Sumatera atau disebut juga "*The Great Sumatera Fault*" yang membelah Pulau Sumatera membentang mulai dari Lampung sampai Banda Aceh, sesar ini menerus sampai ke Laut Andaman hingga Burma. Patahan ini merupakan daerah rawan gempa bumi dan tanah longsor. Jalur patahan Sumatera bisa dikenal dari kenampakan bentang alam di sepanjang jalur, dan ditandai oleh kenampakan bukit–bukit dan danau-danau yang terjadi karena pergeseran pada sesar tersebut. Jalur patahan sepanjang sekitar 1.900 Km ini melintasi punggung pulau Sumatera sepanjang Bukit Barisan. Sejarah mencatat sudah cukup banyak kejadian gempa bumi dengan magnitudo besar yang terjadi di sekitar patahan Sumatera yang dapat menyebabkan bencana tsunami [7].

#### **2.4 Dampak Bencana Tsunami**

Pengertian dampak adalah benturan, pengaruh yang mendatangkan akibat baik positif maupun negatif. Pengaruh adalah daya yang ada dan timbul dari sesuatu (orang, benda) yang ikut membentuk watak, kepercayaan atau perbuatan seseorang. Pengaruh adalah suatu keadaan dimana ada hubungan timbal balik atau hubungan sebab akibat antara apa yang mempengaruhi dengan apa yang dipengaruhi [8]. Adapun dampak bencana terhadap kesehatan yaitu terjadinya krisis kesehatan, yang menimbulkan:

1. Korban massal; bencana yang terjadi dapat mengakibatkan korban meninggal dunia, patah tulang, luka-luka, trauma, dan kecacatan dalam jumlah besar.
2. Pengungsian; pengungsian ini dapat terjadi sebagai akibat dari rusaknya rumah-rumah mereka atau adanya bahaya yang dapat terjadi jika tetap berada di lokasi kejadian. Hal ini dipengaruhi oleh tingkat resiko dari suatu wilayah atau daerah dimana terjadinya bencana. Berdasarkan dampak positif dari bencana tsunami:
  - a. Bencana alam merenggut banyak korban sehingga lapangan pekerjaan menjadi terbuka luas bagi yang masih hidup.

- b. Menjalin kerja sama dan bahu membahu untuk menolong korban bencana, menimbulkan efek kesadaran bahwa manusia itu saling membutuhkan satu sama lain.
- c. Kita bisa mengetahui sampai dimanakah kekuatan konstruksi bangunan kita serta kelemahannya dan dapat melakukan inovasi baru untuk penangkalan apabila bencana tersebut datang kembali tetapi dgn konstruksi yang lebih baik.

Dampak negatif dari bencana tsunami adalah:

- a. Merusak apa saja yang dilaluinya, bangunan, tumbuh-tumbuhan, dan mengakibatkan korban jiwa manusia serta menyebabkan genangan, pencemaran air asin lahan pertanian, tanah, dan air bersih.
- b. Banyak tenaga kerja ahli yang menjadi korban sehingga sulit untuk mencari lagi tenaga ahli yang sesuai dalam bidang pekerjaanya
- c. Pemerintah akan kewalahan dalam pelaksanaan pembangunan pasca bencana karna faktor dana yang besar.
- d. Menambah tingkat kemiskinan apabila ada masyarakat korban bencana yang kehilangan segalanya.

## **2.5 Model Genangan Tsunami**

Model genangan tsunami dibuat dengan perangkat lunak SIG menggunakan menggunakan 3 variabel dalam perhitungan bahaya tsunami, antara lain yaitu elevasi, kekasaran permukaan, dan ketinggian gelombang.

### **1. Elevasi**

Data elevasi diperoleh dari USGS (*united states geological system*) yang diklasifikasi kembali menjadi kelas kelerengan. Elevasi digunakan untuk memperhitungkan area yang terendam oleh rendaman tsunami dan area yang berpotensi terjangkau gelombang tsunami. Semakin tinggi permukaan tanah satu tempat, maka tingkat kerentanan terhadap bahaya tsunami akan semakin kecil. Kemiringan lereng mempengaruhi nilai bahaya rendaman gelombang tsunami

(*Hloss*). Rendaman yang masuk ke daratan akan semakin berkurang jika kemiringan lereng besar [9].

