

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab ini akan disajikan beberapa teori yang berkaitan dengan penelitian. Teori-teori tersebut memiliki hubungan dengan kebencanaan guna meningkatkan kewaspadaan dini di wilayah rawan bencana. Adapun tinjauan pustaka yang diambil digunakan sebagai acuan melakukan penelitian.

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Keamanan Nasional

Keamanan adalah kemampuan sebuah bangsa untuk melindungi nilai-nilai nasionalnya terhadap berbagai ancaman baik dari luar maupun dari dalam. Keamanan dan ketahanan sebuah negara dapat menumbuhkan kesejahteraan bagi negara itu sendiri. Kesejahteraan artinya kemampuan bangsa dalam menumbuhkan dan mengembangkan nilai-nilai nasionalnya untuk kemakmuran dan keadilan yang merata. Menurut seorang ahli keamanan yaitu Barry Buzan, keamanan dibagi menjadi lima sektor utama yaitu militer, lingkungan, ekonomi, sosial, dan politik yang saling berkaitan satu dan lainnya. Menurut Buzan (1991) dalam bukunya *People, States and Fears, An Agenda for International Security Studies in Post Cold War* menjelaskan mengenai masing-masing sektor keamanan sebagai berikut:

- a. *The military security* yang meliputi dua klasifikasi pengelolaan kapabilitas persenjataan negara yaitu ofensif dan defensif. Kemudian berkaitan juga dengan persepsi negara terhadap intensitas satu dengan yang lainnya.
- b. *The environmental security* berkaitan dengan pemeliharaan lingkungan secara lokal maupun global yang dapat mendukung pentingnya sistem kehidupan manusia.

- c. *The economic security* meliputi akses terhadap sumber daya, keuangan, dan pasar untuk menopang tingkat kesejahteraan dan kekuatan negara.
- d. *The societal security* mencakup kelangsungan pola tradisi dari bahasa, budaya, agama, identitas nasional, dan adat yang mana di dalamnya terdapat kondisi evolusi yang bisa diterima; serta
- e. *The political security* menaruh perhatian pada stabilitas organisasi negara, sistem ideologi, dan ideologi yang memberi legitimasi kepada pemerintahan.

Perkembangan kondisi sosial, politik, dan pertahanan menjadikan adanya pengembangan paradigma keamanan nasional. Perkembangan ini tidak hanya berpusat pada keamanan militer dan teritorial saja namun juga ancaman yang bersifat non-militer. Maka diperlukan pengembangan yang luas menuju keamanan yang bertumpu pada keamanan insani (*human security*).

Keamanan insani adalah sebuah proteksi individual dari berbagai risiko yang dapat mengancam keselamatan fisik, psikologis, martabat, dan kesejahteraan (Latif, 2012). Istilah keamanan insani (*human security*) diperkenalkan oleh *United Nations Development Programmet* (UNDP) tahun 1994. Istilah atau konsep ini mengacu pada pendekatan keamanan yang lebih berfokus pada keselamatan, martabat, dan kesejahteraan manusia. Maka konsep ini menggunakan pendekatan dengan menempatkan manusia sebagai *security referent*. Tidak heran bahwa pendekatan ini lebih bersifat komprehensif dengan mengedepankan aspek kehidupan manusia dan komunitasnya, baik dari segi sosial, politik, ekonomi, kesehatan, dan lingkungan. Terjadinya disrupsi multidimensional pada kehidupan masyarakat menjadi pertimbangan munculnya pendekatan tersebut sebagai alternatif penyelesaian masalah.

Menurut UNDP (1994) terdapat tujuh komponen keamanan insani (*human security*) yang pemenuhannya wajib menjadi tanggung jawab

pemerintah setiap negara. Ketujuh komponen tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Keamanan ekonomi;
- b. Keamanan pangan;
- c. Keamanan kesehatan;
- d. Keamanan lingkungan hidup;
- e. Keamanan personal;
- f. Keamanan komunitas; dan
- g. Keamanan politik.

Ketujuh komponen tersebut dapat disederhanakan menjadi dua komponen utama, yaitu *freedom from fear* (bebas dari rasa takut) dan *freedom from want* (bebas dari ketidakmampuan untuk memiliki).

Berkembangnya keamanan insani didasari atas hak-hak dasar dan Hak Asasi Manusia (HAM). Pergeseran konsep keamanan nasional sebagai bentuk keamanan tradisional yang merujuk pada keamanan insani disebabkan berakhirnya era perang dingin yang mana kekuatan global dapat mengganggu hak-hak dasar warga negara (Lemhannas, 2020). Keamanan insani melampaui paradigma keamanan tradisional yang terkait dengan persoalan integrasi wilayah dan kedaulatan negara dan memperhatikan paradigma yang menekankan keamanan individu sebagai yang paling esensial dalam membangun suatu masyarakat yang damai. Keamanan insani berarti dua hal yaitu melindungi kebebasan dari ancaman dan kondisi kritis yang beragam dan menjamin keamanan insani dengan menciptakan sistem politik, sosial, lingkungan, ekonomi, militer, dan budaya agar manusia menjalani kehidupan dan penghidupan yang bermartabat (Noviryani, 2020).

Memperhatikan penjelasan mengenai teori dari keamanan nasional maka dapat disintesis bahwa keamanan nasional mencakup keamanan militer dan teritorial yang mana bertumpu pada keamanan insani (*human security*). Terdapat tujuh komponen keamanan insani menurut UNDP (1994) yaitu a) keamanan ekonomi; b) keamanan pangan; c) keamanan

kesehatan; d) keamanan lingkungan hidup; e) keamanan personal; f) keamanan komunitas; dan g) keamanan politik. Berkaitan dengan hasil sintesa tinjauan pustaka dapat dilihat pada Lampiran 1.

2.1.2 Sistem Kewaspadaan Dini

Sistem kewaspadaan dini penting untuk dilakukan sebagai bentuk mengurangi risiko bencana. Bentuk sistem kewaspadaan dini dapat diwujudkan melalui perencanaan tata ruang yang sesuai dengan kondisi lapangan dan berdasarkan analisis risiko bencana. Prinsip dasar sistem kewaspadaan dini ada tiga (Kementerian Pekerjaan Umum, 2012):

- a. Prediksi, dilakukan dengan memperhatikan kondisi lapangan berdasarkan pengalaman sehingga tepat tujuan penelitian .
- b. Interpretasi yaitu menerjemahkan hasil dari pengamatan.
- c. Respon dan pengambilan keputusan, dilakukan oleh orang yang bertanggung jawab terhadap hasil pengamatan dan analisis sehingga keputusan yang dibuat mempengaruhi dampak yang ditimbulkan.

Menurut *United Nation Disaster Risk Reduction* (UNDRR) maksud dari sistem kewaspadaan dini adalah sebuah sistem terpadu dari pemantauan bahaya, prakiraan dan prediksi, penilaian risiko bencana, komunikasi dan sistem kegiatan kesiapsiagaan dan proses yang memungkinkan individu, masyarakat, pemerintah, bisnis dan lain-lain untuk mengambil tindakan yang tepat untuk mengurangi risiko bencana.

Sistem kewaspadaan dini yang berpusat pada masyarakat menurut UNDRR (2021), terdapat empat elemen kunci yaitu:

- a. Pengetahuan risiko bencana berdasarkan pengumpulan data yang sistematis dan penilaian risiko bencana.
- b. Pemantauan dan layanan peringatan yang efektif.
- c. Penyebaran dan komunikasi oleh sumber resmi, tentang peringatan yang berwenang, tepat waktu, akurat dan dapat

ditindaklanjuti serta informasi terkait tentang kemungkinan dan dampak.

- d. Kesiapsiagaan di semua tingkatan untuk menanggapi peringatan yang diterima.

Keempat komponen yang saling terkait ini perlu dikoordinasikan di dalam dan lintas sektor dan berbagai tingkat agar sistem dapat bekerja secara efektif dan untuk memasukkan mekanisme umpan balik untuk perbaikan berkelanjutan. Kegagalan dalam satu komponen atau kurangnya koordinasi di antara mereka dapat menyebabkan kegagalan seluruh sistem.

Sistem kewaspadaan dini menangani bahaya dan/atau dampak dari jenis yang sama atau berbeda dalam konteks di mana peristiwa berbahaya dapat terjadi sendiri, secara bersamaan, bertahap atau kumulatif dari waktu ke waktu, dan dengan mempertimbangkan potensi efek yang saling terkait. Sistem peringatan dini dengan kemampuan untuk memperingatkan satu atau lebih bahaya meningkatkan efisiensi dan konsistensi peringatan melalui mekanisme dan kapasitas yang terkoordinasi dan kompatibel, yang melibatkan berbagai disiplin ilmu untuk identifikasi dan pemantauan bahaya yang diperbarui dan akurat untuk berbagai bahaya. Dalam *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*, sistem kewaspadaan dini menjadi salah satu target yang harus dicapai. Dalam kerangka kerja tersebut disebutkan bahwa target pada tahun 2030 harus memenuhi ketersediaan dan akses ke sistem peringatan dini multi bahaya, penilaian kepada manusia, dan informasi risiko bencana.

