

2019

PEMETAAN MENGGUNAKAN **UAV**

Penyusun:

1. Komang Sri Hartini ST., M.Sc
2. Bramantiyo Marjuki, S.Si. M.P.W.K
3. Sri Astutik S.Kom
4. Rr.Sekartaji Rarasati Prananingtyas, A.md
5. Sugeng Riyadi Wijanarko, S.Si
6. Muhammad Rasyid Ridha, ST
7. Rizki Ananda, S.Si



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
SEKRETARIAT JENDERAL
PUSAT DATA DAN TEKNOLOGI INFORMASI
BALAI PEMETAAN DAN INFORMASI INFRASTRUKTUR

DAFTAR ISI

Tutorial 1 Teknik Fotogrametri dan UAV.....	2
1.1. Teknik Fotogrametri	2
1.2. Pengenalan UAV	4
1.2.1. Cara Pemotretan UAV untuk Pemetaan.....	5
1.2.2. Setting UAV/Drone.....	5
1.2.3. Setting Drone Deploy	10
 TUTORIAL 2 Pengolahan Data UAV.....	 15
2.1. Konfigurasi Software Agisoft Photoscan	15
2.2. Import Foto dan Rekonstruksi Jalur Terbang.....	16
2.3. Kalibrasi Kamera	17
2.4. Align Foto	18
2.5. Inspeksi Kualitas Foto.....	21
2.6. Optimasi Alignment	22
2.7. Filtering Sparse Point Clouds.....	24
2.7.1 Reconstruction Uncertainty	24
2.7.2 Projection Accuracy.....	25
2.7.3 Penajaman Nilai Akurasi Titik Ikat	26
2.7.4 Input Ground Control Points/Markers dan Scale Bars.....	26
2.7.5 Reprojection Error.....	27
2.7.6 Image Count	27
2.8. Pembangunan Dense Point Clouds	28
2.9. Pembangunan Model 3D (Mesh)	29
2.10. Pembuatan Texture.....	31
2.11. Pembuatan DEM	32
2.12. Pemisahan DTM dan DSM.....	34
2.13. Ekstraksi Garis Kontur Ketinggian.....	37
2.14. Pembuatan Orthofoto	38
2.15. Batch Processing.....	39
 TUTORIAL 3 Pengolahan dan Tampilan Data.....	 41
3.1. Digitasi On Screen.....	41
3.1.1. Digitasi Objek Titik	41
3.1.2. Digitasi Objek Garis.....	43
3.1.3. Digitasi Objek Luasan.....	45
3.2. Simbolisasi.....	47
3.2.1. Simbolisasi Titik	47
3.2.2. Simbolisasi Garis	49
3.2.3. Simbolisasi Luasan	51
 TUTORIAL 4 Geovisualisasi 3 Dimensi	 53
4.1. Pembentukan Hillshade dan TIN	53
4.1.1. Pembentukan Hillshade	53
4.1.2. Pembentukan TIN	54
4.2. Geovisualisasi 3 Dimensi di ArcMap	55
4.3. Geovisualisasi 3 Dimensi di ArcScene.....	56
 TUTORIAL 5 Pemanfaatan UAV Untuk Pemetaan Bencana	 58
5.1 Pemetaan Kerusakan Bangunan/Permukiman	58
5.2 Pemetaan Area Longsor Jalan	60
5.3 Pemetaan Perubahan Garis Pantai Akibat Tsunami	62

TUTORIAL 1

Teknik Fotogrametri dan UAV

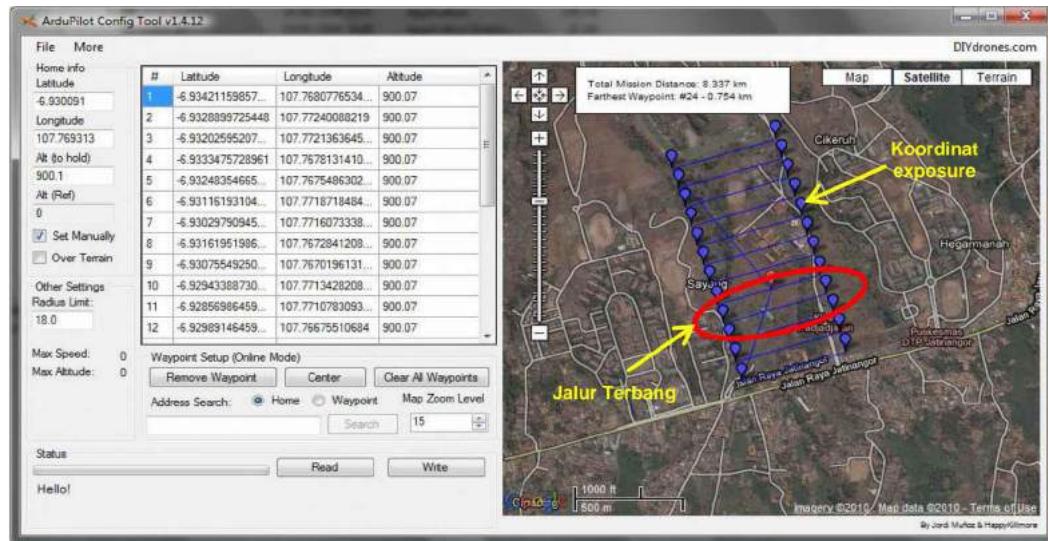
Pemetaan digital adalah suatu proses pembuatan peta dimana proses pengumpulan, pengolahan, penyimpanan dan penyajian datanya dilakukan secara digital. Pemetaan melibatkan aspek perangkat keras, perangkat lunak dan personil untuk melakukan keseluruhan proses tersebut.

Proses pengumpulan data dapat dilakukan dengan beberapa teknik yaitu: pengukuran teristris, pengukuran dengan Global Positioning System (GPS), fotogrametris dan remote sensing dimana data yang dikumpulkan dapat berupa data digital maupun *hardcopy*. Proses pengolahan data merupakan proses untuk mengolah data-data hasil pengumpulan atau pengukuran di lapangan menjadi data yang dapat disajikan sesuai dengan kebutuhan pengguna sedangkan proses penyajian data merupakan proses untuk menampilkan data hasil pengolahan menjadi sumber informasi dalam proses pengambilan keputusan sedangkan proses penyimpanan data merupakan proses perekaman data ke dalam media penyimpanan seperti server, hardisk maupun DVD room.

1.1. Teknik Fotogrametri

Fotogrametri merupakan ilmu, seni dan teknik untuk memperoleh data dan informasi tentang suatu objek atau fenomena melalui proses pencatatan, pengukuran dan interpretasi foto udara sedangkan pemetaan fotogrametri merupakan proses pemetaan objek – objek di permukaan dengan menggunakan foto udara yang bertampalan (*overlap*) sebagai media, dimana proses interpretasi dan pengolahan geometri dilakukan untuk menghasilkan peta orthofoto dan peta garis. Dalam pembuatan peta orthofoto dan peta garis dengan geometri dan skala yang benar maka dilakukan proses restitusi foto udara secara tunggal (rektifikasi) maupun secara stereo (orthofoto), dimana proses ini memerlukan titik-titik referensi yang diketahui koordinatnya.

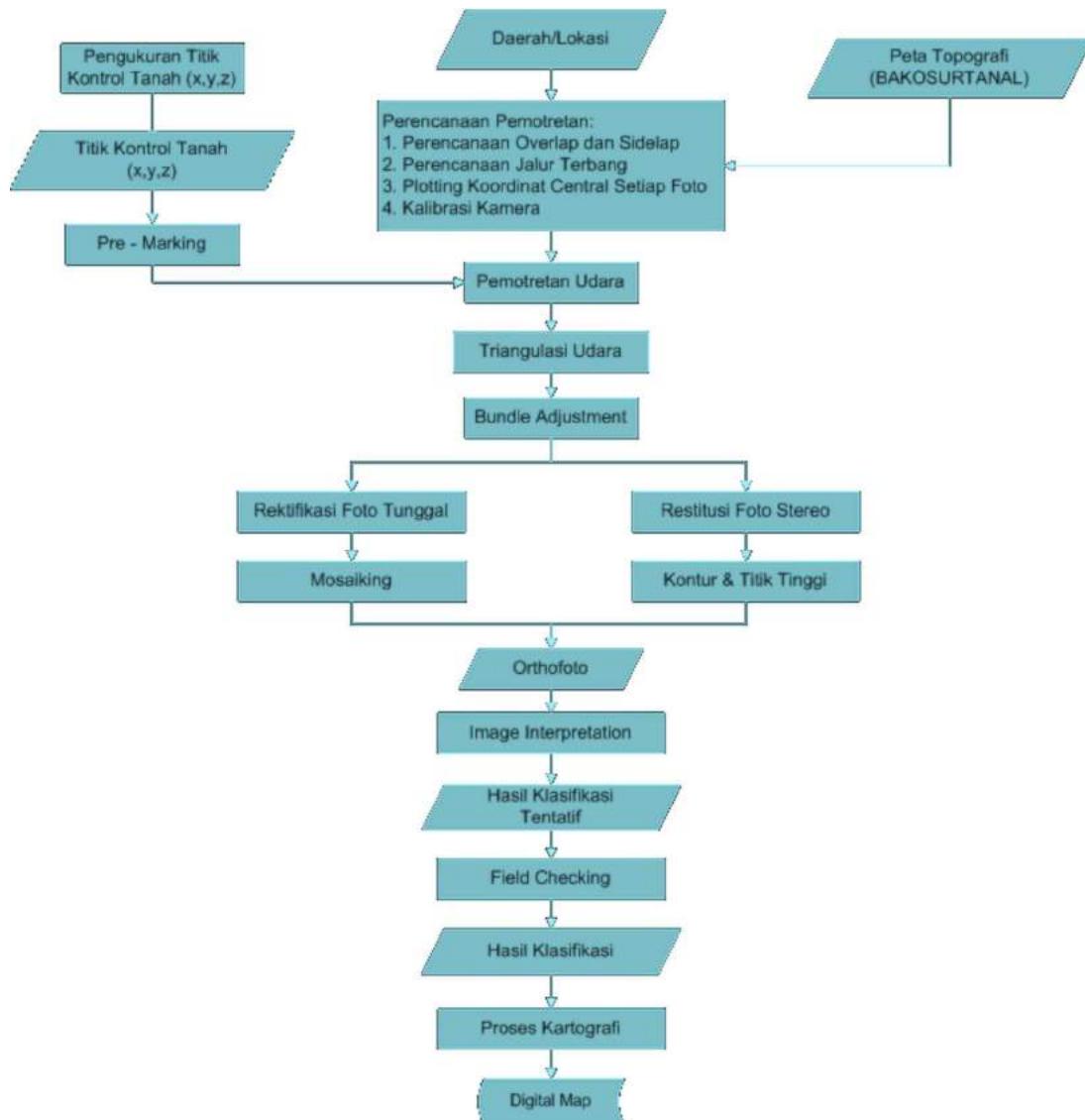
Dewasa ini, proses pemotretan foto udara dilakukan dengan menggunakan UAV (Unmanned Aerial Vehicle) dengan kamera digital ber GPS yang dapat dikontrol melalui piranti lunak perencanaan pemotretan (lihat Gambar 1.1). Proses pemotretan tersebut menghasilkan foto udara format kecil (Small Aerial Photo Format) bertampalan dengan masing-masing foto berkoordinat untuk selanjutnya disusun menjadi mozaik foto (lihat Gambar 1.2). Kemudian SAPF yang dihasilkan diolah dengan menggunakan piranti lunak pengolahan fotogrametri seperti Summit Evolution, Pix4D atau Agisoft Photoscan. Proses pemetaan fotogrametris secara singkat dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.1. Proses Perencanaan Jalur Terbang