## 2. Kekasaran permukaan

Kekasaran permukaan adalah sistem pemberian nilai koefisien yang didasarkan pada tipe jenis penutupan lahan. Kekasaran permukaan disertakan dalam penentuan zona bahaya tsunami karena setiap penggunaan lahan yang berada di area pesisir memiliki tingkat ketahanan yang berbeda terhadap tekanan gelombang tsunami yang masuk menuju daratan. Perbedaan spesifik pada kekasaran permukaan terletak pada area terbangun, vegetasi, dan area terbuka. Kekasaran permukaan disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Indeks Kekasaran Permukaan

<b>Jenis Penggunaan/Tutupan Lahan</b>	<b>Nilai Koefisien Kekasaran</b>
Badan air	0,007
Belukar/semak	0,040
Hutan	0,070
Kebun/perkebunan	0,035
Lahan kosong/terbuka	0,015
Lahan pertanian	0,025
Pemukiman/lahan terbangun	0,045
Mangrove	0,025
Tambak/empang	0,010

### 3. Ketinggian gelombang

Ketinggian gelombang tsunami yang diperhitungkan adalah ketinggian gelombang pada garis pantai. Ketinggian gelombang tsunami didapat dari hasil perhitungan menggunakan metode gelombang amplitudo kecil dengan tinggi awal gelombang di episenter ditentukan berdasarkan data historis. Berikut ini formula untuk menghitung sebaran rendaman tsunami:

$$H_{loss} = (167n^2 H_0^{1/3}) + 5 \sin S \quad (2. 1)$$

dimana:

$H_{loss}$  : nilai penurunan air saat masuk ke daratan

$N$  : koefisien kekasaran permukaan

$H_0$  : ketinggian gelombang tsunami di garis pantai

$S$  : besarnya lereng permukaan (dalam derajat)

Hasil dari besarnya nilai kelerengan ( $S$ ) adalah dalam bentuk derajat maka perlu dilakukan konversi derajat ke radian dengan menggunakan rumus berikut:

$$\sin S = \sin (\text{slope} * 0.01745) \quad (2. 2)$$

Nilai 0.01745 didapat dari hasil  $\pi/180$ . Prinsip ini berlaku di dalam prinsip trigonometri spasial untuk satu data dengan satuan derajat. Operasi matematika pada model ini berbasis piksel. Maka besarnya  $H_{loss}$  harus dibagi ukuran sel dari DEM yang digunakan dengan menggunakan rumus berikut:

$$H_{loss \text{ per } m} = H_{loss} / \text{Ukuran Sel DEM} \quad (2. 3)$$

Penelitian ini juga menggunakan metode potong ketinggian (*cut elevation*), dimana pada metode ini wilayah-wilayah yang memiliki ketinggian di atas tinggi gelombang tsunami di garis pantai dikeluarkan dari kalkulasi  $H_{loss}$  karena wilayah yang memiliki ketinggian di atas tinggi gelombang tsunami tidak akan tergenangi. Selanjutnya pengaruh ketinggian belum dimasukkan dalam persamaan tersebut sehingga dapat terjadi *overestimate* akibat pengaruh lereng.