2.1.2.1 Integrasi Sistem Kewaspadaan Dini Bencana Tanah Longsor dalam Penataan Ruang

Penataan ruang wilayah adalah salah satu kunci utama dalam penanggulangan bencana. Melakukan perencanaan penataan ruang wilayah memiliki fungsi untuk mengendalikan pertumbuhan kepadatan bangunan dan kesesuaian pembangunan pada zona-zona tertentu. Menurut *Hyogo Framework for Action (HFA)* dalam Suryana dan Nahib

(2016) menjelaskan bahwa perencanaan tata ruang merupakan salah satu alat untuk pengurangan resiko bencana. Peran dari perencanaan tata ruang untuk pengurangan resiko bencana banyak diusulkan pada praktik perencanaan di negara-negara maju dan berkembang. Menurut Burby et al. (2000), pengurangan risiko bencana dapat dilakukan dengan melakukan penataan ruang secara struktural seperti membangun fisik serta secara kemasyarakatan seperti peningkatan ketahanan komunitas (*cummunity resilience*) yang dapat dilakukan dengan mengadopsi perencanaan tata ruang khususnya dari pola ruang wilayah.

Menurut Korlena et al. (2011), dalam perencanaan tata ruang wilayah pemerintah daerah memiliki kewenangan yang meliputi a) perencanaan tata ruang wilayah kabupaten/kota; b) pemanfaatan ruang wilayah kabupaten/kota; dan c) pengendalian pemanfaatan ruang wilayah kabupaten/kota. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 26 tahun 2007 Pasal 35 tentang penataan ruang dijelaskan bahwa pengendalian pemanfaatan ruang di Indonesia dilakukan melalui penetapan peraturan zonasi, perizinan, pemberian insentif dan disinsentif, serta pengenaan sanksi.

2.1.2.2 Mitigasi Bencana dan Penataan Ruang

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menjelaskan mengenai mitigasi dikelompokkan menjadi dua jenis. Pertama mitigasi struktural yang berhubungan dengan usaha pembangunan konstruksi fisik. Kedua mitigasi nonstruktural seperti perencanaan tata guna lahan yang disesuaikan dengan kerentanan wilayah dan memberlakukan peraturan pembangunan. Kebijakan juga harus memberikan kebebasan secara substansial kepada daerah untuk mengembangkan sistem mitigasi bencana yang dianggap paling tepat, cepat, dan efektif untuk daerahnya. Menurut Rosyidie (2006), dalam perencanaan penataan ruang dan program mitigasi bencana harus memperhatikan berbagai bahaya alam.

Menurut Awotona (1997), dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dibutuhkan identifikasi kerentanan kawasan bencana seperti

karakteristik kependudukan, flora dan fauna, bangunan, prasarana, dan komponen strategis. Hal yang harus diperhatikan pada aspek kependudukan seperti kepadatan penduduk, usia, pertumbuhan penduduk, dan lainnya. Sedangkan identifikasi aspek fisik meliputi karakteristik bangunan yang dapat memberikan pengaruh pada kerentanan kawasan. Upaya dalam penataan ruang dapat dilakukan sebagai upaya pencegahan yaitu penetapan Koefisien Dasar Bangunan (KDB), mengatur pemanfaatan lahan, pengaturan tinggi bangunan, perapatan vegetasi penutup dan sebagainya. Sedangkan untuk bencana gempa bumi, penataan ruang dapat berupa mitigasi bencana sebagai upaya mengurangi risiko terjadinya bencana pada kawasan rawan bencana.

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana, mitigasi dapat dilakukan dengan cara seperti: (1) pengaturan pembangunan, pembangunan infrastruktur, tata bangunan; (2) pelaksanaan penataan ruang; dan (3) penyenggaraan pendidikan, penyuluhan, dan pelatihan baik secara konvensional maupun modern. Sistem kewaspadaan dini bencana dalam penataan ruang dilakukan dengan melakukan pemetaan dan perhitungan tingkat risiko wilayah terhadap bencana. Perlu dilakukan integrasi antara hasil analisis kerentanan dengan struktur ruang dan pola ruang pada Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW).

Memperhatikan penjelasan mengenai teori dari sistem kewaspadaan dini maka dapat disintesis bahwa menurut UNDRR maksud dari sistem kewaspadaan dini adalah sebuah sistem terpadu dari pemantauan bahaya, prakiraan dan prediksi, penilaian risiko bencana, komunikasi dan sistem kegiatan kesiapsiagaan dan proses yang memungkinkan individu, masyarakat, pemerintah, bisnis dan lain-lain untuk mengambil tindakan yang tepat untuk mengurangi risiko bencana. Kemudian terdapat tiga prinsip dasar sistem kewaspadaan dini menurut Kementerian Pekerjaan Umum (2012) yaitu prediksi, interpretasi, dan respon. Selain itu menurut UNDRR (2021) terdapat empat elemen kunci untuk menciptakan sistem

kewaspadaan dini yang berpusat pada masyarakat seperti meningkatkan pengetahuan risiko masyarakat, pemantauan dan layanan peringatan, penyebaran dan komunikasi, serta kesiapsiagaan. Sistem kewaspadaan dini juga perlu diintegrasikan dengan penataan ruang yang mana mengendalikan pertumbuhan kepadatan bangunan dan kesesuaian pembangunan pada zona-zona tertentu. Berkaitan dengan hasil sintesa tinjauan pustaka dapat dilihat pada Lampiran 1.

2.1.3 Bencana Tanah Longsor

2.1.3.1 Bencana

Terdapat beberapa definisi mengenai bencana yang dikemukakan oleh para ahli maupun yang tercantum dalam peraturan. Berdasarkan Undang- Undang Nomor 24 tahun 2007 tentang penanggulangan bencana mendefinisikan bencana sebagai sebuah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengganggu serta mengancam kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam dan/atau faktor non-alam serta faktor manusia sehingga mengakibatkan adanya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Dalam Ramli (2010), *United Nations Development Programme* (UNDP) menjelaskan Bencana sebagai suatu kejadian ekstrem yang menimbulkan dampak kerugian harta benda dan mempengaruhi aktivitas kehidupan manusia pada tingkat tertentu.

Selain itu, bencana dapat didefinisikan sebagai rangkaian peristiwa yang mengganggu dan mengancam kehidupan masyarakat pada suatu wilayah dan mengakibatkan adanya korban jiwa, kerusakan, dan kerugian harta benda. Kemudian menurut *World Health Organization* (2002) mendefinisikan bencana sebagai setiap kejadian yang menyebabkan kerusakan, hilangnya nyawa manusia, gangguan ekologis, dan memburuknya derajat kesehatan pada skala tertentu yang membutuhkan respon dari luar masyarakat atau wilayah yang terdampak. Bencana juga memiliki keterkaitan dengan sosial masyarakat seperti yang dijelaskan oleh

Naryanto (2001) menjelaskan bahwa bencana mengakibatkan kerusakan pada pola-pola kehidupan normal, struktur sosial serta munculnya kebutuhan dasar, dan bersifat merugikan manusia. Berdasarkan berbagai pengertian mengenai bencana maka dapat disimpulkan bahwa bencana memberikan dampak buruk bagi kehidupan manusia baik secara lahir berupa kerugian materi dan batin berupa guncangan psikologi.

Bencana menurut Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 dikelompokkan menjadi 3 (tiga) jenis yaitu:

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

Menurut UN-ISDR (2004) terdapat dua jenis utama bencana yaitu bencana alam dan bencana teknologi. Bencana alam terdiri dari tiga:

- a. Bencana hidrometeorologi berupa tanah longsor, topan, banjir, banjir bandang, dan kekeringan.
- b. Bencana geofisik berupa aktifitas vulkanik, tsunami, dan gempa.
- c. Bencana biologi berupa penyakit tanaman dan hewan serta epidemi.

Adapun bencana teknologi terbagi menjadi tiga jenis yaitu:

- a. Kecelakaan industri berupa kerusakan infrastruktur industri, kebocoran zat kimia, kebocoran gas, radiasi, dan keracunan.