Gambar 1.2. Proses Pemotretan dan Mozaik Foto



Gambar 1.3. Proses Pemetaan Fotogrametri

1.2. Pengenalan UAV

Unmanned Aerial Vehicle (UAV), atau pesawat tanpa awak (nir awak) adalah sebuah mesin terbang yang dikontrol melalui pengendali jarak jauh atau pesawat yang terbang secara mandiri berdasarkan program yang dimasukkan ke dalam pesawat sebelum terbang. Pesawat ini bisa digunakan kembali dan mampu membawa muatan baik senjata maupun muatan lainnya.

Pemanfaatan UAV dibidang pemetaan sangat menjanjikan, antara lain: pemetaan daerah irigasi, pemetaan di daerah perkotaan, pemetaan untuk penyajian model 3 dimensi yang memungkinkan pengguna untuk melakukan perhitungan volume material atau pemetaaan berskala besar lainnya.

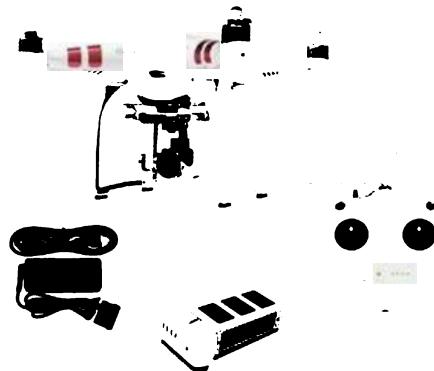
1.2.1. Cara Pemotretan UAV untuk Pemetaan

Pemanfaatan UAV untuk pemetaan dapat dilakukan melalui kombinasi antara kontrol jarak jauh maupun melalui program yang dimasukkan ke dalam pesawat. Namun, sebelum melakukan proses pengambilan gambar terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain:

1. Posisi kamera harus vertikal (tegak lurus permukaan bumi)
2. Ketinggian terbang pesawat, akan berpengaruh terhadap kedekatan objek yang dapat diidentifikasi di dalam foto udara yang dihasilkan
3. Overlap antar foto, yang terbagi atas overlap depan (antar foto dalam jalur terbang) dan overlap samping (antar foto antar jalur terbang)
4. Ketersediaan sumber tenaga selama proses pemotretan yang telah diprogram berlangsung

1.2.2. Setting UAV/Drone

Persiapan UAV untuk pemetaan meliputi dua tahapan, yang terbagi dalam persiapan UAV dan koneksi piranti lunak ke UAV. Dalam modul ini proses persiapan UAV disusun dengan menggunakan DJI Phantom 3 Std.



Gambar 1.4. Perlengkapan DJI Phantom 3 Standard

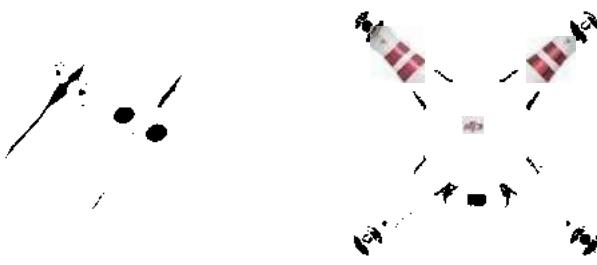
Persiapan

Tahapan persiapan meliputi persiapan kamera, pemasangan propeller dan pengecekan daya baterai serta pemasangan baterai

1. Lepaskan Pengaman Gimbal dan Kamera
2. Tarik pengaman kamera dengan cara menggesernya ke sebelah kanan. Kemudian lepaskan pengaman kamera depan.



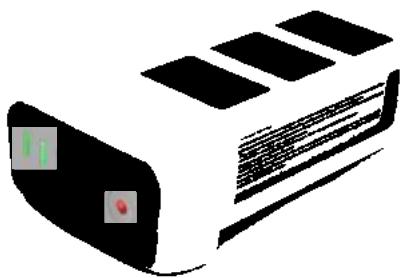
3. Pasang baling-baling (propeller) sesuai dengan tanda yang ada pada baling-baling (hitam atau putih). Pada bagian atas baling-baling terdapat 2 tanda yaitu putih dan hitam yang masing-masing tanda tersebut menunjukkan bahwa pemasangan baling-baling harus sesuai pada tempatnya di bagian drone. Pastikan pemasangan sudah sesuai dengan tandanya untuk menghindari lepasnya baling-baling pada saat terbang



(a)

(b)

4. Pasang baterai. Sebelum dipasang pada badan pesawat, harus dilakukan pengecekan daya untuk menghindari kehilangan daya pada saat wahana terbang. Tekan pada tombol satu kali untuk mengetahui indikator baterai. Untuk kepentingan pemetaan pastikan baterai terisi penuh, kemudian pasang batere pada wahana.



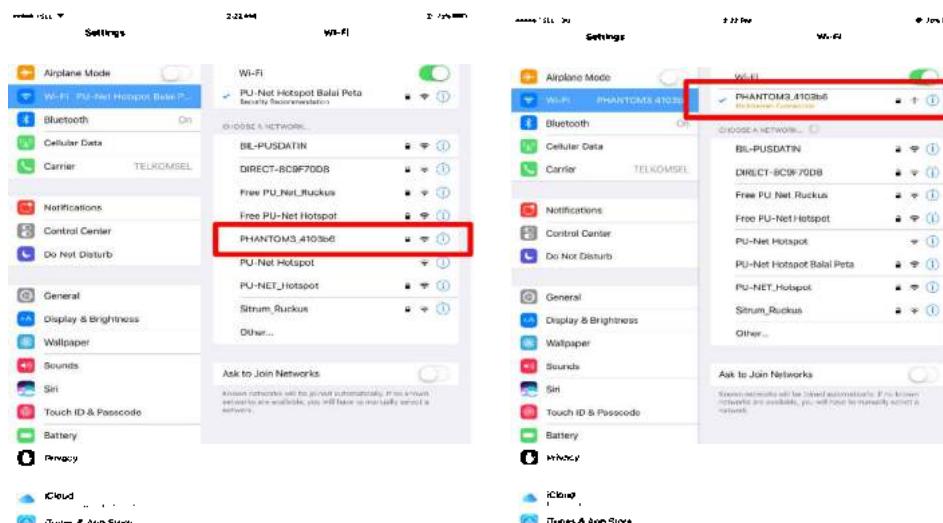
Koneksi Piranti Lunak ke UAV

1. Check Baterai Remote Control (RC), Baterai Tablet / Ipad, dan Baterai UAV (Usahakan semuanya dalam keadaan penuh)
2. Nyalakan remote control terlebih dahulu sebelum menyalakan baterai UAV, dan pasang Tab/Ipad pada tempatnya. Pastikan kedua toggle pada posisi kebawah.



		<p>Toggle the S1 switch back and forth multiple times to regain the control of the aircraft during Failsafe RTF.</p> <p>Toggle the S1 switch back and forth for more than 3 times to calibrate the aircraft's compass.</p> <p>Toggle the S1 switch to position 1 to enable P-Mode, to position 2 to enable A-Mode, and to position 3 to enable F-Mode.</p>
		<p>Toggle the S2 switch back and forth at least twice to initiate Smart RTF. Use the S2 switch and the gimbal dial to link with the aircraft; and reset the WiFi password. Refer to Linking the Remote Controller on page 24 and Resetting the WiFi Video Downlink on page 26 for more details.</p>

3. Setelah remote dinyalakan, untuk menghubungkan dengan Tab/Ipad, nyalakan fasilitas wifi pada perangkat Tab/Ipad dan koenksikan dengan wifi Phantom 3 Standar (Phantom 3 Standar menggunakan fasilitas wifi untuk koneksi dengan perangkat Tab/Ipad)