Maka dilakukanlah perhitungan dengan membatasi nilai ketinggian gelombang tsunami yang hilang sesuai dengan besarnya nilai  $H_0$  dengan menggunakan rumus berikut:

$$Hloss\_elevasi = SetNull (DEM > H_0, Hloss \text{ per } m) \quad (2.4)$$

$Hloss$  hanya menunjukkan berapa air yang hilang dan bukan arah air. Untuk mengetahui arah air maka dilakukanlah operasi *cost distance*. *Cost distance analysis* menentukan jarak terdekat dari satu piksel ke piksel lain menuju lokasi sumber gelombang, dalam hal ini adalah garis pantai. Hasil dari operasi  $Hloss$  dan *cost distance* menghasilkan peta rendaman tsunami [10]. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Bahaya \text{ Tsunami} = Hloss - cost \text{ distance} \quad (2.5)$$

## 2.6 Kelas Interval Bahaya

Pembuatan nilai interval kelas bahaya tsunami bertujuan untuk membedakan kelas bahaya tsunami antara yang satu dengan yang lain. Rumus yang digunakan untuk membuat kelas interval adalah :

$$K_i = \frac{X_t - X_r}{K} \quad (2.6)$$

Keterangan:

- $K_i$  : Kelas Interval
- $X_t$  : Data tertinggi
- $X_r$  : Data terendah
- $k$  : Jumlah kelas yang diinginkan

Nilai interval ditentukan dengan pendekatan relatif dengan cara melihat nilai maksimum dan nilai minimum tiap satuan pemetaan, kelas interval didapatkan dengan cara mencari selisih antara data tertinggi dengan data terendah dan dibagi dengan jumlah kelas yang diinginkan [11].

## 2.7 SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*)

SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission* adalah proyek internasional dari *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA) dari Amerika Serikat, *German Aerospace Center* (DLR) dan *Italian Space Agency* (ASI). Tujuannya adalah untuk memperoleh basis resolusi tinggi data topografi digital yang paling lengkap dari Bumi. Misi ini diluncurkan pada tanggal 11 Februari 2000. Misi berlangsung selama 11 hari. Instrumen radar dalam misi ini sama dengan yang digunakan untuk misi SIR-C/X-SAR. Untuk memperoleh topografi (elevasi) data, *payload* SRTM dilengkapi dengan dua *aperture* sintesis radar antena. Satu antena terletak di *Shuttle payload*, yang lain di ujung tiang dengan jarak 60 meter dari *Shuttle payload* pertama. SRTM memanfaatkan teknik yang disebut interferometri radar untuk memperoleh informasi topografi. Dalam radar interferometri, dua gambar radar yang diambil dari lokasi yang sedikit berbeda. Perbedaan antara gambar ini memungkinkan untuk perhitungan elevasi permukaan, atau perubahan. Pada SRTM, dua gambar radar yang diperlukan untuk melakukan interferometri yang diperoleh secara bersamaan oleh dua antena [12].

Sejak Januari 2015 sudah dapat mengunduh data *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) 1 *Arc Second* (30 meter) secara gratis lewat situs resmi USGS ([Earthexplorer.usgs.gov](http://Earthexplorer.usgs.gov)). Data SRTM 30 meter memiliki tingkat akurasi yang baik, karena SRTM berbasiskan radar yang bisa menembus awan. Data DEM SRTM 30 meter dapat digunakan sebagai data acuan ketinggian untuk skala menengah juga dapat digunakan untuk pembuatan kontur, analisis kemiringan lereng (*slope*), dan lain sebagainya yang berhubungan dengan elevasi [13].

## 2.8 DEM (*Digital Elevation Model*)

DEM adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil

*sampling* dari permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat [14].

## **2.9 Garis Pantai**

Garis pantai merupakan garis pertemuan antara daratan dan lautan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Dari definisi tersebut, garis pantai dibagi menjadi tiga yaitu garis pantai surut terendah, garis pantai surut tertinggi dan garis pantai tinggi muka air laut rata-rata. Garis pantai sangat bergantung pada dinamika parameter oseanografi di pantai tersebut. Wilayah ini bersifat dinamis dan rentan terhadap perubahan lingkungan baik karena proses alami maupun akibat aktivitas manusia [15].

