

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Longsor

Longsor adalah peristiwa pergerakan material tanah pada suatu lereng. Pergerakan ini terjadi ketika massa tanah atau batuan penyusun lereng mengalami penurunan kestabilan, sehingga bergerak menuruni lereng. Apabila massa yang bergeser didominasi oleh tanah dan pergerakannya berlangsung melalui bidang pada lereng, baik berupa bidang miring maupun melengkung, maka fenomena tersebut dikategorikan sebagai longsoran tanah.

Potensi terjadinya gerakan tanah pada lereng tergantung pada kondisi batuan dan tanah penyusunnya, struktur geologi, curah hujan dan penggunaan lahan. Tanah longsor umumnya terjadi pada musim hujan, dengan curah hujan rata – rata bulanan > 400 mm/bulan (Chaeril dkk., 2018). Tanah yang memiliki tekstur kasar diyakini akan lebih rentan menjadi daerah rawan longsor bila dibandingkan dengan tanah yang bertekstur halus (liat), karena tanah yang bertekstur kasar mempunyai kohesi agregat tanah yang rendah. Jangkauan akar tanaman dapat mempengaruhi tingkat kerawanan longsor, sehubungan dengan hal tersebut wilayah tanaman pangan semusiam akan lebih rawan longsor apabila dibandingkan dengan tanaman tahunan (keras).

Menurut Peraturan Menteri PU No 22/PRT/M/2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor bahwa setiap tipe zona berpotensi longsor, ditetapkan klasifikasinya, yakni pengelompokan tipe-tipe zona berpotensi longsor ke dalam tingkat kerawannya (DPU, 2007). Definisi dari tingkat kerawanan merujuk pada ukuran yang menyatakan besar dan kecilnya kemungkinan di suatu zona yang berpotensi menjadi rawan longsor, serta kemungkinan besar akan memakan korban jiwa dan kerugian yang timbul ketika terjadi bencana longsor itu terjadi, yang dapat diukur berdasarkan indikator-indikator dari tingkat kerawanan longsor yang bersifat alami dan tingkat kerawanan longsor yang terjadi karena kegiatan manusia maupun tingkat risiko yang akan di dapatkan ketika bencana tersebut terjadi. Untuk mengukur tingkat kerawanan tersebut dilakukan kajian-kajian terhadap faktor-faktor fisik alami seperti kemiringan lereng, 6 karakteristik tanah (soil) dan lapisan batuan (litosfir), struktur geologi, curah hujan, dan hidrologi lereng; Faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas manusia dalam konteks bencana longsor meliputi kepadatan penduduk, jenis kegiatan, intensitas penggunaan lahan atau lereng, serta kesiapan pemerintah daerah dan masyarakat dalam mengantisipasi bencana tersebut. Suatu daerah yang berpotensi longsor, dapat dibedakan ke dalam 3 (tiga) tingkatan kerawanan

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 22/PRT/M/2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor, tingkat kerawanan kawasan dapat dibedakan menjadi tiga kategori utama, yaitu:

1. Kerawanan Tinggi
Kawasan yang memiliki potensi besar mengalami gerakan tanah, terutama pada daerah dengan kepadatan permukiman tinggi atau keberadaan infrastruktur penting/bernilai tinggi. Wilayah ini sangat rentan terhadap longsor, khususnya pada musim hujan atau saat terjadi gempa bumi.
2. Kerawanan Sedang
Wilayah yang memiliki potensi gerakan tanah tinggi, namun tidak terdapat permukiman padat maupun bangunan vital bernilai tinggi.
3. Kerawanan Rendah
Daerah yang memiliki potensi gerakan tanah, namun risiko terhadap keselamatan manusia maupun kerusakan bangunan relatif kecil. Kawasan ini umumnya tidak terlalu berpotensi longsor, meskipun dapat mencakup permukiman atau infrastruktur penting.

2.2 Jenis-Jenis Tanah Longsor

Berdasarkan Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi yang tertuang di dalam Permen PU No.22/PRT/M/2007 terdapat beberapa ciri gerakan tanah. Menurut jenisnya gerakan tanah dibagi menjadi 6 tipe gerakan tanah, yaitu:

Longsoran Translasi

Longsoran translasi adalah bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.