4. Aktifkan aplikasi DJI-GO pada perangkat Tab/Ipad untuk menghubungkan perangkat UAV dengan Tab/Ipad

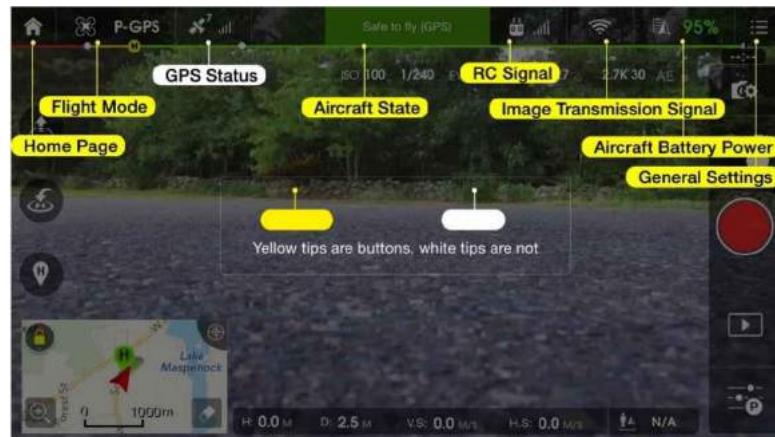


5. Pilih perangkat drone yang akan digunakan.

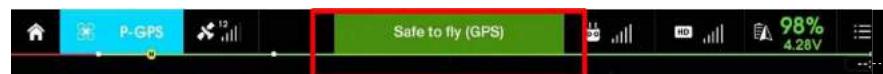


6. Setelah terkoneksi, perhatikan beberapa indikator yang tampil di layar.

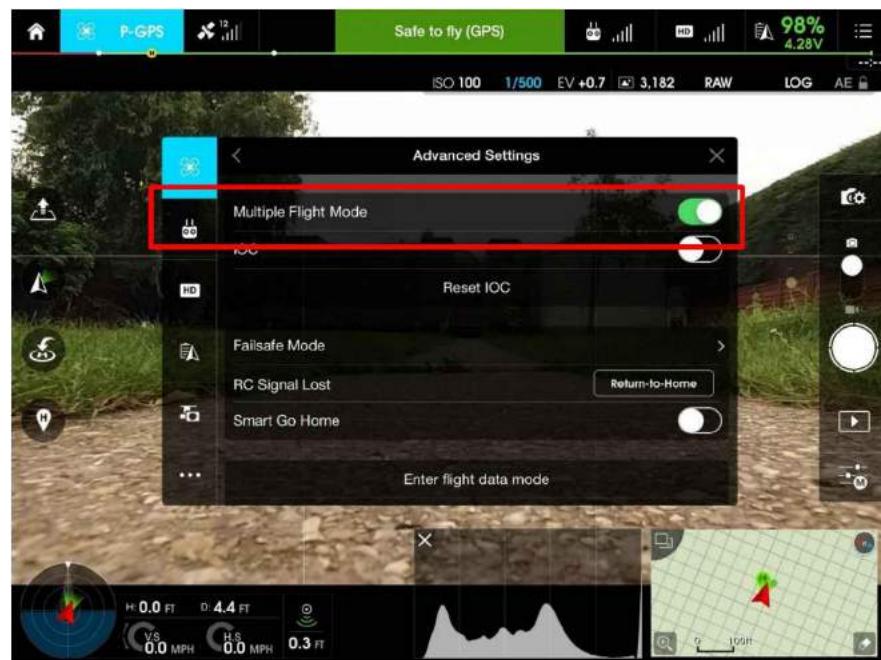




7. Jika sudah masuk tampilan aplikasi DJI GO, pastikan anda memperoleh keterangan Safe to Fly (GPS) dengan warna kotak Aman untuk terbang yakni berwarna hijau bila anda sedang berada di luar Ruangan (Outdoor).



8. Jika wahana drone akan digunakan untuk mengambil gambar pemetaan menggunakan aplikasi Drone Deploy, pada tampilan Advance Setting, posisi Multiple Flight Mode harus dalam keadaan aktif.



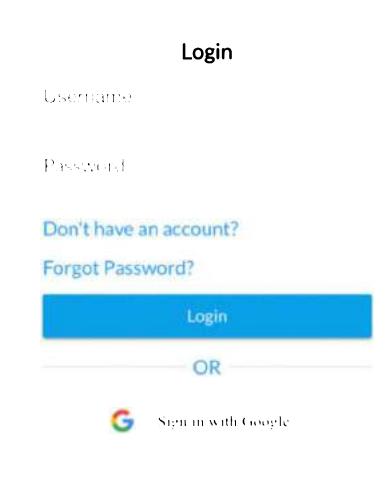
1.2.3. Setting Drone Deploy

Aplikasi Drone Deploy digunakan untuk merencanakan penerbangan dan pemotretan secara otomatis tanpa campur tangan pilot.

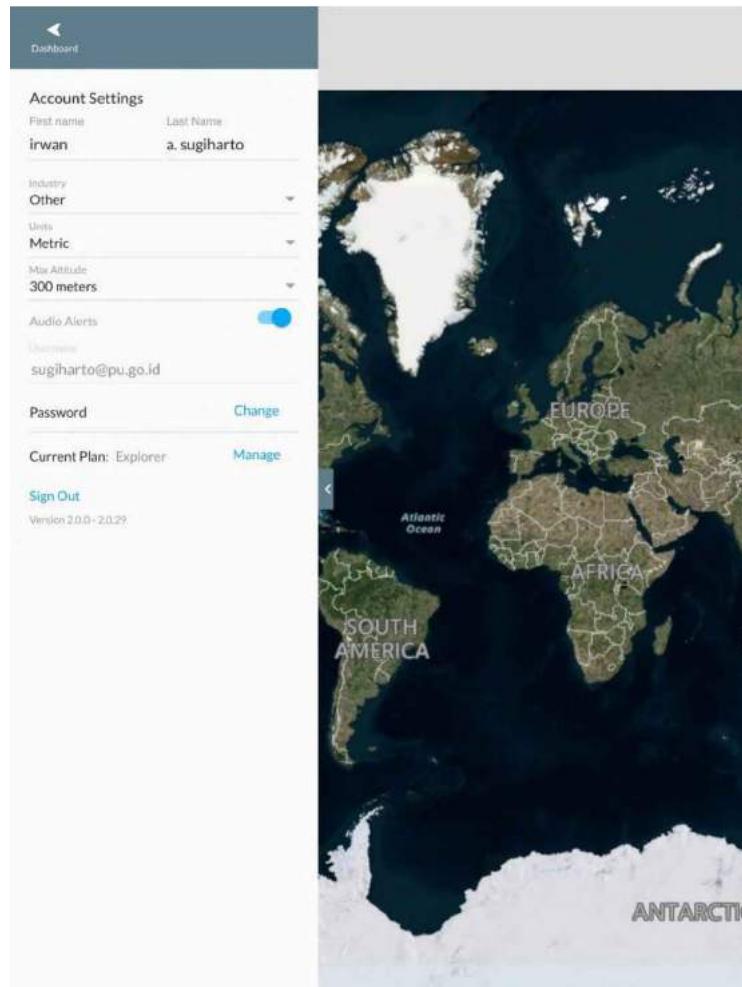
1. Unduh dan Install aplikasi Drone Deploy yang terdapat di App Store atau Android App sesuai dengan perangkat yang anda pakai (Tablet atau Ipad).
2. Jalankan aplikasi Drone Deploy yang telah anda install



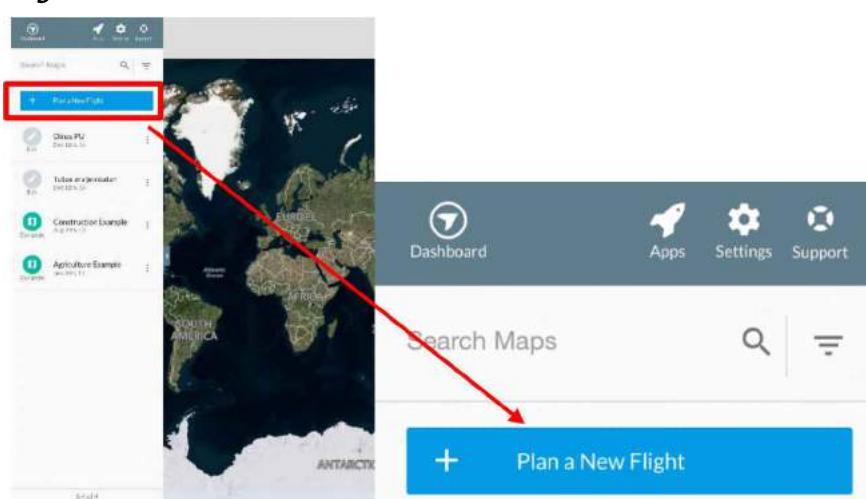
3. Buat akun untuk bisa masuk ke aplikasi Drone Deploy



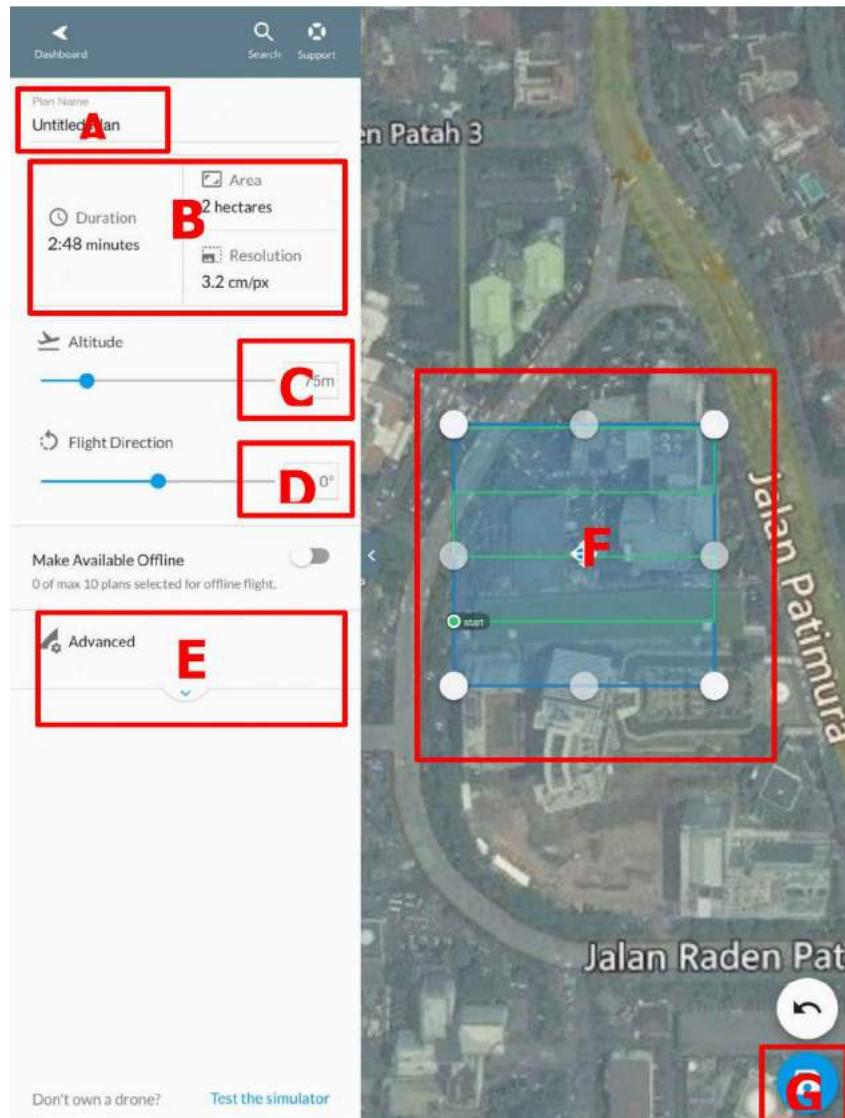
4. Setelah masuk kedalam aplikasi Drone Deploy, klik menu *Setting*. Pada pilihan Max Altitude, pilih ketinggian maksimum pada angka 300 m, atau disesuaikan dengan ketinggian yang diinginkan. Setelah selesai, kembali ke menu semula.



