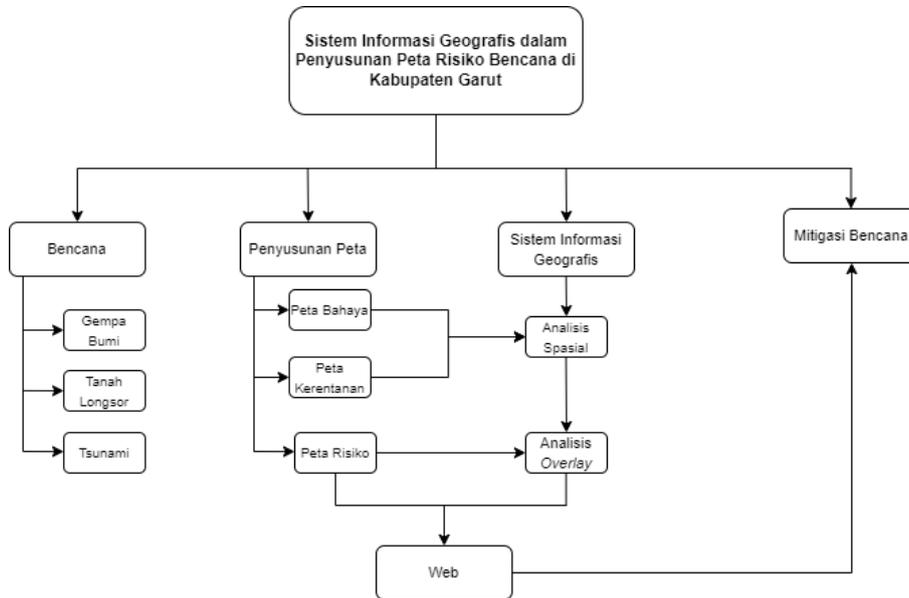


## BAB II KAJIAN TEORI

### 2.1 Peta Literatur



Gambar 2 . 1 Peta Literatur

Dalam Gambar 2.1 dapat dijelaskan bahwa Peta literatur untuk "Sistem Informasi Geografis dalam Penyusunan Peta Risiko Bencana di Kabupaten Garut." mengilustrasikan proses dan komponen yang terlibat dalam pembuatan peta risiko bencana menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mendukung mitigasi bencana di Kabupaten Garut. Berikut adalah penjelasan detail dari peta literatur tersebut :

1. Bencana yang dikaji meliputi Gempa Bumi, Tanah Longsor dan Tsunami
2. Penyusunan Peta yang mencakup penyusunan tiga jenis peta yaitu :
  - a) Peta Bahaya yaitu peta yang mengidentifikasi dan menggambarkan lokasi serta intensitas dari potensi bahaya yang dapat ditimbulkan oleh berbagai jenis bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor, dan tsunami.
  - b) Peta Kerentanan yaitu peta yang mengidentifikasi faktor-faktor yang membuat suatu wilayah lebih rentan terhadap kerusakan dan kerugian akibat bencana alam. Faktor-faktor ini dapat mencakup aspek fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan.

- c) Peta Risiko merupakan gabungan dari peta bahaya dan peta kerentanan.
3. Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam kajian ini menggunakan dua metode yaitu analisis spasial dan analisis *overlay*
4. *Web*, Peta risiko yang telah disusun kemudian disajikan dalam bentuk web untuk memudahkan akses dan pemanfaatan informasi oleh berbagai pihak.
5. Mitigasi Bencana diperoleh dari pembuatan WEB GIS. Informasi yang dihasilkan dari peta risiko dan analisis SIG digunakan untuk mendukung upaya mitigasi bencana, seperti perencanaan tata ruang, pembangunan infrastruktur yang tahan bencana, dan penyusunan kebijakan terkait.

## 2.2 Bencana

Bencana dalam terminologi bahasa Inggris disebut dengan *disaster*, berasal dari kata Latin yaitu *dis* dan *astro/aster*. *Dis* berarti buruk atau terasa tidak nyaman, dan *aster* berarti bintang. Dengan demikian secara harfiah *disaster* berarti menjauh dari lintasan bintang atau dapat diartikan “kejadian yang disebabkan oleh konfigurasi astrologi (perbintangan) yang tidak diinginkan”. Referensi lain mengartikannya sebagai “bencana terjadi akibat posisi bintang dan planet yang tidak diinginkan” (Coppola, 2006). Definisi Bencana menurut Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana menjelaskan definisi Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Bencana adalah gangguan serius yang berdampak langsung terhadap hidup suatu komunitas atau masyarakat seperti kerugian secara material, kerusakan lingkungan dan kejadian bencana tersebut mempengaruhi kemampuan masyarakat untuk mengatasi hal tersebut sesuai dengan sumber daya sendiri (Shaw et al., 2010). Fenomena bencana muncul karena adanya komponen pemicu (*trigger*), ancaman (*hazard*), dan kerentanan (*vulnerability*) yang saling berkaitan sehingga

menyebabkan munculnya risiko terhadap komunitas dalam suatu wilayah (Adiyoso, 2018).

### **2.1.1 Kategori Bencana**

Klasifikasi bencana menurut Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana diantaranya :

#### **1. Bencana alam (*natural disaster*)**

Bencana yang terjadi secara alami disebabkan oleh perubahan kondisi alam. Contohnya termasuk bencana alam yang berhubungan angin (puting beliung, badai, topan), api (kebakaran dan letusan gunung berapi), air (tsunami, banjir), dan tanah (tanah longsor) (Fitriani et al., 2021).

Bencana alam menyebabkan terganggunya kehidupan masyarakat, menghancurkan harapan, menyebabkan kerugian, serta mengakibatkan perubahan dalam kehidupan sosial dan kehilangan mata pencaharian (Lestari, 2018).

#### **2. Bencana nonalam**

Bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa non alam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemic, dan wabah penyakit (Srilaksmi, 2022). Akibat yang ditimbulkan dari bencana nonalam diantaranya gangguan kesehatan masyarakat, kerugian ekonomi dan ketidakstabilan kondisi sosial (Revi et al., 2021).

#### **3. Bencana sosial**

Bencana yang diakibatkan oleh peristiwa yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antar kelompok atau antar komunitas masyarakat, dan terror yang dapat merusak stabilitas sosial dan keselamatan masyarakat. Bencana ini mengganggu kehidupan masyarakat secara signifikan dan memerlukan upaya penanggulangan yang serius untuk mengembalikan stabilitas dan keselamatan (Adiyoso, 2018).

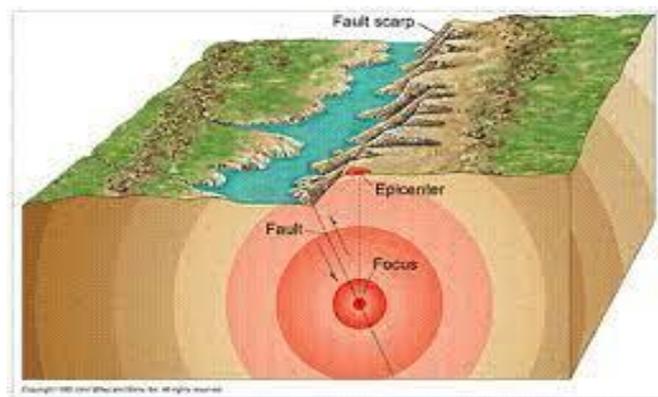
### **2.3 Gempa Bumi**

Gempa bumi adalah peristiwa getaran permukaan tanah yang disebabkan oleh pelepasan energi secara mendadak akibat retakan pada massa batuan di dalam lapisan kerak bumi. Gempa bumi terjadi ketika bumi bergetar akibat pelepasan

energi mendadak dari dalam perut bumi. Proses ini menghasilkan gelombang seismik, yang terbentuk oleh patahan lapisan batuan pada kerak bumi. Intensitas gelombang bervariasi, mulai dari yang hampir tak terasa hingga guncangan dahsyat yang memiliki potensi meruntuhkan bangunan yang kokoh (Simanjuntak & Olymphina, 2017). *United States Geological Survey* (USGS) memaparkan definisi gempa bumi ialah istilah yang digunakan untuk menggambarkan baik gesekan secara tiba-tiba pada sesar bumi sehingga menghasilkan getaran tanah dan pancaran energi seismik yang diakibatkan oleh gesekan atau aktivitas vulkanik magmatik atau perubahan tekanan lainnya di bumi secara mendadak.

