

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

2.1. Bencana

Bencana pada dasarnya merupakan peristiwa yang menyebabkan kerugian dan bersifat merusak baik disebabkan alam maupun non alam. UNISDR (2009) menjelaskan bencana adalah suatu gangguan serius yang merugikan dalam kehidupan, kesehatan, mata pencaharian, harta benda yang bisa terjadi pada komunitas tertentu atau sebuah masyarakat selama beberapa waktu yang ditentukan di masa depan. Pemerintah Indonesia melalui BNPB lewat Peraturan Kepala Badan BNPB No 2 Tahun 2012 mendefinisikan bencana sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Menurut Coburn, A. W. dkk. (1994) dalam bukunya menjelaskan bahwa bencana adalah satu kejadian atau serangkaian kejadian yang dapat meningkatkan jumlah korban dan atau kerusakan, kerugian harta benda, infrastruktur, pelayanan-pelayanan penting atau sarana kehidupan pada satu skala yang berada di luar kapasitas norma. Rijanta dkk (2014) juga dalam bukunya lebih lanjut menjelaskan bahwa bencana merupakan suatu peristiwa yang sulit diprediksi waktu kejadiannya, peristiwa yang merugikan, peristiwa yang telah menyebabkan kehilangan, peristiwa yang telah merusak, dan peristiwa yang membutuhkan penanganan khusus. Guthrie (2013) juga memiliki teori bahwa bencana adalah suatu peristiwa yang menyebabkan kesulitan, hilangnya nyawa, atau kerusakan pada infrastruktur, lingkungan, kesejahteraan ekonomi, atau hal-hal lain yang mempengaruhi nilai dari manusia. Anggapan ini merupakan pola pemikiran bahwa bencana ini selalu disertai dengan bahaya dan merugikan, padahal jika bencana itu terjadi dan

tidak mengenai dan berpengaruh langsung terhadap manusia maka bahaya bencana itu tidak ada.

Bencana dalam beberapa sumber dibagi menjadi beberapa kategori dan jenis, seperti menurut Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, bencana dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu:

- a) Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor.
- b) Bencana non-alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa nonalam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemi, dan wabah penyakit.
- c) Bencana sosial adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antar kelompok atau antar komunitas masyarakat, dan teror.

United National International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR, 2009) menyebutkan ada beberapa sumber bahaya dari bencana yang harus diperhatikan, adapun sumber bencana yang berasal dari alam adalah sebagai berikut:

- a) Bencana *hydro-meteorological* berupa topan, badai, banjir, kekeringan, topan, banjir bandang, kebakaran dan tanah longsor.
- b) Bencana geologi meliputi proses internal bumi seperti gempa, tsunami, dan aktifitas vulkanik.
- c) Bencana biological berupa wabah penyakit epidemi, penyakit tanaman dan hewan.

Menurut Dominic (2005) besarnya dampak yang dapat ditimbulkan oleh adanya bencana alam dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut :

1. Penduduk beresiko berdasarkan jumlah, lokasi, kelompok rentan, dan distribusi umur
2. Besarnya paparan terhadap bencana

3. Lama waktu terpapar bencana dan efek terhadap kesehatan dari adanya eksposur
4. Faktor pengubah (jenis bangunan, kondisi bangunan, sistem komunikasi dan internet)

Guha-Sapir et al (2004) lebih lanjut menyatakan bahwa dampak dari adanya bencana alam ini akan jauh lebih besar jika terjadi pada daerah yang memiliki kondisi perekonomiannya belum berkembang, kepadatan penduduk, infrastruktur yang kurang memadai (termasuk akses ke layanan kesehatan, air, listrik; aset keuangan dan mengakses kredit/asuransi), akses komunikasi yang sulit, dan kurangnya kapasitas tanggap darurat dari masyarakat dapat memburuk situasi ini

2.2. Longsor Lahan

Longsor lahan merupakan gerakan material penyusun lereng yang berupa tanah, lumpur, *regolith*, *bedrock* karena pengaruh tarikan gaya gravitasi (Stehler.1997). Cruden (1991) juga menyebutkan longsor lahan merupakan pergerakan suatu massa batuan, tanah, atau bahan rombakan material penyusun lereng (yang merupakan percampuran tanah dan batuan) menuruni lereng. Brook et al (1991) menyebutkan bahwa longsor lahan adalah salah satu bentuk dari gerak massa tanah, batuan, dan runtuh batuan/tanah yang terjadi seketika yang bergerak menuju lereng bawah yang dikendalikan oleh gaya gravitasi dan meluncur dari atas suatu lapisan kedap yang jenuh air (bidang luncur), oleh karena itu longsor lahan dapat juga dikatakan sebagai bentuk erosi. Prinsipnya dapat dikatakan longsor lahan adalah pergerakan tanah yang menuruni lereng karena ada pengaruh gaya-gaya baik dari dalam maupun luar, hal ini disebabkan adanya ketidakstabilan tanah dan bidang gelincir sehingga terjadilah longsor lahan.

