

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Fotogrametri

Fotogrametri merupakan seni, ilmu, dan teknologi perolehan informasi tentang obyek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan penafsiran foto udara. Istilah Fotogrametri berasal dari kata *photos* (sinar), *gramma* (sesuatu yang tergambar) dan *metron* (mengukur). Fotogrametri adalah ilmu untuk memperoleh informasi dari suatu objek melalui proses pencatatan, pengukuran, dan interpretasi fotografis dimana aspek-aspek geometrik dari foto udara seperti sudut, jarak, koordinat, dan sebagainya merupakan faktor utama (Wolf, 1993).

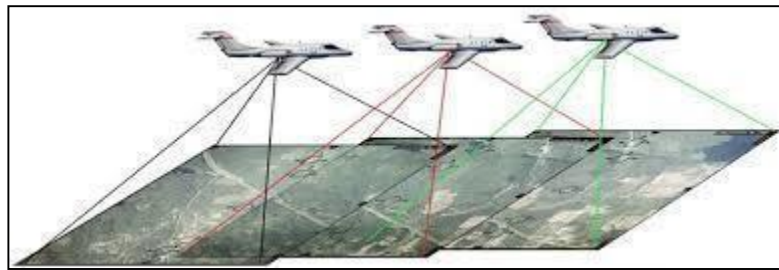
Hasil dari fotogrametri adalah foto udara. Pemetaan fotogrametri menggunakan foto udara sebagai sumber data utamanya. Kualitas peta atau informasi yang dihasilkan sangat tergantung dari kualitas metrik maupun kualitas gambar (*pictorial quality*) sumber data tersebut. Pengadaan foto udara biasanya bertitik tolak dari tujuan peruntukannya (A Dwi dan Rokhmana, 2019).

Ditinjau dari data yang diperoleh dari foto udara, maka fotogrametri dapat dibagi menjadi dua yaitu :

- a. Fotogrametri Metrik atau metrik fotogrametri bertujuan untuk memperoleh data kuantitatif seperti jarak, sudut, luas dan posisi darisuat objek. Untuk memperoleh data tersebut diperlukan alat-alat khusus serta pengetahuan dan keterampilan tertentu. Hal ini bertujuan untuk mengetahui hubungan matematis antara sistem foto udara dengan sistem tanah, sehingga ukuran-ukuran di foto dapat dipindahkan ke sistem tanah atau sebaliknya (Tjahjadi dkk, 2013).
- b. Fotogrametri Interpretatif, bertujuan untuk memperoleh data kualitatif dengan cara pengenalan, identifikasi dan interpretasi foto udara (Tjahjadi dkk, 2013).

2.2 Foto Udara

Foto udara merupakan foto hasil pemotretan udara dengan ketinggian tertentu menggunakan drone, UAV, pesawat terbang, balon udara dan wahan lainnya. Foto udara merupakan biasa digunakan dalam bidang geografi dalam mengambil objek, bentuk topografi, ataupun model permukaan bumi yang diambil dengan alat berupa kamera. Pemotretan dengan wahana foto udara dilakukan dengan menentukan area yang akan di potret, menentukan jalur penerbangan, menentukan arah penerbangan, dan pengaturan sudut untuk pemotretan (Tjahjadi dkk, 2016).



Gambar 2.1 Foto Udara (<http://www.geopranata.co.id>)

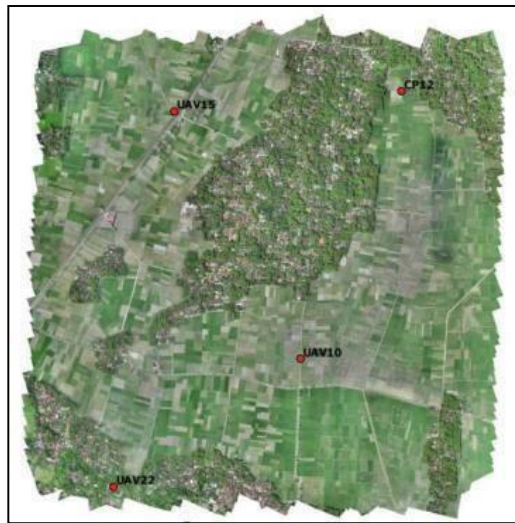
Pemotretan foto udara ini dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu pemotretan secara tegak dan pemotretan secara miring. Pemotretan secara tegak dilakukan dengan wahana yang melakukan pemotretan tegak lurus dengan permukaan bumi, pemotretan secara miring dilakukan dengan wahana yang melakukan pemotretan agak condong dengan objek dengan kemiringan tertentu yang telah diatur. Foto udara dapat dikatakan juga sebagai produk penginderaan jauh, karena data yang di ambil menggunakan wahana seperti drone atau UAV yang tidak kontak langsung dengan objek (Tjahjadi dkk, 2016).

2.3 Orthophoto

Orthophoto merupakan satu kesatuan foto udara yang dibuat dari hasil proses penggabungan dua atau lebih foto udara yang saling bertampalan hingga membentuk citra dengan cakupan daerah yang luas.

Pembuatan model orthophoto bertujuan untuk dapat melihat daerah yang direkam secara keseluruhan baik dari foto asli maupun foto yang telah direktifikasi (Subaryonodkk, 2008).

Orthophoto merupakan satu kesatuan foto udara yang dibuat dari hasil proses penggabungan dua atau lebih foto udara yang saling bertampalan hingga membentuk citra dengan cakupan daerah yang luas. Pembuatan model *orthophoto* bertujuan untuk dapat melihat daerah yang direkam secara keseluruhan baik dari foto asli maupun foto yang telah direktifikasi (Subaryonodkk, 2008).



