

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tempat Pembuangan Akhir

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No.18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, TPA merupakan salah satu tempat untuk memproses atau mengembalikan sampah ke media lingkungan secara aman bagi manusia dan lingkungan masyarakat. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) adalah tempat yang dapat digunakan untuk menyimpan dan memusnahkan suatu sampah dengan cara tertentu sehingga dampak-dampak negatif yang ditimbulkan kepada lingkungan masyarakat dapat dihilangkan atau dikurangi (Neoloka, 2008 dalam Hamsah, 2017). Sampah masih mengalami proses penguraian secara alamiah dengan jangka waktu yang cukup panjang. Beberapa jenis sampah dapat terurai secara cepat, sementara yang lain lebih lambat; bahkan ada beberapa jenis sampah yang tidak berubah sampai puluhan tahun; misalnya plastik, yang dimana hal tersebut dapat memberikan gambaran bahwa setelah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) selesai digunakan masih ada proses yang berlangsung dan menghasilkan beberapa zat yang dapat mengganggu lingkungan (Damanhuri, 2008 dalam Hamsah, 2017).

Pembuangan akhir yaitu suatu proses terakhir dimana semua sampah yang dari seluruh titik pengumpulan yang dibuang atau dikumpulkan. dengan tujuan dari pembuangan akhir tersebut adalah untuk memusnakan sampah di suatu Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dengan melakukan proses atau sistem tertentu sehingga tidak seminimal mungkin dapat menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitar baik setelah dilakukan pengolahan maupun tidak (Irawan, 2011 dalam Wibowo, 2011).

Tempat pembuangan akhir (TPA) yaitu suatu area yang dapat melakukan menampung berupa sampah dari hasil pengangkutan dari Tempat Penampungan Sementara (TPS), maupun langsung dari sumbernya (bak atau tong sampah) dengan tujuan yang akan mengurangi permasalahan kapasitas maupun timbunan sampah yang ada dimasyarakat. Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), sampah juga masih mengalami proses penguraian secara alamiah dengan jangka waktu yang cukup panjang (Suryono 2010 dalam Baba, 2020).



Gambar 2.1 TPA Bujangga (Sumber: Foto Udara Peneliti)

2.2 Sampah

Menurut UU Nomor 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, menyebutkan bahwa sampah merupakan permasalahan nasional sehingga dalam pengelolaannya perlu di lakukan secara komprehensif dan terpadu dari hulu ke hilir sehingga dapat memberikan manfaat secara ekonomi, sehat bagi masyarakat, dan aman bagi lingkungan, serta dapat mengubah perilaku masyarakat.

Menurut definisi *World Health Organization* (WHO) sampah merupakan sesuatu jenis yang tidak dapat digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang dan tidak dapat digunakan kembali yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya (Chandra, 2006 dalam Dobiki, 2018). Undang-Undang Pengelolaan Sampah Nomor 18 tahun 2008 menyatakan sampah yaitu sisa kegiatan manusia sehari hari dan dari proses alam yang berbentuk padat.

Berdasarkan SK SNI tahun 1990, sampah adalah limbah yang bersifat padat yang terdiri dari zat organik dan zat anorganik yang dianggap tidak dapat berguna lagi dan harus dikelola agar tidak dapat membahayakan dan melindungi infestasi pembangunan (Subekti, 2009 dalam Dobiki, 2018).



Gambar 2.2 Sampah TPA Bujangga Kabupaten Berau (Renata, 2022)

Menurut Damanhuri (2010), Tempat Pembuangan Akhir (TPA) mempunyai beberapa karakteristik sampah yaitu:

1. Karakteristik Fisik yaitu berupa kadar abu, kadar volatile, berat jenis, kadar air, nilai kalor, dan distribusi ukuran.
2. Karakteristik kimia yaitu khususnya yang menggambarkan susunan kimia, Karakteristik sampah dapat mempengaruhi oleh faktor yang diakibatkan bertambahnya jumlah penduduk, pertumbuhan ekonomi yang pesat, pendapatan masyarakat, dan perubahan musim.

2.3 Fotogrametri

Fotogrametri merupakan suatu ilmu seni dan teknologi perolehan informasi suatu obyek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman foto udara, pengukuran, dan penafsiran foto udara (Thomson dan Gularso, 1980). Fotogrametri berasal dari kata *photos* (sinar), *gramma* (sesuatu yang tergambar) dan *metron* (mengukur). Secara sederhana maka fotogrametri dapat diartikan sebagai "pengukuran secara grafis dengan menggunakan

sinar", dari definisi tersebut dapat dimengerti bahwa fotogrametri meliputi (Wolf, 1983 dalam Herjuno, 2013).