Menurut (Gemeliarini & Helmi, 2018) ada beberapa parameter terjadinya gempa bumi diantaranya :

1. Waktu terjadinya gempa bumi mengindikasikan pelepasan energi dari sumbernya.
2. *Epicenter* yang merupakan titik di permukaan bumi yang merupakan refleksi tegak lurus dari kedalaman sumber gempa bumi (hiposentrum). Posisi episentrum dibuat dalam system koordinat bola bumi atau system koordinat geografis dan dinyatakan dalam derajat lintang dan bujur.
3. Kedalaman sumber gempa bumi yang dihitung tegak lurus dari permukaan bumi.
4. Magnitudo gempa untuk menggambarkan besarnya energi yang terlepas pada saat gempa bumi terjadi dan merupakan hasil pengamatan seismograf. Magnitudo diukur berdasarkan amplitudo dan periode fase gelombang tertentu.



Gambar 2. 1 Parameter gempa bumi.

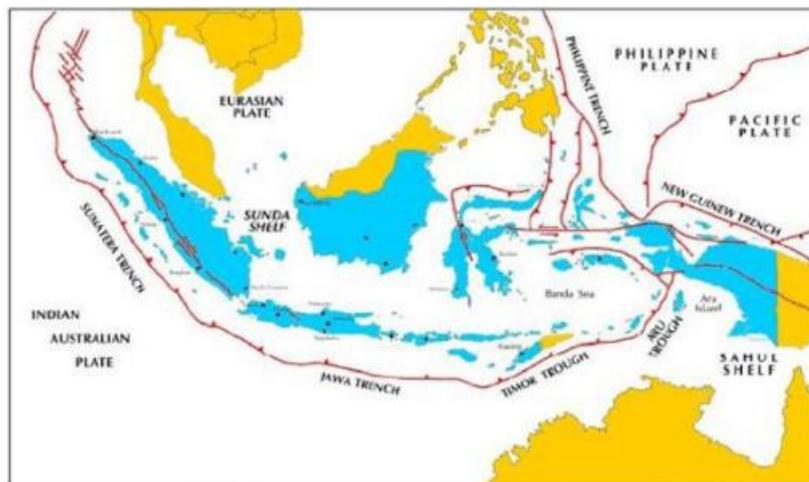
Pada Gambar 2.1 menunjukkan sebaran terjadinya gempa di Indonesia terjadi di pertemuan lempeng tektonik. Ketika dua lempeng bumi bertumbukan, lempeng dengan kerapatan massa yang lebih besar akan menyusup ke bawah. Gerakan lempeng ini akan melambat karena gesekan dengan lapisan lain di dalam Bumi. Perlambatan ini menyebabkan penumpukan energi di zona tumbukan (zona subduksi) dan di zona patahan di sekitarnya. Akibatnya, terjadi patahan batuan di zona-zona tersebut yang disertai dengan pelepasan energi secara tiba-tiba. Kejadian gempa bumi juga dapat berkaitan dengan aktivitas sesar aktif pada kerak bumi. Jenis sesar atau patahan aktif sebagai akibat gempa bumi (Gemeliarini & Helmi, 2018).

### 2.3.1 Klasifikasi Gempa Bumi

Menurut (Awlad et al., 2021) pembagian jenis gempa bumi dalam berdasarkan sebab akibat ada dua yaitu :

#### 1. Gempa Bumi Tektonik

Gempa bumi tektonik adalah gempa yang disebabkan oleh adalah pergerakan lempeng tektonik dunia yang menyebabkan tumbukan, geseran, tarikan atau kombinasi dari ketiganya. Lempeng tektonik bersifat elastis,

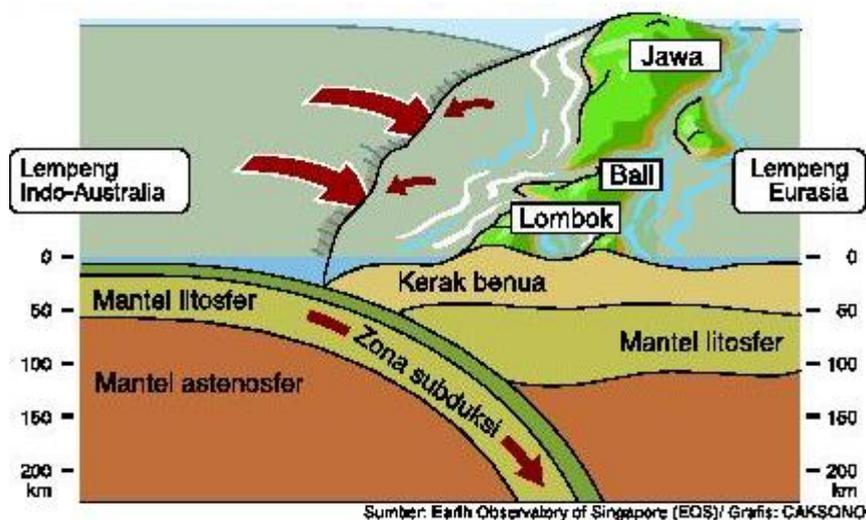


Gambar 2. 2 Jalur lempeng tektonik

apabila jumlah energi yang diterima melebihi batas elastisitas maka energi tersebut akan dilepaskan dalam bentuk gelombang elastis pada daerah yang

lemah, sehingga kerusakan permukaan bumi tidak dapat dihindari. Lempeng tektonik bergerak relatif dengan kecepatan 1 hingga 10 cm/tahun.

Meskipun pergerakan ini tampak kecil, akumulasi energi selama bertahun-tahun dapat menghasilkan gempa bumi yang sangat kuat ketika energi yang terakumulasi dilepaskan. Oleh karena itu, wilayah yang berada di sekitar batas pertemuan lempeng tektonik, seperti Indonesia, sering mengalami gempa bumi tektonik yang disebabkan oleh aktivitas ini. Proses terjadinya gempa bumi tektonik dapat dilihat pada Gambar 2.3 di bawah ini.



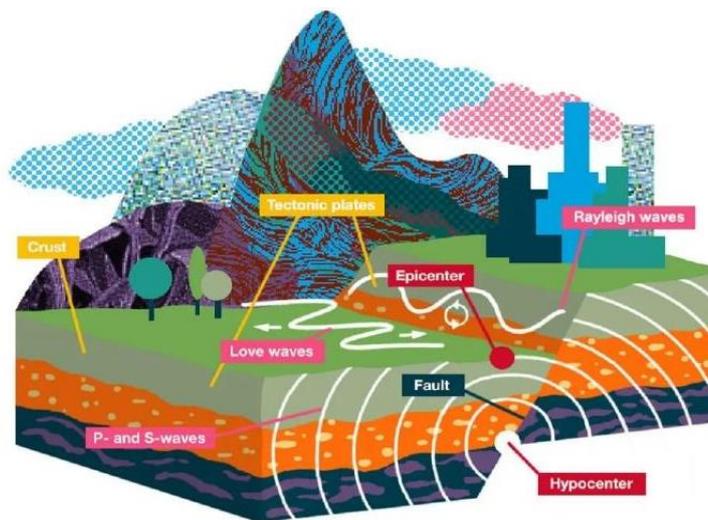
Gambar 2. 3 Proses terjadi Gempa Tektonik

## 2. Gempa Bumi Vulkanik

Gempa bumi vulkanik adalah gempa yang terjadi akibat aktivitas vulkanik, yaitu serangkaian pelepasan energi dan material dari dalam bumi di sekitar gunung berapi. Proses ini dimulai ketika magma yang berada jauh di bawah permukaan bumi mulai naik menuju permukaan. Kenaikan magma ini seringkali dipicu oleh pergeseran lempeng tektonik pada sesar bumi, yang menciptakan jalan bagi magma untuk bergerak ke atas.