5. Untuk memulai membuat rencana terbang kawasan yang akan dipetakan, klik *Plan a New Flight*



6. Pada tampilan selanjutnya lakukan beberapa langkah berikut



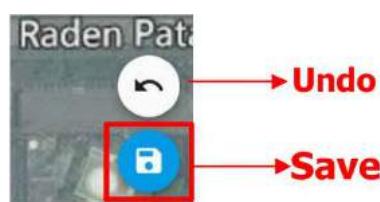
- A. Plan Name: Masukkan nama untuk rencana terbang
- B. Duration: menunjukkan waktu yang diperlukan oleh wahana drone untuk menyelesaikan pengambilan gambar peta daerah yang telah ditentukan
Area: menunjukkan luas daerah yang dipetakan
Resolution: menunjukkan besaran pixel hasil gambar yang dipetakan
- C. Altitude: masukkan ketinggian wahana drone untuk mengambil gambar daerah yang akan dipetakan
- D. Flight Direction: Menunjukkan arah terbang wahana drone.
- E. Advance: Sideplap dan Frontlap menunjukkan besaran overlapping setiap gambar yang diambil oleh wahana drone. Penjelasan lengkapnya pada gambar berikut.



- F. Lokasi yang akan dipetakan sudah muncul otomatis pada saat aplikasi Drone Deploy dijalankan. Area yang akan dipetakan ditandai dengan area berwarna biru, sedangkan garis-garis hijau menunjukkan jalur terbang wahana drone.

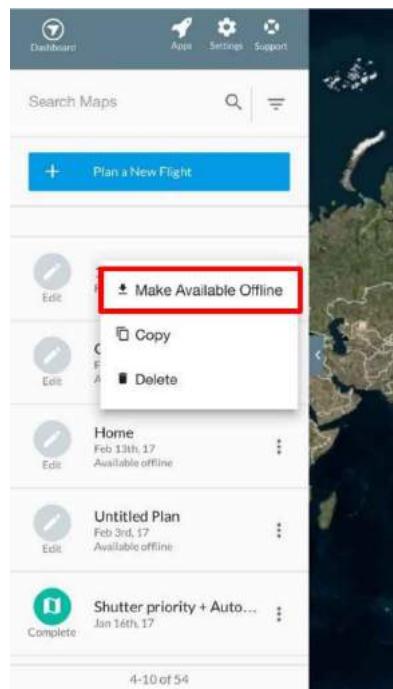


- G. Setelah semua selesai, klik gambar disket pada pojok kanan bawah untuk menyimpan semua settingan.



7. Pada DJI Phantom 3 Standar, koneksi antara wahana drone dengan perangkat tablet/Ipad dihubungkan dengan menggunakan fasilitas Wifi, sehingga perangkat Tablet/Ipad tidak dapat terkoneksi dengan internet pada saat yang bersamaan. Oleh

sebab itu gunakan fasilitas Offline untuk mengunduh wilayah yang akan dipetakan. Pada tampilan dashboard pilih menu Make Available Offline pada file yang telah dibuat diatas.



- Setelah file selesai di unduh hubungkan kembali wahana drone dengan perangkat Tablet/Ipad menggunakan fasilitas Wifi.



- Setelah semua siap, drone mulai dijalankan dengan menekan gambar pesawat pada pojok kanan bawah Drone Deploy.



TUTORIAL 2

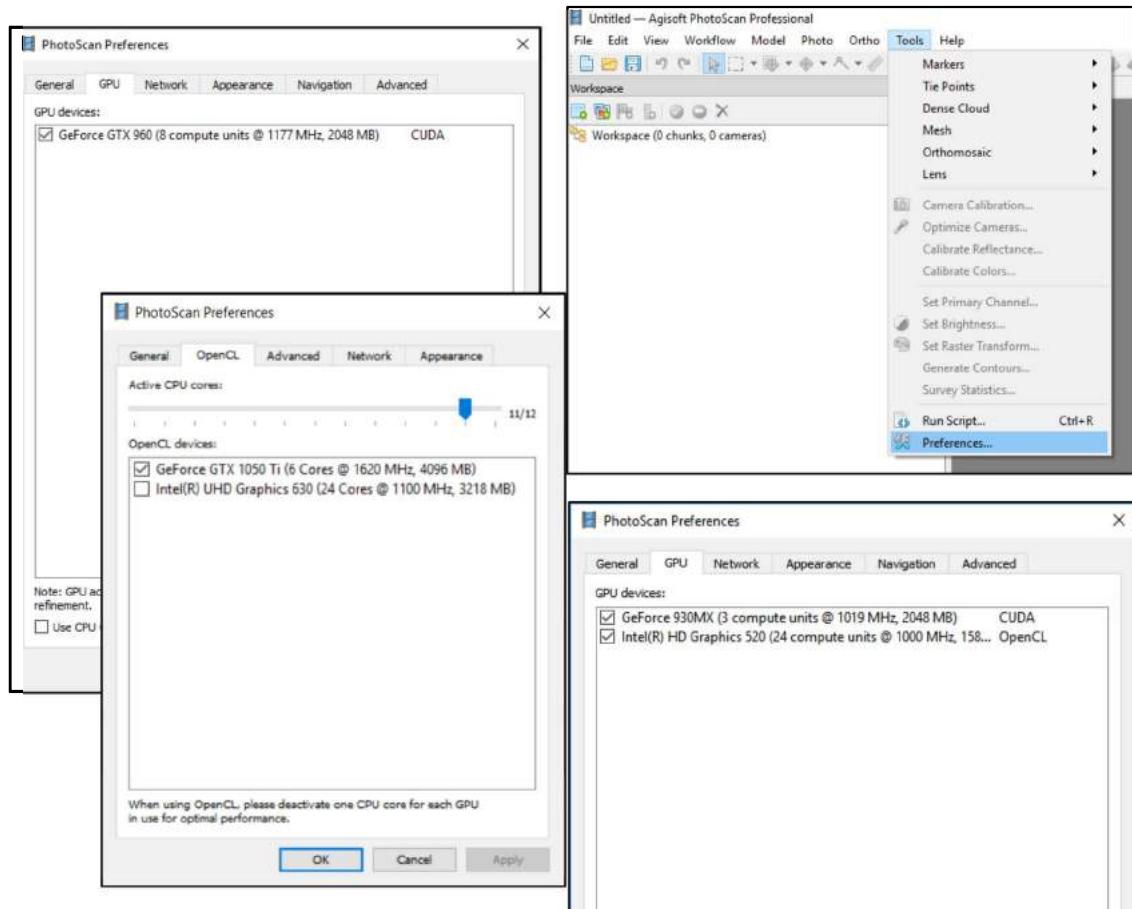
Pengolahan Data UAV

Data hasil pemotretan dengan UAV dapat diolah menjadi mosaik foto dan DEM dengan menggunakan piranti lunak Agisoft Photoscan melalui beberapa tahapan antara lain: import foto dan rekonstruksi jalur terbang, align foto, pembangunan dense point, pembangunan model 3D, pembuatan teksture, pembuatan DEM dan Orthofoto.

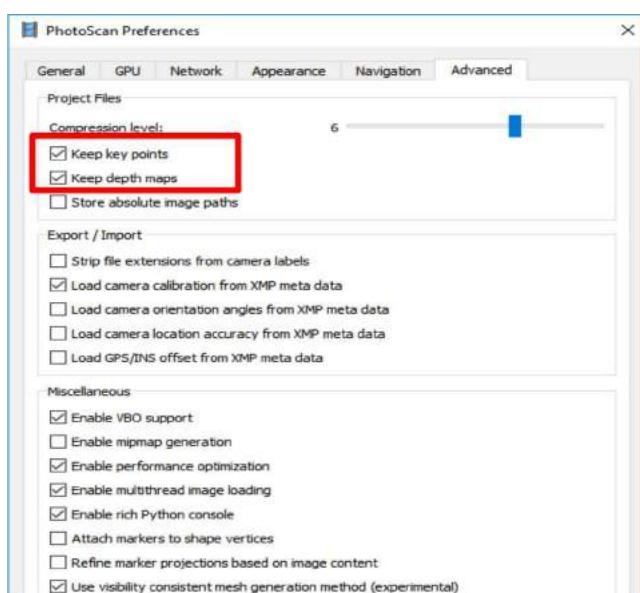
2.1. Konfigurasi Software Agisoft Photoscan

Untuk memaksimalkan kemampuan komputer dalam mengolah foto udara hasil survei, konfigurasi GPU (VGA) dan CPU (Processor) perlu diatur terlebih dahulu. Secara umum, penggunaan GPU lebih diutamakan daripada penggunaan CPU. GPU yang mensupport CUDA (Video Card NVIDIA) pada umumnya lebih baik dibanding dengan GPU yang hanya mendukung OpenCL (Intel atau AMD on-board Graphic).