- b. Kecelakaan transportasi berupa kecelakaan darat, perairan, dan udara.
- c. Kecelakaan *miscellaneous* berupa kebakaran, ledakan, dan struktur domestik atau struktur nonindustrial.

2.1.3.2 Tanah Longsor

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng seperti material campuran, bahan rombakan tanah, atau batuan tersebut yang bergerak ke bawah atau keluar dari lereng (ESDM, 2008). Longsor adalah suatu peristiwa geologi akibat pergerakan masa batuan atau tanah dengan banyak tipe dan jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan tanah yang besar (Yuniarta et al., 2015). Tanah longsor adalah salah satu bencana alam yang umumnya terjadi di daerah pegunungan dan sering terjadi pada musim hujan (Kurniawan, 2008). Menurut Pareta dan Pareta (2012), tanah longsor secara umum meliputi gerakan material permukaan bumi ke bawah dengan tiba-tiba yang dipengaruhi oleh gempa bumi dan curah hujan. Lebih lanjut berikut beberapa penjelasan dari para ahli mengenai pengertian dari tanah longsor:

- a. Varnes (1978) memberikan usulan mengenai terminologi gerakan lereng yang dirasa tepat dalam mendefinisikan longsor sebagai gerakan material yang bergerak ke bawah atau keluar lereng akibat pengaruh gravitasi bumi.
- b. Arsyad (1989) menjelaskan bahwa longsor terjadi akibat meluncurnya sebagian besar tanah di atas suatu lapisan tanah yang kedap air dan jenuh air. Maksud dari hal tersebut adalah lapisan yang terdiri dari tanah liat mengandung kadar tanah liat tinggi dapat berupa lapisan batuan seperti napal liat setelah jenuh air akan bertindak sebagai peluncur.
- c. Crudden (1991) memberikan penjelasan bahwa longsor sebagai pergerakan tanah dari batuan, tanah, atau bahan rombakan material penyusun lereng yang menuruni lereng.

- d. Selby (1993) menjelaskan longsor adalah proses pergerakan massa yang melewati bidang gelincir yang jelas.
- e. Karnawati (2005) longsor adalah gerakan menurun atau keluar lereng oleh massa tanah atau batuan penyusun lereng ataupun campuran dari keduanya sebagai bahan rombakan yang diakibatkan oleh terganggunya kestabilan tanah.

Maka dapat disimpulkan bahwa tanah longsor adalah gejala alam yang sering terjadi di wilayah pegunungan akibat adanya pergeseran lapisan permukaan bumi dan dapat menjadi bencana apabila menimbulkan korban jiwa.

2.1.3.3 Faktor Penyebab Tanah Longsor

Menurut Nandi (2007) banyak hal yang dapat ditimbulkan akibat kejadian tanah longsor berdasarkan faktor-faktor tertentu. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kejadian tanah longsor seperti geologi, jarak dari patahan, presipitasi, topografi, dan vegetasi (Wang et al., 2017). Kementrian ESDM (2008) menjelaskan faktor-faktor utama penyebab terjadinya tanah longsor yaitu antara lain: curah hujan yang tinggi, penggundulan hutan, lereng terjal, jenis penggunaan lahan, tanah yang kurang padat dan tebal, adanya material timbunan pada tebing, getaran, bekas longoran lama, dan daerah pembuangan sampah.

Peristiwa tanah longsor disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor pendorong dan faktor pemicu. Faktor pendorong adalah faktor yang mempengaruhi kondisi material baik berupa tanah maupun batuan. Faktor pemicu merupakan faktor yang mempengaruhi gerakan material baik berupa tanah maupun batuan (Supriyono, 2014). Menurut Nandi (2007) penyebab terjadinya tanah longsor sebagai berikut:

- a. Curah hujan
 - Ancaman tanah longsor sering terjadi mulai bulan November akibat adanya peningkatan intensitas curah hujan. Saat musim hujan terjadi intensitas hujan yang tinggi sehingga

kandungan air pada tanah menjadi jenuh dalam waktu yang singkat. Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor karena melalui tanah yang merekah air

b. Kemiringan lereng

Lereng yang terjal dapat memperbesar terjadinya tanah longsor. Hal ini terjadi akibat adanya pengikisan dibagian sungai, angin, dan air hujan. Kebanyakan longsor terjadi dikemiringan lebih dari 20 derajat dengan ketentuan ujung lerengnya terjal dan bidang longsorannya mendatar.

c. Kondisi tanah

Kondisi tanah yang semakin tebal dan kurang padat akan rentan terjadi tanah longsor. Jenis tanah lempung atau tanah liat dengan ketebalan lebih dari 2,5 meter dan sudut lereng lebih dari 20 derajat memiliki potensi terjadi tanah longsor.

d. Getaran

Getaran yang terjadi diakibatkan oleh gempa bumi, getaran lalu lintas kendaraan akan mempengaruhi kestabilan lereng, ledakan, dan getaran mesin. Getaran pada permukaan bumi yang cukup keras dapat menimbulkan tanah longsor.

e. Aktivitas manusia

Aktivitas manusia yang berdampak besar terhadap terjadinya tanah longsor yaitu sistem drainase yang kurang, pemotongan tebing, kegiatan konstruksi, penggundulan hutan, alih fungsi lahan, dan kegiatan industri.

Akibat dari bencana tanah longsor sangat besar khususnya bagi kehidupan manusia dan lingkungan disekitarnya. Apabila tanah longsor itu terjadi di wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi maka risiko munculnya korban jiwa akan sangat besar, terutama bencana tanah longsor yang terjadi secara tiba-tiba tanpa diawali tanda-tanda akan terjadinya tanah longsor. Oleh sebab itu, manusia harus mengetahui gejala umum akan adanya tanah longsor seperti munculnya retakan di lereng yang

sejajar dengan arah tebing, biasanya terjadi setelah hujan, tebing rapuh serta kerikil mulai berjatuhan, dan muncul mata air secara tiba-tiba.

2.1.3.4 Jenis Tanah Longsor

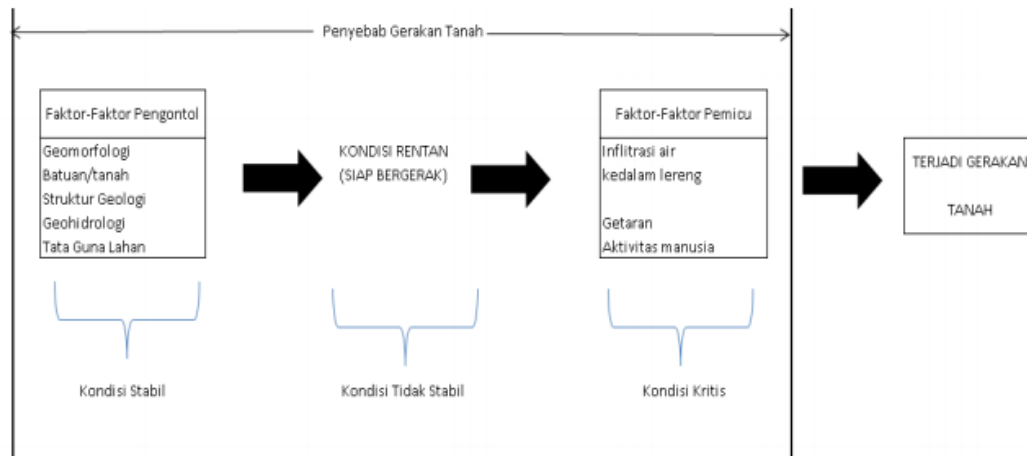
Terdapat 6 (enam) jenis tanah longsor dan yang paling sering terjadi di Indonesia adalah jenis longsor translasi dan rotasi. Sedangkan longsor yang banyak menimbulkan korban jiwa adalah jenis longsor aliran bahan rombakan (ESDM, 2008). Adapun penjelasan dari masing-masing jenis tanah longsor sebagai berikut:

- a. Longsor translasi adalah gerakan massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang yang landai.
- b. Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsor ini disebut juga longsor translasi blok batu.
- c. Longsor rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.
- d. Rayapan Tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah.
- e. Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.

2.1.3.5 Proses Terjadinya Tanah Longsor

Proses pergerakan massa batuan pada lereng terjadi akibat interaksi pengaruh antara beberapa kondisi. Kondisi yang mempengaruhi

seperti struktur geologi, hidro geologi, dan tata guna lahan. Kondisi-kondisi tersebut saling berpengaruh sehingga mewujudkan suatu kondisi lereng yang mempunyai kecenderungan atau berpotensi untuk bergerak (Karnawati, 2005). Proses terjadinya tanah longsor tergambar pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses Terjadinya Tanah Longsor

Sumber: Karnawati (2005)

Berdasarkan Gambar 2.1 diketahui bahwa terdapat empat tahap terjadinya tanah longsor yaitu tahap stabil, tahap rentan, tahap kritis, dan tahap benar-benar bergerak. Kemudian penyebab gerakan tanah dapat dibedakan faktor pengontrol. Penyebab langsung yang berupa pemicu yaitu proses-proses yang merubah kondisi lereng dari kondisi rentan atau siap bergerak menjadi kondisi benar-benar bergerak setelah melampaui kondisi kritis.