Terjadinya longsor lahan ini tentunya terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi baik pengaruh dari dalam maupun dari luar tanah. Naryanto (2010) menyebutkan bahwa longsor lahan terjadi karena dua faktor utama yaitu faktor pengontrol dan faktor pemicu. Faktor pengontrol adalah faktor-faktor yang memengaruhi kondisi material itu sendiri seperti kondisi geologi,

kemiringan lereng, litologi, sesar dan kekar pada batuan. Faktor pemicu adalah faktor yang menyebabkan bergerak material tersebut seperti curah hujan, gempa bumi, erosi kaki lereng dan aktivitas manusia. Faktor penyebab terjadinya longsor juga dijabarkan dalam penelitian Mubekti dan Alhasanah (2008) yaitu faktor alami dan faktor aktivitas manusia. Faktor penyebab longsor lahan secara alamiah meliputi morfologi permukaan bumi, penggunaan lahan, litologi, struktur geologi, curah hujan, dan kegempaan. Faktor aktivitas manusia yang memengaruhi suatu bentang alam, seperti kegiatan pertanian, pembebanan lereng, pemotongan lereng, dan penambangan. Longsor lahan juga merupakan salah satu bencana utama yang sering terjadi di daerah pegunungan, hal ini dikarenakan pengaruh gempa bumi dan curah hujan (Pareta & Pareta, 2012).

Indonesia melalui Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2005), merumuskan bahwa longsor lahan dapat terjadi karena faktor alam dan faktor manusia sebagai pemicu terjadinya longsor lahan, yaitu :

1) Faktor Alam

- a) Kondisi geologi: batuan lapuk, kemiringan lapisan, sisipan lapisan batu lempung, lereng yang terjal yang diakibatkan oleh struktur sesar dan kekar (patahan dan lipatan), gempa bumi, stratigrafi dan gunung api, lapisan batuan yang kedap air miring ke lereng yang berfungsi sebagai bidang longsoran, adanya retakan karena proses alam (gempa bumi, tektonik).
- b) Keadaan tanah: erosi dan pengikisan, adanya daerah longsoran lama, ketebalan tanah pelapukan bersifat lembek, butiran halus, tanah jenuh karena air hujan.
- c) Iklim: curah hujan yang tinggi, air (hujan di atas normal).
- d) Keadaan topografi: lereng yang curam.
- e) Keadaan tata air: kondisi drainase yang tersumbat, akumulasi massa air, erosi dalam, pelarutan dan tekanan hidrostatika, susut air cepat, banjir, aliran bawah tanah pada sungai lama).

- f) Tutupan lahan yang mengurangi tahanan geser, misal lahan kosong, semak belukar di tanah kritis.

2) Faktor Manusia

- a) Pemotongan tebing pada penambangan batu di lereng yang terjal.
- b) Penimbunan tanah urugan di daerah lereng.
- c) Kegagalan struktur dinding penahan tanah.
- d) Perubahan tata lahan seperti penggundulan hutan menjadi lahan basah yang menyebabkan terjadinya pengikisan oleh air permukaan dan menyebabkan tanah menjadi lembek
- e) Adanya budidaya kolam ikan dan genangan air di atas lereng.
- f) Sistem pertanian yang tidak memperhatikan irigasi yang aman.
- g) Pengembangan wilayah yang tidak diimbangi dengan kesadaran masyarakat, sehingga Rencana Untuk Tata Ruang (RUTR) tidak ditaati.
- h) Sistem drainase daerah lereng yang tidak baik yang menyebabkan lereng semakin terjal akibat penggerusan oleh air saluran di tebing.
- i) Adanya retakan akibat getaran mesin, ledakan, beban massa yang bertambah dipicu beban kendaraan, bangunan dekat tebing, dan tanah kurang padat karena material urugan atau material longsor lama pada tebing.
- j) Terjadinya bocoran air saluran dan luapan air saluran.