1. Perekaman objek (pemotretan)
2. Pengukuran gambar objek pada foto udara
3. Pemotretan hasil ukuran dijadikan bentuk yang bermanfaat (Peta)

Fotogrametri adalah ilmu untuk memperoleh informasi dari suatu objek melalui proses pencatatan, pengukuran, dan interpretasi fotografis sehingga meliputi aspek-aspek geometrik dari pemotretan foto udara seperti sudut, jarak, koordinat, dan sebagainya merupakan faktor utama. Hasil dari fotogrametri adalah foto udara.

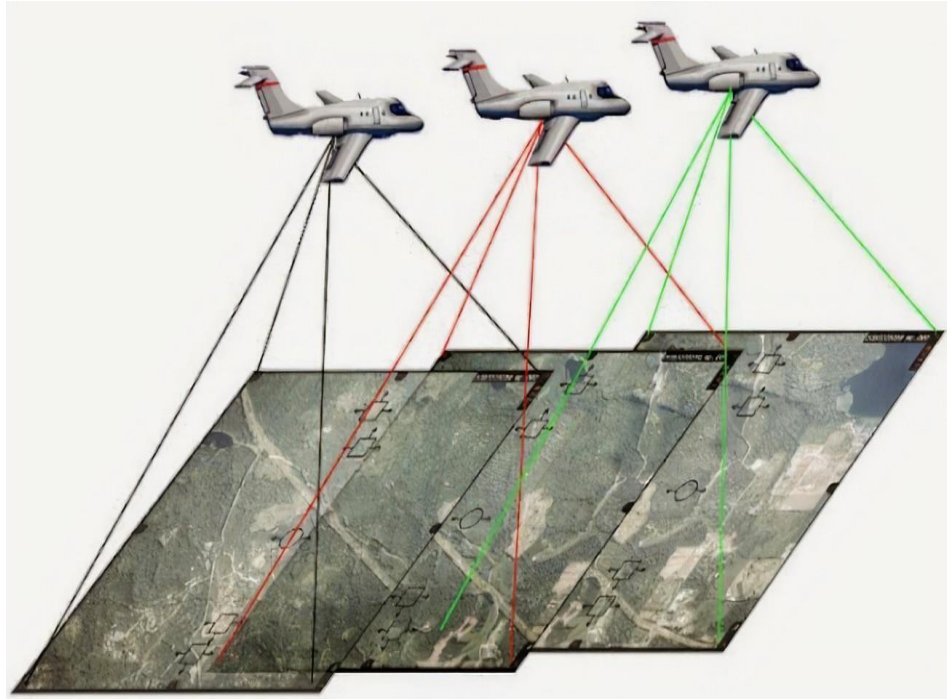
Fotogrametri merupakan seni, ilmu, dan teknologi untuk memperoleh informasi terpercaya tentang suatu objek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambaran fotografik dan pola radiasi energi elektromagnetik yang terekam dalam foto udara (Wolf, 1989 dalam Ahmad, 2017).

Fotogrametri yaitu seni dalam pengetahuan dan teknologi untuk memperoleh suatu informasi yang terpercaya tentang suatu obyek fisik suatu keadaan permukaan bumi di sekitarnya melalui proses perekaman. Pengamatan atau pengukuran dan interpretasi citra fotografis atau rekaman gambar gelombang elektromagnetik. Definisi fotogrametri di atas mencakup bidang kajian yaitu, Fotogrametri metrik terdiri dari pengukuran cermat berdasarkan foto dan sumber informasi lain yang pada umumnya digunakan untuk menentukan lokasi relatif titik-titik. Dengan demikian dimungkinkan untuk memperoleh ukuran jarak, sudut, luas, volume, elevasi, ukuran dan bentuk objek. (Santoso, B, 2001 dalam Ahmad, 2017).