Gambar 2.2 ortofoto (Sondang Ari,2017)

Kualitas hasil *orthophoto* tidak terlepas dari adanya titik koordinat GCP yang diukur dilokasi pengambilan data foto udara. Untuk mendapatkan nilai ketelitian yang tinggi hal yang perlu diperhatikan yaitu jenis GPS receiver yang digunakan untuk dalam metode akuisisi data dan metode pengolahan data, *orthophoto* dapat didefinisikan sebagai foto yang menyajikan gambaran objek pada posisi orthografik yang benar (Mustofa Arafah dkk, 2016).

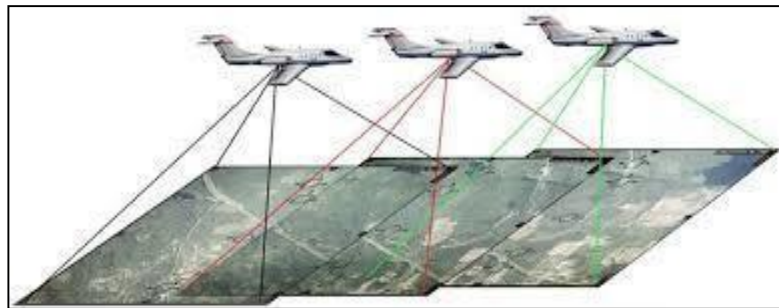
Orthophoto terbentuk gambar kenampakan, sedangkan peta menggunakan garis dan simbol yang digambarkan sesuai dengan skala untuk mencerminkan kenampakan. *Orthophoto* dapat digunakan sebagai peta untuk melakukan pengukuran langsung atas jarak, sudut, posisi, dan daerah tanpa melakukan koreksi bagi pergeseran letak gambar, dalam proses peniadaan pergeseran letak oleh relief

pada sembarang foto, variasi skala harus dihapus sehingga skala menjadi sama bagi seluruh foto (Mustofa Arafah dkk, 2016).

Untuk dapat digunakan sebagai peta *Orthophoto* terlebih dahulu harus melewati proses koreksi geometris atau rektifikasi sehingga skala dan orientasinya seragam satu dengan yang lainnya. Setelah dilakukan koreksi geometris tahapan selanjutnya adalah *georeferencing* yang merupakan proses pentautan data spasial. Data spasial biasanya berasal dari pengukuran GPS pada *Ground Control Point (GCP)*. Setelah *orthophoto* ter-georeferenced maka *orthophoto* dapat digunakan sebagai peta yang memenuhi syarat (Agustina dkk, 2019).

Foto udara merupakan foto hasil pemotretan udara dengan ketinggian tertentu menggunakan drone, UAV, pesawat terbang, balon udara dan wahana lainnya. Foto udara merupakan biasa digunakan dalam bidang geografi dalam mengambil objek, bentuk topografi, ataupun model permukaan bumi yang diambil dengan alat berupa kamera. Pemotretan dengan wahana foto udara dilakukan dengan menentukan area yang akan di potret, menentukan jalur penerbangan, menentukan arah penerbangan, dan pengaturan sudut untuk pemotretan (Tjahjadi dkk, 2016).

3



Gambar 2.3 Foto Udara (<http://www.geopranata.co.id>)

Pemotretan foto udara ini dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu pemotretan secara tegak dan pemotretan secara miring. Pemotretan secara tegak dilakukan dengan wahana yang melakukan pemotretan tegak lurus dengan permukaan bumi, pemotretan secara miring dilakukan dengan wahana yang melakukan pemotretan agak condong dengan objek dengan kemiringan tertentu yang telah diatur. Foto

udara dapat dikatakan juga sebagai produk penginderaan jauh, karena data yang di ambil menggunakan wahana seperti drone atau UAV yang tidak kontak langsung dengan objek (Tjahjadi dkk, 2016).

Hasil foto udara ini dapat digunakan untuk pemetaan topografi. Disamping untuk pemetaan topografi, penggunaannya yang lain adalah untuk perencanaan jalan raya, jembatan, jaringan pipa, bendungan, perbaikan sungai dan pelabuhan, identifikasi area bencana dan sebagiannya (Agustina dkk, 2019).

2.4 GCP (*Ground Control Point*)

Titik kontrol tanah atau disebut *GCP (Ground Control Point)* merupakan target besar yang ditandai di tanah, ditempatkan secara strategis di seluruh area survey dengan teknis dan preferensi tertentu. GCP dan koordinatnya kemudian digunakan untuk membantu perangkat lunak pemetaan drone untuk secara akurat memposisikan peta dengan kondisi nyata di sekitarnya. GCP berfungsi sebagai transformasi koordinat dari sistem koordinat tertentu ke ssstem koordinat tanah. Titik kontrol ini terdapat pada kedua sistem koordinat yang mempunyai posisi relatif pada obyek yang sama. Pada pengkoreksian suatu citra diperlukan GCP, sehingga ada keterkaitan antara sistem citra foto dengan sistem tanah (Subakti,2017).

Untuk penentuan koordinat (X,Y) dapat menggunakan metode triangulasi, trilaterasi, poligon dan GPS. Sedangkan untuk penentuan tinggi titiknya (Z) dapat digunakan metode sipat datar atautrigonometris.



Gambar 2.4 GCP

2.5 *Independent Check Point (ICP)*

Independent Check Point (ICP) merupakan titik kontrol tanah yang berfungsi sebagai kontrol kualitas objek dengan proses perhitungan perbandingan dari koordinat objek dengan koordinat sebenarnya dilapangan. Pemilihan dan pemasangan ICP diharuskan terlihat jelas dilapangan serta pemasangan ICP harus terpasang merata pada lokasi objek dan tengah area ICP pemasangan dilakukan pada area yang terbuka supaya nampak jelas pada saat pengambilan data.