Menu pengaturan GPU dapat diakses dari Menu **Tools > Preferences >GPU/OpenCL**. Centang pada pilihan GPU yang mendukung CUDA apabila tersedia. Selain itu, pada beberapa versi agisoft juga terdapat slider pengaturan CPU yang digunakan, konfigurasi optimal untuk CPU adalah sesuai dengan jumlah GPU yang diaktifkan.

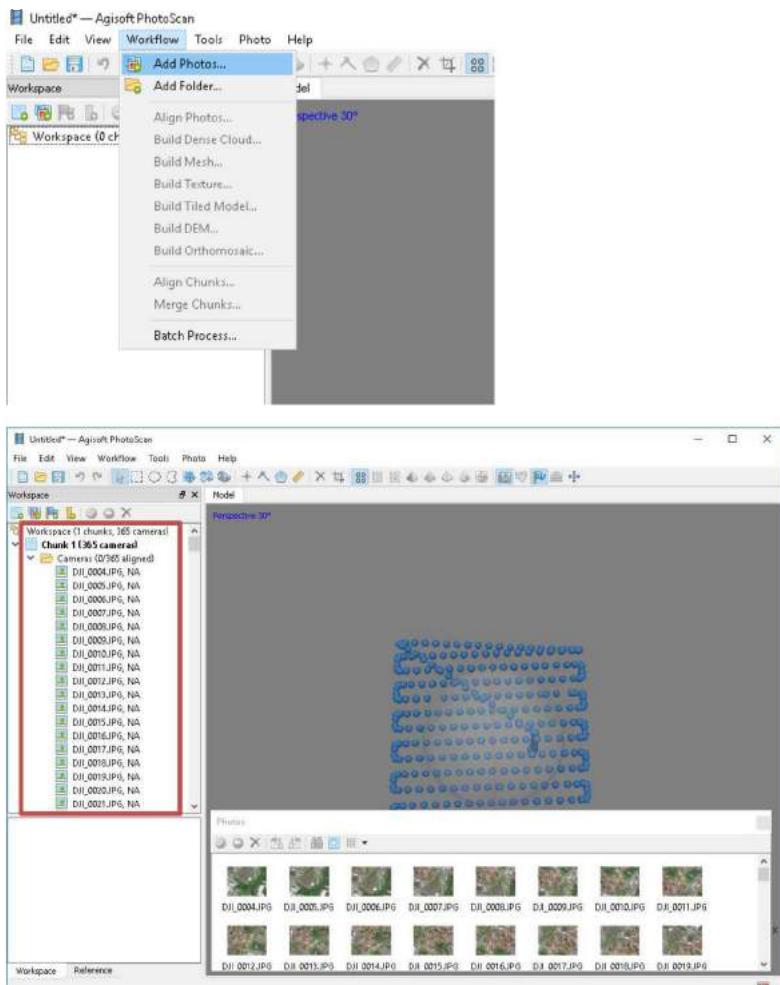


Selain pengaturan GPU, terdapat dua konfigurasi lain yang dapat mempercepat proses pengolahan foto, terutama apabila akan dilakukan pengulangan atau modifikasi dari rangkaian pemrosesan foto. Konfigurasi tambahan dapat diakses dari Menu **Tools > Preferences > Advanced**. Disini terdapat dua konfigurasi tambahan yang penting, yaitu pilihan **Keep Key Points** dan **Keep Depth Maps**. Pilihan **Keep Key Points** sangat membantu mengurangi beban pemrosesan apabila pada suatu project pengolahan foto perlu ditambahkan foto baru setelah proses pengolahan berjalan. Sedangkan pilihan **Keep Depth Maps** berguna untuk mengurangi waktu pemrosesan apabila dilakukan pembangunan ulang pada pembangunan Dense Point Cloud atau pembangunan Mesh.



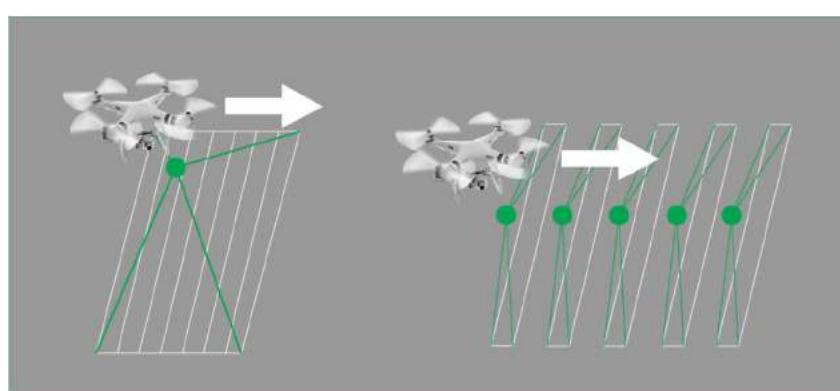
2.2. Import Foto dan Rekonstruksi Jalur Terbang

Tahap import foto dan rekonstruksi jalur terbang merupakan tahap paling awal, dimana disini kumpulan foto hasil survei dibuka di dalam software agisoft dan direkonstruksi urutan umum foto menurut jalur terbang secara otomatis. Untuk menambahkan foto udara kedalam *workspace*, pada toolbar menu anda dapat klik **Workflow > Add Photos**



2.3. Kalibrasi Kamera

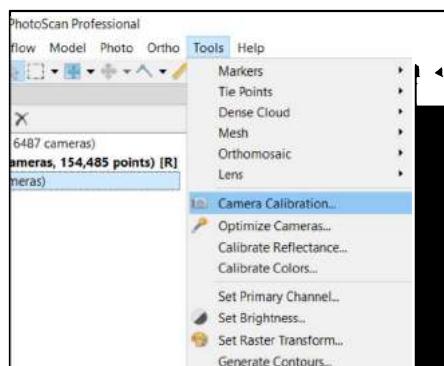
Kalibrasi kamera di dalam software Agisoft dilakukan untuk memperbaiki kesalahan akibat keberadaan rolling shutter. Rolling shutter secara umum dapat didefinisikan sebagai cara kamera merekam obyek permukaan bumi. Kamera dapat merekam secara serentak (disebut dengan **global shutter**), atau melakukan perekaman per baris (seperti cara perekaman mesin fotokopi). Perekaman per baris ini disebut **rolling shutter**. Untuk perekaman foto dengan obyek bergerak seperti UAV, rolling shutter dapat menyebabkan pergeseran posisi antar baris piksel foto, sehingga dapat berpengaruh pada kualitas hasil pengolahan foto.



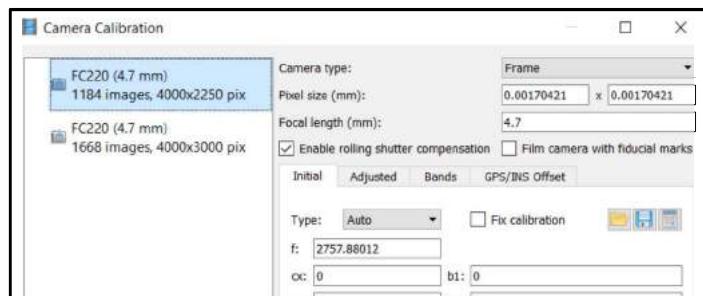
Dari berbagai produk UAV yang telah dikembangkan dewasa ini, terdapat tipe UAV yang masih menggunakan kamera dengan sistem rolling shutter, namun banyak juga yang telah mengimplementasikan global shutter. Oleh karena itu, operator UAV perlu melakukan pengecekan apakah kamera yang dipakai menggunakan sistem global atau rolling shutter. Untuk kamera yang menggunakan sistem rolling shutter, kalibrasi dapat dilakukan sebelum proses alignment foto.

Untuk melakukan kalibrasi, langkah yang dilakukan sebagai berikut:

1. Dari menu **Tools > Camera Calibration**.



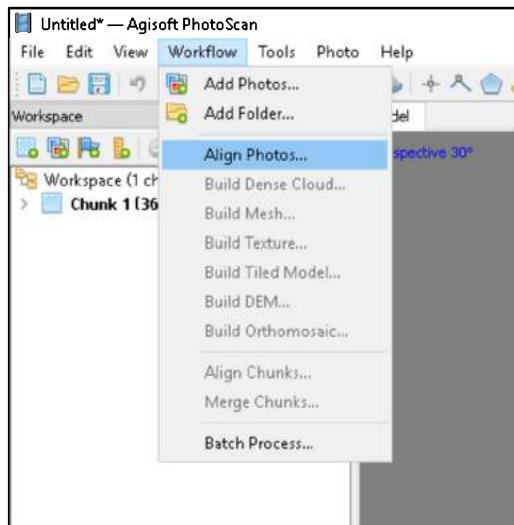
2. Centang pilihan **Enable Rolling Shutter Compensation**.



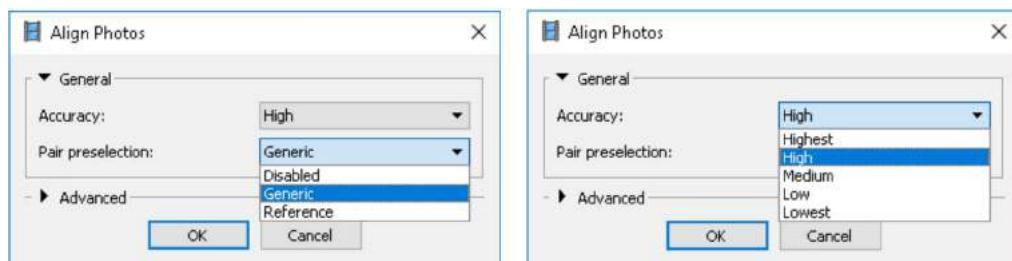
2.4. Align Foto

Align photo dilakukan untuk mengidentifikasi titik-titik yang ada di masing-masing foto dan melakukan proses matching titik yang sama di dua atau lebih foto. Proses align photos akan menghasilkan model 3D awal, posisi kamera dan foto di-setiap perekaman, dan sparse point clouds yang akan digunakan di tahap berikutnya.