2.4 Foto Udara

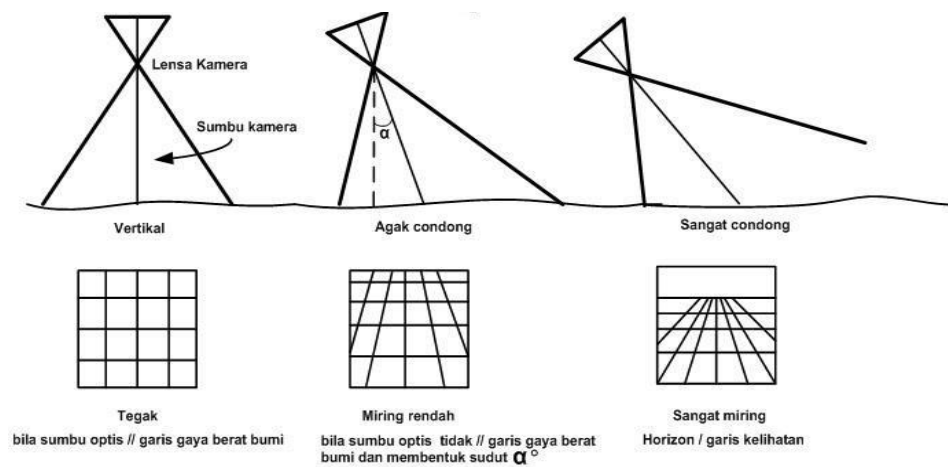
Foto udara adalah citra yang direkam dari suatu udara untuk mendapatkan sebuah informasi terhadap suatu gambar dari permukaan bumi dengan memanfaatkan wahana pesawat terbang atau *drone* dengan ketinggian dan memanfaatkan kamera tertentu. Adapaun menurut jenisnya, foto udara terdiri menjadi sebuah foto yaitu foto tegak dan foto miring. Yang dimana foto udara tegak adalah sebuah foto yang diperoleh dari hasil pemotretan foto yang dimana pada saat pengambilan foto tersebut sumbu kamera berada dalam posisi tegak lurus dengan permukaan bumi. Sedangkan foto miring adalah foto yang diperoleh dari hasil pemotretan foto yang di mana pada saat pengambilan foto tersebut sumbu kamera berada

dalam posisi miring. Dari kedua Jenis foto udara tersebut yang digunakan untuk keperluan pemetaan adalah foto udara tegak (Kemala, 2017).



Gambar 2.4.1 Foto Udara (Wolf, 1993 dalam Petrus, 2019)

Foto udara dikategorikan sebagai foto udara tegak (vertikal) dan foto udara condong. yang disebut dengan foto miring adalah sumbu kamera yang sengaja diarahkan menyudut terhadap sumbu vertikal. Sedangkan Foto udara vertikal adalah apabila sumbu kamera pada saat melakukan pemotretan benar-benar vertikal atau sedikit miring tidak lebih dari 3° . Untuk foto miring, berikut batasan antara kedua jenis foto tersebut, secara umum foto yang digunakan untuk peta adalah foto tegak (Arry, 2010 dalam Kemala, 2017)



Gambar 2.4.2 Jenis Foto Udara (Wolf, 1993 dalam Ahmad, 2017)

2.5 UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*)

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah sistem tanpa awak atau *Unmanned System*, yaitu suatu sistem yang berbasis elektron mekanik yang dapat memenuhi misi-misi pemotretan terprogram, dengan berbagai karakter yang dilakukan dalam beroperasi pada saat pemotretan foto udara dengan autopilot (Wikantika, 2009 dalam Kemala 2017). Terdapat kriteria dalam melakukan pemetaan *Drone* yaitu sebagai berikut:

1. **Kamera**
Kamera sebagai mata untuk membantu navigasi pilot pada saat melakukan penerbangan *drone* dan pada saat pengambilan sebuah data pemotretan data.
2. **Remote Control**
Remote control berperan untuk membantu jalannya proses pilot dengan mengendalikan pergerakan *drone* selama dilakukannya pemotretan foto udara.
3. **Ground Station**
Ground station atau *gadget* berfungsi untuk memantau secara aktual dilapangan oleh kamera yang berbentuk ponsel pintar, dan dapat menjalankan perangkat lunak dengan melakukan perencanaan jalur terbang.
4. **Autopilot System**
Autopilot system adalah Sebuah perangkat lunak yang dapat membantu untuk melakukan perencanaan sebuah jalur terbang saat melakukan pemetaan.

5. Perangkat Lunak Pemetaan

Perangkat lunak berfungsi untuk melakukan pengolahan hasil pemotretan dari foto udara yang di dapat dari *drone*, menjadi hasil karya dua dimensi.

6. GPS

GPS berfungsi untuk mengetahui posisi *drone* pada saat melakukan pemotretan baik secara autopilot maupun manual *remotely*.



Gambar 2.5 DJI Phantom 4 Pro Multirotor (Rizqi, 2018 dalam Martinus 2017)

2.6 Penerbangan Drone

1. Persiapan Drone

- Memahami komponen yang dimiliki oleh *drone* dan fungsi-fungsi yang harus dipahami
- Pasang baling-baling secara tepat, baik kekiri (CCW) maupun kekanan (CW).
- Cek koneksi, *transciever*, pemasangan batre, *axis* gimbal, *memory card* maupun kamera.
- Pastikan semua dalam keadaan dan kondisi yang benar dan kokoh sebelum melakukan hal selanjutnya.
- “*Check* semua kondisi dalam kondisi normal dan full *charge*” (baling baling / *propeller*, *battery*, *remote* dan *aircraft*).

2. *Pre Flight*

- Pastikan lokasi aman tidak berbahaya, bukan *restrice area*/ area terlarang idealnya.
- Tidak ada bangunan tinggi ataupun pohon yang tinggi / mengganggu.
- Jauh dari barang² yang mengganggu frekuensi radio, misalnya listrik / logam.
- Gunakan lapangan sepakbola ataupun taman yang tak terhalang atau rimbun dengan pohon-pohon.