Magma yang terkumpul dalam kantong di bawah gunung berapi mengalami tekanan yang terus meningkat. Ketika tekanan ini mencapai titik kritis, energi dilepaskan secara tiba-tiba, menyebabkan getaran tanah yang dirasakan sebagai gempa bumi. Getaran ini seringkali diikuti oleh letusan gunung berapi, di mana magma, gas, dan abu dilepaskan ke atmosfer dengan kekuatan besar.

Letusan ini menghasilkan awan panas dan lava yang mengalir dari kawah gunung berapi. Awan panas, yang dikenal sebagai "pyroclastic flows," yang merupakan campuran gas panas, abu, dan material vulkanik lalu bergerak dengan kecepatan tinggi menuruni lereng gunung, menghancurkan segala sesuatu di jalurnya. Lava yang mengalir juga dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada lingkungan sekitarnya, termasuk menghancurkan vegetasi, bangunan, dan infrastruktur. Proses terjadinya pergeseran lempeng dibawah gunung berapi dapat dilihat pada Gambar 2.4 sebagai berikut

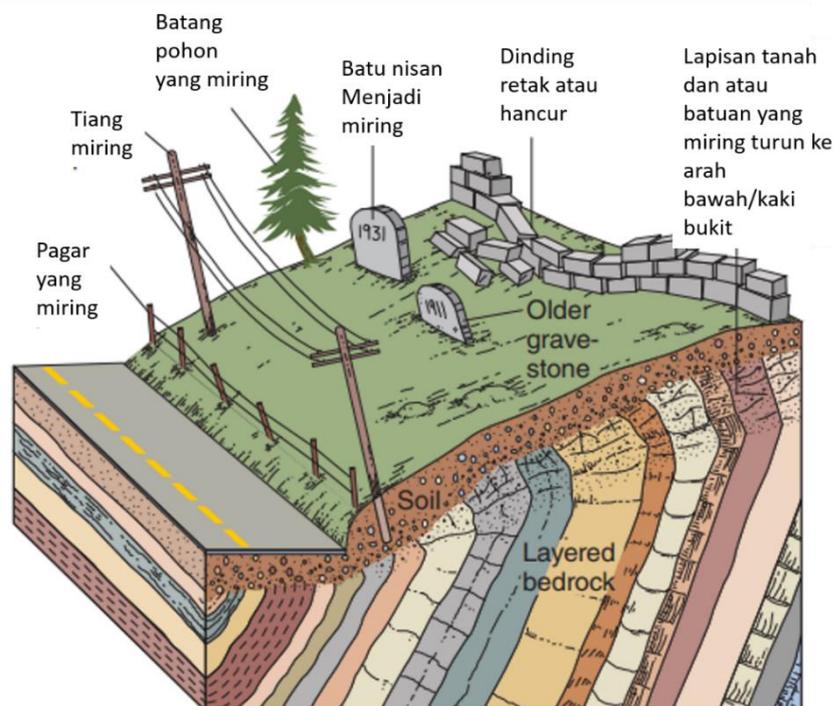


Gambar 2. 4 Pergeseran Lempeng dibawah Gunung Berapi

## 2.4 Tanah Longsor

Tanah Longsor atau *Landslide* dalam bahasa Inggris, sering disebut gerakan tanah adalah suatu peristiwa geologi yang terjadi karena pergerakan massa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah (Maliangkay, 2020). Batuan atau tanah mengalami longsoran menuruni tebing mengikuti kemiringan lereng. Longsoran ini umumnya terdiri dari massa batuan dan tanah yang bergerak sangat cepat dan tiba-tiba (Goma et al., 2022).

Tanah longsor dapat diidentifikasi melalui beberapa tanda, diantaranya muncul retakan dan kerutan di permukaan lereng, patahnya pipa dan tiang listrik, miringnya pepohonan, amblasnya perkerasan jalan yang berada di atas timbunan, rusaknya perlengkapan jalan seperti pagar pengaman dan saluran drainase, tertutupnya sambungan ekspansi pada pelat jembatan, hilangnya kelurusan fondasi bangunan, retaknya tembok bangunan, serta retak dan miringnya dinding penahan tanah ke depan (Yulita et al., 2022). Tanda-tanda tersebut dapat diilustrasikan pada Gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2. 5 Tanda sebelum tanah longsor terjadi

#### 2.4.1 Penyebab Terjadinya Tanah Longsor

Pergerakan massa tanah atau batuan pada lereng dapat terjadi karena adanya interaksi yang dipengaruhi oleh berbagai kondisi, seperti morfologi, geologi, struktur geologi, hidrologi, dan tata guna lahan. Kondisi-kondisi ini saling mempengaruhi, sehingga dapat menyebabkan lereng berisiko untuk mengalami pergerakan. Lereng yang sudah rentan dan siap bergerak akan benar-benar mengalami pergerakan apabila memiliki faktor pemicu. Faktor pemicu tersebut dapat berupa hujan, getaran-getaran, atau aktivitas manusia pada lereng, seperti pemotongan lereng untuk pemukiman dan penggalian, serta pembebanan yang berlebihan (Zaenurrohman et al., 2023).

Menurut (Alamsyah, 2019) syarat- syarat terjadinya longsor ada 3 yaitu :

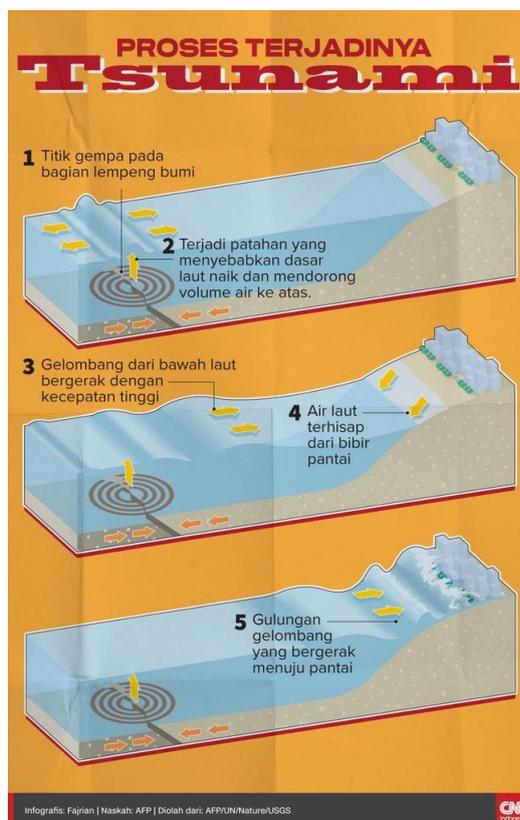
1. Terdapat lereng yang cukup curam sehingga volume tanah dapat bergerak atau meluncur ke bawah.
2. Terdapat lapisan di bawah permukaan tanah yang agak kedap air dan lunak yang berfungsi sebagai bidang luncur.
3. Terdapat cukup air dalam tanah, sehingga lapisan tanah tepat di atas lapisan kedap air tersebut sehingga lapisan kedap air tersebut menjadi jenuh. Lapisan kedap air juga biasanya terdiri dari lapisan liat yang tinggi, atau juga lapisan batuan, napal liat (*clay shale*)

## 2.5 Tsunami

Tsunami berasal dari bahasa Jepang, *Tsu* berarti pelabuhan dan *Nami* berarti gelombang, yang secara harafiah berarti "gelombang besar di pelabuhan" (Sugito, 2008). Tsunami adalah perpindahan massa air yang disebabkan oleh perubahan permukaan laut secara vertikal dan mendadak. Perubahan ini dapat disebabkan oleh gempa bumi bawah laut, letusan gunung berapi bawah laut, longsor bawah laut, atau hantaman meteor di laut (Andrianto et al., 2024). Setelah terpicu, gelombang tsunami dapat menyebar dengan sangat cepat ke segala arah, melintasi lautan dengan kecepatan yang bisa mencapai ratusan kilometer per jam. Ketika gelombang ini mendekati pantai dan mencapai wilayah perairan yang lebih dangkal, kecepatannya menurun, namun tinggi gelombangnya meningkat secara drastis. Gelombang yang awalnya mungkin hanya beberapa meter di laut lepas, dapat berubah menjadi dinding air setinggi puluhan meter saat mencapai daratan. Kondisi ini yang kemudian menyebabkan tsunami menjadi salah satu bencana alam yang paling destruktif. Kehancuran yang ditinggalkan oleh tsunami bisa sangat dahsyat, meninggalkan wilayah yang terdampak dalam kondisi hancur dan membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk pemulihan. Oleh karena itu, meskipun frekuensinya rendah, kesiapsiagaan dan mitigasi terhadap tsunami tetap menjadi prioritas utama di wilayah-wilayah yang rentan terhadap bencana ini. (Riyadi, 2019).