- Dari Menu Workflow → Align Photos.



- Muncul pilihan Accuracy dan Pair Preselection. Untuk accuracy, anda bisa memilih berdasarkan kebutuhan. Untuk kajian awal seperti melihat cakupan overlap hasil foto selama survey, gunakan accuracy low, sedangkan untuk tahap produksi citra yang sebenarnya, gunakan accuracy highest. Sedangkan pilihan Pair Preselection digunakan untuk membantu Agisoft dalam proses aligning photos. Jika foto mempunyai koordinat bawaan dari GPS Kamera UAV (geotagged), gunakan mode Reference. Sedangkan jika foto tidak mempunyai koordinat bawaan (ungeotagged), gunakan mode Generic atau bisa juga dibandingkan antara keduanya untuk melihat mana yang lebih efektif. Klik OK.



Akurasi memiliki 5 tingkatan dari terendah sampai tertinggi, (lowest sampai highest), untuk memprediksi tingkat akurasi posisi kamera yang lebih akurat, sedangkan pair perselektion terdapat 3 pilihan, generic, disabled, dan reference.

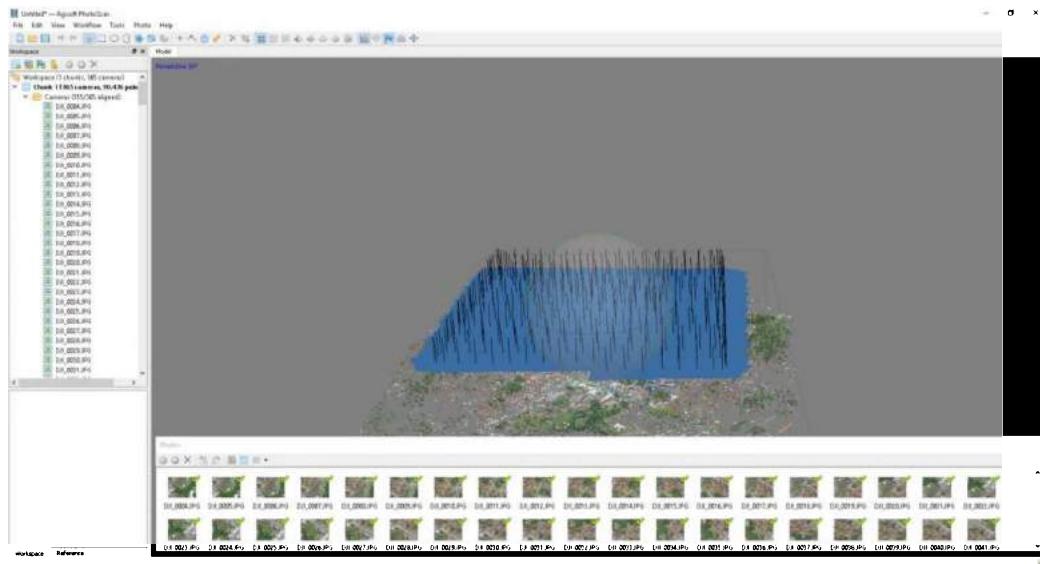
- Generic digunakan untuk mempercepat pengolahan hasil foto
- Disabled digunakan untuk memproses foto tanpa acuan
- Reference digunakan jika foto memiliki acuan referensi, seperti GCP/Koordinat.

Pada menu advance terdapat key dan tie point limit, jika ingin membatasi point cloud yang terdeteksi bisa menggunakan batasnya seperti 4000, tetapi jika membatasi maka berikan

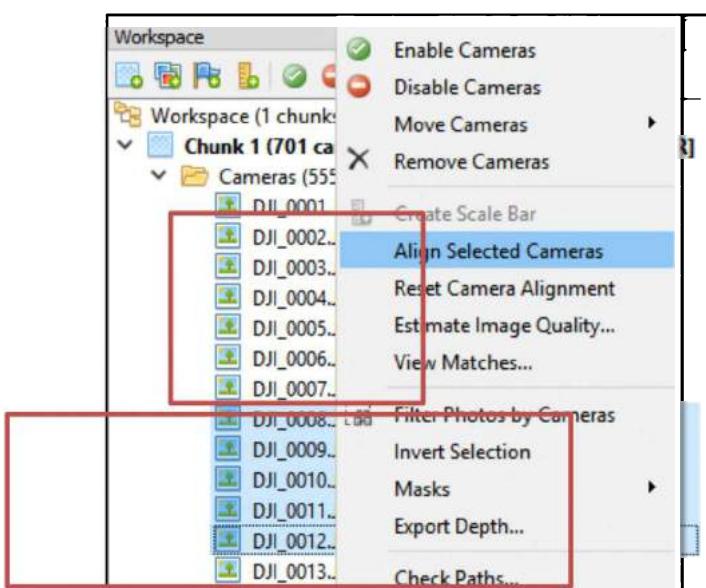
nilai 0. Jika tidak dibatasi memungkinkan pencarian piksel yang bertampalan semakin banyak.

Adaptive camera model fitting boleh dicentang boleh tidak, tidak terlalu berpengaruh terhadap hasil.

3. Proses **align photos** akan mulai dijalankan. Waktu pemrosesan bergantung pada pilihan accuracy dan kemampuan Hardware dari komputer yang digunakan. Makin tinggi accuracy makin lama waktu pemrosesan. Contoh hasil align photo seperti ditunjukkan di bawah ini.



4. Apabila terdapat foto yang tidak ter-align dengan baik (terdapat tanda 'NA'), proses align dapat diulang hanya pada foto tersebut dengan melakukan pemilihan foto yang tidak ter-align di panel **workspace**, kemudian **klik kanan > pilih reset camera alignment**, kemudian dilanjutkan dengan **Align Selected Cameras**.



2.5. Inspeksi Kualitas Foto

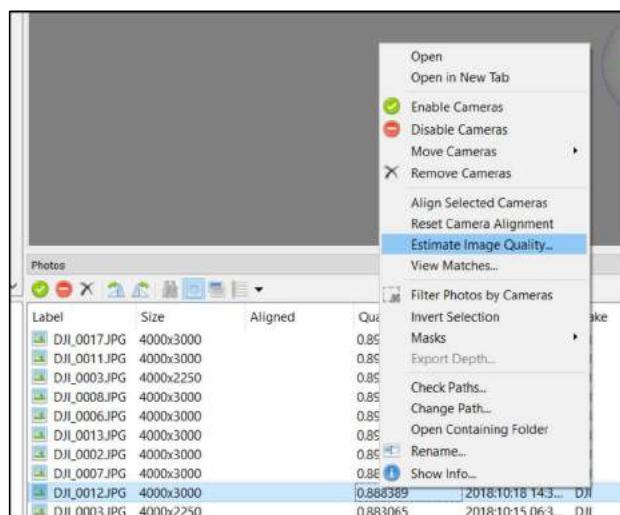
Inspeksi kualitas foto dilakukan untuk membedakan foto yang tajam dan foto yang blur/kabur. Foto yang kualitas gambarnya kabur akan menyebabkan penurunan kualitas hasil pengolahan, oleh karena itu perlu dikeluarkan dari tahapan proses. Inspeksi kualitas foto dapat dilaksanakan sebelum atau sesudah proses alignment. Apabila inspeksi dilakukan setelah proses alignment, dan ada foto yang dikeluarkan karena indeks kualitasnya jelek, maka proses alignment sebaiknya diulang untuk memperoleh hasil pemodelan yang lebih baik. Ukuran kualitas foto ditentukan dari nilai indeks antara 0 dan 1. Semakin rendah nilainya, semakin jelek kualitas dan ketajaman gambarnya. Sebagai panduan umum, batas antara nilai kualitas foto yang baik dan kurang baik adalah **0,7**. Pengeluaran jumlah foto juga harus mempertimbangkan ketersediaan foto. Secara umum pengurangan sejumlah foto akan menyebabkan overlap/sidelap foto berkurang, sehingga model yang dihasilkan menjadi tidak berkualitas.

Untuk melakukan inspeksi kualitas foto, langkah yang dilakukan sebagai berikut:

1. Dari Panel **Photos**, klik tombol tampilan **Detail**.

Label	Size	Large	Medium	Small	Quality
DJI_0017.JPG	4000x3000				0.893895
DJI_0011.JPG	4000x3000				0.893337
DJI_0003.JPG	4000x2250				0.892701
DJI_0008.JPG	4000x3000				0.891927
DJI_0006.JPG	4000x3000				0.890905
DJI_0013.JPG	4000x3000				0.890675
DJI_0002.JPG	4000x3000				0.890162
DJI_0007.JPG	4000x3000				0.889992

2. Klik kanan salah satu atau beberapa foto, kemudian pilih **Estimate Image Quality**.



3. Pilih metode analisa yang diinginkan, apakah hanya beberapa foto tertentu (**selected photos**), semua foto dalam chunk aktif (**all photos**) atau seluruh foto dalam project (**entire workspace**). Agisoft akan mulai menghitung indeks kualitas setiap foto, dan

hasilnya disimpan di kolom **Quality**. Tekan menu kolom Quality untuk melakukan sorting indeks kualitas foto dari yang terbaik hingga terburuk.