3. *Calibrate Compas*

Tunggu singnal GPS Signal GPS akan sangat membantu pesawat untuk stabil dan dalam kondisi tertentu bisa melakukan *safety landing*.

4. Kalibrasi Gimbal

- Jaga ketinggian sampai 150 m ikuti peraturan pemerintah dan menjaga hal hal yang tidak diinginkan ketinggian bisa di set sehingga dapat mengukur sampai hanya 150 m dari posisi terbang.
- Tetap Terlihat Pastikan *drone* tetap terlihat meski hanya bisa melihatnya di smartphone ataupun gadget kamu karena *drone* bisa sampai lebih dari 2000 meter dari lokasi awal.
- Pegang kendali Meskipun Phantom menggunakan signal GPS dan tentunya cukup aman untuk terbang, atau bahkan menggunakan auto *take off* dan landing pastikan tangan kita tetap memegang kendali.

2.7 ArcGIS

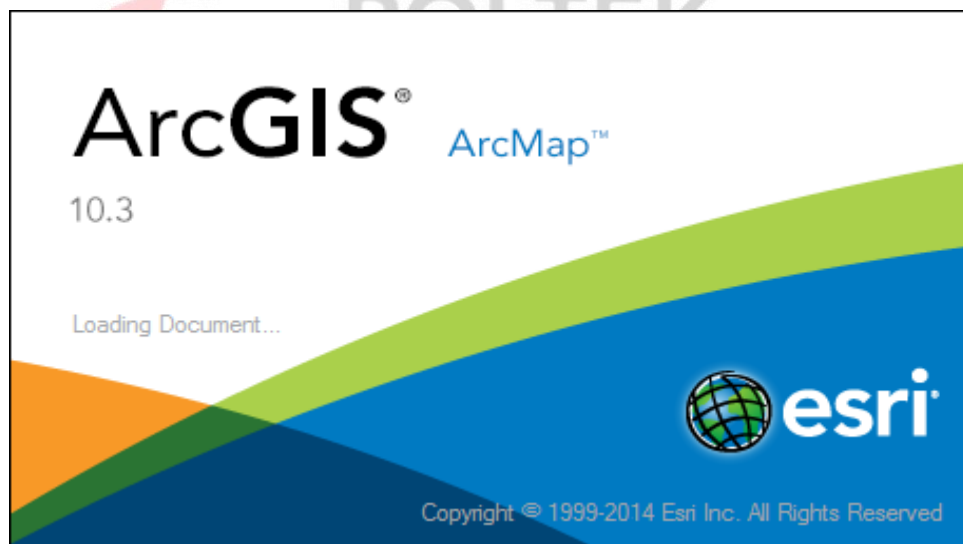
ArcGIS merupakan salah satu perangkat lunak yang dikembangkan oleh ESRI (*Environment Science & Research Institue*) yang merupakan kompilasi fungsi dari berbagai perangkat lunak GIS yang berbeda seperti halnya yaitu, GIS *desktop*, *server*, dan GIS berbasis web. Perangkat lunak tersebut mulai dirilis oleh ESRI Pada tahun 1999. Produk yang utama dari ArcGIS adalah ArcGIS *desktop*, dimana ArcGIS *desktop* merupakan perangkat lunak GIS profesional yang komprehensif dan dikelompokkan atas tiga komponen yaitu: ArcView, ArcEditor dan ArcInfo (Siregar, 2014 dalam Ranius, A. 2009).

ArcGis yaitu sebuah solusi *software* (perangkat lunak) aplikasi sistem informasi geografis (SIG) yang integral. Didalam ArcGis terdapat beberapa aplikasi sistem informasi geografis yang memiliki fungsi berbeda-beda. Di antaranya adalah ArcView, ArcMap, ArcCatalog dan ArcReader.

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah sebuah sistem yang didesain dapat menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisa, mengatur dan menampilkan seluruh jenis data

geografis. Sistem Informasi Geografis merupakan suatu sistem informasi yang dapat dirancang untuk bekerja dengan data yang bereferensi spasial atau berkoordinat geografi suatu SIG adalah suatu sistem basis data dengan kemampuan khusus untuk menangani suatu data yang bereferensi keruangan (spasial) bersamaan dengan seperangkat operasi kerja (Sustanugraha, 2013 dalam Baba, 2020).

Menurut (Irwansyah Edy 2013 dalam Baba, 2020) Akronim GIS sebagai istilah untuk *Geographical Information Science* atau *Geospatial Information Studies* yang merupakan suatu ilmu studi atau pekerjaan yang dapat berhubungan dengan *Geographic Information System*. Dalam pengertian sederhana sistem informasi geografis dapat disimpulkan sebagai gabungan kartografi, analisis statistik dan teknologi sistem basis data (*database*).