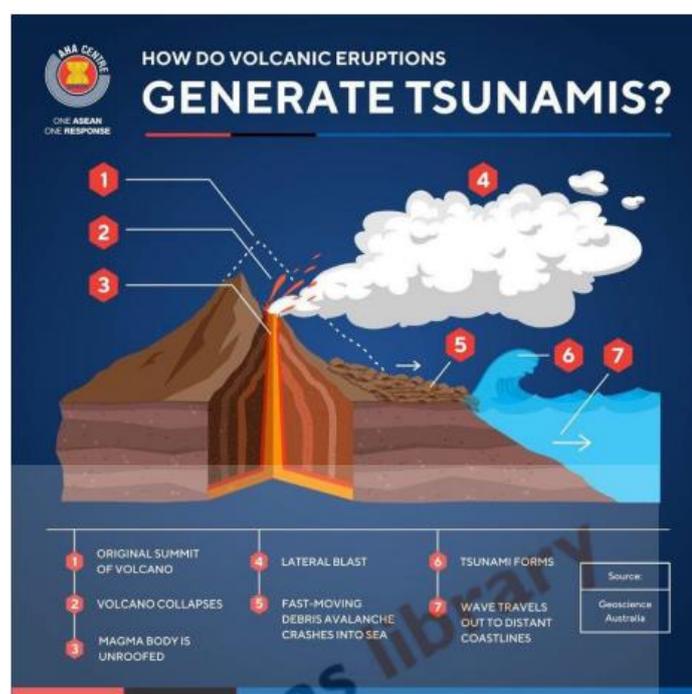
### 2.5.1 Penyebab terjadinya Tsunami

Tsunami di Indonesia umumnya disebabkan oleh gempa bumi tektonik. Mengingat sebagian besar wilayah Indonesia terdiri dari perairan, kemungkinan terjadinya gempa bumi di dasar laut cukup besar, sehingga potensi terjadinya tsunami juga tinggi. Namun, tidak semua gempa bumi tektonik berpotensi menimbulkan tsunami. Gempa bumi yang berpotensi tsunami memiliki karakteristik tertentu, seperti kekuatan gempa di atas 6,5 SR, kedalaman gempa kurang dari 70 km di bawah permukaan laut, dan memiliki pola sesar naik lalu turun. Gelombang yang terbentuk akan merambat dengan kecepatan bisa mencapai ratusan kilometer per jam dari tengah samudra atau lautan, hingga akhirnya mendekati ke pesisir dan berubah menjadi gelombang tinggi berkecepatan rendah namun dengan daya rusak yang dahsyat, dapat menghantam dan menghancurkan bangunan, tanaman, dan apapun yang ada di depannya (Lestari, 2018). Proses terjadinya tsunami akibat gempa di bawah laut dapat diilustrasikan pada Gambar 2.6 sebagai berikut.



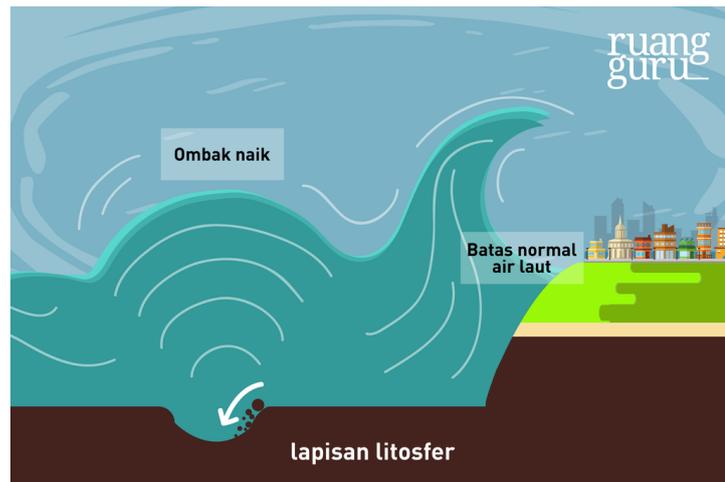
Gambar 2. 6 Proses Terjadinya Tsunami Akibat Gempa di Bawah Laut

Selain gempa tektonik, Indonesia juga terletak di zona benturan antara Lempeng Indo-Australia yang bergerak ke utara dan Lempeng Pasifik yang bergerak relatif ke arah barat, menyebabkan lempeng-lempeng tersebut saling bertabrakan. Benturan ini mengakibatkan retakan pada beberapa bagian kerak bumi, tidak hanya menghasilkan panas tetapi juga memproduksi batuan cair (magma) yang berasal dari gunung berapi di sepanjang zona subduksi, sehingga Indonesia memiliki potensi besar untuk mengalami tsunami yang disebabkan oleh letusan vulkanik dari letusan gunung berapi, baik di bawah laut maupun di atas laut, dapat menjadi penyebab terjadinya tsunami (Lestari, 2018). Proses terjadinya tsunami akibat gunung berapi dapat diilustrasikan pada gambar 2.7 sebagai berikut.



Gambar 2. 7 Proses Terjadinya Tsunami Akibat Gunung

Selain itu, di dasar laut terdapat struktur permukaan bumi yang mirip dengan di daratan, seperti bukit, lembah, dan cekungan, yang dapat mengalami longsor. Longsor di bawah laut ini bisa disebabkan oleh gempa bumi tektonik atau letusan gunung berapi di bawah laut. Getaran kuat yang dihasilkan oleh longsor tersebut kemudian dapat memicu terjadinya tsunami (Fitriadi, 2023). Ilustrasi tsunami akibat longsor di bawah laut yakni pada Gambar 2.8 sebagai berikut.



Gambar 2. 8 Tsunami Akibat Longsor di Bawah Laut

## 2.6 Peta

Peta adalah representasi permukaan bumi pada bidang datar dengan skala tertentu melalui suatu sistem proyeksi. Peta dapat disajikan dalam berbagai bentuk, mulai dari peta konvensional yang tercetak hingga peta digital yang ditampilkan di layar komputer. Peta merupakan representasi dua dimensi dari objek tiga dimensi. Dalam proses pembuatan peta, diperlukan adanya skala. Skala menentukan seberapa besar objek di peta dibandingkan dengan ukuran sebenarnya di dunia nyata (Jatikusuma, 2016).

Peta umumnya adalah alat untuk memperoleh gambaran informasi ilmiah tentang permukaan bumi dengan menggambarkan berbagai tanda dan keterangan, sehingga mudah dipahami dan dibaca. Peta memberikan representasi keadaan permukaan suatu area atau wilayah tertentu di bumi yang dinyatakan melalui tanda, simbol, dan penjelasan dalam skala tertentu (Jatikusuma, 2016). Peta didapat dengan melakukan pemodelan atau pembuatan peta menggunakan data baik secara digital maupun data hasil pengukuran langsung di lapangan hal ini disebut dengan pemetaan yang merupakan suatu pembentukan database berupa karakter vector/data garis, lalu data tersebut akan menjadikan sumber data yang disajikan bersifat spasial (Arnowo, 2021).