Label	Size	Aligned	Quality	Date & time	Make
DJI_0001.JPG	4000x2250		1.02582	2018:10:15 05:3...	DJI
DJI_0009.JPG	4000x3000		1.00239	2018:10:18 14:3...	DJI
DJI_0002.JPG	4000x2250		1.00047	2018:10:15 05:3...	DJI
DJI_0004.JPG	4000x3000		0.962669	2018:10:18 14:3...	DJI
DJI_0011.JPG	4000x3000		0.952938	2018:10:18 14:3...	DJI
DJI_0010.JPG	4000x3000		0.952859	2018:10:18 14:3...	DJI
DJI_0003.JPG	4000x3000		0.944226	2018:10:18 14:3...	DJI
DJI_0012.JPG	4000x3000		0.942843	2018:10:16 05:0...	DJI
DJI_0009.JPG	4000x2250		0.942161	2018:10:15 05:3...	DJI
DJI_0006.JPG	4000x3000		0.940078	2018:10:16 05:0...	DJI
DJI_0016.JPG	4000x2250		0.936948	2018:10:15 05:3...	DJI
DJI_0002.JPG	4000x3000		0.936112	2018:10:16 05:0...	DJI
DJI_0011.JPG	4000x3000		0.934522	2018:10:16 05:0...	DJI
DJI_0007.JPG	4000x2250		0.934288	2018:10:15 05:3...	DJI
DJI_0007.JPG	4000x3000		0.929617	2018:10:16 05:0...	DJI
DJI_0010.JPG	4000x3000		0.926465	2018:10:16 05:0...	DJI
DJI_0006.JPG	4000x2250		0.926389	2018:10:15 05:3...	DJI

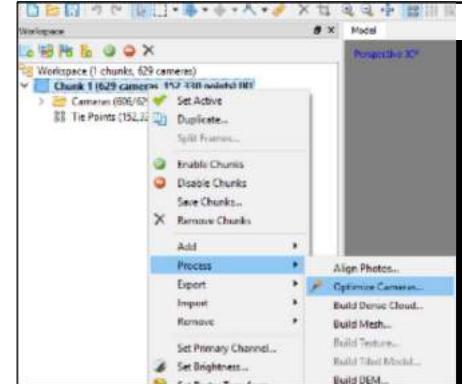
4. Untuk mengeluarkan foto yang kualitasnya kurang bagus, klik foto yang akan dihapus, kemudian klik tombol **disable camera** (tombol merah) atau **remove camera** (tombol silang).
5. Apabila banyak foto yang indeks kualitasnya tidak bagus, maka survei dan perekaman UAV harus diulang, karena apabila dilanjutkan, hasil model dan mosaic ortofoto yang diperoleh tidak akan bagus dan akurat. Untuk memastikan agar terdapat jumlah foto dengan indeks kualitas yang bagus, gunakan overlap dan sidelap yang tinggi (85 sampai 90 persen), sehingga apabila terdapat foto yang harus dihapus, sisa foto lain masih memiliki overlap dan sidelap yang mencukupi untuk melanjutkan proses pengolahan.

2.6. Optimasi Alignment

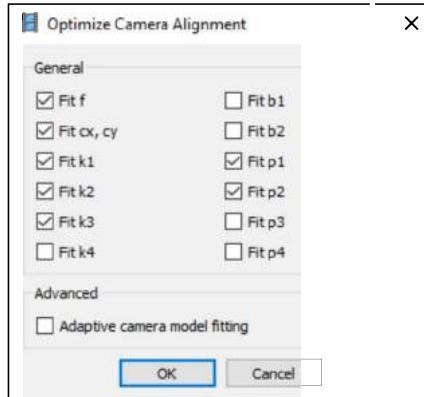
Proses alignment foto akan menghasilkan model fotogrametri yang terdiri dari urutan foto dan model permukaan tiga dimensi kasar yang disebut **sparse point clouds (tie points)**. **Sparse point clouds** ini menjadi dasar dalam menurunkan data yang lebih detil seperti **dense point clouds, mesh, dem dan ortofoto**. Agar produk lanjutan tersebut mempunyai kualitas dan akurasi yang baik, maka **sparse point clouds** ini perlu diolah terlebih dahulu, melalui operasi **optimasi alignment**, dan operasi pemfilteran (**gradual selection**).

Optimasi alignment melalui operasi **optimize cameras** dilakukan untuk mengurai kesalahan posisi (*positional error*) produk sparse point clouds. Optimasi dilakukan antara lain pada panjang focus (fx , fy), koordinat principal points (cx , cy), sebagian distorsi radial ($k1, k2, k3$) dan sebagian distorsi tangensial ($p1$, $p2$). Prosedur operasi optimasi yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

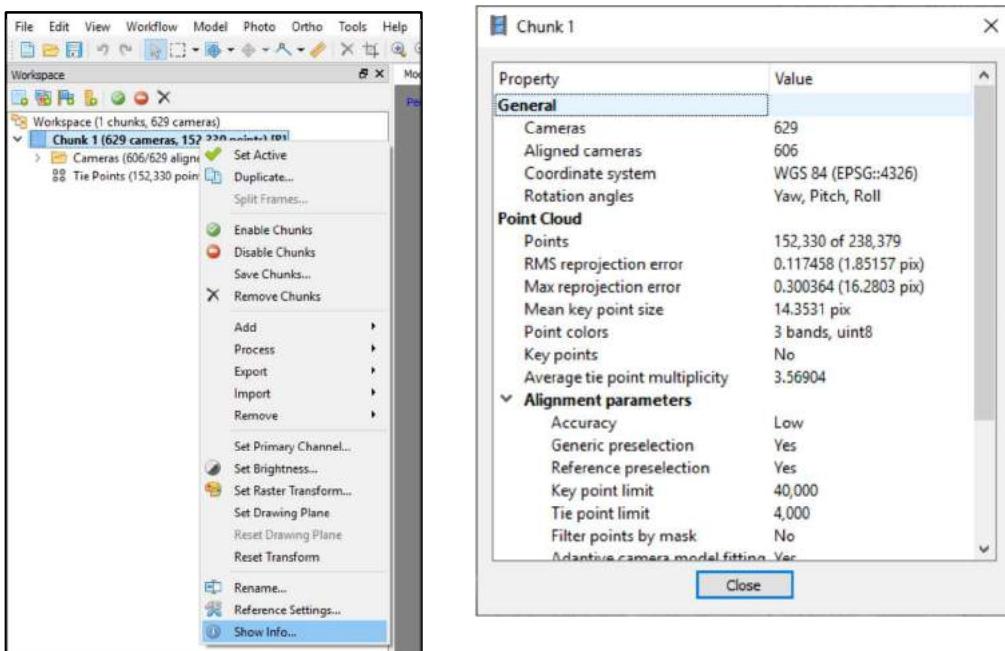
- Dari Menu Workspace, Klik Kanan nama chunk, kemudian pilih process dilanjutkan optimize cameras.



- Centang pilihan f, cx, cy, k1, k2, k3, p1 dan p2.



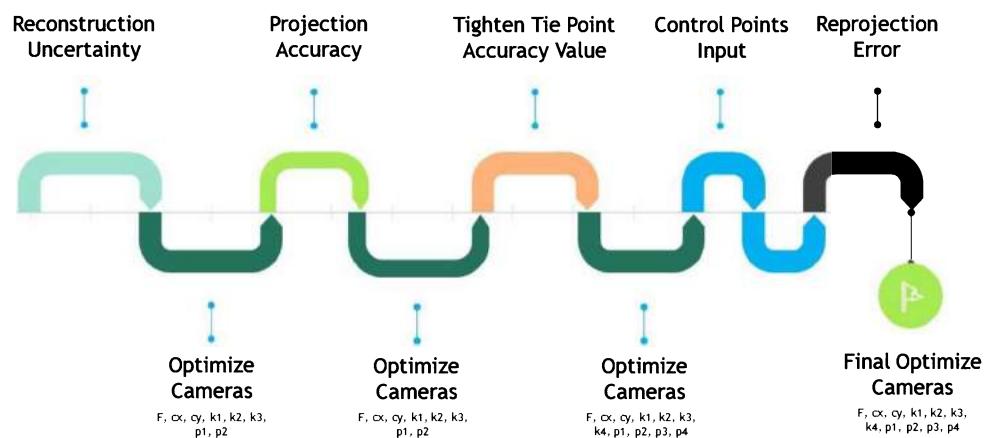
- Untuk melihat informasi akurasi hasil alignment, dari menu **Workspace**, klik kanan nama Chunk, kemudian klik *Show Info*. Informasi yang penting untuk diketahui adalah **RMS Projection Error** dan **MAX Projection Error**. RMS Projection Error memberikan informasi rata – rata pergeseran posisi obyek di dalam model, sementara Max Projection Error memberikan informasi pergeseran terbesar yang ada di dalam model. Kondisi ideal yang diharapkan adalah RMS dan MAX Projection Error kurang dari 1 pixel, makin kecil nilainya, makin baik kualitas dan akurasi model tiga dimensi.



2.7. Filtering Sparse Point Clouds

Apabila hasil RMS dan MAX Projection Error dari langkah sebelumnya menghasilkan nilai kesalahan yang cukup besar, kita dapat melakukan optimasi ulang hasil alignment melalui kombinasi operasi **optimize cameras** dan **gradual selection**, untuk memperkecil nilai reprojection error. Dalam gradual selection, terdapat beberapa tahapan yang diuraikan pada gambar di bawah ini.