Gambar 2.6 ArcGIS

2.8 Agisoft Photoscan

Agisoft PhotoScan merupakan sebuah perangkat lunak yang dapat mengimplementasikan titik dalam mosaik dalam pembuatan *Digital Surface Model* (DSM) secara otomatis. Agisoft PhotoScan adalah *Software* pengolahan foto udara yang dibuat oleh perusahaan Agisoft LLC, yang dimana *Software* tersebut didirikan sejak tahun 2006 sebagai perusahaan penelitian yang inovatif dengan *focus* pada teknologi visi komputer, secara intensif melakukan R & D dengan keahlian dalam algoritma *Software* tersebut pengolahan citra dengan teknik fotogrametri digital. Agisoft Photoscan dapat dilakukan untuk memenuhi pengolahan secara *mosaic*

dengan mengidentifikasi *tie point* secara otomatis dan penyusunan *point cloud* dari hasil residual pada perhitungan *bundle adjustment*, pembuatan *Digital Elevation Model* (DEM) dari mosaik yang dibentuk. *Point cloud* dalam *tie point* dibentuk menjadi tiga dimensi. Secara umum *point cloud* merupakan titik hasil pemotretan atau perekaman foto udara dengan objek permukaan bumi yang menggunakan sistem koordinat tiga dimensi. Koordinat X Y Z atau titik-titik dan dimaksudkan untuk memberikan berupa gambaran suatu informasi yang terdapat dipermukaan bumi pada suatu objek (Muklas, 2014 dalam Petrus, 2019).

Agisoft PhotoScan memiliki kelebihan untuk melakukan pengerjaan sebuah data *mosaic* dalam waktu yang cukup singkat dengan *mosaic* yang dihasilkan mempunyai warna *balancing* yang cukup baik dan sambungan

antara foto digital yang tidak terlihat. Dalam Proses orthorektifikasi dilakukan secara otomatis oleh program. Orthorektifikasi digunakan untuk menghapus efek dari hasil kemiringan sumbu dan hasilnya berupa ekuivalen foto digital tegak. Yang terdapat beberapa pergeseran antara letak gambar dengan perubahan relief, ekuivalen foto digital tegak masih menyimpan skala yang tidak seragam, sehingga di dalam proses pemindahan atau pergeseran letak oleh relief pada sembarang foto digital, sehingga skala menjadi sama bagi seluruh foto digital (Muklas, 2014 dalam Petrus, 2019).

Software tersebut juga dapat membangun suatu obyek 3D dari pengolahan data foto 2D. Adapun Langkah dalam pembuatan 3D sebagai berikut (Noviandka, 2020 dalam Petrus, 2019):

1. *Import Foto*

Import foto yaitu tahapan awal untuk mengimport hasil pemotretan foto udara yang sudah tersimpan pada disk untuk melihat informasi yang diolah di *Software* Agisoft PhotoScan.

2. *Align Foto*

Align foto untuk melakukan penanda sebuah titik-titik yang terdapat pada masing-masing dalam sebuah foto udara dan melakukan proses *matching* titik titik yang sama pada dua foto atau lebih. Proses pembentukan hasil pemodelan 3D awal pengolahan foto di Agisoft PhotoScan. Pemasangan titik-titik *Ground Control Point* dilakukan pada tahapan setelah proses align foto, yaitu pemasangan titik-titik yang sudah mempunyai koordinat sehingga nilai (*Root Mean Square Error*) nilainya dapat diketahui.

3. *Build Dense Cloud*

Build Dense Cloud merupakan gabungan antarsuatu titik-titik pada jumlah foto yang cukup banyak sehingga pada proses pemotretan foto udara menggunakan sebuah *drone*.

4. *Build Mesh*

Build Mesh adalah penggolongan *mesh* untuk menciptakan keluaran utama dari proses pengolahan pada Agisoft Photoscan dengan pemodelan 3D yang nantinya akan dipergunakan untuk melakukan pembuatan DEM, DSM, DTM, ataupun *Orthophoto* dan *Mesh* yang lain juga nantinya dapat diekspor kedalam *Software* pengerjaan lain contohnya yaitu, *Sketcup*, ArcGIS, AutoCAD.

5. *Build Texture*

Build Texture adalah pengolahan tekstur pemodelan 3D dari sebuah kenampakan yang terdapat pada perekaman foto udara pada saat pemotertan.