Longsoran Rotasi

Longsoran rotasi merupakan peristiwa bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir yang berbentuk cekung.

Pergerakan Blok

Gerakan Pergerakan blok merupakan perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Gerakan Longsoran ini biasa disebut juga dengan longsoran translasi blok batu.

Runtuhan Batu

Gerakan runtuhan batu terjadi ketika sejumlah batuan besar atau material lain yang bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Biasanya sering terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung, terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.

Rayapan Tanah

Rayapan Tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Pada jenis tanahnya biasa berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor pada gerakan rayapan tanah ini hampir tidak dapat dikenali.

Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini dapat menyebabkan tiang-tiang listrik, pohon, dan bangunan rumah menjadi miring ke bawah.

Aliran Bahan Rombakan

Jenis tanah pada aliran bahan rombakan ini terjadi ketika massa tanah bergerak karna adanya dorongan air. Kecepatan aliran bahan rombakan ini tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakan longsor aliran bahan rombakan biasanya terjadi di sepanjang lembah dan jaraknya mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Seperti di beberapa tempat jaraknya mencapai ribuan meter, hal ini biasa terjadi di daerah aliran sungai di sekitar gunung api. Gerakan aliran tanah ini dapat menelan korban jiwa yang cukup banyak

2.3 Penyebab Tanah Longsor

Terdapat beberapa penyebab tanah longsor yang di pengaruhi oleh faktor tertentu. Faktor utama dari penyebab terjadinya longsor meliputi kondisi morfologi, seperti kemiringan lereng yang curam dan relief permukaan tanah yang tidak stabil. Kondisi geologi juga berperan signifikan, di mana jenis batuan, tingkat pelapukan dan keberadaan bidang diskontinuitas seperti pelapisan dan retakan memengaruhi kestabilan lereng. Selain itu juga curah hujan yang tinggi menjadi pemicu utama karena air yang meresap ke dalam tanah dapat mengurangi kohesi antara partikel dan dapat meningkatkan tekanan air pori, dan memicu pergerakan tanah. Selain itu faktor penyebab tanah longsor juga bisa berasal dari aktivitas manusia, seperti penggundulan hutan, pembangunan di daerah rawan tanpa perencanaan yang baik, serta pengolahan lahan yang tidak memperhatikan konservasi turut menjadi risiko terbesar terjadinya longsor. Pemberian skor pada data parameter yang akan di gunakan mengacu pada model pendugaan tanah longsor Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat (Puslittanak) Bogor tahun 2004.

Berikut adalah beberapa faktor penyebab tanah longsor:

1. Curah Hujan

Curah hujan yang tinggi dapat menjadi faktor ancaman terjadinya longsor biasanya dimulai dari bulan November karena meningkatnya intensitas curah hujan. Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor, karena tanah yang merekah air akan masuk dan terakumulasi di bagian dasar lereng, sehingga menimbulkan gerakan lateral. Kriteria dan skor curah hujan yang digunakan untuk parameter longsor sebagai berikut:

Parameter	Bobot	Skor
<1500		1
1501-2000		2
2001-2500	30%	3
2501-3000		4
>3000		5

Tabel 2. 1 Klasifikasi Curah Hujan Dalam mm/tahun
(Sumber: PUSLITANAK, 2004)

2. Kemiringan Lereng

Kemiringan adalah faktor utama yang mempengaruhi dalam meningkatkan tegangan geser dan juga mengurangi kekuatan geser. Tegangan geser meningkat seiring dengan ketinggian lereng, yang mengakibatkan peningkatan probabilitas kegagalan. Seperti topografi, khususnya kemiringan dan panjang lereng, merupakan faktor utama yang memengaruhi aliran permukaan dan proses erosi. Kemiringan lereng biasanya dinyatakan dalam persen atau derajat, di mana kecuraman 100 persen setara dengan 45 derajat. Lereng yang semakin curam tidak hanya meningkatkan volume aliran permukaan, tetapi juga mempercepat laju aliran air, sehingga berimplikasi pada meningkatnya energi angkut.