### 2.6.1 Jenis – Jenis Peta

Menurut Romenah, (2010 ) Jenis Peta berdasarkan isinya dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu :

#### 1. Peta Umum

Peta umum adalah peta yang menyajikan gambaran luas tentang permukaan bumi. Peta ini memuat semua penampakan yang terdapat di suatu daerah, baik elemen fisik (alami) seperti sungai, gunung, laut, dan danau, maupun elemen sosial dan budaya seperti jalan raya, jalur kereta api, dan area pemukiman (Elisia, 2021). Peta umum terbagi dalam dua jenis yaitu :

##### a. Peta Topografi

Keadaan topografi adalah keadaan yang menggambarkan kemiringan lahan atau kontur lahan, semakin besar kontur lahan berarti lahan tersebut memiliki kemiringan lereng yang semakin besar (Saputra & Afifulloh, 2020). Sehingga dapat disimpulkan bahwa peta topografi adalah peta yang menggambarkan detail bentuk permukaan bumi secara mendetail, termasuk elemen-elemen seperti kontur tanah, gunung, lembah, dan fitur alami lainnya. Peta ini menggunakan garis kontur untuk menunjukkan perbedaan ketinggian dan kemiringan tanah, serta sering kali menyertakan informasi tambahan tentang jalan, bangunan, dan penggunaan lahan. Tujuan dari peta topografi adalah untuk memberikan representasi yang akurat dari bentuk dan fitur fisik suatu daerah.

##### b. Peta Chorografi

Peta yang menggambarkan wilayah yang lebih kecil daripada peta topografi, biasanya mencakup area seperti provinsi, kota, atau kabupaten. Peta ini menyajikan detail tentang fitur geografis dan administratif, seperti batas wilayah, jalan, dan pemukiman, dengan tujuan memberikan informasi yang lebih terperinci mengenai bagian tertentu

dari sebuah negara atau wilayah. Peta chorografi sering digunakan untuk keperluan perencanaan dan administrasi lokal. Peta ini memiliki skala antara 1 : 250.000 sampai 1 : 1.000.000 atau lebih.

## 2. Peta Khusus (Tematik)

Peta tematik adalah peta yang dirancang untuk menampilkan informasi spesifik tentang satu atau beberapa tema tertentu dari suatu area. Peta tematik fokus pada satu jenis data atau informasi, seperti distribusi populasi, penggunaan lahan, risiko bencana, atau data iklim. Peta ini biasanya digunakan untuk analisis dan pemahaman yang lebih mendalam tentang topik atau fenomena tertentu di wilayah yang digambarkan. Peta ini menginformasikan hubungan spasial dalam rupa atribut tunggal atau hubungan atribut. Dalam pembuatan peta tematik dibutuhkan peta dasar berupa peta topografi serta informasi - informasi yang disesuaikan dengan kebutuhan peta. Informasi yang dapat diperoleh dari peta topografi diantaranya adalah garis lintang dan bujur, batas- batas administrasi, tata guna lahan serta sungai (Palat, 2017).

## 2.7 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis atau *Geographic Information System* adalah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk memproses dan menyimpan data dengan referensi geografis (Aronof, 1989). Sistem ini berguna dalam melakukan pemetaan (*mapping*) dan analisis berbagai hal dan peristiwa yang terjadi di atas permukaan bumi. Sistem ini dapat mengintegrasikan data spasial yang dirancang untuk mengumpulkan dan menganalisis obyek sesuai dengan kebutuhan Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat digunakan dalam pemetaan kebencanaan, batas kawasan atau administrasi, dan pemantauan risiko dari suatu bencana (Abdul Ghoni, 2013).

### 2.7.1 ArcGIS Software Berbasis Sistem Informasi Geografi

ArcGIS adalah software berbasis *Geographic Information System* (GIS) yang dibuat oleh ESRI (*Environment Science & Research Institue*) berpusat di Redlands, California. memulai debutnya dengan produk ArcInfo 2.0 pada awal

1990 an. Arcgis terdiri atas 3 komponen penting berupa : ArcView (berperan dalam mengelola data komprehensif, analisis serta pemetaan), ArcEditor (berperan dalam mengedit informasi spasial) dan ArcInfo (penyedia berbagai fungsi GIS yang meliputi keperluan analisa dari fitur Geoprocessing). Menurut Mahardhika (2015) ArcGIS memiliki kelebihan sebagai berikut :

1. ArcGIS mempunyai data catatog online yang berisi ribuan data-data spasial yang berasal dari seluruh belahan dunia. Data-data ini tersedia mulai dari data cuaca, iklim, kehutanan, kelautan, dan sebagiannya. sehingga hasil analisa yang telah dilakukan lebih teliti dan detail.
2. ArcGIS juga menyediakan ArcCatalog yang merupakan aplikasi manajemen data. Dengan ArcCatalog data yang akan digunakan untuk pemodelan peta atau pemetaan akan lebih terstruktur sehingga akan mudah diolah. ArcCatalog dapat menambahkan, mengedit dan menghapus dataserta menunjukkan meta data yang digunakan dalam melakukan proses pemetaan
3. Semua plugin tersedia untuk menyelesaikan solusi untuk setiap masalah yang menjadi kendala pada saat proses pemodelan atau pembuatan peta baik untuk data raster maupun data vector
4. Perhitungan statisitik rumit dapat dijalankan dengan sederhana dan mudah oleh ArcGIS *Geostatistical*.
5. Sistem dan alat yang ada sudah terintegrasi serta sangat stabil sehingga untuk perhitungan jarak terdekat dan sebagainya serta model builder untuk membuat model perhitungan data-data spasial menggunakan *Network Analysis* sangat mudah digunakan di ArcGIS. 10
6. Kemampuan serta kedinamisan dari ArcMap *Editing Advanced Tools* membuat pengolahan atau edit data-data seperti trim, fillet, extending curves menjadi lebih mudah. Selain itu, ketika ingin memperbaiki topologi dari data. ArcGIS *Topology* akan menunjukkan setiap langkah-langkah yang harus kita lakukan.

### 2.7.2 Implementasi Peta Digital

Peta digital merupakan salah satu implementasi dari GIS di era modern. Peta digital merupakan representasi fenomena geografik yang disimpan untuk ditampilkan dan dianalisis oleh komputer digital (Nuryadin, 2005). Pada peta digital, setiap objek disimpan sebagai sebuah atau sekumpulan koordinat. Sebagai contoh, objek berupa lokasi sebuah titik akan disimpan sebagai sebuah koordinat, sedangkan objek berupa wilayah akan disimpan sebagai sekumpulan koordinat. Menurut Nuryadin (2005) peta digital memiliki beberapa kelebihan diantaranya :

1. Peta digital kualitasnya tetap dan peta digital dapat dikembalikan ke bentuk asalnya kapanpun tanpa ada penurunan kualitas.
2. Peta digital mudah disimpan dan dipindahkan dari satu media penyimpanan yang satu ke media penyimpanan yang lain.
3. Peta digital lebih mudah diperbarui. Penyuntingan untuk keperluan pemutakhiran data atau perubahan system koordinat misalnya, dapat lebih mudah dilakukan menggunakan perangkat lunak.

Seperti peta pada umumnya, peta digital juga memiliki karakteristik yang berkaitan dengan Sistem Informasi Geografis. Menurut (Indrioko & Ratnaningrum, 2015) karakteristik peta digital meliputi :

1. Skala pada peta digital menggambarkan tingkat kedetilan objek ketika peta tersebut dibuat. Sebagai contoh, pada skala 1:1000 (atau 1 cm di peta mewakili 1000 cm atau 10 meter di permukaan bumi), maka bangunan tersebut hanya akan terlihat sebagai sebuah titik.
2. Dalam konteks penentuan posisi geografis, salah satu referensi yang umum digunakan adalah WGS 84 (*World Geodetic System 1984*), yang merupakan sistem koordinat geodetik yang dikembangkan pada tahun 1984 dan telah direvisi serta digunakan hingga kini.