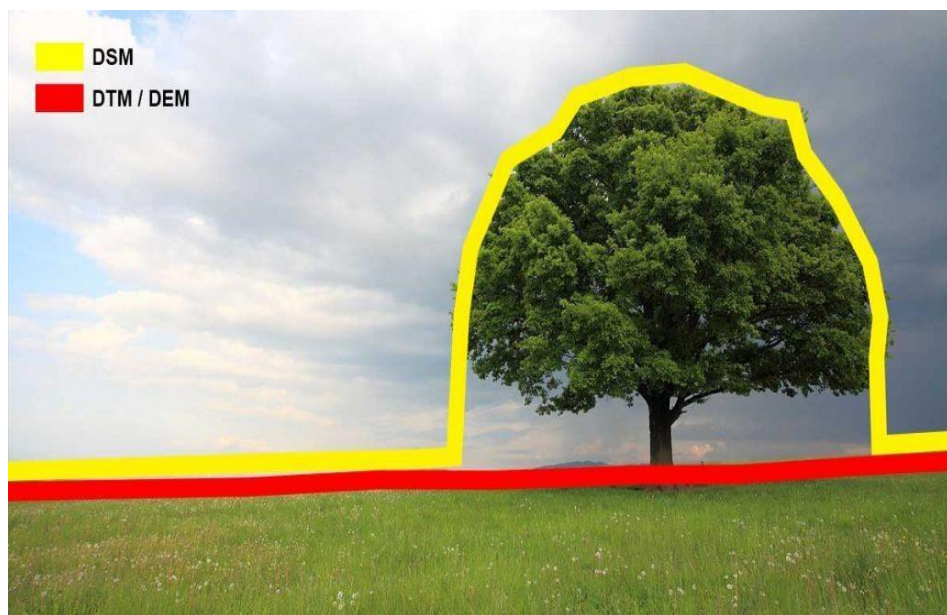


Gambar 2.7 Agisoft Photoscan

2.9 DEM

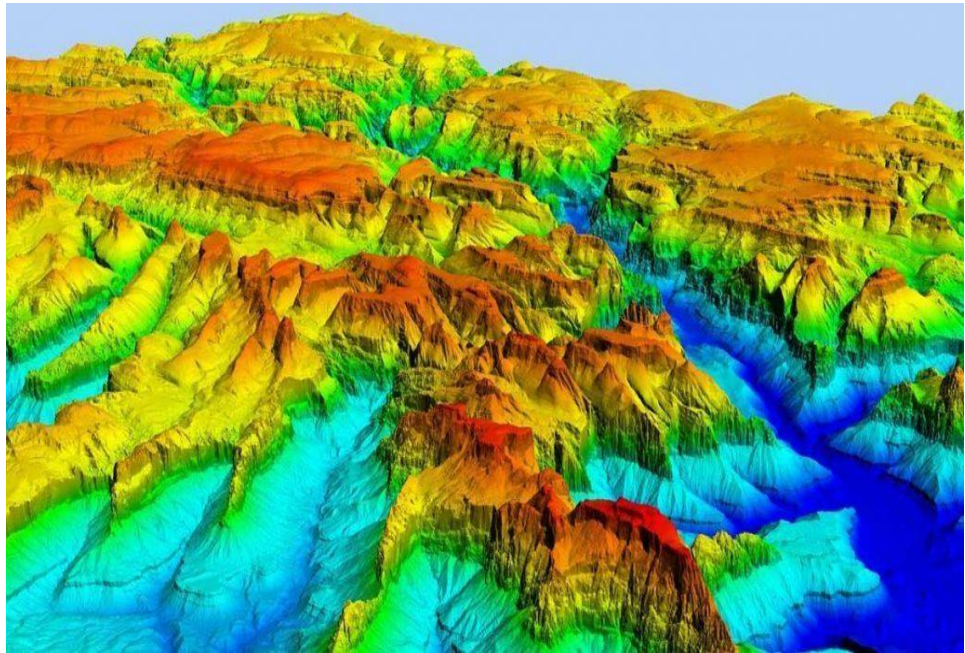
DEM (*Digital Elevation Model*) yang mempunyai beberapa pengertian yang ada pada dasarnya yang mempunyai suatu arti yang sama. *Digital Elevation Model* merupakan data digital yang dapat menggambarkan sebuah geometri dari bentuk suatu permukaan bumi dan posisi yang terdiri dari kumpulan suatu titik-titik koordinat hasil dari permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat. Model DEM ini dapat dibentuk berdasarkan titik-titik koordinat yang kemudian dihubungkan dengan segitiga tidak beraturan yang mempunyai *texture*, sehingga dapat merepresentasikan permukaan suatu

objek permukaan yang dimodelkan. DEM terbagi menjadi dua yaitu DSM dan DTM. *Digital Terrain Model* (DTM) yaitu gambaran dari permukaan bumi digital dari permukaan tanah tanpa ada bangunan di atasnya. Sedangkan dengan *Digital Surface Model* (DSM) adalah suatu permukaan digital yang mengaplikasikan permukaan bumi beserta bangunan dan pepohonan di atas permukaan tanah (Tempfli, 1991 dalam Kurniawan, 2019).