Independent Check Point (ICP) nantinya berfungsi sebagai titik koordinat dilapangan sebagai bahan untuk uji akurasi dengan memanfaatkan koordinat objek dan koordinat lapangan dengan perhitungan RMSE dan penempatan ICP harus tersebar merata pada lokasi objek serta terlihat jelas untuk memudahkan proses perhitungan.



Gambar 2.5 ICP

2.6 **Kerawanan Longsor**

Menurut Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2005) menyatakan bahwa longsor boleh disebut juga dengan gerakan tanah (longsor) yang merupakan dari proses dari ketidakseimbangan lereng yang menyebabkan Bergeraknya massa tanah dan batuan ke tempat yang lebih rendah. Unsur yang menahan massa tanah disepanjang lereng tersebut dipengaruhi oleh sifat fisik tanah dan sudut dalam tahanan geser tanah yang bekerja disepanjang lereng. Perubahan kondisi alam dapat diakibatkan oleh gempa bumi, kelembaban lereng akibat penyerapan air hujan, dan perubahan aliran permukaan.

Longsor merupakan bencana yang membahayakan kehidupan masyarakat. Salah satu upaya untuk mengurangi dan mencegah terjadinya longsor adalah dengan mengetahui persebaran daerah rawan longsor yang ada di suatu wilayah. Setiap lahan memiliki tingkat kerawanan longsor yang berbeda-beda. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yang mempengaruhi terjadi longsor.

Oleh karena itu perlu ada identifikasi dan pemetaan wilayah potensial longsor untuk mengetahui tingkat kerentanan suatu wilayah terhadap longsor. Informasi spasial longsor sangat dibutuhkan dalam menyusun tata ruang wilayah sebagai pencegahan dan implementasi perencanaan tata ruang yang berwawasan lingkungan.

2.7 Faktor – Faktor Kerawanan Longsor

Longsor merupakan bentuk erosi dimana pengangkutan atau gerakan masa tanah terjadi pada saat tertentu dalam volume yang relatif besar. Peristiwa tanah longsor dikenal sebagai gerakan massa tanah, batuan atau kombinasinya, sering terjadi pada lereng-lereng alam longSORan akan terjadi jika terpenuhi tiga keadaan sebagai berikut (Arsyad, 1989) :

- a) Adanya lereng yang cukup curam sehingga massa tanah dapat bergerak atau meluncur ke bawah.
- b) Adanya lapisan di bawah permukaan massa tanah yang agak kedap air dan lunak, yang akan menjadi bidang luncur.
- c) Adanya cukup air dalam tanah sehingga lapisan massa tanah yang tepat di atas lapisan kedap air tersebut menjadi jenuh.

2.7.1 Kemiringan Lereng (*Slope*)

kelerengan menjadi faktor yang sangat penting dalam proses terjadinya tanah longsor. Pembagian zona kerentanan sangat terkait dengan kondisi kemiringan lereng. Kondisi kemiringan lereng perlu mendapat perhatian terhadap kemungkinan bencana tanah longsor, dan tentunya dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain yang mendukung.

Potensi terjadinya gerakan pada lereng juga tergantung pada kondisi batuan dan tanah penyusun lerengnya, struktur geologi, curah hujan, vegetasi penutup, dan penggunaan lahan pada lereng tersebut. (Karnawati, 2001).

Sitorus (2006) menjelaskan bahwa peningkatan pergeseran/pergerakan yang terjadi pada kelerengan tanah dapat disebabkan oleh banyak faktor lain :

- a. Hilangnya penahan lateral, karena aktifitas erosi, pelapukan, penambahan kemiringan lereng, dan pemotongan lereng.
- b. Getaran, karena gempa bumi atau mesin kendaraan.
- c. Hilangnya tahanan bagian bawah lereng; karena pengikisan air.
- d. Tekanan lateral; karena pengisian air di pori-pori antarbutiran tanah dan pengembangan tanah
- e. Stuktur geologi yang berpotensi mendorong terjadinya longsor
- f. Sifat batuan pada umumnya komposisi mineral dari pelapukan batuan vulkanis yang berupa lempung akan mudah mengembang dan bergerak. Tanah dengan ukuran batuan yang halus dan seragam, kurang padat atau Saluran air yang terhambat pada lereng menjadi salah satu sebab yang mendorong munculnya pergerakan tanah atau longsor
- g. Vegetasi sekitar area kelerengan dapat mempengaruhi terjadinya longsor, jika tumbuhan tersebut memiliki perakaran yang mampu menembus sampai lapisan batuan dasar maka tubuhan tersebut akan sangat berfungsi sebagai penahan massa lereng. Di sisi lain meskipun tumbuhan memiliki perakaran yang dangkal tetapi tumbuh pada lapisan tanah yang memiliki daya kohesi yang kuat sehingga menambah kestabilan lereng.

Pada kasus tertentu tumbuhan yang hidup pada lereng dengan kemiringan tertentu justru berperan sebagai penambah beban lereng yang mendorong terjadinya longsor.

2.7.2 Karakteristik Tanah

Struktur tanah atau jenis tanah menentukan besar kecilnya air yang mampu diserap oleh tanah. Pada tanah berstruktur gembur sebagian besar air hujan terserap ke dalam tanah dapat memperlambat kelongsoran. Sebaliknya, pada tanah dengan kedalaman dangkal, struktur padat hanya sebagian kecil air hujan yang terserap dan sebagian besar menjadi aliran permukaan. Faktor lain yang menentukan kelongsoran tanah adalah ketahanan tanah pada bidang kelerengan. Ketahanan tanah ditentukan oleh bentuk partikel. Pada partikel berbentuk lempengan seperti liat, penambahan air mempercepat keruntuhan. Sebaliknya pada partikel berbentuk butiran, penambahan air memperlambat keruntuhan (Utomo, 1982).