Arsyad (2010) mengemukakan bahwa longsor lahan dapat terjadi apabila tiga keadaan terpenuhi, yaitu lereng yang cukup curam, terdapat lapisan di bawah permukaan tanah yang kedap air dan lunak sebagai bidang luncur, serta terdapat cukup air di dalam tanah, sehingga lapisan tanah tepat di atas lapisan kedap air menjadi jenuh. Nandi (2007) juga menjelaskan bahwa gejala umum longsor lahan ditandai dengan munculnya retakan-retakan di lereng yang sejajar dengan arah tebing, biasanya terjadi setelah hujan, munculnya mata air baru secara tiba-tiba dan tebing rapuh serta kerikil mulai berjatuhan.

2.3. Kerentanan

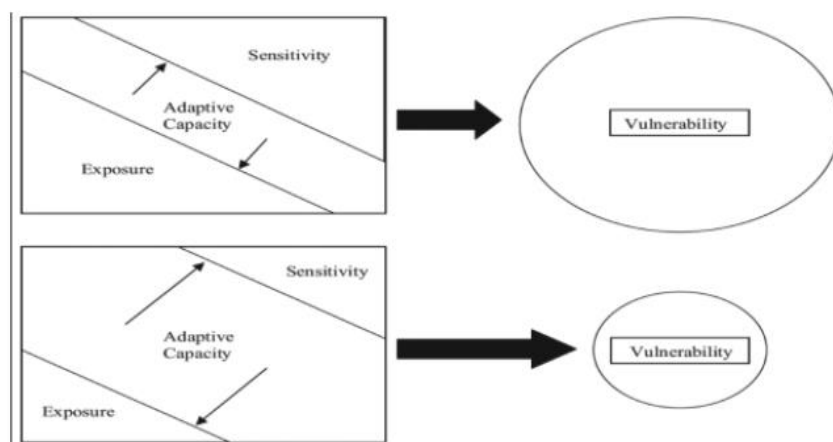
Kerentanan (*vulnerability*) adalah tingkatan suatu sistem yang rentan terhadap dan mampu mengatasi efek dari perubahan maupun fenomena yang merusak dan merugikan bagi mereka. Zakour dan Gillespie (2013) juga menjelaskan kerentanan dalam teorinya yaitu kemampuan individu, kelompok, organisasi, komunitas dan negara dari kerugian atau kehilangan dari adanya bencana. Kerentanan juga dikaitkan dengan kemampuan manusia untuk melindungi dirinya dan kemampuan untuk menanggulangi dirinya dari dampak bahaya/bencana alam tanpa bantuan dari luar (Hapsoro & Buchori, 2015). IPCC (2007) sendiri menjelaskan bahwa kerentanan merupakan fungsi dari karakter, jarak dan laju perubahan iklim dan variasi sistem yang terbuka, kepekaan dan kapasitas adaptasi. Oxfam Indonesia (2012) dalam bukunya juga menyebutkan bahwa kerentanan merupakan suatu karakteristik dan situasi masyarakat, sistem, atau aset yang menjadikannya mudah terkena dampak merugikan dari sebuah bahaya atau dampak perubahan iklim.

Pemerintah Indonesia melalui Peraturan BNPB No 2 Tahun 2012 mendefinisikan kerentanan sebagai *exposure* dikali *sensitivity*. “Aset-aset” yang terekspos termasuk kehidupan manusia (kerentanan sosial), wilayah ekonomi, struktur fisik dan wilayah ekologi/lingkungan. Peraturan Menteri LHK Nomor P.7/Menlhk/Setjen/Kum.1/2/2018 juga menjelaskan kerentanan sebagai kecenderungan suatu sistem untuk mengalami dampak negatif yang meliputi sensitivitas terhadap dampak negatif dan kurangnya kapasitas adaptasi untuk mengatasi dampak negatif. Pengertian kerentanan menurut Twigg, John. et al, (2007) juga mendefinisikan kerentanan sebagai potensi terhadap menderitanya kerugian atau kehilangan terkait dengan kapasitas untuk mengantisipasi bahaya, cara mengatasinya, cara mencegah, dan pulih dari dampaknya. Indikasi kerentanan dapat dilihat melalui antisipasi dari faktor fisik, sosial, ekonomi, politik dan faktor pengaruh lainnya yang mempengaruhi munculnya bahaya (Zakour dan Gillespie. 2013). Rohmat (2019) juga menyebut bahwa kerentanan sebagai suatu kondisi masyarakat yang dapat menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bencana.

Kerentanan dalam konteks perubahan iklim dapat dilihat melalui tiga faktor kerentanan yaitu exposure atau keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptasi. Masing-masing faktor kerentanan ini memiliki variabel-variabel pembentuk seperti exposure seperti kelerengan, sensitivitas pada kondisi demografi, dan kapasitas adaptif pada adanya tingkat pendapatan. Indeks penyusun kerentanan ini berdasarkan dari identifikasi tingkat kepangaruhan terhadap potensi kejadian pada jenis bencananya. (Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, 2017).