Memperhatikan penjelasan mengenai teori dari bencana tanah longsor maka dapat disintesis bahwa bencana tanah longsor menjadi salah satu jenis bencana hidrometeorologi yang sering terjadi di wilayah pegunungan akibat adanya curah hujan tinggi, kelerengan lahan yang curam, jenis batuan geologi, penggunaan lahan yang tidak sesuai, infrastruktur jalan, kepadatan penduduk, dan kegempaan sehingga menyebabkan tanah longsor dan dapat mengancam jiwa manusia.

Berkaitan dengan hasil sintesa tinjauan pustaka dapat dilihat pada Lampiran 1.

2.1.4 Risiko Bencana Tanah Longsor

Menurut Peraturan Kepala Badan Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012, risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat adanya bencana di suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu yang dapat berupa jiwa terancam, sakit, kematian, luka, hilangnya rasa aman, jumlah orang mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta dan infrastruktur, serta gangguan kegiatan masyarakat secara sosial dan ekonomi. Menurut Supriyono (2014) bencana tanah longsor dapat menimbulkan risiko terhadap lingkungan dan manusia seperti:

- a. Kerusakan sarana fisik, terjadinya longsor dapat merusak sarana fisik yang berada di lereng atau jalur longsor. Timbunan material berupa tanah, lumpur, dan batuan akibat longsor merusak fasilitas penting misalnya sarana pendidikan, sarana kesehatan, serta fasilitas penting lainnya.
- b. Terganggunya siklus air dan ekosistem tanah longsor berdampak pada menyumbatnya saluran air, sehingga menyebabkan air meluap dan merusak lingkungan alam serta menurunnya kesuburan tanah, dan rusaknya lahan pertanian.
- c. Bencana longsor menyebabkan korban jiwa karena mengakibatkan banyak korban tertimbun runtuh bangunan atau terkubur tanah dan batuan yang biasanya terjadi di daerah permukiman yang ada di sekitar lereng.
- d. Kerugian ekonomi dan sosial masyarakat, secara sosial kejadian bencana menyebabkan meningkatnya pengangguran dan kejahatan. Selain itu hal ini berdampak secara psikologis seperti munculnya trauma dan stress pada masyarakat (BNPB, 2017). Sedangkan secara ekonomi mengakibatkan kelangkaan barang, naiknya harga barang, dan

terancam mata pencaharian masyarakat yang bergantung pada alam.

Risiko bencana tanah longsor tidak terlepas dari adanya bahaya, kerentanan, dan kapasitas yang dimiliki oleh daerah. Menurut UNDP (*United Nation Development Programme*) pada tahun 2008 Untuk menilai risiko bencana dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{H \times V}{C}$$

Keterangan:

R = *Risk* (risiko)

H = *Hazard* (bahaya)

V = *Vulnerability* (kerentanan)

C = *Capacity* (kapasitas)

Berdasarkan rumus tersebut diperlukan upaya untuk melakukan manajemen risiko bencana longsor. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan penyelenggaraan penanggulangan bencana pada tahap prabencana. Sesuai dengan Pasal 44 Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana disebutkan bahwa pada tahap prabencana dilakukan beberapa kegiatan seperti kesiapsiagaan, peringatan dini, dan mitigasi bencana. Kemudian kegiatan kesiapsiagaan lebih diperinci pada pasal 45 yang menyebutkan salah satu tindakan yang dilakukan yaitu pengorganisasian, pemasangan, dan pengujian sistem peringatan dini.

Pada penelitian ini lebih berfokus pada menilai kerentanan bencana tanah longsor. Menurut Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, kerentanan bencana terbagi menjadi empat aspek yaitu a) Kerentanan sosial; b) Kerentanan ekonomi; c) Kerentanan Fisik; d) Kerentanan Ekologi. Peneliti lebih berfokus pada kerentanan dalam aspek ekologi.

Memperhatikan penjelasan mengenai teori dari risiko bencana tanah longsor maka dapat disentasikan bahwa untuk menentukan tingkat risiko bencana tanah longsor dibutuhkan data spasial yang mana berkaitan dengan rumus risiko. Besarnya ancaman dapat dilihat dari seringnya terjadi bencana tanah longsor di Kabupaten Nganjuk dan besarnya kerentanan membutuhkan data parameter rekentanan tanah longsor yaitu curah hujan, kelerengan lahan, jenis batuan geologi, penggunaan lahan, infrastruktur jalan, kepadatan penduduk, dan kegempaan. Sedangkan kapasitas dapat dilihat dari kemampuan masyarakat dan instansi terkait dalam menghadapi bencana. Adanya informasi geospasial mengenai pemetaan kawasan rawan longsor yang disampaikan kepada masyarakat dapat meningkatkan kapasitas dan mengurangi risiko. Oleh karena itu untuk mengurangi risiko bencana tanah longsor dapat dilakukan dengan memperkecil ancaman dan kerentanan kemudian memperbesar kapasitas. Berkaitan dengan hasil sintesa tinjauan pustaka dapat dilihat pada Lampiran 1.

2.1.5 Analisis Geospasial

Analisis geospasial dalam ilmu lingkungan mengacu pada penggunaan data geografis untuk mengidentifikasi informasi yang relevan dengan lingkungan yang direferensikan ke geografi dan yang juga dapat direferensikan ke waktu. Lebih khusus lagi, analisis geospasial adalah manipulasi data berdasarkan lokasi. Analisis semacam ini menggunakan alat termasuk Sistem Informasi Geografis (GIS), sistem penentuan posisi global (GPS), georeferensi, metadata, dan penginderaan jauh (Encyclopedia, 2021). Terdapat berbagai jenis informasi yang digunakan dalam analisis geospasial. Adapun jenis informasi geospasial yang dibutuhkan ada dua jenis yaitu Informasi Geospasial Tematik (IGT) dan Informasi Geospasial Dasar (IGD) (Supriyatno dan Sobar, 2019).

Analisis geospasial berkaitan dengan apa yang dikenal sebagai lapisan data. Ini mengacu pada berbagai data yang dapat dihamparkan secara visual untuk menghasilkan gambar yang menggabungkan semua

informasi dengan cara yang bermakna. Adanya perkembangan pemanfaatan komputer dalam pengolahan data secara umum mendorong pemanfaatan untuk penanganan data geografis. Pengolahan data spasial untuk menentukan tingkat ancaman bencana menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

2.1.5.1 Informasi Geospasial

Suatu informasi dihasilkan dari pengolahan data yang dikemas dan diolah sehingga menjadi sebuah informasi yang berguna (Supriyatno dan Sobar, 2019). Informasi adalah hasil pengolahan data dalam bentuk menggambarkan kejadian yang nyata dengan lebih berarti (Munir dan Wawan, 2006). Maka informasi merupakan hasil pengolahan data yang lebih mudah dimengerti dan bermakna serta menggambarkan suatu kejadian dan fakta yang ada, namun masih dapat ditafsirkan atau diinterpretasikan.

Informasi geospasial diartikan sebagai sebuah pesan baik dalam bentuk uraian (atribut atau deskripsi) maupun peta tentang unsur geografi yang dapat diinterpretasikan untuk tujuan tertentu (Supriyatno dan Sobar, 2019). Dapat dikatakan informasi geospasial adalah data fenomena geografi yang telah diberi makna melalui konteks. Menurut Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2011 maksud informasi geospasial adalah data geospasial yang sudah diolah sehingga bisa digunakan sebagai alat bantu dalam merumuskan kebijakan, mengambil keputusan, serta melaksanakan kegiatan yang berhubungan dengan ruang kebumihantaran. Oleh karena itu untuk bisa menjadi informasi geospasial, sejumlah data geospasial harus diproses dengan analisis yang spesifik dari sumber data yang ada (Supriyatno dan Sobar, 2019).

Informasi geospasial dalam struktur keilmuan lebih tinggi dari data geografi, namun lebih rendah jika dibandingkan dengan intelijen geografi (Supriyatno dan Sobar, 2019). Untuk bisa menjadi informasi geospasial, banyak data geospasial yang membutuhkan proses pengolahan data yang lebih spesifik. Maka untuk bisa menjadi data intelijen bencana diperlukan

metodologi dan proses yang cukup rumit sesuai dengan standar intelijen. Dalam manajemen bencana, hasil dari analisis data geospasial akan digunakan oleh pimpinan untuk dijadikan salah satu bahan masukan dalam menentukan kebijakan.