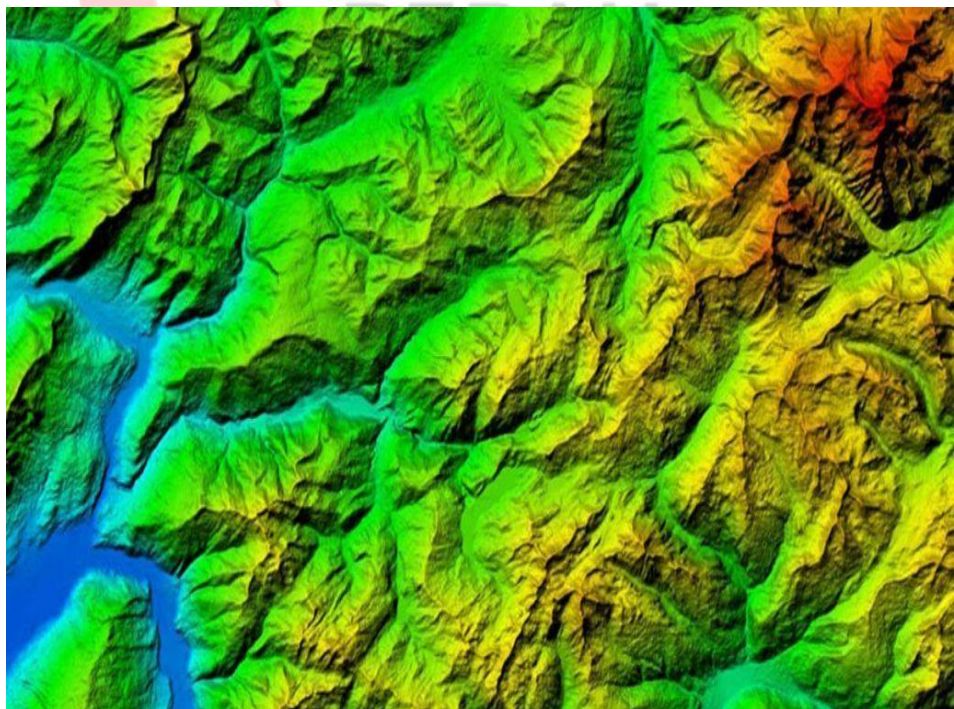


Gambar 2.8 1 Perbedaan DEM, DTM dan DSM (GISGeography,2022)

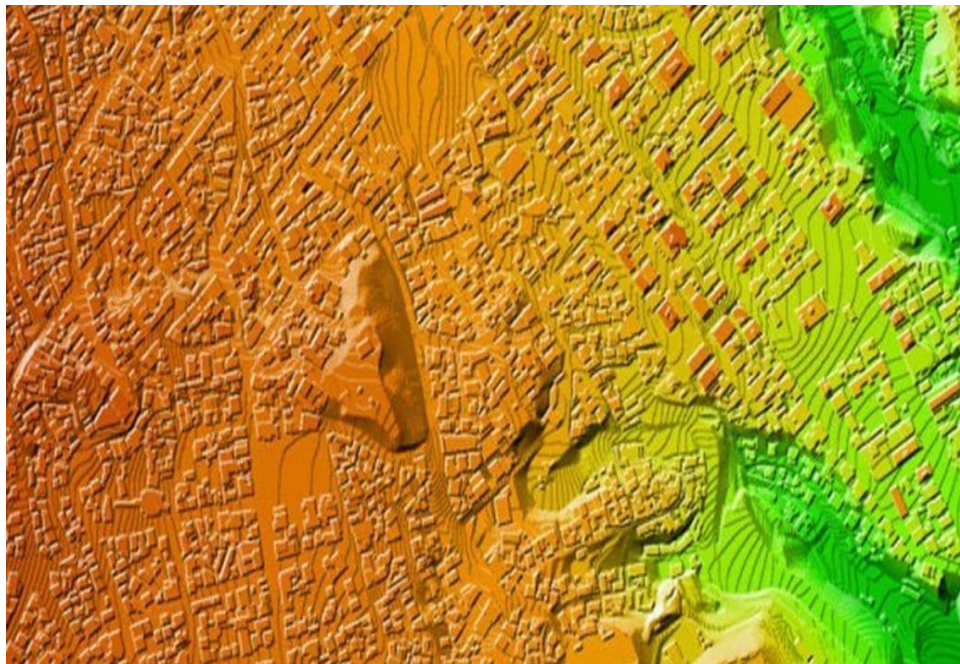
**POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL**



Gambar 2.8 2 DEM (GISGeography, 2022)



Gambar 2.8 3 DTM (GISGeography, 2022)