Skoring atau pembobotan dapat dilakukan pada tiga faktor kerentanan guna melihat tingkat kerentanan bencana yang terjadi di suatu wilayah. Mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh KLHK terhadap kerentanan yaitu keterpaparan dikali sensitivitas dibagi kemampuan adaptasi.

Berdasarkan rumusan di atas maka korelasi ketiga faktor tersebut dalam memengaruhi besaran kerentanan suatu bencana dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Hubungan Parameter Exposure, Sensitivitas dan Kemampuan adaptif terhadap besaran Kerentanan (Engle, 2011)

Berdasarkan persamaan dan penggambaran tentang kerentanan maka dapat dikatakan bahwa tingkat kerentanan berkorelasi positif dengan keterpaparan dan sensitivitas, serta berkorelasi negatif dengan kapasitas adaptasi (Ford & Smit, 2004). Pemerintah Indonesia melalui Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum

Pengkajian Risiko Bencana, membagi kerentanan menjadi 4 (empat) jenis kerentanan meliputi:

- 1) Kerentanan sosial, yang meliputi kepadatan penduduk dan kepekaan sosial.
- 2) Kerentanan ekonomi, yang meliputi PDRB per sektor dan penggunaan lahan (kawasan budidaya).
- 3) Kerentanan fisik, yang meliputi kerentanan bangunan dan prasarana.
- 4) Kerentanan ekologi, yang meliputi penggunaan lahan (Kawasan lindung).

Pendapat lain dikemukakan oleh Rijanta, dkk (2014) bahwa kerentanan hanya dibagi menjadi 3 (tiga) jenis kerentanan yaitu kerentanan fisik, kerentanan sosial dan kerentanan lingkungan. Kerentanan fisik dilihat dari kerusakan infrastruktur dan bangunan, kerentanan sosial dilihat dari potensi kehilangan pada individu, komunitas, masyarakat, dan kerentanan lingkungan dilihat dari potensi kerusakan ekosistem dan satuan unit lahan. Penelitian lain yang dilakukan Rachmawati dkk (2018) dalam kajian kerentanan, untuk mengukur tingkat kerentanan terhadap bencana dianalisis melalui tiga (3) kerentanan yaitu kerentanan fisik, ekonomi dan sosial. Variabel fisik yang digunakan dalam analisis yaitu luas kawasan terbangun dan luas kepadatan bangunan. Variabel ekonomi dilihat dari persentase jumlah rumah tangga miskin, sedangkan Variabel sosial dianalisis dari kepadatan penduduk dan laju pertumbuhan penduduk.

Berdasarkan teori-teori yang telah ditelaah tentang kerentanan akan suatu bencana maka indikator kerentanan dapat dibagi menjadi tiga yaitu keterpaparan/eksposure, sensitivitas dan kemampuan adaptasi. Tiap indikator dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kondisi fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan di daerah tersebut.

2.3.1. Keterpaparan atau Exposure

Keterpaparan merupakan ukuran yang menunjukkan sejauh mana suatu system bersentuhan dengan atau mengalami gangguan atau bahaya (Gallopın,

2006). Menurut Boer (2013), tingkat keterpaparan dapat dianalisis melalui data kemiringan dan topografi untuk memberi gambaran tentang kondisi fisik dasar eksisting, sumber penghidupan dan permukiman dari daerah lokasi yang berpotensi bencana seperti banjir di cekungan, longsor pada daerah tebing, dan bahaya rob pada garis pantai. Berdasarkan beberapa definisi tadi menunjukkan bahwa keterpaparan adalah kondisi dimana adanya faktor alam dan fisik di daerah rawan bencana yang kemungkinan akan mempengaruhi jika bencana itu terjadi.

Adapun faktor-faktor fisik yang menunjang terjadinya longsor menurut Hardiyatmo (2006) antara lain: 1).topografi, 2).iklim, 3).perubahan cuaca, 4).kondisi geologi dan hidrologi, 5). perbuatan ulah mausia, diantara faktor tersebut dapat bekerja sama atau hanya beberapa faktor yang dapat mempengaruhi stabilitas lereng yang berakibat menjadikan peristiwa longsor. Berdasarkan pendekatan faktor fisik eksisting maka komponen keterpaparan meliputi seperti kemiringan lereng (Arsyad.2010), jenis tanah (Hutomo dan Maryono, 2016), curah hujan (Rahmi 2012), penggunaan lahan dan kemiringan lereng (Sitepu Selintung dan Harianto, 2017) dan yang menjadi faktor tertinggi adalah tingkat kemiringan lereng (Ramadhani dan Idajati 2017). Kerentanan dengan mengacu pada penggunaan lahan juga dijelaskan pada Yoo dkk, 2014 (dalam Hidayati dkk, 2015) mendefinisikannya kedalam kerentanan lingkungan, yang meliputi materi terkait penggunaan lahan seperti hutan lindung, hutan alam/rakyat, hutan bakau/konservasi dan semak belukar.