Saat ini tren pembuatan informasi geospasial seperti peta dibuat dengan beragam skala dari skala besar hingga skala kecil. Skala peta yang digunakan dalam lingkup kabupaten/kota masuk dalam peta skala sedang-menengah yaitu pada skala 1:25.000 hingga 1:50.000. Penggunaan peta-peta skala sedang hingga menengah ini digunakan seperti pada perancangan tata ruang kota. Selain itu, hingga informasi geospasial dapat digunakan untuk merencanakan pengembangan wilayah atau merencanakan tata ruang wilayah. Hal ini untuk mengetahui lokasi atau titik-titik yang memiliki tingkat risiko terhadap bencana.

Menurut Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial, pada pasal 4 dijelaskan bahwa informasi geospasial terbagi menjadi dua jenis yaitu Informasi Geospasial Dasar dan Informasi Geospasial Tematik. Adapun penjelasan dari dua jenis informasi geospasial sebagai berikut:

a. Informasi Geospasial Dasar (IGD)

Jenis dari IGD meliputi Jaringan Kontrol Geodesi (JKG) dan Peta Dasar. Kemudian lebih rinci JKG dibagi menjadi tiga yaitu Jaring Kontrol Horizontal (JKH), Jaring Kontrol Vertikal (JKV), dan Jaring Kontrol Gayaberat (JKG). Sedangkan Peta dasar adalah Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI), dan Peta Lingkungan Laut Nasional (LLN).

b. Informasi Geospasial Tematik (IGT)

Faktor utama dalam Informasi Geospasial Tematik (IGT) yang baik adalah kehandalan dan kevalidan dari data yang ditampilkan dari tematik tersebut (Siswanto dan Ida, 2018). Informasi Geospasial Tematik (IGT) menyajikan informasi

geospasial tertentu, seperti kondisi permukaan bumi, moratorium lahan hutan dan lahan gambut, curah hujan di wilayah tertentu, kemiringan wilayah, jenis tanah, dan lainnya. Penyediaan IGT ini membutuhkan data-data yang lengkap dan akurat menyangkut informasi khusus yang akan disajikan. Pembuatan dan pengumpulan data geospasial ini dihimpun secara terpisah dari lembaga/instansi yang bersangkutan, namun tetap mengikuti standar-standar yang telah ditetapkan (Sumantri et al., 2019). Dalam penyajian IGT biasanya dibentuk menjadi peta tematik atau peta khusus. Beberapa jenis peta tematik sangat penting digunakan dalam manajemen bencana. Peta tematik idealnya harus mudah diakses atau tersedia dari BNPB atau BPBD atau Kementerian atau Instansi (Supriyatno dan Sobar, 2019). Peta tematik tersebut digunakan sebagai parameter dalam mengukur tingkat kerentanan bencana tanah longsor.

Pemanfaatan IGT untuk mengetahui tingkat kerentanan bencana tanah longsor dibutuhkan pedoman penilaian tingkat kerawanan bencana. Melihat pada SNI 13-7124-2005 tentang penyusunan zona kerentanan gerakan tanah, terdapat empat aspek kerentanan yang salah satunya adalah aspek kerentanan lingkungan. Berikut ini beberapa parameter yang berpengaruh terhadap penilaian kerentanan bencana tanah longsor (Paimin et al dalam Yuniarta et al., 2015) sebagai berikut:

- a. Peta curah hujan (bobot 25%), yang berisi data terkait dengan intensitas hujan di wilayah tertentu dengan data dasar yang ada pada peta dasar.
- b. Peta lereng lahan (bobot 15%), yang berisi data kemiringan dan titik tertinggi di wilayah tertentu. Peta ini berguna untuk menentukan jalur evakuasi jika terjadi bencana.
- c. Peta batuan geologi (bobot 15%), peta yang berisi informasi mengenai struktur bebatuan di permukaan bumi. Peta ini

- berguna untuk mengetahui bangunan yang sesuai untuk dibangun di wilayah tertentu.
- d. Peta penggunaan lahan (bobot 20%), peta yang menampilkan keadaan di lapangan mengenai kondisi alam dan bangunan untuk meningkatkan produktifitas.
 - e. Peta infrastruktur jalan (bobot 15%), peta yang menampilkan jalan yang ada di wilayah tertentu dengan klasifikasi dan kelas tertentu.
 - f. Peta kepadatan penduduk (bobot 5%), peta mengenai jumlah penduduk yang dibandingkan dengan luas wilayah sehingga diketahui besaran kepadatan penduduk di suatu wilayah.
 - g. Peta kegunaan (bobot 5%), peta mengenai lokasi titik gempa yang terjadi di wilayah penelitian.

Adapun tabel formula kerentanan tanah longsor Paimin et al. dalam Yuniarta et al. (2015) terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Formula Kerentanan Tanah Longsor

No	Parameter	Bobot	Klasifikasi	Kategori	Skor
1	2	3	4	5	6
1	Curah Hujan (mm)	25	<50 50 – 99 100 – 199 200 – 300 >300	Rendah Agak rendah Sedang Agak tinggi Tinggi	1 2 3 4 5
2	Kelerengan Lahan (%)	15	0-8 8-15 15-25 25-45 >45	Rendah Agak rendah Sedang Agak tinggi Tinggi	1 2 3 4 5
3	Jenis Batuan Geologi	15	Daratan aluvial Perbukitan kapur Perbukitan granit Bukit batuan sedimen Bukit basa-clay shale	Rendah Agak rendah Sedang Agak tinggi Tinggi	1 2 3 4 5
4	Penggunaan lahan	20	Hutan alam Semak/belukar/rumput Perkebunan Tegal/Pekarangan Sawah/Permukiman	Rendah Agak rendah Sedang Agak tinggi Tinggi	1 2 3 4 5

1	2	3	4	5	6
5	Infrastruktur jalan (Jika lereng <25% skor 1)	15	Tidak ada jalan Memotong lereng	Rendah Tinggi	1 5
6	Kepadatan penduduk (jiwa/km ²)	5	<2.000 2.000 – 5.000 5.001- 10.000 10.001 – 15.000 >15.000	Rendah Agak Rendah Sedang Agak Tinggi Tinggi	1 2 3 4 5
7	Kegempaan	5		Rendah Sedang Tinggi	1 2 3

Sumber: Paimin et al. dalam Yuniarta et al. (2015)

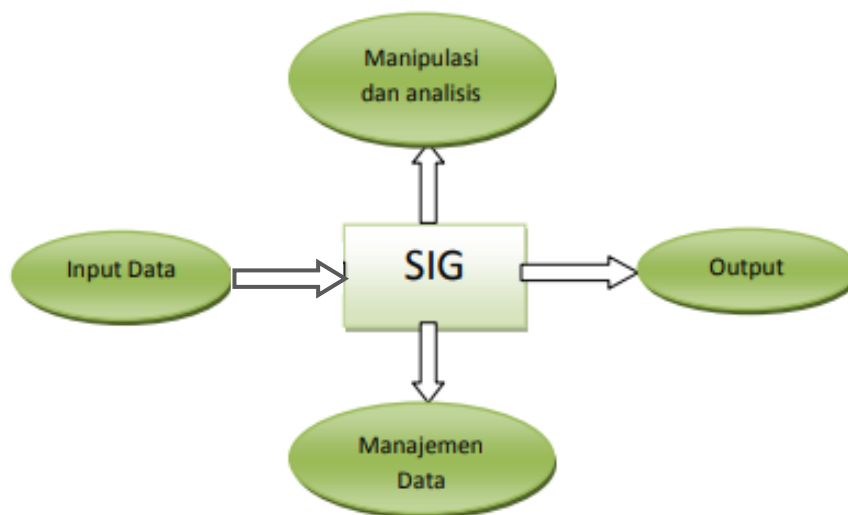
Pada Tabel 2.1 adalah parameter yang digunakan untuk melakukan penilaian kerentanan bencana tanah longsor. Diketahui bahwa terdapat tujuh parameter yang digunakan untuk melakukan penilaian kerentanan yaitu curah hujan, kelerengan lahan, jenis batuan geologi, penggunaan lahan, infrastruktur jalan, kepadatan penduduk, dan kegempaan.