Klasifikasi kemiringan lereng untuk pemetaan ancaman tanah longsor dibagi dalam lima kriteria diantaranya : lereng datar dengan kemiringan 0-8%, landai berombak sampai bergelombang dengan kemiringan 8-15%, agak curam berbukit dengan kemiringan >40%. Wilayah dengan kemiringan lereng antara 0% - 15% akan stabil terhadap kemungkinan longsor, sedangkan di atas 15% potensi untuk terjadi longsor pada kawasan rawan gempa bumi akan semakin besar (Taufik, 2012). Kriteria dan skor kemiringan lereng yang digunakan untuk parameter longsor sebagai berikut:

Parameter	Bobot	Skor
0-8	20%	1
>8-15		2
>15-25		3
>25-45		4
>45		5

Tabel 2. 2 Klasifikasi Kemiringan Lereng
(Sumber: PUSLITANAK, 2004)

3. Jenis Tanah

Peran jenis tanah pada bahaya longsor adalah apabila jenis tanah yang terdapat di daerah kajian termasuk jenis tanah yang berpotensi terjadi longsor maka saat hujan daerah tersebut menjadi bahaya terhadap longsor. Jenis tanah yang berpotensi terhadap terjadinya longsor adalah tanah yang gembur dan cukup tebal. Berikut adalah jenis tanah berserta skor dan bobotnya.

Parameter	Bobot	Skor
Aluvial	10%	1
Asosiasi Latosol Coklat Kekuningan		2
Latosol Coklat		3
Andosol, Podsolik		4
Regosol		5

Tabel 2. 3 Klasifikasi Jenis Tanah
(Sumber: PUSLITANAK, 2004)

4. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan (*land use*) adalah setiap bentuk intervensi manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik material maupun spiritual. Penggunaan lahan merupakan hasil interaksi antara aktivitas manusia dengan lingkungan alami. Tanaman yang menutupi lereng bisa mempunyai efek penstabilan yang negatif maupun positif. Akar bisa mengurangi larinya air atas dan meningkatkan kohesi tanah, atau sebaliknya bisa memperlebar keretakan dalam permukaan batuan dan meningkatkan peresapan. Pada banyak kasus longsor, sering ditemukan keberadaan sawah basah di tebing lereng, lahan tegalan atau kebun pada

lereng curam, serta kolam air. Keberadaan sawah maupun kolam berkontribusi terhadap meningkatnya infiltrasi air ke dalam tubuh lereng. Aktivitas semacam ini menjadi salah satu faktor yang berpengaruh besar terhadap terjadinya gerakan tanah (Falahnsia, 2020). Adapun skor penggunaan lahan ditetapkan sebagai berikut:

Parameter	Bobot	Skor
Perairan, Tambak, Waduk		1
Permukiman/Kota		2
Perkebunan dan Hutan	20%	3
Semak Belukar		4

Tabel 2. 4 Klasifikasi Penggunaan Lahan
(Sumber: PUSLITANAK, 2004)

5. Jenis Batuan

Mengingat massa batuan dan tanahlah yang melakukan pergerakan pada suatu peristiwa tanah longsor, maka sangat Terbentuknya massa batuan seringkali disebabkan oleh hilangnya daya ikat tanah akibat proses alami seperti pelarutan, sedangkan gempa bumi merupakan salah satu faktor geologi yang turut memicu terjadinya longsor. Faktor geologi lain yang memengaruhi adalah adanya kontak antara batuan dasar dan batuan lapuk, rekahan atau retakan, pelapisan batuan, serta keberadaan patahan. Proses pelapukan batuan yang intensif umumnya banyak dijumpai di wilayah beriklim tropis, termasuk Indonesia (BBKSDA SULSEL, 2023). Proses pelapukan yang intensif pada batuan akan menurunkan kekuatan batuan, sehingga terbentuk lapisan batuan lemah disertai akumulasi tanah residu yang tebal. Sementara itu, zona patahan juga berperan sebagai zona lemah yang menyebabkan berkurangnya kekuatan batuan, ditandai dengan banyaknya retakan yang memungkinkan air meresap dengan mudah.