### 2.7.3 Data Spasial

Data spasial adalah suatu data yang mengacu pada posisi, obyek, dan hubungan di antaranya dalam ruang bumi. Didalam Data terdapat informasi mengenai bumi termasuk permukaan bumi, dibawah permukaan bumi, perairan,

kelautan dan bawah atmosfer. Fenomena tersebut berupa fenomena alamiah dan buatan manusia. Data pada SIG memiliki berbagai macam bentuk, mulai dari data mentah maupun data yang sudah dalam bentuk siap tampil. Misalnya data dari GPS (koordinat), dimana setiap titik diwakili oleh nilai *longitude* (garis bujur) dan *latitude* (garis lintang). (Irwansyah, 2013).

Format data spasial secara umum dapat dikategorikan dalam format digital dan analog. Menurut (Irwansyah, 2013) dalam Sistem Informasi Geografis, Data Spasial dapat direpresentasikan dalam dua jenis yaitu :

#### 1. Model Data Vektor

Model data vektor adalah representasi data geografis dalam bentuk titik, garis, dan poligon yang digunakan untuk menggambarkan fitur-fitur di permukaan bumi.. Setiap jenis fitur memiliki karakteristik unik. Menurut (Prahasta, 2014) karakteristik data vektor mencakup :

- a. Titik (dimensi nol [*point*]). Merupakan sajian geometri paling sederhana bagi objek spasial. Representasi titik ini tanpa dimensi, tetapi bisa diidentifikasi di atas peta dan ditampilkan dengan simbol tertentu.
- b. Garis (satu dimensi [*line* atau *polyline*]). Merupakan geometri linier yang menghubungkan paling sedikit dua titik dan digunakan untuk menyajikan objek berdimensi satu.
- c. Poligon (dua dimensi [*area*]). Merupakan geometri poligon yang digunakan untuk menyajikan objek dua dimensi. Objek poligon paling sedikit dibatasi oleh tiga garis yang saling terhubung.

#### 2. Model Data Raster

Model data raster adalah representasi data geografis dalam bentuk grid atau matriks sel (piksel), di mana setiap sel memiliki nilai tertentu yang mewakili informasi di permukaan dari peta yang dibuat. Data raster efektif dalam menggambarkan perubahan bertahap seperti batas jenis tanah, tingkat kelembaban tanah, distribusi vegetasi, dan suhu. Menurut (Prahasta, 2014) karakteristik data raster mencakup :

- a. Grid atau Piksel, dimana Data disimpan dalam bentuk grid yang terdiri dari baris dan kolom. Lalu pada setiap unit grid disebut piksel (*pixel*) yang memiliki nilai tunggal yang mewakili informasi geografis pada area tersebut.
- b. Resolusi, ditentukan oleh ukuran setiap piksel. Semakin kecil ukuran piksel, semakin tinggi resolusi dan semakin detail representasi data.

#### **2.7.4 Hubungan Analisis Spasial dan Metode *Overlay***

Dalam Sistem Informasi Geografis, semua teknik atau pendekatan perhitungan matematis yang berhubungan dengan data atau *layer* (tematik) dalam analisis spasial. Analisis spasial adalah sebuah teknik atau proses yang melibatkan berbagai perhitungan dan evaluasi logika untuk mencari atau menemukan hubungan atau pola-pola yang ada di antara elemen-elemen geografis yang terdapat dalam data digital dengan batas wilayah studi tertentu dalam proses perhitungan tersebut salah satu metode yang digunakan dalam proses penyusunan peta melalui sistem informasi geografis adalah metode *overlay* (Shofa, 2020).

*Overlay* adalah suatu proses pada data spasial yang terjadi pada suatu layer yang berisi peta tematik tertentu lalu "ditumpangkan dan disusun" dengan berbagai peta tematik lain sehingga membentuk layer peta tematik baru dengan poligon yang baru. Hasil perpotongan bidang-bidang pada proses "penumpukan dan penyusunan" tersebut akan menghasilkan peta yang lebih spesifik karena merupakan gabungan dari berbagai layer peta tematik yang berbeda. Setiap layer mungkin mewakili jenis data yang berbeda, sehingga hasil *overlay* akan mengandung informasi yang lebih kaya dan kompleks. Peta hasil *overlay* dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis risiko (Andriani, 2022).

### **2.8 Mitigasi**

Mitigasi berasal dari kata Latin "*mittigare*," terdiri dari dua kata "*mitis*" yang berarti lunak, lembut, atau jinak, dan "*aggare*" yang berarti melakukan, mengerjakan, atau membuat. Berdasarkan pengertian ini, mitigasi dapat diartikan sebagai proses penjinakan, yaitu mengubah sesuatu yang liar menjadi lebih terkendali atau lunak. Dalam konteks bencana, mitigasi berfungsi untuk

menjinakkan atau melemahkan dampak bencana, menjadikannya lebih terkelola dan tidak terlalu merusak (Adiyoso, 2018). Dalam UU No.24 tahun 2007 tentang penanggulangan bencana, Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana sehingga dapat disimpulkan bahwa mitigasi bencana dilakukan untuk mengurangi risiko bencana bagi masyarakat yang berada pada kawasan rawan bencana. Dalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 21 tahun 2008 Pasal 1 ayat 6, Tujuan utama dari mitigasi bencana adalah mengurangi risiko atau dampak yang ditimbulkan oleh bencana, khususnya terhadap penduduk, seperti korban jiwa, kerugian ekonomi, dan kerusakan sumber daya alam. Selain itu, mitigasi bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat dalam menghadapi dan mengurangi risiko bencana, sehingga mereka dapat hidup dan bekerja dengan aman.

Dalam UU No.24 tahun 2007 pasal 37 ayat 2 menyebutkan bahwa penerapan upaya mitigasi terbagi dua yakni secara fisik (struktural) dan nonfisik (non struktural). Upaya dalam mitigasi struktural meliputi pembangunan berbagai prasarana fisik serta dengan menggunakan pendekatan teknologi untuk mengurangi kerentanan (*vulnerability*) terhadap bencana. Sedangkan mitigasi nonstruktural merupakan upaya mengurangi kemungkinan resiko yang bentuknya menyesuaikan sesuai kegiatan manusia atau biasa disebut dengan upaya manusia menyesuaikan diri terhadap alam. Menurut Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia No. 64 Tahun 2010, dalam pasal 16 kegiatan nonstruktur/nonfisik untuk mitigasi bencana ialah dengan penyusunan peta risiko bencana yang menggambarkan tingkat risiko satu jenis ancaman bencana pada suatu daerah pada waktu tertentu yang bersifat dinamis dan merupakan hasil perpaduan antara peta ancaman bahaya (*hazard map*) dan peta kerentanan (*vulnerability map*).

### **2.8.1 Aspek Kelembagaan dalam Mitigasi Bencana**

Adanya pemerintah dalam proses mitigasi bencana, merupakan sesuatu yang pasti dan tidak bisa dihindari . Hal ini terjadi karena bencana memiliki ancaman bagi keberlangsungan hidup masyarakat serta menyangkut keselamatan

dan stabilitas publik, sehingga diperlukan suatu lembaga khusus yang menangani peristiwa-peristiwa bencana alam (Eviany & Sutiyo, 2023).

Sesuai dengan amanat Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Pasal 10, pemerintah membentuk Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Lembaga non-departemen yang dibentuk melalui Peraturan Presiden Nomor 8 Tahun 2008 tentang Badan Nasional Penanggulangan Bencana yang berlaku sebagai *leading sector* dalam penanganan bencana alam yang terjadi di Indonesia. Seiring dengan adanya desentralisasi ( proses pelimpahan wewenang, kekuasaan, dan tanggung jawab dari pemerintah pusat kepada pemerintah daerah atau lokal), masalah mitigasi bencana juga menjadi tanggung jawab dan kewenangan pemerintah daerah. Dengan demikian perlu adanya sinkronisasi antara pemerintah pusat dan pemerintah daerah dalam upaya mitigasi bencana. Hal ini sesuai dengan Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 pada Pasal 5 bahwa Pemerintah dan Pemerintah Daerah menjadi penanggung jawab dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana. Sehingga ditetapkan dalam Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Pasal 18 mengenai pembentukan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD).