Tiap jenis tanah mempunyai tingkat kepekaan terhadap longsor yang berbeda. Langkah antisipatif yang perlu dilakukan adalah mengetahui jenis tanah pada hamparan lahan yang menjadi sasaran pembangunan pertanian tanaman dan pembangunan. Berdasarkan jenis tanah tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk memprediksi terjadinya longsor dari pengaruh jenis tanah dengan menggunakan nilai atau skor (Soemarwoto, 1990).

Jenis-jenis tanah berdasarkan tingkat kerawanannya dibagi menjadi lima kelas yaitu alluvial, latosol, mediteran, andosol, dan regosol. Jenis tanah yang sangat peka terhadap kerawan longsor adalah regosol, jenis tanah yang kurang peka adalah alluvial, jenis tanah yang agak peka adalah latosol, dan jenis tanah yang peka adalah andosol (Dhinata, 2019).

2.7.3 Penggunaan Lahan/Kerapatan Vegetasi

Perubahan tata lahan dengan struktur vegetasi yang kurang sekitar area menyebabkan resiko longsor menjadi lebih besar. Misalkan vegetasi yang membutuhkan tanah yang gembur, padahal tanah yang gembur menyerap air

permukaan dengan baik, sehingga saat hujan datang air permukaan ini akan terus terserap dan menjenuhi tanah sehingga beban tanah bertambah yang beresiko menyebabkan terjadinya longsor.

Penggunaan lahan yang tidak disesuaikan dengan bentuk kelerengan tanah dapat menjadi faktor pemicu terjadinya longsor, karena jenis tanah dan vegetasi yang tumbuh tidak stabil dalam proses penyerapan air saat terjadinya hujan (Arifin, 2006).

2.7.4 Curah Hujan

Curah hujan adalah salah satu unsur iklim yang besar perannya terhadap kejadian longsor. Air hujan yang terserap ke dalam tanah dan menjenuhi tanah menentukan terjadinya longsor. Curah hujan dengan intensitas yang tinggi, misalnya 50 mm dalam waktu singkat (<1 jam), lebih berpotensi menyebabkan longsor dibanding hujan dengan curahan yang sama namun dalam waktu yang lebih lama (> 1 jam). Namun curah hujan yang sama tetapi berlangsung lama berpotensi menyebabkan longsor, karena pada kondisi tersebut dapat terjadi penggemburan tanah oleh air yang meningkatkan massa tanah. Intensitas hujan menentukan besar kecilnya erosi, sedangkan longsor ditentukan oleh kondisi tanah oleh air hujan dan kemiringan lereng.

2.7.5 Geologi

Geologi merupakan salah satu dari bentuk permukaan bumi yang berjenis lapisan batuan, yang mana unsur geologi ini terdiri dari struktur batuan, sifat, komposisi, dan jenis yang terkandung dalam unsur geologi pada setiap wilayah. Kondisi geologi ini juga memiliki pengaruh pada pergeseran permukaan tanah yang disebabkan oleh komposisi geologi yang ada pada permukaan bumi.

Komposisi dari unsur geologi ini dibagi menjadi beberapa jenis yaitu, bahan alluvia, bahan vulkanik, dan bahan sedimen. Dan proses pembentukan factor geologi ini biasanya terbentuk secara alami yang mempengaruhi asal, struktur, dan jenis geologi yang terkandung pada bumi.

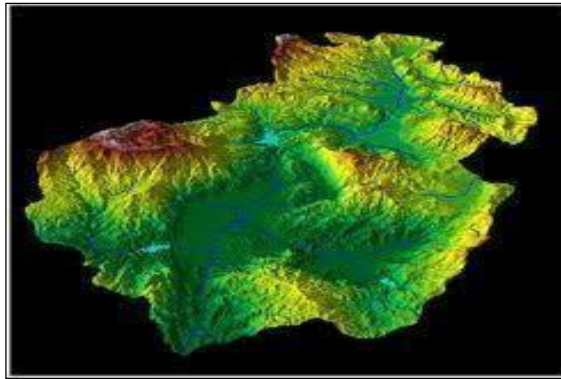
2.8 *Digital Elevation Model*

Digital Elevation Model merupakan bentuk model penyajian ketinggian dari permukaan bumi secara digital yang dilihat dari distribusi titik – titik koordinat yang mewakili bentuk dari permukaan bumi. Pengumpulan data pada *Digital Elevation Model* dapat dibedakan dalam pengukuran secara terestris dan secara fotogrametri (Tjahjadi dkk, 2015).

Pembentukan model tiga dimensi atau proses pembentukan *digital elevation model (DEM)* adalah sebuah penyajian digital dan matematis dari sebuah obyek nyata atau obyek virtual, beserta keadaan sekitarnya. Misal undulasi terrain terhadap suatu area tertentu. *DEM* merupakan sebuah konsep umum yang menunjukkan ketinggian permukaan tanah, beserta beberapa layer di atasnya, seperti bangunan, pepohonan, segala yang ada di atasnya disebut *digital surface model (DSM)* (Tjahjadi dkk, 2015).