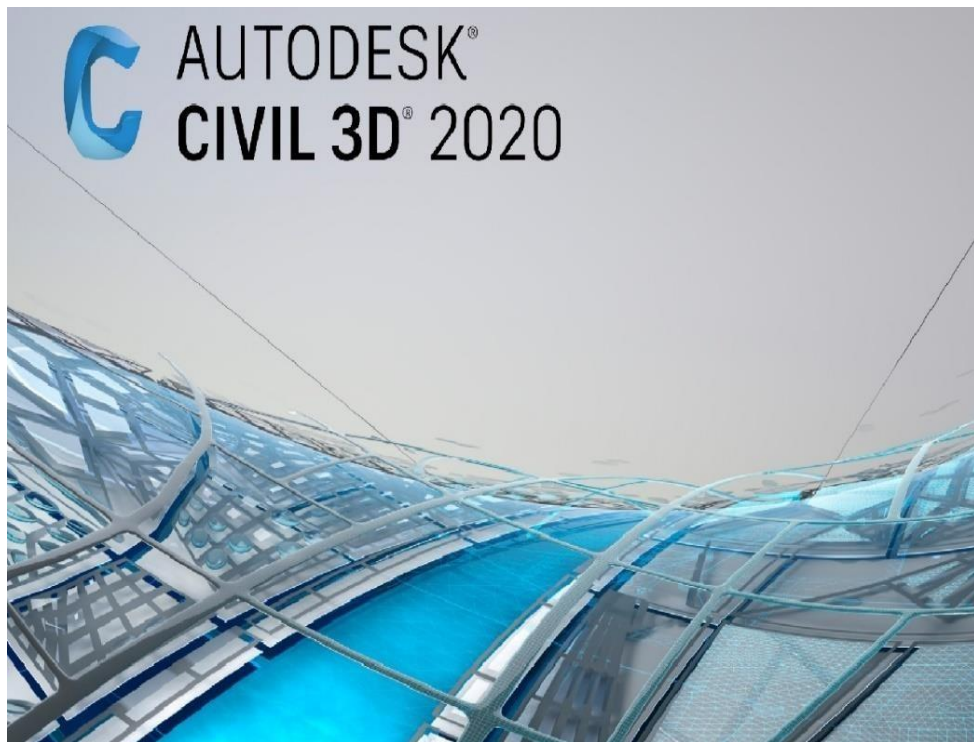


Gambar 2.8 4 DSM (GISGeography, 2022)

2.10 AutoCAD

AutoCad Civil 3D merupakan sebuah perangkat untuk mendesain dan dokumentasi proyek infrastruktur yang dikembangkan dalam Autodesk. Sehingga AutoCAD Civil 3D V 2019 atau perangkat tersebut merupakan perangkat lunak dari bagian dari BIM (*Building Information Modelling*) yang akan menjawab sebuah sanggahan yang dikembangkan dari suatu jaman yang dapat menyelesaikan suatu pemodelan *relative* cepat dalam pekerjaan desain. Posisi AutoCAD Civil 3D dalam skema aplikasi BIM (Ariyanto, 2021).

AutoCAD Civil 3D banyak digunakan untuk melakukan sebuah pemodelan dalam perangkat yang dapat menganalisis terhadap desain dan berbagai jenis proyek infrastruktur seperti sipil, jalan raya, bangunan air, bandara, dan pengembangan lahan. AutoCAD Civil 3D dapat membantu para profesional infrastruktur untuk mengembangkan dalam penyelesaian proyek, analisa data dalam proses yang lebih konsisten, dan merespons lebih cepat terhadap perubahan proyek, semua dalam lingkungan AutoCAD (Ariyanto, 2021).



Gambar 2.9 AutoCAD Civil 3D

2.11 Volume

Volume merupakan kapasitas penghitungan seberapa banyak ruang yang terdapat dalam suatu objek. Objek yang berupa benda yang beraturan ataupun benda yang tidak beraturan. (Departemen PU, 2009 dalam Dea 2018) Timbulan sampah yaitu volume sampah yang didapatkan dari seluruh jenis sumber sampah di suatu wilayah tertentu persatuan waktu. Timbulan sampah sangat dibutuhkan untuk melakukan atau menentukan dan mendesain peralatan yang digunakan dalam transportasi sampah, fasilitas *recovery material*, dan fasilitas Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

Volume dimanfaatkan untuk penentuan massa jenis suatu benda. Sedangkan menurut kamus Sains (Martin, 2012 dalam Ridho, 2020), volume adalah suatu ruangan yang ditempati oleh suatu benda yang dimana setiap bangun ruang memiliki isi yang dimuat oleh bangun ruang tersebut. Baik padat maupun kosong/hampa, bangun ruang tersebut tetap mempunyai isi. Dalam bahasa sains, isi yang memenuhi bangun ruang ini disebut juga sebagai volume.