2.3.2. Sensitivitas

Sensitivitas adalah tingkat kepekaan suatu sistem, dipengaruhi oleh suatu tekanan atau gangguan baik secara positif atau negatif, kondisi lingkungan dan sosial ekonomi yang melekat pada sistem manusia dan lingkungan sebelum gangguan terjadi (Liu et al, 2013). Menurut Nahdaliah (2022) sensitivitas adalah tingkat dimana suatu sistem akan terpengaruh atau responsif terhadap rangsangan iklim, tetapi dapat diubah melalui perubahan sosial ekonomi. Sensitivitas atau kepekaan adalah tingkat dimana suatu sistem dapat dipengaruhi, baik secara negatif atau menguntungkan, oleh

rangsangan tekanan atau gangguan terkait iklim (IPCC, 2007). Pandangan Turner et al. (2003) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa sensitivitas terdiri dari beberapa kondisi yaitu, kondisi sensitivitas masyarakat yang terkait modal sosial seperti populasi, struktur ekonomi, hingga kelembagaan yang ada di masyarakat dan kondisi sensitivitas lingkungan yang mencakup kondisi air, tanah, cuaca.

Nahdaliah (2022) menyebutkan bahwa indikator yang dapat menentukan tingkat sensitivitas masyarakat antara lain adalah sumber mata pencaharian utama terhadap sumber daya alam, tingkat kemiskinan, sumber air minum, penduduk rentan dan *sex ratio*. Sumber mata pencaharian utama terhadap sumber daya alam khususnya pertanian terkait dengan kerugian yang akan ditimbulkan, sedangkan pada penduduk rentan terkait dengan korban langsung (*fatalities*) pada bencana tersebut. Semakin tinggi tingkat sensitivitas masyarakat maka tingkat kerentanan terhadap bencana semakin tinggi.

Berdasarkan penjelasan di atas maka tingkat sensitivitas akan tergantung dengan kondisi sosial dan ekonomi wilayahnya. Kerentanan sosial menunjukkan besarnya potensi kehilangan yang berkaitan dengan keadaan manusia, berdasarkan usia, jenis kelamin, latar belakang pendidikan, latar belakang ekonomi atau faktor lain yang dapat mendorong pada kondisi rentan (Birkmann & Wisner, 2006; Ebert, et al., 2007 dalam Hizbaron. 2010). Kerentanan ekonomi akan menggambarkan tingkat kerapuhan dari segi ekonomi dalam menghadapi ancaman. Komponen ini terkait dengan sumberdaya ekonomi yang dimiliki penduduk. Penilaiannya adalah apakah sumber daya yang mereka miliki saat ini akan terganggu apabila terkena bencana. Tiyansyah (2017) menyebutkan bahwa faktor seperti keterbatasan ekonomi pada masyarakat akan mempengaruhi pemenuhan standar keselamatan dalam menghadapi bencana

Variabel guna mengukur tingkat sensitivitas penelitian ini yaitu meliputi sektor ekonomi dan sosial dimana variabelnya antara lain kepadatan penduduk, kepadatan bangunan, rasio jenis kelamin, rasio ketergantungan,

dan tingkat kemiskinan. Variabel kepadatan bangunan merupakan cerminan keberadaan penduduk, selain juga nilai bangunan itu sendiri. Kepadatan bangunan yang tinggi mengindikasikan jumlah penduduk yang banyak dan nilai ekonomi bangunan yang besar, sehingga jika terjadi bencana akan dapat menyebabkan risiko yang tinggi. Parameter kepadatan bangunan dan penduduk juga dimasukkan dalam penelitian Nahdahliah (2022), Baharinawati (2020) dan Rachmawati dkk (2018). Rasio jenis kelamin dan rasio ketergantungan digunakan untuk melihat sensitivitas pada kelompok tertentu jika terjadi bencana yaitu rasio perempuan dan masyarakat yang tidak produktif (Nahdahliah. 2022). Tingkat kemiskinan juga akan melihat seberapa besar potensi dampak yang akan terjadi pada keluarga miskin jika bencana longsor itu terjadi (Baharinawati dan Purwanto. 2020).