Foto udara hasil proses awal pada komponen – komponennya berupa *point clouds* yang belum terklasifikasikan, sehingga perlu dilakukan pemisahan data *point clouds* atau biasa disebut *point classification*, dimana pada penelitian ini *point clouds* dikelompokkan menjadi tiga kelas utama yaitu *ground*, *build*, dan vegetasi. Tahap ini penting karena kualitas dari *DEM* yang dihasilkan akan dipengaruhi oleh *point clouds* kelas *ground* yang berhasil dikelompokkan

Pada proses klasifikasi ini menggunakan bantuan *software SAGA GIS* yang disesuaikan dengan kondisi topografi wilayah penelitian. Sebelum dilakukan klasifikasi, perlu dilakukan input *point clouds*. Pemrosesan *build DEM* sendiri dapat dilakukan dengan bantuan *software* berupa perintah *build DEM*. Sama seperti pemrosesan *build dense clouds* dan *build mesh*.

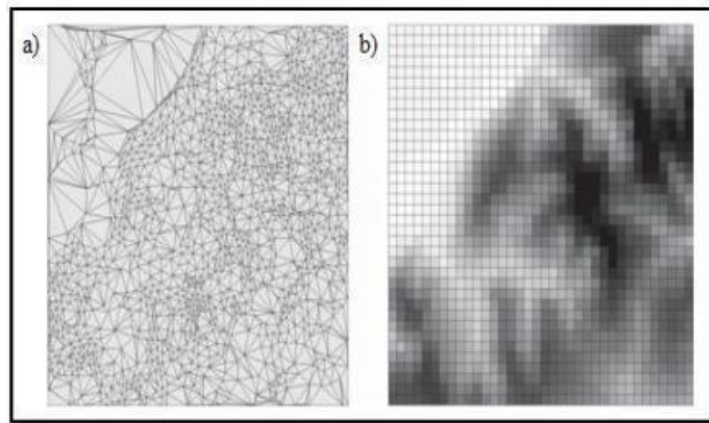


Gambar 2.6 Digital Elevation Model (<https://desktop.arcgis.com/>)

Digital Elevation Model (DEM) merupakan model permukaan bumi yang merepresentasikan permukaan topografi yang mempunyai data ketinggian permukaan tanah. *DEM* terbentuk dari kumpulan array titik-titik tinggi ground point dari point clouds. Definisi lain, menyatakan bahwa *DEM* merupakan suatu file atau database yang menampung titik-titik ketinggian dari suatu permukaan (Martiana, Prasetyo, & Wijaya, 2017).

DEM yang paling sering digunakan adalah grid biasa, jaringan tidak teratur segitiga (*TIN*) dan model garis kontur. Representasi permukaan medan ini memiliki kekuatan dan kelemahan khusus karena asumsi yang berbeda. Keuntungan utama dari *TIN* adalah kemungkinan untuk menghadirkan area pegunungan, relief yang tinggikan permukaan yang kasar sangat tepat. Poin yang menyimpan nilai elevasi ditriangulasi menggunakan kriteria *Delaunay* dan membentuk jaringan segitiga yang tidak beraturan. Karena ketidak beraturannya, algoritma perangkat lunak lebih menuntut dan memakan waktu.

Sebagai perbandingan, model grid karena struktur sederhana mudah direkonstruksi. Namun, kekurangannya yang signifikan adalah menyederhanakan kompleksitas permukaan bumi. Meskipun dataset *TIN* dianggap sebagai representasi yang paling akurat, sebagian besar *DEM* standar telah dihasilkan menggunakan grid karena merupakan pendekatan paling sederhana dan paling efektif dalam hal penyimpanan dan manipulasi data (Liu, 2008 dalam Zietara, 2017).



Gambar 2.7 Digital Elevation Model (<https://www.google.com/>)

Digital Elevation Model khususnya menggambarkan tentang relief medan atau gambaran relief yang disajikan dalam model 3D yang menyerupai keadaan sebenarnya di permukaan bumi yang divisualisasikan dengan bantuan komputer dan software pendukung (Julzarika, 2008).

2.9 Sistem Informasi Geografi (SIG)

Sistem Informasi Geografi (SIG) merupakan sistem berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi – informasi geografis. Sistem informasi geografis dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, serta menganalisis objek-objek dan fenomena - fenomena di suatu lokasi geografis untuk dianalisis. Sistem Informasi Geografis merupakan sistem komputer yang memiliki beberapa kemampuan dalam menangani data yang bereferensi geografis, yaitu:

masuk, keluar, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), serta analisis dan manipulasi data.

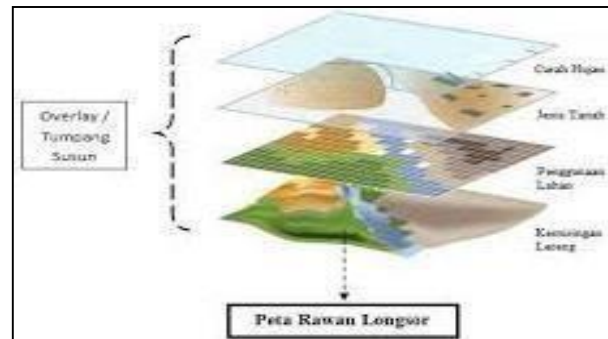
Menurut ESRI tahun 1990, Sistem Informasi Geografis adalah kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografi dan personil yang dirancang secara efisien untuk memperoleh, menyimpan, meningkatkan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografis.

Sistem Informasi Geografis merupakan sistem informasi tentang pengumpulan dan pengolahan data serta penyampaian informasi dalam koordinat ruang yang dilakukan secara manual atau digital. Data yang diperlukan untuk proses merupakan data yang mengacu pada lokasi geografis, yang terdiri dari dua kelompok, yaitu data grafis dan data atribut. Data grafis tersusun dalam bentuk titik, garis, dan poligon. Sedangkan data atribut dapat berupa data kualitatif atau kuantitatif yang mempunyai hubungan satu-satu dengan data grafisnya (Barus et al, 2000).