Menurut (Zagarino et al., 2021), BPBD merupakan lembaga pemerintah non-departemen yang melaksanakan tugas penanggulangan bencana di daerah baik dalam tingkat provinsi maupun tingkat kabupaten dan kota. Secara umum, BPBD memiliki tugas dan fungsi diantaranya :

1. Merumuskan kebijakan teknis penetapan pedoman , pengarahan, serta standardisasi penyelenggaraan penanggulangan bahaya yang mencakup pencegahan bencana, penanganan darurat, rehabilitasi serta rekonstruksi secara adil dan serta sesuai dengan rencana strategis yang ditetapkan pemerintah daerah dan BNPB.
2. Memberikan dukungan atas perencanaan, pembinaan dan pengendalian kebijakan teknis penyelenggaraan penanggulangan bencana dalam penetapan dan menginformasikan peta rawan bencana

3. Merumuskan dan menetapkan kebijakan penanggulangan dan upaya pencegahan bencana serta penanganan pengungsi dengan bertindak cepat dan tepat, efektif dan efisien.
4. Mengkoordinasikan pelaksanaan penanggulangan bencana dan upaya pencegahan bencana secara terencana, terpadu, dan menyeluruh.

## 2.9 Analisis Kajian Risiko Bencana *Multihazard*

Pengkajian risiko bencana merupakan sebuah pendekatan untuk memperlihatkan potensi dampak negatif yang mungkin timbul akibat suatu potensi bencana . Potensi dampak negatif tersebut dihitung dengan mempertimbangkan tingkat kerentanan dan kapasitas kawasan , sehingga menghasilkan potensi jumlah jiwa, kerugian harta benda, dan kerusakan lingkungan yang terdampak oleh potensi bencana (Zagarino et al., 2021) Dalam pelaksanaannya, pengkajian risiko menggunakan rumus umum sebagai berikut :

$$Risk \approx Hazard * \frac{Vulnerability}{Capacity} \dots\dots\dots (i)$$

Keterangan :

1. *Risk* (Risiko Bencana) adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu. Kerugian tersebut dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat.
2. *Hazard* ( Bahaya) merupakan situasi atau kondisi dari biologis, klimatologis, geografis, geologis, sosial, ekonomi, politik, budaya dan teknologi suatu masyarakat di suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu yang berpotensi menimbulkan korban dan kerusakan.
3. *Vulnerability* (Kerentanan) adalah tingkat kekurangan atau kemampuan masyarakat dalam mencapai kesiapan untuk menanggapi dampak bahaya tertentu. Kerentanan dapat berupa dalam bentuk sosial budaya, fisik, ekonomi dan lingkungan.

4. *Capacity* (Kapasitas) merupakan penguasaan sumberdaya, cara dan ketahanan yang dimiliki pemerintah dan masyarakat yang memungkinkan mereka untuk mempersiapkan diri, mencegah, menjinakkan, menanggulangi, mempertahankan diri serta dengan cepat memulihkan diri dari akibat bencana.

Dalam melakukan kajian risiko bencana, terdapat tiga fungsi dari parameter pembentuk risiko bencana yaitu ancaman, kerentanan, dan kapasitas terkait bencana. Parameter tersebut digunakan dalam pemanfaatan data untuk kajian yang dapat diperoleh dari berbagai sumber dengan kriteria sebagai berikut :

1. Memenuhi aturan tingkat kedetailan analisis di tingkat provinsi, yaitu minimal hingga kecamatan dengan skala peta minimal adalah 1:250.000
2. Dapat digunakan dalam perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan 3 kelas interval tingkat risiko, yaitu tingkat risiko tinggi, sedang dan rendah.
3. Menggunakan SIG dengan Analisis Grid minimal 30x30 m untuk tingkat kabupaten/kota.

### **2.9.1 InaRisk sebagai sumber data pembuatan peta risiko bencana**

Dalam proses penyusunan peta risiko bencana, tantangan yang paling utama untuk dihadapi adalah kesulitan dalam akses sumber- sumber data yang diperlukan. Banyak data yang bersifat rahasia dan tidak terbuka oleh umum. Data tersebut dikelola oleh lembaga-lembaga yang terlibat dalam penelitian terkait kebencanaan seperti BIG (Badan Informasi Geospasial), Bappeda (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah), KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan), LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional), NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) dan JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*). Meskipun data tersebut dapat diakses, namun proses tersebut membutuhkan waktu yang lama, sehingga BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) membuka data *opensource* berasal dari hasil kajian risiko melalui InaRisk (Khambali & ST, 2017).

InaRisk merupakan singkatan dari *Indonesia Disaster Risk* yang merupakan portal hasil kajian risiko yang menggunakan *arcgis server* sebagai data *services* yang menggambarkan cakupan wilayah ancaman bencana, populasi terdampak, potensi kerugian fisik, potensi kerugian ekonomi dan potensi kerusakan lingkungan (ha) dan terintegrasi dengan realisasi pelaksanaan kegiatan pengurangan risiko bencana sebagai *tool monitoring* penurunan indeks risiko bencana. Data yang berasal dari InaRisk adalah Data sekunder dimana data tersebut sudah dikumpulkan, diolah, dan disajikan dalam bentuk peta. Dari peta ini akan digunakan untuk klaifikasi bencana berdasarkan tingkat bahaya dan risiko (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2023).

## 2.10 Web

*Website* atau situs merupakan kumpulan yang luas dari jaringan komputer besar dan kecil yang saling berhubungan menggunakan jaringan (tele) komunikasi yang ada di seluruh dunia. Seluruh manusia yang secara aktif berpartisipasi sehingga internet menjadi sumberdaya informasi yang sangat berharga (Nugroho et al., 2020). Menurut (Ardiansyah et al., 2023) unsur-unsur yang harus ada dalam penyediaan *website* atau situs di antaranya sebagai berikut :

1. Nama Domain (Domainname / URL –*UniformResourceLocator*) Alamat unik di dalam dunia maya (*internet*) yang berguna untuk menemukan sebuah *website*. Umumnya URL ini di perjualbelikan dengan sistem sewa tahunan. Dan biasanya di belakang URL ini mempunyai akhiran sesuai dengan lokasi dan kepentingan atas di buatnya *website* tersebut. Contohnya: .co.id
2. *Website (WebHosting)*  
*Web Hosting* merupakan ruangan yang terdapat dalam harddisk sebagai tempat penyimpanan data, video, email, dan database yang nantinya akan ditampilkan di dalam *website* tersebut.
3. Bahasa Program (*Scripts Program*)  
Bahasa Program merupakan sarana yang digunakan untuk menterjemahkan setiap perintah pada saat *website* tersebut sedang dijalankan. contoh dari bahasa program, yakni HTML, PHP, JavaScript, XML, dan JSP.

#### 4. *Desain Website*

Pendesainan *website* merupakan hal yang penting. Faktor user friendly harus diterapkan dalam pembuatan desain sebuah *website*. Membuat pemakai *website* merasa nyaman dan mudah dalam penggunaannya membuat pemakai *website* akan terus mengunjunginya.