## **2.10 Sistem Informasi Geografis**

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information Sistem (GIS)* merupakan sistem berbasis komputer yang biasanya digunakan untuk menyimpan, memanipulasi, dan menganalisa informasi geografis. Sebelum adanya Sistem Informasi Geografis (SIG) ini, sejumlah informasi permukaan bumi disajikan dalam peta yang dibuat secara manual. Hadirnya SIG dapat mengolah komponen peta tersebut dalam komputer, kemudian hasilnya berupa peta digital. SIG dapat menggabungkan berbagai jenis data pada satu titik tertentu yang ada di bumi, menghubungkannya, menganalisanya, hingga memetakan hasilnya. Data yang diolah oleh sistem ini adalah data spasial yakni data yang berorientasi pada geografis. Selain itu juga merupakan lokasi yang mempunyai koordinat tertentu. Hal tersebut sebagai dasar referensi analisa dan pemetaan hasilnya. Karena itu, aplikasi SIG ini dapat menjawab beberapa pertanyaan tentang geografis bumi seperti lokasi, kondisi, pola, pemodelan, serta tren. Kemampuan ini yang membedakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan sistem informasi lainnya. Paling tidak ada 4 jenis data yang dikenal dalam Sistem Informasi Geografis, yakni:

a. Data Spasial

Data ini merepresentasikan dan /atau mengidentifikasi posisi ruang (letak geografis) dari suatu fenomena. Contoh data spasial seperti letak suatu daratan, informasi garis lintang dan garis bujur, kepulauan, sumber minyak, hutan, sumber gas alam, pegunungan, serta lainnya. Data spasial ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi lokasi, misalnya kode pos.

b. Data Atribut

Data atribut merupakan data yang menjabarkan aspek dari suatu fenomena dalam bentuk deskripsi atau penjelasan yang terperinci. Data ini tergambar dalam bentuk kata-kata, angka, serta tabel. Data atribut yang dapat dijumpai pada data kepadatan penduduk, data luas wilayah, jenis-jenis tanah, data demografis, dan sebagainya.

c. Data Vektor

Data vektor adalah data yang direpresentasikan sebagai suatu mozaik berupa titik /atau *point*, garis (*arc/line*), *polygon* yaitu daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama, serta *nodes* yaitu titik perpotongan antara dua garis. Kegunaan data vektor ini untuk menganalisa ketepatan posisi pada suatu wilayah atau mendefinisikan hubungan spasial dari beberapa fitur.

d. Data Raster

Data raster atau sering juga disebut dengan sel *grid* merupakan data yang dihasilkan dari sistem penginderaan jauh. Pada data raster, objek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel grid yang disebut dengan pixel (*picture element*). Resolusi pada data raster tergantung pada ukuran pixelnya. Nah, dengan kata lain resolusi menggambarkan ukuran sebenarnya di permukaan bumi yang diwakili oleh setiap pixel pada citra.

Manfaat umum penggunaan Sistem Informasi Geografis ini yaitu dapat memudahkan kita dalam melihat fenomena kebumihan dengan perspektif yang lebih baik, pemrosesan data yang lebih cepat, dan mendapatkan hasil analisa yang lebih akurat. SIG dapat menghubungkan data spasial seperti letak geografis

dan astronomis dengan data non spasial, sehingga para pengguna sistem ini dapat membuat peta dan menganalisa informasinya dengan berbagai cara dan metode. Dengan menggunakan SIG, di mana data tersimpan dalam bentuk digital, data ini dapat tersimpan lebih padat dibanding bentuk cetak, tabel, atau lainnya sehingga dapat meringankan biaya produksi dan mempercepat pengerjaannya. Paling tidak ada 2 keunggulan penggunaan Sistem Informasi Geografis ini, yaitu:

a. Analisis *Proximity*

Analisis *Proximity* ini merupakan analisa geografis yang berbasis pada jarak dan layer. Dimana dengan analisa ini kita dapat melihat jarak tertentu suatu lokasi untuk menentukan dekatnya hubungan antara sifat bagian yang ada.

b. Analisis *Overlay*

Analisis *Overlay* merupakan proses integrasi data dari lapisan-lapisan layer yang berbeda. Untuk menganalisa suatu keadaan, diperlukan lebih dari satu layer yang berbeda dan disusun secara fisik agar dapat dianalisa secara visual [16].