Batuan-batuan dapat patah dan pecah menjadi lempengan-lempengan karena sifat batuan yang rapuh dan mengalami patahan selama deformasi. Jenis batuan sendiri dapat dikelompokkan menjadi 3, yaitu batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf (Noor, 2006). Batuan beku adalah batuan yang terjadi pembekuan material kental yang berasal dari dalam bumi (magma). Magma panas yang bergerak dari dalam bumi ke permukaan bumi makin lama makin dingin dan akhirnya membeku. Batuan sedimen merupakan batuan yang terjadi karena pengendapan materi hasil

erosi. Proses terbentuknya batuan sedimen berawal dari batuan asal, baik berupa beku, metamorf, maupun sedimen lainnya, yang mengalami pelapukan, tererosi, kemudian tertransportasi dan akhirnya terendapkan di lokasi lain. Sementara itu, batuan metamorf merupakan batuan yang telah mengalami transformasi dari bentuk aslinya, baik dari batuan beku, sedimen, maupun metamorf sebelumnya, sehingga sifat dan strukturnya berubah. Adapun pengelompokan dan pemberian skor jenis batuan disajikan sebagai berikut:

Parameter	Bobot	Skor
Batuan Aluvial		1
Batuan Sedimen	20%	2
Batuan Vulkanik		3

Tabel 2. 5 Klasifikasi Jenis Batuan
(Sumber: PUSLITANAK, 2004)

2.4 Sistem Informasi Geografis (SIG)

SIG merupakan suatu sistem berbasis komputer yang memiliki kemampuan dalam menangani data bereferensi geografi yaitu pemasukan data, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan kembali), manipulasi dan analisis data, serta keluaran sebagai hasil akhir (*output*). Hasil akhir (*output*) dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi.

SIG dibedakan menjadi dua kategori, yaitu sistem manual (analog) dan sistem otomatis (digital berbasis komputer) (Aini, 2007). Perbedaan utama terletak pada cara pengelolaannya. Sistem Informasi manual biasanya mengkombinasikan beberapa data seperti peta, lembar transparansi untuk tumpang susun (*overlay*), gambar udara, laporan statistik, dan laporan survei lapangan. Semua data tersebut dikumpulkan dan dianalisis secara manual menggunakan alat tanpa komputer. Sementara itu, SIG memanfaatkan komputer sebagai sistem pengolah data melalui proses digitalisasi. Berikut adalah dua keunggulan SIG:

Analisi Overlay

Overlay merupakan proses integrasi data dari lapisan-lapisan layer yang berbeda. Secara analisis overlay membutuhkan lebih dari satu layer yang akan di tumpang susun secara fisik agar bisa dianalisis secara visual. Dengan demikian, Penggunaan metode SIG ini mampu memberikan kemudahan-kemudahan yang diinginkan.

Intersec

Fungsi *intersect* umumnya digunakan untuk memotong *layer* input dengan cara melakukan proses *overlay* antara dua *layer* bertipe poligon yang masing-

masing memiliki atribut data. Dalam proses ini, hasil yang diperoleh akan menyimpan informasi spasial dan atribut dari kedua *layer* yang beririsan.

2.4.2 Multi Criteria Decision Analysis (MCDA)

MCDA merupakan pendekatan yang dirancang untuk mendukung pengambil keputusan dalam mengevaluasi sejumlah opsi berdasarkan beberapa kriteria yang mungkin saling bertentangan. Di dalam dunia nyata, keputusan seringkali melibatkan pertimbangan yang kompleks yang mencakup berbagai aspek, baik kualitatif maupun kuantitatif. Dalam konteks ini, MCDA memfasilitasi proses keputusan dengan menyediakan kerangka kerja yang sistematis.

Proses ini melibatkan identifikasi alternatif solusi, penetapan kriteria penilaian, pemberian bobot pada kriteria sesuai pentingnya, dan evaluasi alternatif berdasarkan kriteria tersebut. Penggunaan MCDA dapat membantu mengurangi kompleksitas dalam pengambilan keputusan, namun keefektifannya sangat bergantung pada akurasi data masukan dan pemahaman mendalam tentang metode yang digunakan. MCDA banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk perencanaan bisnis, perencanaan lingkungan, kebijakan kesehatan, dan teknik, untuk menyediakan solusi berdasarkan sejumlah kriteria yang mungkin saling bertentangan.