Dengan mengimplementasikan data penginderaan jauh berupa foto *UAV* dan SIG proses prediksi seperti prediksi bencana longsor pada suatu lokasi tertentu yang dapat ditentukan dengan proses menggabungkan data – data parameter penyebab longsor seperti curah hujan, kelerengan, jenis tanah, dan penggunaan lahan (Arifin, 2006).

2.9.1 Overlay

Overlay merupakan suatu proses analisis dengan menumpuk atau menggabungkan beberapa data seperti data curah hujan, jenis tanah, kelerengan, kesesuaian lahan untuk proses analisis dan pembobotan atau skoring untuk peta yang akan dihasilkan, proses ini biasa disebut *Weighted Overlay Analysis (WOA)*. Analisis ini masuk dalam proses geoprocesing di *ArcGis* (Mayfield, 2015).



Gambar 2.8 Overlay (ejournal.unsrat.ac.id)

Dengan mengkategorikan nilai – nilai dan kesesuaian data yang ada akan memberikan penilaian dari pembobotan yang dilakukan sesuai dengan tujuan atau desain yang menjadi tujuan untuk melakukan proses evaluasi atau analisis dari data (Mayfield, 2015). Overlay merupakan salah satu teknik pengambilan kesimpulan dalam SIG, dengan teknik melakukan penilaian atas skor atau pembobotan pada suatu poligon.

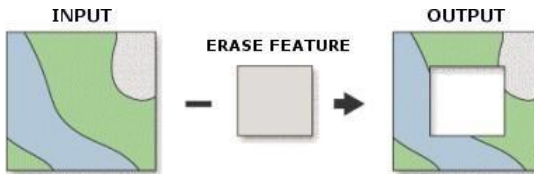
Karena metode overlay menggunakan skor-skor dalam poligon, maka sebelum overlay dilakukan harus terlebih dahulu dilakukan skoring terhadap poligon-poligon tersebut dan data yang di overlay harus benar secara topologi supaya tiap garis dapat bertemu (Maselino, 2002).

Dalam proses overlay berisi beberapa metode yang digunakan untuk menggabungkan, menghapus, memodifikasi, atau memperbaiki fitur untuk menghasilkan fitur-fitur spasial yang baru. Informasi baru yang ada didapatkan saat proses penggabungan antara beberapa data, dalam proses overlay terdapat enam metode dalam proses penggabungan untuk mengidentifikasi hubungan spasial antara data masukan.

Beberapa metode overlay dalam mengidentifikasi hubungan spasial antara data masukan :

2.9.1.1 Erase

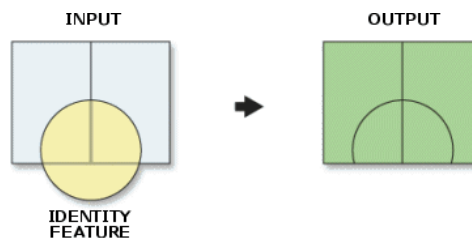
Melakukan analisis overlay pada kelas fitur dengan menghapus kelas fitur yang tumpang tindih pada peta. Metode ini lebih mirip dengan seperti proses clips.



Gambar 2.7 metode *overlay erase* (<http://resources.esri.com.2020>)

2.9.1.2 Identify

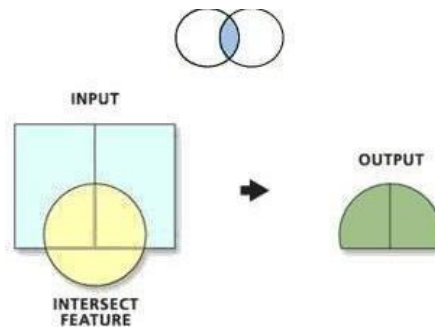
Melakukan analisis overlay pada kelas fitur. Metode ini menggabungkan bagian-bagian dari fitur yang tumpang tindih untuk menciptakan sebuah kelas baru.



Gambar 2.8 metode *overlay identify* (<http://resources.esri.com.2020>)

2.9.1.3 Intersect

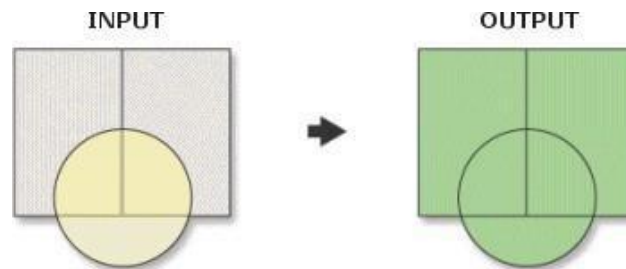
Melakukan analisis overlay pada kelas fitur. Membangun kelas fitur baru dari fitur yang saling berpotongan.



Gambar 2.9 metode *overlay intersect* (<http://resources.esri.com>.2020)

2.9.1.4 Union

Melakukan analisis overlay pada kelas fitur. Metode ini membangun kelas fitur baru dengan menggabungkan fitur dan atribut masing – masing kelas fitur.



Gambar 2.8 metode *overlay union* (<http://resources.esri.com>.2020)

2.7 Skoring dan Pembobotan

2.7.1 Skoring

Skoring merupakan pemberian skor terhadap tiap kelas di masing-masing parameter banjir. Setiap data yang telah melalui tahapan pengolahan awal kemudian dibagi/direklasifikasi kedalam kelas-kelas yang masing-masing mempunyai nilai skor yang menunjukkan skala kerentanan faktor tersebut terhadap kejadian banjir. Skor rendah menandakan kecilnya kemungkinan terjadinya banjir di wilayah tersebut, dan semakin tinggi nilai skor berarti peluang terjadinya banjir semakin besar (Martha, 2011).