2.1.5.2 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Pemanfaatan teknologi dalam bidang kebencanaan dapat dilakukan melalui pengolahan data spasial dengan Sistem Informasi Geografi (SIG/*Geographical Information System*/GIS). Adanya SIG, manusia dapat mengelola berbagai informasi yang berkaitan dengan fenomena geografi dengan hanya memanfaatkan satu perangkat saja (Supriyatno dan Sobar, 2019). SIG sangat bermanfaat untuk mengumpulkan, menyimpan, mengelola, menganalisis, dan mendistribusikan informasi yang berkaitan dengan fenomena geografis. Informasi tersebut bermanfaat untuk pengambilan keputusan atau membuat kebijakan.

Menurut Adnyana dan Abdul (2012), Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu sistem informasi yang memadukan data grafis dengan data teks untuk dihubungkan secara geografis di bumi melalui *georeference*. Pendapat lain mengenai SIG diartikan sebagai sebuah

sistem yang menggunakan data spasial maupun atribut secara terintegrasi hingga sistem dapat menjawab pertanyaan spasial dengan membentuk model maupun nonspasial (Prahasta, 2005). SIG mampu menggabungkan data, mengatur data, dan melakukan analisis data hingga menghasilkan keluaran yang dapat menjadi acuan dalam mengambil keputusan pada hal-hal yang berhubungan dengan keruangan. Adapun subsistem dalam SIG adalah data *input*, data *output*, penyimpanan data, manipulasi, dan analisis data (Prahasta, 2005). Berdasarkan definisi-definisi tersebut mengenai SIG maka dapat diuraikan menjadi subsistem seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Subsistem pada Sistem Informasi Geografis

Sumber: Demers (1997)

Berdasarkan Gambar 2.2 diketahui beberapa subsistem pada SIG. Adapun penjelasan dari setiap subsistem SIG sebagai berikut:

- a. *Input data* berfungsi untuk memasukan data spasial dan data atribut. Dalam menjalankan SIG harus menggunakan peta digital sehingga apabila memiliki peta analog harus diubah ke bentuk peta digital dengan melakukan digitasi peta. Selain proses digitasi juga dilakukan *overlay* peta dengan melakukan proses *scanning* pada peta analog.
- b. Manajemen data dilakukan untuk penyusunan baik data spasial dan data atribut ke dalam sebuah basis data yang ditata

sedemikian rupa sehingga mudah untuk dilakukan pembaharuan data, dan edit data.

- c. Manipulasi data dan analisis data yaitu menentukan informasi yang dapat dihasilkan oleh GIS. Subsistem ini juga dapat melakukan manipulasi dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan. Oleh karena itu GIS mampu melakukan fungsi edit baik untuk data spasial maupun data atribut.
- d. Data *output* berguna untuk menayangkan informasi dan hasil analisis data secara kualitatif maupun kuantitatif. Data *output* juga berfungsi menampilkan atau menghasilkan keluaran seluruh atau sebagian basis data baik dalam bentuk *softcopy* maupun *hardcopy* seperti arsip elektronik, grafik, tabel, peta, dan lainnya.

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem kompleks yang terintegrasi dengan sistem komputer yang lain di tingkat fungsional dan jaringan. Menurut Raper (1992), Sistem Informasi Geografis (SIG) terdiri dari beberapa komponen yaitu:

- a. Perangkat keras (*hardware*)
Merupakan Perangkat fisik dari sistem komputer yang mendukung pemetaan dan analisis geografi. Perangkat keras SIG mempunyai kemampuan untuk menyajikan citra dengan kecepatan dan resolusi yang tinggi serta mendukung operasi basis data dengan volume besar. Perangkat keras SIG terdiri dari beberapa bagian untuk menginput data, mengolah data, dan mencetak hasil proses.
- b. Perangkat Lunak (*Software*)
Perangkat lunak yang digunakan tidak dapat berdiri sendiri namun terdiri dari beberapa layer. Model layer tersebut terdiri dari program pendukung sistem khusus, sistem operasi, dan perangkat lunak aplikasi (Antenucci, 1991). Perangkat lunak

dimanfaatkan dalam proses menganalisis, menyimpan, dan memvisualkan data-data baik data spasial maupun data atribut. Perangkat lunak yang terdapat dalam komponen *software* SIG digunakan untuk memasukkan dan memanipulasi data, menganalisis data, dan untuk menampilkan data serta hasil analisis.

c. Data dan Informasi Geografis

Pada prinsipnya terdapat dua jenis data untuk mendukung SIG yaitu:

- 1) Data spasial merupakan gambaran nyata dari suatu wilayah yang terdapat di permukaan bumi. Umumnya disajikan dalam bentuk peta, grafik, gambar dengan format digital dan disimpan dalam bentuk koordinat x,y (vektor) atau dalam bentuk *image* (raster) yang memiliki nilai tertentu.
- 2) Data nonspasial atau data atribut adalah data berbentuk tabel yang mana tabel tersebut berisi informasi-informasi yang dimiliki oleh obyek dalam data spasial. Data tersebut berbentuk data tabular yang saling terintegrasi dengan data spasial yang ada.

d. Manusia

Merupakan elemen inti dari GIS karena manusia melakukan perencanaan dan pengguna dari GIS. Pengguna GIS mempunyai tingkatan seperti pada sistem informasi lainnya, dari tingkat spesialis teknis yang mendesain dan mengelola sistem sampai pada pengguna yang menggunakan GIS untuk membantu pekerjaannya sehari-hari.

Salah satu *software* yang digunakan untuk analisis geospasial adalah *ArcGIS*. *ArcGIS* adalah aplikasi perangkat lunak sistem informasi geografis yang dikembangkan oleh *Environmental Systems Research Institute* (ESRI) yang telah banyak digunakan oleh akademisi, militer,

pemerintah, dan masyarakat global untuk membangun aplikasi berbasis sistem informasi geografis. *ArcGIS* terdiri dari beberapa platform, termasuk *ArcGIS Desktop*. *ArcGIS* mencakup rangkaian terintegrasi aplikasi GIS profesional termasuk *ArcCatalog*, *ArcMap*, *ArcGlobe*, *ArcToolbox*, dan *ModelBuilder*. Apabila menggunakan aplikasi dan interface secara bersamaan, kita dapat membuat segalanya dari yang paling sederhana hingga yang paling canggih, termasuk pemetaan, analisis geografis, pengeditan dan kompilasi data, manajemen dan visualisasi, visualisasi data, dan geoproses..

ArcGIS Desktop adalah alat yang dapat memenuhi kebutuhan berbagai jenis pengguna. Fungsi-fungsinya adalah sebagai berikut:

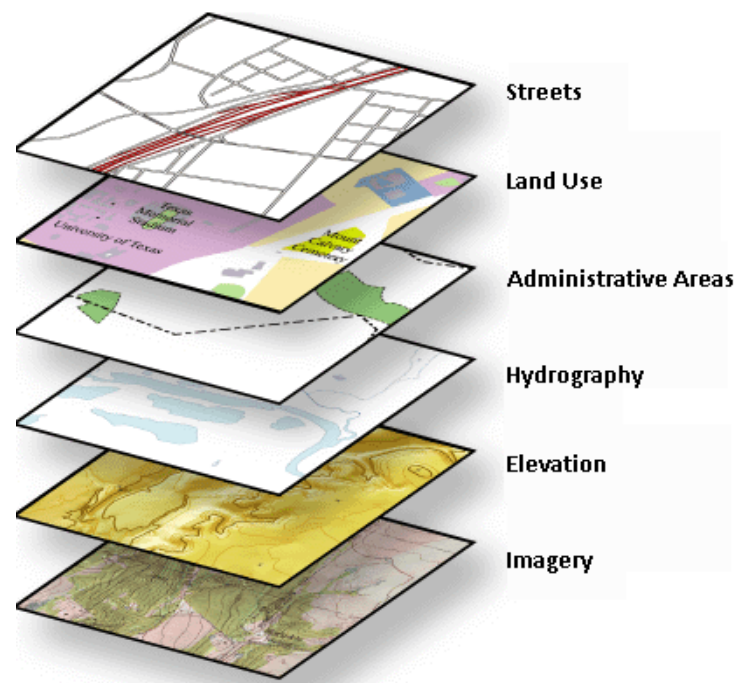
- a. *ArcView* berfokus pada penggunaan, pemetaan, dan analisis data.
- b. *ArcEditor* menambahkan fungsionalitas seperti *ArcView* dengan alat tambahan untuk memanipulasi *geodatabase*
- c. *ArcInfo* adalah perangkat lunak GIS desktop paling komprehensif dan profesional yang berisi fungsi GIS yang lebih komprehensif, termasuk alat geoproses.