Dalam pendekatan MCDA, terdapat beberapa komponen kunci yang memainkan peran penting dalam proses pengambilan keputusan. Pertama adalah alternatif, yang merujuk pada berbagai opsi atau solusi yang tersedia dan dapat dipertimbangkan untuk implementasi. Kedua adalah kriteria, yaitu parameter atau metrik spesifik yang menjadi dasar dalam mengevaluasi dan membandingkan alternatif tersebut. Kriteria ini memastikan bahwa setiap alternatif dinilai berdasarkan aspek-aspek yang relevan dan penting bagi situasi atau masalah tertentu. Terakhir, bobot diberikan pada masing-masing kriteria untuk menunjukkan pentingnya relatif satu kriteria terhadap yang lain.

Bobot ini memastikan bahwa kriteria yang lebih penting memiliki dampak yang lebih besar dalam hasil akhir analisis, memungkinkan pengambil keputusan untuk memprioritaskan aspek-aspek tertentu dalam evaluasi mereka.

MCDA memiliki sejumlah kelebihan yang membuatnya menjadi metode pilihan dalam proses pengambilan keputusan. Pertama, pilihan tujuan dan kriteria yang ditentukan oleh pengambil keputusan dapat dianalisis ulang dan dimodifikasi jika dianggap kurang sesuai. Kedua, skor dan bobot ditetapkan dengan jelas dan dibuat berdasarkan metode yang sudah ditentukan. Nilai-nilai ini dapat dibandingkan dengan sumber informasi lain mengenai nilai relatif dan dapat dimodifikasi bila diperlukan. Selain itu, MCDA memberikan kerangka kerja yang dapat membantu pengambilan keputusan yang lebih terstruktur dan memastikan

semua aspek relevan sudah dipertimbangkan. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mengaplikasikan Multi Criteria MCDA.

a. Menentukan Sasaran

Sebelum mengambil langkah, tujuan harus didefinisikan terlebih dulu agar keputusan yang diambil sesuai dan mencegah potensi benturan kepentingan. Keputusan yang diambil akan sangat tergantung pada tujuan yang didefinisikan bersama. Karena itu, mendefinisikan tujuan dengan jelas adalah langkah kritis dan sebaiknya dilakukan di awal. Elemen kunci di sini adalah memastikan tujuan yang ditentukan tidak terpengaruh oleh benturan kepentingan dari berbagai pihak terkait. Tujuan harus selaras dengan visi dan misi organisasi.

b. Menentukan Kriteria

Kriteria menjadi landasan dalam pengambilan keputusan. Keputusan yang diambil akan mengacu pada kriteria dan tujuan yang telah ditetapkan.

c. Membuat Pembobotan Kriteria

Setelah kriteria ditentukan, bobot harus diberikan kepada setiap kriteria untuk menilai seberapa penting setiap kriteria tersebut. Semakin signifikan kriteria, semakin tinggi bobotnya, dan begitu pula sebaliknya. Total bobot dari semua kriteria harus berjumlah 100%.

d. Membuat Penilaian

Dengan bobot kriteria sudah ditentukan, langkah berikutnya adalah memberikan penilaian untuk setiap opsi keputusan berdasarkan setiap kriteria. Dalam hal ini, adalah memberikan penilaian untuk setiap metode terhadap setiap kriteria. Ini memastikan bahwa setiap opsi memiliki nilai keseluruhan yang dapat dibandingkan, memungkinkan organisasi untuk memilih opsi yang paling sesuai dengan tujuannya.

e. Merekomendasikan/Menentukan Keputusan

Tahap akhir dari metode MCDA adalah memilih atau merekomendasikan opsi berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan.

2.4.3 *Analytical Hierarchy Process (AHP)*

Metode AHP merupakan salah satu pendekatan dalam MCDA yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan kompleks dengan melibatkan banyak kriteria. AHP bekerja dengan cara menyusun hierarki dari masalah yang diteliti, kemudian memberikan bobot pada setiap kriteria berdasarkan tingkat kepentingannya melalui perbandingan berpasangan. Proses ini menghasilkan nilai bobot yang konsisten sehingga dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan (Saaty, 2008).

Dalam konteks penelitian ini, AHP digunakan sebagai kerangka untuk menentukan bobot relatif dari faktor-faktor yang mempengaruhi kerawanan longsor di Kecamatan Kelay. Parameter yang dianalisis meliputi kemiringan lereng, jenis tanah, penggunaan lahan, curah hujan, geologi, dan litologi. Melalui AHP, setiap parameter dibandingkan secara berpasangan untuk menilai seberapa besar kontribusinya terhadap kerawanan longsor. Hasil dari pembobotan tersebut kemudian diintegrasikan ke dalam SIG untuk menghasilkan peta kerawanan longsor yang lebih akurat dan terukur.