Pembagian kelas dalam setiap penelitian dapat berbeda-beda. Pembagian kelas dari setiap parameter yang digunakan secara umum

disesuaikan dengan kelas parameter yang dimiliki oleh daerah yang diamati. Nilai bobot dan skor juga menyesuaikan dengan daerah penelitian yang diamati. Setelah masing-masing kelas parameter diberikan nilai bobot dan skor, semua parameter tersebut ditampilkan. Nilai potensi suatu daerah terhadap longsor ditentukan dari total penjumlahan skor masing-masing parameter longsor.

Tabel 2.1 Skoring kelerengan

(Model Pendugaan Rawan Longsor DVMBG, 2004)

No.	Klasifikasi	Nilai kelerengan	skor
1	Datar	8 %	1
2	Landai	8 – 15 %	2
3	Agak curam	15 - 25 %	3
4	Curam	25 – 45 %	4
5	Sangat curam	>45 %	5

Tabel 2.2 Skoring jenis tanah

(Model Pendugaan Rawan Longsor DVMBG, 2004)

No	Parameter	Jenis Tanah	Skor
1	Jenis Tanah	Alluvial	1
2		Latosol	2
3		Mediteran	3
4		Andosol	4
5		Regosol	5

Tabel 2.3 Penggunaan Lahan

(Model Pendugaan Rawan Longsor DVMBG, 2004)

No	Parameter	Kelas	Skor
1	Penggunaan Lahan	Hutan dan vegetasi	1
2		Perkebunan dan semak belukar	2
3		Perkebunan dan sawah irigasi	3

4		Kawasan industri dan permukiman	4
5		Lahan kosong	5

Tabel 2.4 Curah Hujan
(Model Pendugaan Rawan Longsor DVMBG, 2004)

No	Parameter	Curah hujan	Skor
1	Curah Hujan	<1000	1
2		1000 - 2000	2
3		2000 - 2500	3
4		2500 - 3000	4
5		> 3000	5

Tabel 2.5 Geologi
(Model Pendugaan Rawan Longsor DVMBG, 2004)

No	Parameter	Geologi	Skor
1	Geologi	Alluvial	1
2		Vulkanik	2
3		Sedimen	3
4		Bahan sedimen vulkanik	4

2.7.1 Pembobotan

Pembobotan adalah pemberian bobot terhadap masing-masing parameter dengan didasarkan atas pertimbangan seberapa besar pengaruh masing-masing parameter terhadap kejadian longsor. Penentuan bobot untuk peta rawan bencana longsor didasarkan atas pertimbangan, seberapa besar kemungkinan terjadi longsor yang dipengaruhi oleh setiap parameter geografis yang akan digunakan dalam proses analisa (Purnama, 2008). Setelah masing-masing kelas parameter

diberikan nilai bobot dan skor, semua parameter tersebut ditampilkan atau di *overlay*.

Nilai kerawanan suatu lokasi ditentukan dari total penjumlahan skor masing-masing parameter geografis. Daerah yang sangat berpotensi terhadap kerawanan longsor akan memiliki skor total dengan jumlah paling besar dan sebaliknya daerah yang tidak berpotensi terhadap kerawanan longsor akan mempunyai total skor yang rendah.

Tabel 2.5 Skoring dan pembobotan kelerengan.
(Model Pendugaan Rawan Longsor DVMBG, 2004)

No.	klasifikasi	Nilai kelerengan	skor	Bobot
1	Datar	8 %	1	15 %
2	Landai	8 – 15 %	2	
3	Agak curam	15 - 25 %	3	
4	Curam	25 – 45 %	4	
5	Sangat curam	>45 %	5	

Tabel 2.6 Skoring dan pembobotan jenis tanah
(Model Pendugaan Rawan Longsor DVMBG, 2004)

No	Parameter	Jenin Tanah	Skor	Bobot
1		Alluvial	1	20 %
2		Latosol	2	
3	Jenis Tanah	Mediteran	3	
4		Andosol	4	

5		Regosol	5	
---	--	---------	---	--

Tabel 2.7 Skoring dan pembobotan Penggunaan Lahan
(Model Pendugaan Rawan Longsor DVMBG, 2004)

No	Parameter	kelas	Skor	Bobot
1	Penggunaan Lahan	Hutan dan vegetasi	1	15 %
2		Perkebunan dan Semak belukar	2	
3		Perkebunan dan sawah irigasi	3	
4		Kawasan industri dan permukiman	4	
5		Lahan kosong	5	

Tabel 2.8 Skoring dan pembobotan Curah Hujan
(Model Pendugaan Rawan Longsor DVMBG, 2004)

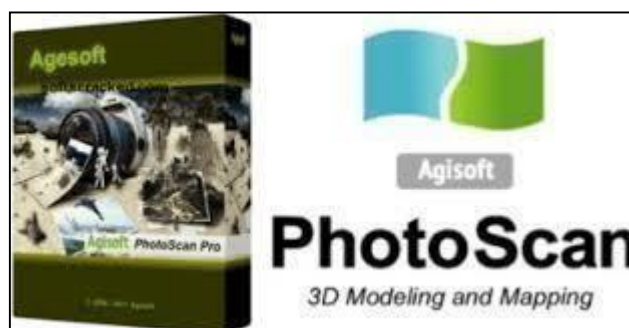
No	Parameter	Jenin Tanah	Skor	Bobot
No	Geologi	Geologi	Skor	20 %
1		Alluvial	1	
2		Vulkanik	2	
3		Sedimen	3	
4		Bahan sedimen vulkanik	4	