Sedangkan bagian dari *ArcGIS Desktop* terbagi menjadi tiga komponen utama yaitu:

- a. *ArcMap* adalah program aplikasi inti *ArcGIS Desktop* untuk melihat, memproses data geografis, menggambar peta, membuat kueri, memilih, dan mengedit peta.
- b. *ArcCatalog* adalah aplikasi yang membantu anda mengatur dan mengelola informasi GIS, termasuk data GIS, dokumen peta, file layer, dan banyak lagi.
- c. *ArcToolbox* digunakan untuk analisis spasial, visualisasi dan *query* data GIS. *ArcToolbox* berisi beberapa kotak alat yang berbeda untuk fungsi geoproses yang berbeda. *Geoprocessing* digunakan untuk otomatisasi data, kompilasi

data, manajemen data, analisis data, pemodelan data, dan pemetaan lanjutan.

Kemudian untuk mengolah data spasial dapat menggunakan analisis *overlay*. Analisis *overlay* dilakukan pada data dengan lokasi yang sama. Dapat dikaji tanpa melihat aplikasi analisis spasial yang digunakan (multidisiplin). Singkatnya, *overlay* membuat satu peta digital di atas yang lain dan atributnya dan membuat peta gabungan dari keduanya yang berisi informasi atribut dari kedua peta. Berikut ini adalah gambaran analisis *overlay* berbagai informasi geospasial pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Overlay Informasi Geografi

Sumber: Wibowo (2020)

Memperhatikan penjelasan dari teori analisis geospasial dapat disintesis bahwa Informasi Geospasial Dasar (IGD) dan Informasi Geospasial Tematik (IGT) memiliki keterkaitan dalam proses analisis *overlay* kerentanan wilayah risiko longsor. Hal ini terlihat pada Gambar 2.3. IGD yang digunakan adalah peta batas administrasi Kabupaten Nganjuk. Kemudian IGT yang digunakan adalah ketujuh parameter penilaian kerentanan longsor yaitu curah hujan, kelerengan lahan, batuan geologi,

penggunaan lahan, infrastruktur jalan, kepadatan penduduk, dan kegunaan. IGD dan IGT tersebut dilakukan overlay untuk menghasilkan peta kerentanan wilayah bencana tanah longsor. Berkaitan dengan hasil sintesa tinjauan pustaka dapat dilihat pada Lampiran 1.

2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

Demi mendapatkan referensi yang mendukung penelitian ini, maka peneliti mencari referensi-referensi penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan bencana tanah longsor yang menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Hal ini bertujuan untuk melihat tingkat kebaharuan, kesamaan, dan perbedaan dengan penelitian sebelumnya. Berikut ini beberapa hasil penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini.

Pertama penelitian yang dilakukan oleh Yuniarta et al. (2015) yang berjudul “Kerawanan Bencana Tanah Longsor Kabupaten Ponorogo”. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan lokasi terdampak tanah longsor dengan menggunakan aplikasi yang mampu mengumpulkan lokasi terdampak dengan menggunakan SIG yang dapat disimpan, dipanggil kembali, diolah, dianalisis dan disajikan berupa data yang memiliki referensi geografis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu model analisis kuantitatif menurut Paimin et al., (2016) yang dimodifikasi dan deskriptif kuantitatif. Penelitian ini menghasilkan bahwa Kabupaten Ponorogo merupakan daerah dengan tingkat kerawanan bencana tanah longsor agak rawan. Daerah tersebut berada pada daerah perbukitan dan pegunungan, sementara pada dataran rendah, memiliki tingkat kerawanan bencana tanah longsor dengan kategori sedikit rawan.

Kedua penelitian dilakukan oleh Fitria (2016) berjudul “Analisis Kerentanan Longsor di Lereng Gunung Wilis, Kawasan Nganjuk”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji kerawanan longsor di lereng Gunung Wilis Kabupaten Nganjuk. Penilaian terhadap faktor-faktor yang menjadi rentan dilakukan dengan menggunakan metode penilaian dampak.

Analisis kerusakan longsor dilakukan dengan metode superposisi. Berdasarkan hasil analisis kerentanan diketahui bahwa kerentanan tanah longsor dinilai berdasarkan kerentanan fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan. Tingkat kerusakan tanah longsor dibagi menjadi tiga tingkatan: ringan, sedang dan berat.

Ketiga penelitian tersebut dilakukan oleh Kurniawan et al. (2018) dengan judul “Analisis Potensi Wilayah Dataran Rendah dan Curah Hujan Tinggi di Kawasan Gunung Wilis”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi tapak di kawasan Gunung Wilis yang memiliki resiko longsor. Penelitian ini menggunakan metode *overlay* persimpangan masing-masing parameter telah diklasifikasi ulang dan notasi akan di *overlay*. Hasil dari penelitian ini adalah peta kerawanan longsor di kawasan pegunungan Wilis terbagi menjadi 3 tingkatan yaitu: rendah, sedang, dan tinggi. Pengolahan data curah hujan rendah menetapkan bahwa wilayah Kabupaten Kediri di sekitar kawasan Gunung Wilis termasuk dalam kategori sangat rawan dengan wilayah paling rawan dibandingkan wilayah lainnya sebesar 0,45%, wilayah Kabupaten Nganjuk termasuk dalam kategori kategori paling luas dari kerentanan sedang. sebesar 6,26%, dan Kabupaten Madiun termasuk dalam kategori kerentanan terendah dengan 18,53% dari total wilayah pencarian. Sementara itu pengolahan data kondisi hujan lebat telah menetapkan bahwa wilayah Kabupaten Kediri di sekitar kawasan Gunung Wilis termasuk dalam kategori sangat rentan dengan kerentanan paling luas dibandingkan dengan kabupaten lain yaitu 0,55%, wilayah Kabupaten Ponorogo termasuk kategori rawan sedang dengan rata-rata luas sebesar 10,75%, dan Kabupaten Nganjuk termasuk dalam kategori kerentanan terendah dengan besaran 16,10% dari total daerah pencarian.

Penelitian yang keempat dilakukan oleh Tuwonaung et al. (2019) dengan judul “Analisis Tingkat Kerentanan Tanah Longsor di Wilayah Perkotaan Tahuna dengan Menggunakan GIS”. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerawanan longsor di wilayah Metropolitan Tahuna

menggunakan SIG. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan analisis spasial menggunakan SIG dan alat analisis skoring dengan teknik pengumpulan data primer (observasi lapangan dan wawancara langsung) dan pengumpulan data sekunder (*desk study*, kunjungan ke instansi/lembaga pemerintah terkait dan data informasi dari Internet). Hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan memperhitungkan parameter kerentanan demografi, kerentanan ekonomi, kerentanan fisik dan kerentanan lingkungan di dapat lima klasifikasi tingkat kerentanan yaitu tidak rentan, sedikit rentan, agak rentan, dan sangat rentan. Untuk kategori tingkat kerentanan sangat rentan di Kecamatan Tahuna memiliki luasan 269.712 hektar atau sebesar 1,45% meliputi 4 Kelurahan: Soataloara Dua, Bunglawang, Sawang Bendar, Manente, dan Kecamatan Tahuna Timur. Kategori tingkat kerentanan sangat rentan memiliki lusasan 112.472 hektar atau sebesar 0.82% meliputi 3 Kelurahan: Tona Dua, Tapuang, dan Lesa.

Kelima penelitian yang dilakukan oleh Latif dan Agustan (2017) dengan judul “Karakteristik Data Geospasial Sebagai Dasar Perencanaan Untuk Memperkuat Ketahanan Perbatasan NKRI (Studi Tentang Perencanaan Kota Perbatasan Distrik Sota, Merauke Provinsi Papua dengan Papua Nugini)”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memfokuskan pada ciri-ciri data geospasial termasuk peruntukan dan penggunaan ruang baik dalam kondisi eksisting maupun pada ruang-ruang yang masih berada pada tingkat perencanaan, termasuk benda-benda fisik, struktur alam dan buatan yang mendukung rencana untuk resor perbatasan di Sota Kabupaten Merauke (perbatasan RI-PNG). Metode analisis data meliputi pengumpulan data spasial, minimisasi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan. Hasil kajian menyarankan beberapa hal dalam pengelolaan kawasan perbatasan Sota yaitu perlunya penguatan kawasan budaya dan sosial, penguatan infrastruktur khususnya untuk pelayanan publik, peningkatan penguatan SDM dan pemantauan lingkungan. Sementara itu, dengan mendorong percepatan pembangunan di wilayah

perbatasan Sota, koordinasi antara pemerintah pusat, provinsi, dan daerah di Kabupaten Merauke perlu ditingkatkan. Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu yang peneliti temukan, secara rinci disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Peneliti/ Tahun	Teori	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan dan Perbedaan
1	2	3	4	5	6	7
1	Kerawanan Bencana Tanah Longsor Kabupaten Ponorogo.	Yuniarta et al. (2015)	Tanah Longsor, Sistem Informasi Geografis, Kerawanan Bencana Tanah Longsor	Metode analisis yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah analisis kuantitatif berdasarkan Paimin et al. (2006) yang dimodifikasi dan deskriptif kuantitatif.	Kabupaten Ponorogo merupakan daerah dengan tingkat kerawanan bencana tanah longsor agak rawan. Daerah tersebut berada pada daerah perbukitan dan pegunungan, sementara pada dataran rendah, memiliki tingkat kerawanan bencana tanah longsor dengan kategori sedikit rawan.	<p>a. Persamaan: penelitian berfokus pada kerentanan bencana tanah longsor dan menggunakan SIG sebagai alat bantu analisis</p> <p>b. Perbedaan: metodologi penelitian yang digunakan adalah kualitatif. Pada penelitian ini nantinya dihasilkan klasifikasi kerentanan bencana tanah longsor berdasarkan parameter yang digunakan dan untuk mengetahui pengaruh analisis karakteristik geospasial terhadap peningkatan sistem kewaspadaan dini dilakukan wawancara dengan para informan.</p>