2.3.3. Kapasitas Adaptasi

Kapasitas Adaptasi adalah potensi atau kemampuan suatu sistem untuk menyesuaikan diri dengan perubahan iklim, termasuk variabilitas iklim dan iklim ekstrim, sehingga potensi kerusakannya dapat dikurangi/dicegah (Nahdahliah.2022). Kapasitas adaptasi yaitu kemampuan suatu sistem untuk menyesuaikan diri dengan perubahan iklim (termasuk variabilitas iklim dan iklim ekstrim) untuk mengurangi kerusakan potensial, untuk memanfaatkan peluang, atau mengatasi dampak/akibat. Kapasitas adaptasi disebutkan menurut Murthy (2004) adalah kemampuan atau usaha dari suatu sistem dalam menghadapi bencana. Kapasitas adaptasi memiliki nilai negatif, kebalikan dari keterpaparan dan sensitivitas (Murthy, 2014).

Kapasitas beradaptasi mengacu pada tindakan individu atau kolektif yang diambil oleh keluarga, masyarakat, organisasi atau lembaga untuk meminimalkan potensi dampak dari bahaya perubahan iklim (USAID, 2014). Aspek kapasitas adaptif yang dianalisis meliputi aspek yang sama dengan variabel sensitivitas, yaitu: sosial, ekonomi, infrastruktur dan ekologi (Benson & Twig, 2007 dalam Lassa & Nakmofa, 2007). Indikator tersebut apabila menunjukkan sifat melemahkan maka tergolong sensitivitas, sedangkan jika menguatkan maka tergolong kapasitas adaptif. Mengacu pada

penelitian Nahdahliah (2022), Baharinawati dan Purwanto (2020), Rochmayanto (2015), dan Efendi (2012) adapun variabel komponen kapasitas adaptasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tingkat pendidikan, fasilitas kesehatan dan, pemasangan *Early Warning System* (EWS)

2.4. Mitigasi Bencana

Kerentanan merupakan salah satu faktor penyebab bencana alam selain bahaya, jika kerentanan akan muncul sebagai faktor pemberat dengan faktor bahaya maka bencana tidak dapat dihindari. Guna meminimalisir dampak yang muncul maka perlu adanya mitigasi. Hal yang menjadi perhatian dari mitigasi bencana menurut UNDP-UNDRO (2011) yaitu perlunya perhitungan efektivitas biaya yang dikeluarkan dengan pengurangan resiko yang akan terjadi termasuk kemungkinan resiko fisik dan sosial dimasa yang akan datang. Damayanti (2010) dalam Susanti dan Anggara (2020) menambahkan dalam mitigasi ini juga perlu berfokus pada pengendalian bahaya melalui pembangunan fasilitas khusus dan penerapan teknologi tertentu.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana, mitigasi adalah bentuk usaha dalam mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Mitigasi juga diartikan usaha untuk mengurangi kehilangan kehidupan dan properti dengan mengurangi dampak dari bencana (Gougelet.2016). FEMA dalam lamannya juga menjelaskan mitigasi bencana adalah tindakan yang bersifat berkelanjutan guna mengurangi atau menghilangkan resiko jangka panjang pada manusia dan properti dari bencana yang akan datang.

Terdapat tiga tahapan yang harus menjadi perhatian dalam manajemen bencana yaitu Pra bencana, saat bencana terjadi dan pasca bencana. Tahapan atau posisi upaya mitigasi dalam manajemen bencana menurut Perka BNPB No 4 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana yaitu pada tahapan Pra Bencana. Adapun kegiatan untuk mengurangi potensi terjadinya korban bencana dilakukan melalui

perencanaan tata ruang, pengaturan tata guna lahan, penyusunan peta kerentanan bencana, penyusunan *database*, pemantauan dan pengembangan (Noor, 2014 dalam Hamida dan Widyasamratri, 2019). Berdasar juga pada UU No 24 Tahun 2007 Pasal 47 ayat (2) menjelaskan bahwa Kegiatan mitigasi bencana dilakukan melalui:

- a. Pelaksanaan tata ruang melalui proses perencanaan dan pelaksanaan tata ruang di kawasan rawan bencana.
- b. Pengaturan pembangunan, pembangunan infrastruktur dan tata bangunan sesuai standar teknis bangunan yang ditetapkan oleh instansi/lembaga berwenang.
- c. Penyelenggaraan pendidikan, pelatihan dan penyuluhan secara konvensional maupun modern dengan menerapkan aturan standar teknis yang ditetapkan oleh instansi/lembaga berwenang.