Kelebihan metode AHP dalam penelitian ini adalah kemampuannya menggabungkan data kuantitatif dan kualitatif secara sistematis. Misalnya, data kuantitatif berupa peta curah hujan, kemiringan lereng, dan jenis tanah dikombinasikan dengan pertimbangan kualitatif mengenai kondisi penggunaan lahan yang sering berubah akibat aktivitas manusia. Hal ini menjadikan AHP relevan untuk penelitian berbasis spasial di wilayah tropis seperti Kecamatan Kelay, yang memiliki dinamika lingkungan cukup tinggi.

Dengan demikian, metode AHP tidak hanya berfungsi sebagai alat analisis, tetapi juga sebagai dasar dalam perencanaan tata ruang dan mitigasi bencana. Penerapan AHP dalam penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan dalam merumuskan strategi pengurangan risiko bencana longsor di Kecamatan Kelay.

2.4.4 Landsat 8

Seperti yang diketahui Satelit Landsat-7 mengalami gangguan operasional yang signifikan sejak Mei 2003 akibat kerusakan pada komponen *Scan Line Corrector (SLC)*. Kerusakan ini menyebabkan hilangnya sekitar 24% data citra, khususnya pada bagian tepi luar citra yang dihasilkan. Kerusakan tersebut menjadi pendorong utama bagi pengembangan program *Landsat Data Continuity Mission (LDCM)* guna menjamin keberlanjutan penyediaan data penginderaan jauh. Pada april 2008, NASA menetapkan *General Dynamics Advanced Information Systems Inc* sebagai pihak yang bertanggung jawab membangun satelit LDCM. Setelah berhasil diluncurkan ke orbit, satelit ini kemudian diberi nama Landsat-8. Misi LDCM merupakan hasil kolaborasi antara NASA dan *United States Geological Survey (USGS)*, Pembagian tugas antara NASA dan USGS dilakukan secara jelas. NASA bertanggung jawab terhadap pembangunan satelit, penyediaan instrumen utama peluncur, serta elemen pendukung operasi misi. Selain itu, NASA mengelola tahap awal peluncuran hingga satelit berfungsi di orbit. Sementara itu, USGS berperan dalam penyediaan pusat operasi misi, sistem pengolahan di Stasiun Bumi, termasuk pengarsipan serta jaringan data, dan juga mengelola tim operasi penerbangan. USGS turut menanggung pembiayaan tim ilmuwan Landsat (Sitanggang, 2010).

Tabel 2. 6 Parameter - Parameter Orbit Satelit LDCM (Landsat 8)

Parameter	Landsat 8
Sistem	Landsat 8
Jenis Orbit	Sinkron Matahari (mendekati lingkaran)
Ketinggian	705 km
Inklinasi	98,2°
Periode Orbit	99 menit
Waktu Liput Ulang (Temporal Resolution)	16 hari

Landsat-8 dilengkapi dengan dua sensor utama, yaitu *Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)*, yang secara keseluruhan terdiri dari 11 kanal. Dari jumlah tersebut, sembilan kanal pertama (kanal 1 hingga 9) berada dalam sensor OLI, sementara dua kanal lainnya (kanal 10 dan 11) merupakan bagian dari TIRS. Karakteristik kanal pada Landsat 8 secara umum memiliki kesamaan dengan Landsat 7, namun terdapat peningkatan yang cukup menonjol pada kanal 1, 9, 10, dan 11. Kanal 1 atau *ultra blue* dikembangkan untuk menangkap panjang gelombang elektromagnetik yang lebih pendek dibandingkan satelit generasi sebelumnya, sehingga mampu meningkatkan sensitivitas dalam mendeteksi variasi reflektansi pada permukaan laut serta keberadaan aerosol di atmosfer. Hal ini menjadikan kanal tersebut efektif untuk mendeteksi konsentrasi aerosol serta karakteristik optik air laut di berbagai kedalaman. Selain itu, keberadaan kanal 9 memungkinkan peningkatan akurasi dalam mendeteksi awan tipis seperti cirrus, sedangkan kanal 10 dan 11 digunakan untuk pengamatan suhu permukaan bumi melalui citra termal, dengan resolusi spasial mencapai 100 meter.