1	2	3	4	5	6	7
2	Analisis Kerentanan Bencana Longsor di Lereng Gunung Wilis Kabupaten Nganjuk	Fitria (2016)	Sistem Informasi Geografis, kerentanan bencana tanah longsor.	Analisis tingkat kerentanan bencana longsor dilakukan dengan menggunakan metode overlay.	Berdasarkan hasil analisis kerentanan diketahui bahwa kerentanan bencana longsor dinilai berdasarkan kerentanan fisik, kerentanan sosial, kerentanan ekonomi, dan kerentanan lingkungan. Tingkatan kerentanan bencana longsor dibagi menjadi tiga tingkatan yakni ringan, sedang, berat.	<p>a. Persamaan: penelitian menggunakan SIG dan berfokus pada analisis kerentanan bencana tanah longsor.</p> <p>b. Perbedaan: Penelitian ini akan menghasilkan kerentanan bencana tanah longsor di Kabupaten Nganjuk. Kerentanan tersebut akan dikaitkan dengan peningkatan sistem kewaspadaan dini di Kabupaten Nganjuk.</p>
3	Analisa Potensi Daerah Bencana Tanah Longsor pada Curah Hujan Rendah dan Curah Hujan Tinggi di Kawasan Gunung Wilis	Kurniawan et al. (2018)	Sistem Informasi Geografis, kerentanan bencana tanah longsor.	menggunakan <i>overlay</i> metode <i>intersection</i> , Setiap parameter yang telah dilakukan <i>reclassify</i> dan <i>skoring</i> akan di <i>overlay</i>	Hasil dari penelitian ini adalah terbentuknya peta tingkat kerawanan bencana tanah longsor di Kawasan Gunung Wilis yang dibagi kedalam 3 kelas yaitu : rendah, sedang, dan tinggi. Berdasarkan pengolahan data pada kondisi Curah Hujan Rendah dihasilkan identifikasi bahwa wilayah Kabupaten Kediri disekitar Kawasan Gunung Wilis masuk kedalam kategori kerawanan tinggi dengan area kerawanan paling luas	<p>a. Persamaan: penelitian berfokus pada kerentanan bencana tanah longsor dan menggunakan SIG sebagai alat bantu analisis</p> <p>b. Perbedaan: Wilayah penelitian ini hanya di Kabupaten Nganjuk dan kerentanan yang diteliti berfokus pada karakteristik geospasial yang dikaitkan dengan adanya peningkatan</p>

1	2	3	4	5	6	7
					<p>dibandingkan kabupaten lainnya sebesar 0,45% , Kabupaten Nganjuk masuk kedalam kategori kerawanan sedang terluas sebesar 6,26% , dan Kabupaten Madiun masuk kedalam kategori kerawanan rendah terluas sebesar 18,53% dari total wilayah penelitian. Sedangkan pengolahan data pada kondisi Curah Hujan Tinggi dihasilkan identifikasi bahwa wilayah Kabupaten Kediri disekitar Kawasan Gunung Wilis masuk kedalam kategori kerawanan tinggi dengan area kerawanan paling luas dibandingkan kabupaten lainnya sebesar 0,55% , Kabupaten Ponorogo masuk kedalam kategori kerawanan sedang terluas sebesar 10,75% dan Kabupaten Nganjuk masuk kedalam kategori kerawanan rendah terluas sebesar 16,10% dari total wilayah penelitian.</p>	<p>sistem kewaspadaan dini di Kabupaten Nganjuk.</p>
4	Analisis Tingkat	Tuwonaung et al. (2019)	Tanah longsor,	metode deskriptif	di dapat lima klasifikasi tingkat kerentanan yaitu tidak rentan,	a. Persamaan: membahas mengenai kerentanan

1	2	3	4	5	6	7
	Kerentanan Tanah Longsor di Wilayah Perkotaan Tahuna dengan Menggunakan GIS		kerentanan tanah longsor, tingkat kerentanan tanah longsor, Sistem Informasi Geografis	kualitatif dan analisis spasial (Geografis Informasi Sistem) dan analisis skoring setelah itu dilakukan penentuan skor di masing-masing kelas skor tingkat kerentanan tanah longsor.	sedikit rentan, agak rentan dan sangat rentan. Untuk kategori tingkat kerentanan sangat rentan di Kecamatan Tahuna memiliki luasan 269.712 hektar atau sebesar 1,45% meliputi 4 Kelurahan: Soataloara Dua, Bungalawang, Sawang Bendar, Manente, dan Kecamatan Tahuna Timur. Kategori tingkat kerentanan sangat rentan memiliki luasan 112.472 hektar atau sebesar 0.82% meliputi 3 Kelurahan: Tona Dua, Tapuang, dan Lesa.	<p>wilayah terhadap tanah longsor dengan parameter 4 jenis kerentanan.</p> <p>b. Perbedaan: wilayah yang diteliti berbeda dan pada penelitian ini berfokus pada karakteristik geospasial yang dikaitkan dengan peningkatan sistem kewaspadaan dini di Kabupaten Nganjuk.</p>
5	Karakteristik Data Geospasial Sebagai Dasar Perencanaan Untuk Memperkuat Ketahanan Perbatasan NKRI (Studi Tentang Perencanaan	Latif dan Agustan (2017)	Sistem Informasi Geografis, Ketahanan Nasional, Rencana Tata Ruang.	pengumpulan data spasial, reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan.	Hasil kajian menyarankan beberapa hal dalam pengelolaan kawasan perbatasan Sota yaitu perlunya penguatan kawasan budaya dan sosial, penguatan infrastruktur khususnya untuk pelayanan publik, peningkatan penguatan SDM dan pemantauan lingkungan. Sementara itu, dengan mendorong percepatan pembangunan di wilayah	<p>a. Persamaan: membahas mengenai karakteristik geospasial.</p> <p>b. Perbedaan: Lokasi yang diteliti berbeda dan analisis pada penelitian tersebut cenderung berfokus pada isi dari dokumen RTRW, sedangkan penelitian ini menganalisis karakteristik geospasial menggunakan analisis</p>

1	2	3	4	5	6	7
	Kota Perbatasan Distrik Sota, Merauke Provinsi Papua Dengan Papua Nugini)				perbatasan Sota, koordinasi antara pemerintah pusat, provinsi, dan daerah di Kabupaten Merauke perlu ditingkatkan.	overlay untuk menghasilkan peta kerentanan bencana tanah longsor yang kemudian dikaitkan dengan sistem kewaspadaan dini di Kabupaten Nganjuk

Sumber: diolah oleh peneliti (2021)

Berdasarkan lima penelitian terdahulu yang telah diuraikan oleh peneliti maka secara garis besar kesamaan penelitian terdahulu dengan penelitian saat ini adalah analisis mengenai kerentanan bencana tanah longsor dan penggunaan Sistem Informasi Geografi (SIG) dalam proses analisis menggunakan bantuan *software ArcGIS 10.8*. Sedangkan perbedaan yang ada dapat dilihat dari fokus penelitian yaitu pada karakteristik geospasial wilayah risiko longsor di Kabupaten Nganjuk yang kemudian dikaitkan dengan peningkatan sistem kewaspadaan dini di Kabupaten Nganjuk. Oleh sebab itu diketahui nilai kerentanan wilayah risiko bencana tanah longsor untuk meningkatkan sistem kewaspadaan dini di wilayah penelitian.

2.3 Kerangka Pemikiran

Dalam penelitian ini, kerangka pemikiran dapat dilihat pada Gambar 2.4.