Terdapat empat hal penting dalam mitigasi bencana menurut Ahmad (2017), yaitu: (1) Tersedia informasi dan peta kawasan rawan bencana untuk jenis bencana, (2) Sosialisasi untuk meningkatkan pemahaman dan kesadaran masyarakat dalam menghadapi bencana, karena bermukim di daerah rawan bencana, (3) Mengetahui apa yang perlu dilakukan dan dihindari, serta mengetahui cara penyelamatan diri jika bencana timbul, dan (4) Pengaturan dan penataan kawasan rawan bencana untuk mengurangi ancaman bencana.

Upaya mitigasi bencana dibagi menjadi dua tipe menurut Triana (2017), Kusumasari (2014), Zakky (2018) dalam Basuki (2019), Pancasilawan (2020) dan Shalih (2020) yaitu mitigasi struktural dan non-struktural. Adapun penjelasannya sebagai berikut:

- a) Mitigasi struktural, merupakan langkah dalam melakukan pengurangan risiko melalui pembangunan atau perubahan lingkungan fisik berdasarkan dengan penerapan solusi yang dirancang dan menggunakan teknologi. Secara garis besar mitigasi struktural adalah upaya untuk mengurangi kerentanan (*vulnerability*) terhadap bencana dengan cara rekayasa teknis bangunan tahan bencana. Kegiatan ini mencakup penanggulangan infrastruktur untuk keselamatan hidup,

sistem pemulihan, modifikasi fisik, konstruksi pembatas atau sistem pendeteksi, konstruksi tempat tinggal masyarakat, modifikasi struktur, relokasi, langkah-langkah pengaturan, dan kode bangunan, serta ketahanan konstruksi. Perlu dilakukan pemasangan sistem peringatan dini longsor, pengelolaan jenis tanaman yang digunakan, pembangunan saluran air dan pembangunan dinding penahan tanah.

- b) Mitigasi non-struktural, meliputi pengurangan risiko melalui modifikasi proses-proses perilaku manusia atau alam, tanpa membutuhkan penggunaan struktur yang dirancang. Mitigasi non-struktural bisa dilakukan dengan cara pembuatan kebijakan seperti pembuatan suatu peraturan. Undang-Undang Penanggulangan Bencana adalah upaya non-struktural di bidang kebijakan dari mitigasi ini. Mitigasi non-struktural terdiri dari pembentukan regulasi, pengendalian lingkungan, modifikasi perilaku, melakukan pelatihan dan simulasi bencana longsor, program pendidikan dan kesadaran masyarakat.

2.5. Sistem Informasi Geospasial (SIG)

SIG ini menurut Boolarani, et al (2020) adalah ilmu yang menggunakan metode terstruktur dan berkomputasi untuk menangkap, menampilkan dan memproses serta menganalisis informasi geografis. Bernhardsen (2002) lebih lanjut menjelaskan bahwa sistem informasi geografis sebagai sistem komputer yang digunakan untuk memanipulasi data geografi. Sistem ini diimplementasikan dengan perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang berfungsi untuk akuisisi dan verifikasi data, kompilasi data, penyimpanan data, perubahan dan pembaharuan data, manajemen dan pertukaran data, manipulasi data, pemanggilan dan presentasi data serta analisis data. Hal ini menjelaskan bahwa sistem informasi geospasial merupakan integrasi antara *hardware*, *software*, manusia dan data.

Penerapan teknologi SIG saat ini telah meliputi berbagai bidang dan kegiatan, dari organisasi pemerintah hingga swasta, untuk kegiatan perencanaan maupun pemantauan (Dulbahri, 1993). Timilsina (2017) menjelaskan dalam perkembangan teknologi SIG menjadi salah satu aplikasi

yang digunakan dalam ilmu kebumihan seperti geologi dan geotek kebencanaan dan lain sebagainya. SIG sendiri dapat memberikan solusi dalam penanganan masalah dari masalah makro seperti perubahan iklim hingga masalah persebaran penyakit dan kejahatan. SIG juga merupakan alat yang bermanfaat untuk menangani data spasial di dalam data SIG yang tersimpan dengan format digital. Jumlah data yang besar dapat disimpan dan diambil kembali secara cepat dengan biaya yang rendah dengan memanfaatkan sistem informasi berbasis kerja komputer. SIG yang telah menjadi satu alat yang digunakan dalam penanganan bahaya longsor, dengan fungsi analisis yang meliputi tiga aspek yaitu analisis hasil, pengelolaan data dan modeling (Qiu dan Mitani, 2017)

Pemrosesan dalam SIG tentunya perlu dilakukan analisis-analisis awal terlebih dahulu seperti analisis spasial. Analisis spasial merupakan sekumpulan metode untuk menemukan dan menggambarkan tingkatan atau pola suatu fenomena spasial. Analisis spasial nantinya akan menghasilkan informasi baru yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan terhadap bidang yang dikaji (Satria, 2022). Metode yang digunakan sangat bervariasi, mulai observasi visual sampai pemanfaatan matematika/statistik terapan (Sadahiro, 2006). Qiu dan Mitani (2017) menambahkan bahwa SIG dilengkapi dengan berbagai macam fungsi yang memungkinkan mampu membuat model berdasarkan nilai data dan atribut yang spesifik.