### 2.11 Penelitian yang relevan

Ditinjau dari judul penelitian, maka di bawah ini beberapa kajian yang berkaitan dengan penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian Hidetoshi Nakajima dan Mamoru Koarai, *International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University* (2011) dengan judul “*Assessment of Tsunami Flood Situation from the Great East Japan Earthquake*”. Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif deskriptif yang dilaksanakan di sepanjang wilayah pesisir Pasifik Jepang yang terdampak tsunami akibat gempa besar Jepang Timur 2011, wilayah tersebut meliputi Prefektur Iwate, Miyagi, Fukushima, Ibaraki dan Chiba. Subjek utama dari penelitian ini adalah situasi akibat dari tsunami yang berasal dari gempa besar, dengan subjek khusus yang meliputi kerusakan yang ditimbulkan terhadap bangunan akibat tsunami, serta membuat peta luas banjir tsunami, peta penggunaan lahan terkena banjir, dan peta topografi berdasarkan data elevasi tinggi. Wilayah dan populasi yang menjadi fokus penelitian adalah masyarakat di sepanjang pesisir Pasifik Jepang yang terdampak tsunami besar akibat gempa 2011. Untuk metode pengumpulan data meliputi kuisisioner dan wawancara, dan analisis data sekunder melalui peta dan data spasial yang berasal dari Survei Lapangan. Hasil penelitian ini ditunjukkan dengan dibuatnya peta luas tsunami secara cepat berdasarkan data spasial yang diperoleh dari citra satelit sehingga memperoleh peta risiko bencana tsunami akibat gempa bumi dan informasi ini berguna untuk penanganan bencana tsunami serta pemulihan pasca bencana yang menjadi dasar untuk mitigasi bencana di masa depan (Koarai, 2011).
2. Penelitian Dwi Mega Ariani, Armijon dan Fauzan Murdapa, Univeritas Lampung (2023) dengan judul “Kajian Risiko Bencana Tanah Longsor dan

Gempa Bumi di Kabupaten Pringsewu Provinsi Lampung”. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif deskriptif yang dilaksanakan melalui pengumpulan data primer dan sekunder berupa angka/data kuantitatif terkait faktor-faktor penyebab bencana, tingkat ancaman, kerentanan, dan kapasitas dihitung dan dianalisis secara kuantitatif dengan menggunakan peta dan data angka, dan dalam proses menentukan risiko dilakukan analisis *overlay* dengan menggabungkan hasil dari ancaman, kerentanan, dan kapasitas. Subjek penelitian meliputi tingkat risiko bencana tanah longsor dan gempa bumi di Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung. Populasi dari penelitian ini adalah wilayah administrasi Kabupaten Pringsewu (9 kecamatan). Hasil Penelitian diperoleh tingkat risiko tanah longsor dan gempa bumi di Kabupaten Pringsewu berada pada kategori rendah, tingkat ancaman tanah longsor tinggi terluas di Kecamatan Pagelaran Utara (7.489,31 Ha) dan Pardasuka (855,504 Ha), daerah yang berisiko tinggi terhadap tanah longsor adalah Kecamatan Pagelaran Utara dan Pardasuka karena memiliki wilayah berbukit serta tingkat kerentanan tanah longsor untuk jumlah penduduk terpapar dan potensi kerugian masuk kategori sedang (Ariani & Murdapa, 2023).

3. Penelitian Heru Sri Naryanto, Pusat Teknologi Reduksi Risiko Bencana (PTRRB), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), (2019) dengan judul” Analisis Bahaya, Kerentanan dan Risiko Bencana Tsunami di Provinsi Papua Barat”. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan kuantitatif dan kualitatif (*mixed methods research*) dimana secara kuantitatif, penelitian ini :

- a. Mengumpulkan data secara kuantitatif yaitu data jumlah penduduk per kecamatan dan data topografi.
- b. Melakukan analisis dataspasial menggunakan ArcGIS untuk membuat peta bahaya, kerentanan dan risiko
- c. Analisis spasial menggunakan ArcGIS untuk membuat peta bahaya, kerentanan, risiko

Sedangkan secara kualitatif, penelitian ini :

- a. Analisis parameter-parameter seperti bentuk pantai, konfigurasi pesisir secara deskriptif
- b. Studi literatur dan data sekunder tentang geologi, tektonik, sejarah gempa dan tsunami di Papua Barat

Populasi dari penelitian ini adalah Wilayah administratif Provinsi Papua Barat seluas 97.024,37 km<sup>2</sup> yang terdiri dari 10 kabupaten dan 1 kota. Sampel yang digunakan adalah seluruh wilayah administratif 10 kabupaten dan 1 kota di Provinsi Papua Barat sebagai unit analisis. Hasil penelitian ini adalah adanya Peta bahaya dimana peta ini menunjukkan zonasi bahaya tsunami di Papua Barat menjadi 3 tingkat: tinggi, sedang, rendah. Wilayah bahaya tinggi terletak di pesisir Kota Sorong, Kabupaten Sorong, Sorong Selatan, Bintuni, dan utara Fakfak, Peta kerentanan dimana peta ini menunjukkan tingkat kerentanan daerah berdasarkan jumlah penduduk. Kerentanan tinggi di Kota Sorong, Bintuni, Kaimana yang padat penduduk dan Peta risiko dimana peta risiko dihasilkan dari *overlay* peta bahaya dan kerentanan. Mengidentifikasi daerah berisiko tinggi di Kota Sorong dan Bintuni. Kesimpulannya peta ini dapat digunakan sebagai acuan perencanaan wilayah dan mitigasi bencana seperti penataan wilayah rawan bencana. Upaya pengurangan risiko bencana tsunami di Papua Barat (Naryanto, 2019).

4. Penelitian Firmansyah, Deden Syarifudin, dan Jajan Rohjan, Univeritas Pasundan (2019) dengan judul "*The Risk Assessment of Multi Hazard Area: A Case of Mitigation Consider in Spatial Planning of Bukittinggi City*". Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed method* yang meliputi Penentuan lapangan studi setiap risiko gempa bumi, longsor, kebakaran, dan banjir menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis *overlay* analisis di GIS, serta Pemetaan hasil perhitungan risiko menggunakan teknik *overlay* di GIS. Kajian literatur yang digunakan meliputi perumuskan faktor-faktor penilaian risiko. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh wilayah Kota Bukittinggi yang terdiri dari 3 kecamatan dan 24 desa/kelurahan. Sampel

yang digunakan adalah 40 orang responden dari beberapa instansi terkait untuk mengumpulkan data dan informasi. Hasil penelitian ini adalah Peta tingkat risiko gempa bumi di Kota Bukittinggi menunjukkan kelurahan yang memiliki risiko tinggi terletak di Desa Bukik Apit Puhun. Sedangkan area Pulai Anak Air, Maggih Ganting, Campago Ipuh, Puhun Pintu Kabun, Kubu Gulai Bancah, dan Belakang Balok memiliki risiko sedang. Tingkat risiko longsor tertinggi berada di Desa Bukit Cangang Kayu Ramang dan Desa Tarok Dipo. Sedangkan area lainnya masuk kategori risiko sedang. Serta rekomendasi mitigasi untuk mengurangi dampak bencana dengan menyoroti faktor bahaya, kerentanan, dan daya tahan masyarakat (Firmansyah, 2019).

5. Penelitian Tegar Rahma Yoga dan Hary Nugroho, Institut Teknologi Nasional (2023) dengan judul “Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Untuk Analisis Tingkat Risiko Bencana Tsunami di Wilayah Pesisir Kabupaten Garut” . Metode penelitian ini bersifat kuantitatif dengan menganalisis data spasial dan melakukan perhitungan matematis untuk menghasilkan peta bahaya, kerentanan, dan risiko tsunami. Metode analisis spasial yang digunakan adalah metode *Overlay* untuk penyusunan peta kerentanan, sedangkan untuk peta bahaya menggunakan metode Hloss Berryman. Kemudian hasil analisis digabungkan untuk menghasilkan peta risiko tsunami. Populasi penelitian adalah seluruh wilayah pesisir Kabupaten Garut, sedangkan sampelnya adalah data sekunder yang digunakan untuk analisis risiko tsunami seperti Peta RBI Kabupaten Garut skala 1:25.000 dari BIG. Hasil penelitian ini adalah bahaya tsunami menunjukkan bahwa 73% atau sebesar 19.686,6 Ha dari total luas wilayah pesisir Kabupaten Garut (27.042,3 Ha) memiliki kategori bahaya tsunami yang tinggi. Kecamatan Cibalong, Cikelet dan Pameungpeuk memiliki luas risiko tsunami paling tinggi dikarenakan dominasi bahaya dan kerentanan tinggi-sangat tinggi (Yoga & Nugroho, 2023).