Dibandingkan dengan satelit Landsat generasi sebelumnya, Landsat 8 menunjukkan sejumlah keunggulan, khususnya dalam hal jumlah kanal dan panjang gelombang elektromagnetik yang dapat ditangkap. Seperti diketahui, komposit citra digital umumnya dibentuk dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru (RGB). Dengan bertambahnya jumlah kanal yang tersedia pada Landsat 8, terutama yang mendukung komposit RGB, maka visualisasi warna objek pada citra menjadi lebih bervariasi dan representatif. Hal ini sangat mendukung peningkatan akurasi interpretasi visual dalam berbagai aplikasi penginderaan jauh, seperti pemetaan tutupan lahan, deteksi vegetasi, dan pemantauan kualitas air.

Tabel 2. 7 Spesifikasi Kanal-Kanal Sensor Citra LDCM (Landsat 8)

Landsat 8	Kanal	Panjang Gelombang (mikrometer)	Resolusi (meter)
Operational Land Imager (OLI)	Kanal 1 – Coastal aerosol	0,43 – 0,45	30
	Kanal 2 - Blue	0,45 -0,51	30
	Kanal 3 – Green	0,53 – 0,59	30
	Kanal 4 – Red	0,64 – 0,67	30
	Kanal 5 – Near Infrared (NIR)	0,85 – 0,88	30
	Kanal 6 – SWIR 1	1,57 – 1,65	30
	Kanal 7 – SWIR 2	2,11 – 2,29	30
	Kanal 8 – Panchromatic	0,50 – 0,68	15
	Kanal 9 – Cirrus	1,36 – 1,38	30
Thermal Infrared Sensor (TIRS)	Kanal 10 – Thermal Infrared (TIRS) 1	10,60 – 11,19	100
	Kanal 11 – Thermal Infrared (TIRS) 2	11,50 – 12,51	100

Sebelum diluncurkannya Landsat 8, citra Landsat hanya memiliki rentang nilai tingkat keabuan (Digital Number – DN) antara 0 hingga 256. Kehadiran Landsat 8 memperluas rentang tersebut hingga 0–4096, seiring dengan peningkatan resolusi radiometrik dari 8 bit menjadi 12 bit per piksel. Peningkatan ini menjadikan sensor lebih peka terhadap variasi spektral, sehingga detail permukaan bumi dapat terekam dengan lebih jelas dan akurat. Dampaknya, kesalahan interpretasi visual dapat diminimalkan, dan kualitas citra baik multispektral maupun pankromatik terlihat lebih halus.

Resolusi spasial Landsat 8 tergolong dalam kategori menengah dan memiliki kesamaan dengan satelit pendahulunya, yaitu Landsat 5 dan 7. Sebagian besar kanal pada sensor OLI memiliki resolusi 30 meter, kecuali kanal pankromatik yang menawarkan resolusi lebih tinggi, yaitu 15 meter. Keseragaman resolusi ini memungkinkan data Landsat 5 dan 7 tetap dapat digunakan secara bersamaan dengan Landsat 8 dalam analisis deret waktu jangka panjang.

2.4.5 Teknik *Supervised Classification*

Pengolahan data citra satelit Landsat 8 melalui teknik *Supervised Classification*, bertujuan untuk mengetahui pembagian klasifikasi kelas-kelas unsur atau tipe penutup lahan seperti; perkotaan, tubuh air, lahan basah, dll. sehingga melalui metode ini akan didapat bagaimana keadaan tipe-tipe penutup lahan yang

terdapat pada wilayah yang bersangkutan. Wiradisastra dan Noviar menyatakan bahwa keakuratan hasil klasifikasi pengolahan data citra satelit, sangat tergantung pada kondisi lapangan, luas area, dan karakteristik wilayah yang ditinjau (Wiradisastra & Noviar, 2005). Penelitian lain yang dilakukan oleh Wahyunto, dkk menyatakan bahwa penggunaan metode analisis digital citra satelit *supervised classification* untuk deteksi penyebaran lahan sawah dan penggunaan/penutupan lahan telah menghasilkan tingkat ketelitian analisis yang tinggi karena dalam analisis dan klasifikasi citra mempertimbangkan masukan keterpisahan nilai spektral dan data informasi lapangan (Wahyunto, Sri Retno Murdiyati, 2004).