Tabel 2.8 Skoring dan pembobotan Curah Hujan
(Model Pendugaan Rawan Longsor DVMBG, 2004)

No	Parameter	Jenin Tanah	Skor	Bobot
1	Curah Hujan	<1000	1	30 %
2		1000 - 2000	2	
3		2000 - 2500	3	
4		2500 - 3000	4	
5		> 3000	5	

2.7 Software Agisoft PhotoScan Professional

Software Agisoft PhotoScan Professional merupakan software pengolahan foto udara yang dikembangkan oleh AgiSoft LLC Suport dari Rusia. Software Agisoft PhotoScan Professional dapat digunakan untuk proses pembentukan *mosaic* dengan pengidentifikasian *tie point* secara otomatis, pembentukan *point cloud* beserta hasil residual hitungan bundle adjustment, pembentukan *DEM* dan *DSM* dari mosaik yang dibentuk. *Point cloud* dalam software ini adalah *tie point* yang secara otomatis dibentuk menjadi model tiga dimensi .



Gambar 2.8 Agisoft PhotoScan Professional (fulldronesolutions.com)

Secara umum point cloud merupakan titik-titik hasil perekaman data DTM ataupun DSM permukaan bumi yang tersusun dengan menggunakan system koordinat tiga dimensi. Titik-titik ini biasanya terdefiniskan dengan koordinat X,Y,Z dan biasanya dimaksudkan untuk memberi gambaran suatu permukaan pada suatu objek.

Point cloud biasanya dihasilkan dari scanner tiga dimensional. *Scanner* ini secara otomatis mengukur serta merekam banyak titik yang terdapat pada suatu objek dan dikeluarkan dalam bentuk data. Kelebihan dari software ini adalah dapat melakukan pengolahan mosaik dalam waktu singkat dengan mosaik yang dihasilkan mempunyai *color balancing* yang baik, dan sambungan antar foto yang tidak terlihat.

Proses ortorektifikasi dilakukan secara otomatis oleh program. Ortorektifikasi ini digunakan untuk menghapus efek kemiringan sumbu dan hasilnya berupa ekuivalen foto tegak. Karena pergeseran letak gambar sehubungan dengan perubahan relief, ekuivalen foto tegak masih mengandung skala yang tidak seragam. Di dalam proses peniadaan pergeseran letak oleh relief pada sembarang foto, variasi skala juga dihapus sehingga skala menjadi sama bagi seluruh foto, hingga mendapatkan hasil orthofoto dengan kualitas data yang baik (Agustina dkk, 2019).

2.8 *System for Automated Geoscientific Analysis (SAGA GIS)*

SAGA (*System for Automated Geoscientific Analyses*) adalah perangkat lunak berbasis SIG yang digunakan untuk mengedit data spasial. Perangkat ini merupakan produk bebas yang berada di bawah linsensi GNU *General Public License* (GPL).



Gambar 2.9 *System for Automated Geoscientific Analysis (SAGAgis.org)*

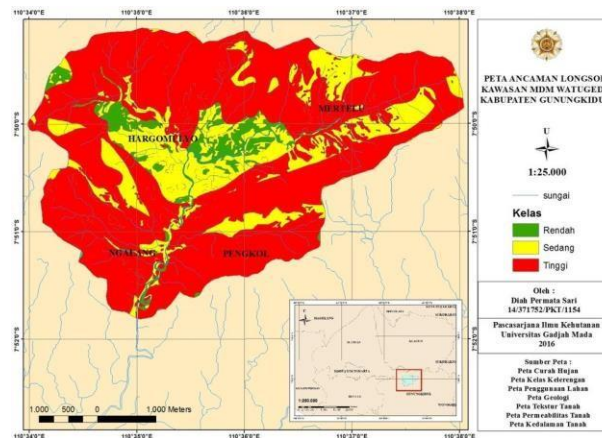
SAGA GIS merupakan perangkat yang mudah di pahami dan dimengerti, perangkat ini hanya memerlukan ruang penyimpanan yang kecil, serta tidak memerlukan proses instalasi yang tidak terlalu rumit, *SagaGis* dapat dijalankan pada operating system windows dan linux .

Berikut beberapa fungsi dari *saga gis* yang umum digunakan : akses file, filter untuk *grid*, *gridding*, *geostatistik*, *grid* kalkulator, *grid* diskritisasi, *grid tools*, klasifikasi citra, proyeksi, simulasi proses dinamis analisis *terrain*, *vector tools*.

2.9 Peta Rawan Longsor

Peta kerawanan longsor dibuat dari beberapa parameter yang digunakan untuk menentukan kerawanan dari parameter yang akan digunakan. Dalam penelitian ini menggunakan parameter data curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng, dan tutupan lahan

Setelah diperoleh parameter – parameter tanah longsor kemudian dilakukan pemberian skor pada masing-masing kelas dan bobot pada masing-masing parameter kemudian di *overlay* dan analisa daerah potensi longsor didasarkan pada nilai total skor pada masing-masing area.



Gambar 2.10 Peta rawan longsor (Permata Diah, 2016)

Penetapan tingkat kerawanan daerah kejadian longsor di daerah penelitian didasarkan kepada model pendugaan kawasan rawan tanah longsor oleh Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi atau DVMBG (2004).

Rumus perhitungan skor dan bobot parameter data model pendugaan kawasan rawan tanah longsor oleh Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi atau DVMBG (2004). :

$$\text{Skor} = (30 \% \times \text{faktor kelas curah hujan}) + (20\% \times \text{geologi}) + (20 \% \times \text{faktor kelas jenis tanah}) + (15\% \times \text{penggunaan lahan}) + (15 \% \times \text{kelerengan}).$$