Keunggulan SIG yang lainnya adalah kemampuan manipulasi dan analisis data spasial dengan mengkaitkan data dan informasi atribut untuk menyatukan tipe data yang berbeda kedalam suatu analisis tunggal. SIG terdiri dari beberapa komponen, yaitu komponen masukan data, pengolahan data, manipulasi dan analisis data serta keluaran data. Perkembangan Sistem Informasi Geografis (SIG) mampu menyediakan informasi data geospasial seperti objek di permukaan bumi secara cepat, sekaligus menyediakan sistem analisis keruangan yang akurat, sehinggadapat dilakukan langkah upaya mitigasi bertujuan mencegah risiko yang berpotensi menjadi bencana atau mengurangi efek dari bencana ketika bencana itu terjadi. Hasil pemetaan dari

SIG ini sangat bermanfaat untuk melihat kerentanan akan bencana dan ketersediaan sumberdaya baik dari level wilayah hingga nasional. Hal ini dikarenakan dalam SIG terdapat informasi yang spesifik dan berguna sebagai alat peringatan untuk lebih dapat meningkatkan dalam hal penanggulangan bencana alam, kesiapan wilayah, respon dan pemulihan jika terjadi bencana (Cutter. 2006).

2.6. Definisi Operasional

Definisi operasional adalah batasan dan cara pengukuran yang akan diteliti sehingga memudahkan pembaca untuk mengerti makna dari variabel. Definisi operasional digunakan untuk menggambarkan atau mendeskripsikan variabel penelitian sedemikian rupa, sehingga variabel tersebut bersifat spesifik dan terukur (Nurdin dan Hartati. 2019). Adapun definisi operasional variabel dalam penelitian ini adalah:

- a. Bencana adalah satu kejadian atau serangkaian kejadian yang member meningkatkan jumlah korban dan atau kerusakan, kerugian harta benda, infrastruktur, pelayanan-pelayanan penting atau sarana kehidupan pada satu skala yang berada di luar kapasitas norma (Coburn, A. W. dkk. 1994)
- b. Longsor lahan adalah salah satu bentuk dari gerak massa tanah, batuan, dan runtuh batuan/tanah yang terjadi seketika yang bergerak menuju lereng bawah yang dikendalikan oleh gaya gravitasi dan meluncur dari atas suatu lapisan kedap yang jenuh air (bidang luncur) (Brook et al. 1991)
- c. Kerentanan merupakan suatu karakteristik dan situasi masyarakat, sistem, atau aset yang menjadikannya mudah terkena dampak merugikan dari sebuah bahaya atau dampak perubahan iklim (Oxfam Indonesia. 2012)
- d. Exposure merupakan ukuran yang menunjukkan sejauh mana suatu system bersentuhan dengan atau mengalami gangguan atau bahaya (Gallopın, 2006)

- e. Sensitivitas adalah tingkat kepekaan suatu sistem, dipengaruhi oleh suatu tekanan atau gangguan baik secara positif atau negatif, kondisi lingkungan dan sosial ekonomi yang melekat pada sistem manusia dan lingkungan sebelum gangguan terjadi (Liu et al, 2013)
- f. Kapasitas adaptasi adalah potensi atau kemampuan suatu sistem untuk menyesuaikan diri dengan Perubahan Iklim, termasuk variabilitas iklim dan iklim ekstrim, sehingga potensi kerusakannya dapat dikurangi/dicegah (Nahdahliah.2022)
- g. Mitigasi adalah bentuk usaha dalam mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana (Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana)
- h. Mitigasi Struktural merupakan langkah dalam melakukan pengurangan risiko melalui pembangunan atau perubahan lingkungan fisik berdasarkan dengan penerapan solusi yang dirancang dan menggunakan teknologi (Triana. 2017)
- i. Mitigasi non-struktural meliputi pengurangan risiko melalui modifikasi proses-proses perilaku manusia atau alam, tanpa membutuhkan penggunaan struktur yang dirancang (Kusumasari. 2014)