2.5 Penelitian Sebelumnya

Berikut merupakan kumpulan-kumpulan dari penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai acuan penelitian kali ini:

1. Penelitian yang dilakukan oleh (Firdaus & Sukojo, 2015) disimpulkan bahwa Pemetaan zona rawan longsor dapat dihitung berdasarkan integrasi spasial dari parameter-parameter yang mempengaruhi dan memicu longsor. Menggunakan metode penginderaan jauh yang didasarkan dari pengolahan citra, hasil pengolahan yang diperoleh menunjukkan zona daerah rawan longsor di Kota Batu termasuk dalam kategori kurang rawan sampai sangat rawan (1,55 – 3,65). Kategori rawan dengan luas area $\pm 125,97 \text{ km}^2$. Zona rawan dengan skor kumulatif tinggi (> 3) di Kota Batu dalam penelitian ini terdapat di sebelah timur laut Kota Batu di Kecamatan Bumiaji dengan arah kemiringan lereng yang mengarah ke barat daya serta di sebelah barat daya Kota Batu di Kecamatan Junrejo dan Kecamatan Batu dengan arah kemiringan lereng ke timur laut.
2. Penelitian yang dilakukan (Hartono, 2017) variabel longsor yang dievaluasi adalah: tekstur tanah, permeabilitas tanah dan indeks plastisitas, kemiringan batuan lapisan, derajat pelapukan, kepadatan otot dan kedalaman pelapukan, adanya mata air / rembesan, lereng, dan ada tidaknya lereng tebang. Diperoleh hasil penelitian menunjukkan citra Landsat 7 pita 432 skala 1: 11.000 - 1: 15.000 objek dapat diartikan seperti: pemukiman, lahan terbuka, sawah irigasi, dataran rendah, dataran tinggi, kebun buah, lereng longsor, hutan campuran, hutan pinus dan hutan wanatani.
3. Menurut Zeihan El Aqsar (2009) hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa angka koefisien korelasi adalah 0,612 artinya hubungan ketinggian tempat dengan kerapatan vegetasi yaitu jika koefisien korelasi bertanda positif (+), artinya hubungan ketinggian tempat dengan kerapatan vegetasi satu arah sehingga jika ketinggian tempat semakin tinggi maka tingkat kerapatan vegetasi semakin besar. Hubungan kelerengan dengan NDVI bahwa analisis

korelasi menunjukkan bahwa koefisien korelasi adalah 0,403, artinya hubungan antara kelerengan dengan kerapatan vegetasi agak rendah. Koefisien korelasi bertanda positif (+), artinya hubungan kelerengan dengan kerapatan vegetasi satu arah sehingga jika kelerengan semakin besar maka tingkat kerapatan vegetasi semakin tinggi.

2.6 Validasi Data

Validasi data dalam penelitian ini tidak hanya dilakukan melalui pengecekan teknis di perangkat lunak, tetapi juga dilaksanakan dengan kegiatan *ground check* atau verifikasi lapangan. Kegiatan ini bertujuan untuk memastikan kesesuaian antara hasil analisis spasial dengan kondisi aktual di lokasi penelitian. Titik-titik yang dipilih untuk validasi merupakan lokasi yang berdasarkan hasil overlay spasial menunjukkan potensi kerawanan longsor, baik pada kelas rendah, sedang, maupun tinggi. Pada setiap titik, dilakukan observasi langsung terhadap kondisi lereng, jenis tanah, tutupan lahan, serta indikasi gejala longsor seperti retakan, alur erosi, atau pohon miring. Selain itu, wawancara singkat dengan masyarakat sekitar juga dilakukan untuk memperoleh informasi tambahan terkait riwayat kejadian longsor di lokasi tersebut. Hasil observasi lapangan kemudian dibandingkan dengan data spasial yang telah diolah sehingga diperoleh gambaran mengenai tingkat akurasi peta kerawanan longsor. Melalui pendekatan ini, validasi lapangan berperan penting untuk memperkuat keandalan hasil pemetaan serta memastikan bahwa peta kerawanan yang dihasilkan benar-benar merepresentasikan kondisi nyata di Kecamatan Kelay.