Gradual Selection Workflow

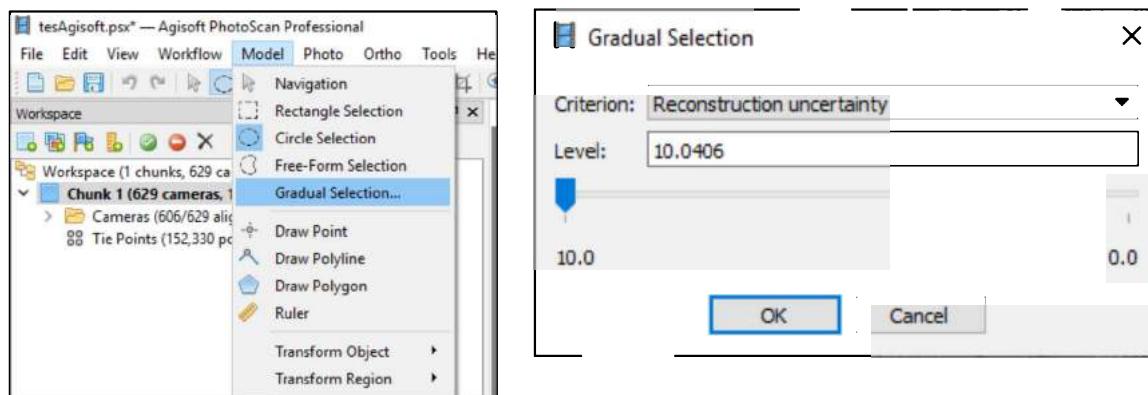


Agisoft Photoscan Workflow by USGS

2.7.1 Reconstruction Uncertainty

Reconstruction uncertainty adalah tahap pertama dari perbaikan kualitas hasil alignment foto. Pada tahap ini kesalahan geometri dari model sparse point clouds diperbaiki dengan cara menyeleksi titik – titik ketinggian yang dianggap memiliki kesalahan geometri yang besar. Prosedur yang dilakukan sebagai berikut:

1. Dari Menu **Model**, pilih **Gradual Selection**, kemudian pilih **Reconstruction Uncertainty**.

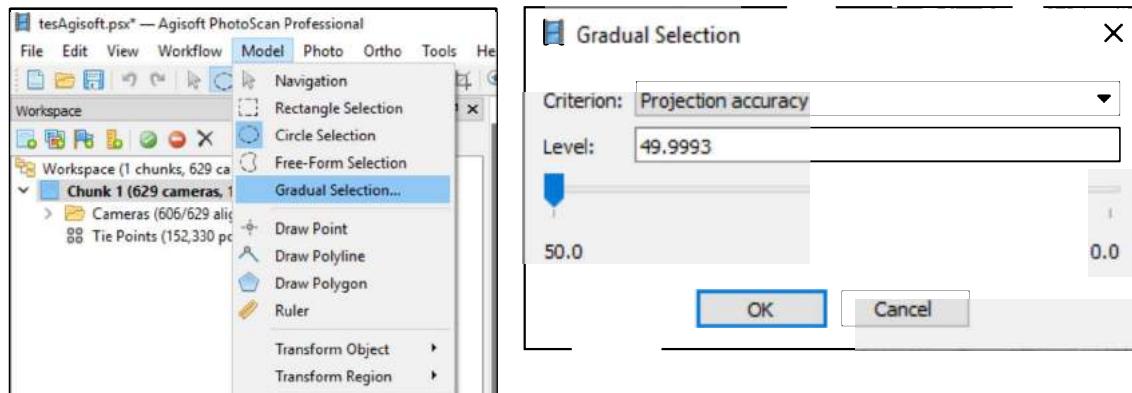


2. Geser slider level sampai ke angka **10**, jika lebih dari 50% point clouds terpilih, naikkan ke level yang lebih tinggi (maksimal level 50). Selanjutnya hapus point clouds yang terpilih dengan menekan tombol delete di Keyboard.
3. Selanjutnya lakukan **optimize Camera** dengan pilihan yang dicentang adalah parameter f, cx, cy, k1, k2, k3, p1, dan p2.
4. Lakukan pengulangan langkah 1 sampai 3 setidaknya dua kali, usahakan pada pengulangan ke-2 sampai pada Level **10**, tanpa menghapus banyak points.
5. Cek penurunan nilai **Reprojection Error** menggunakan tombol **Show Info** sebagaimana telah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya.

2.7.2 Projection Accuracy

Projection Accuracy adalah tahap kedua dari perbaikan kualitas hasil alignment foto. Pada tahap ini kesalahan model sparse point clouds akibat kegagalan pixel matching diperbaiki. Prosedur yang dilakukan sebagai berikut:

1. Dari Menu **Model**, pilih **Gradual Selection**, kemudian pilih **Projection Accuracy**.

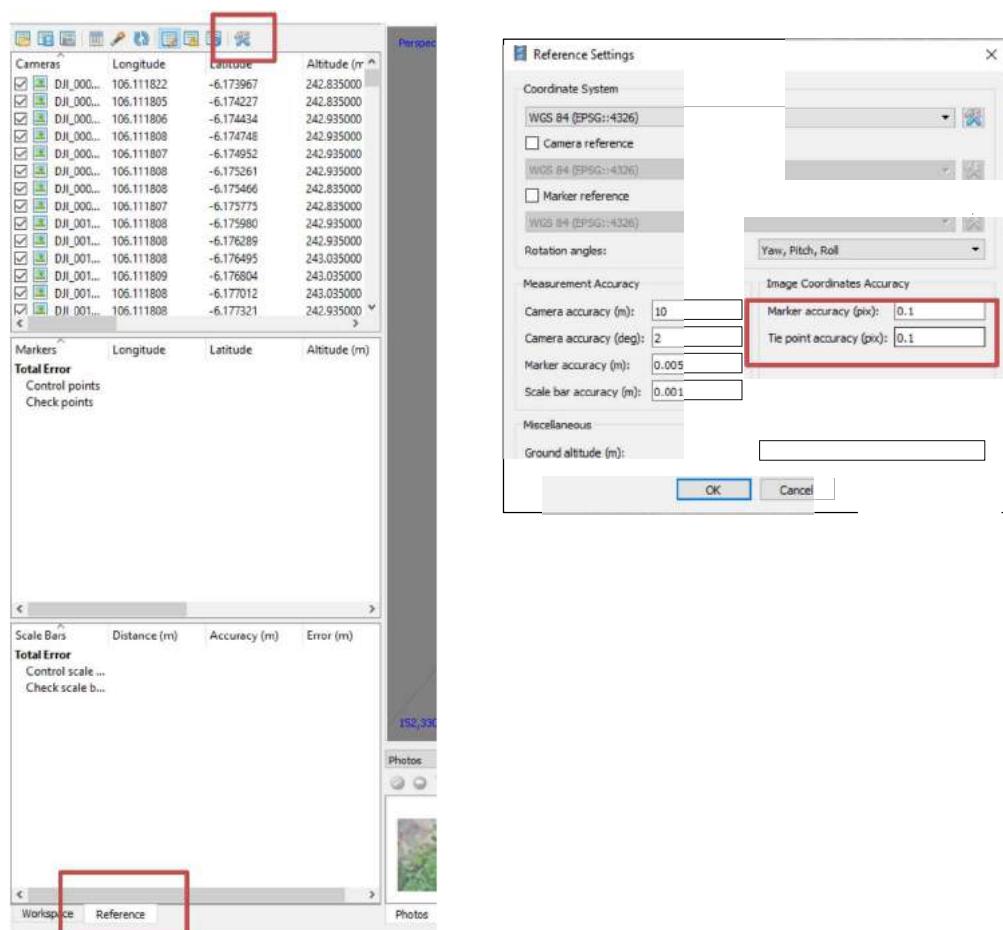


2. Geser slider level sampai ke angka **3**, jika lebih dari 50% point clouds terpilih, naikkan ke level yang lebih tinggi (maksimal level 50). Selanjutnya hapus point clouds yang terpilih dengan menekan tombol delete di Keyboard.
3. Selanjutnya lakukan **optimize Camera** dengan pilihan yang dicentang adalah parameter f, cx, cy, k1, k2, k3, p1, dan p2.
4. Lakukan pengulangan langkah 1 sampai 3 setidaknya dua kali, usahakan pada pengulangan ke-2 sampai pada Level **3**, tanpa menghapus banyak points.
5. Cek penurunan nilai **Reprojection Error** menggunakan tombol **Show Info** sebagaimana telah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya.

2.7.3 Penajaman Nilai Akurasi Titik Ikat

Penajaman nilai akurasi titik ikat dilakukan agar sparse point clouds yang tersisa memang memiliki nilai akurasi yang tinggi, sehingga titik dengan akurasi lebih rendah akan dihilangkan dari model. Prosedur yang dilakukan sebagai berikut:

1. Dari Panel **Workspace**, geser ke **Reference**, kemudian pilih **Settings**. Selanjutnya ubah nilai akurasi titik ikat dari **1** ke **0.1**.



2. Selanjutnya lakukan **optimize Camera** dengan pilihan yang dicentang adalah parameter f , cx , cy , k_1 , k_2 , k_3 , k_4 , b_1 , b_2 , p_1 , p_2 , p_3 dan p_4 .
3. Cek penurunan nilai **Reprojection Error** menggunakan tombol **Show Info** sebagaimana telah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya.

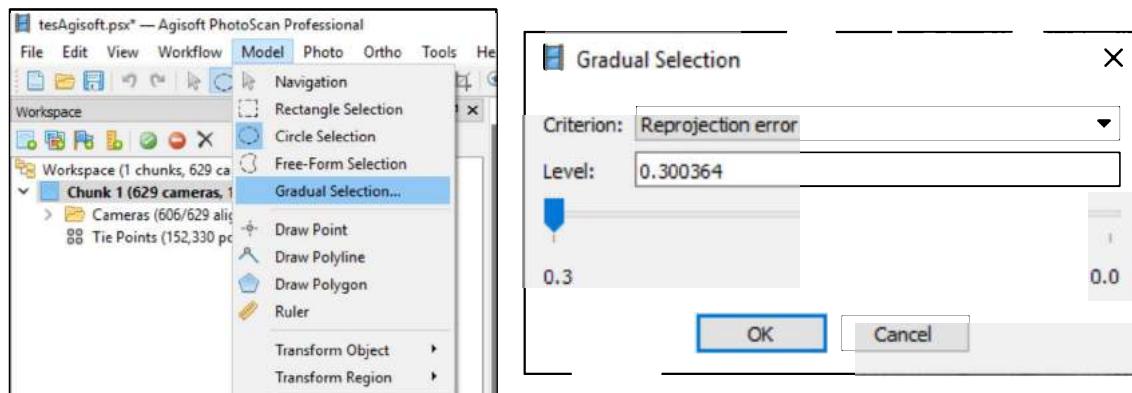
2.7.4 Input Ground Control Points/Markers dan Scale Bars

Input ground control points (GCP) tidak dibahas dalam modul ini.

2.7.5 Reprojection Error

Reprojection Error adalah tahap keempat dari perbaikan kualitas hasil alignment foto. Pada tahap ini kesalahan pergeseran posisi titik pada foto dengan titik yang sama di model sparse point clouds diperbaiki dengan cara menghilangkan titik – titik ketinggian yang memiliki nilai pergeseran posisi yang besar. Prosedur yang dilakukan sebagai berikut:

1. Dari Menu **Model**, pilih **Gradual Selection**, kemudian pilih **Reprojection Error**.

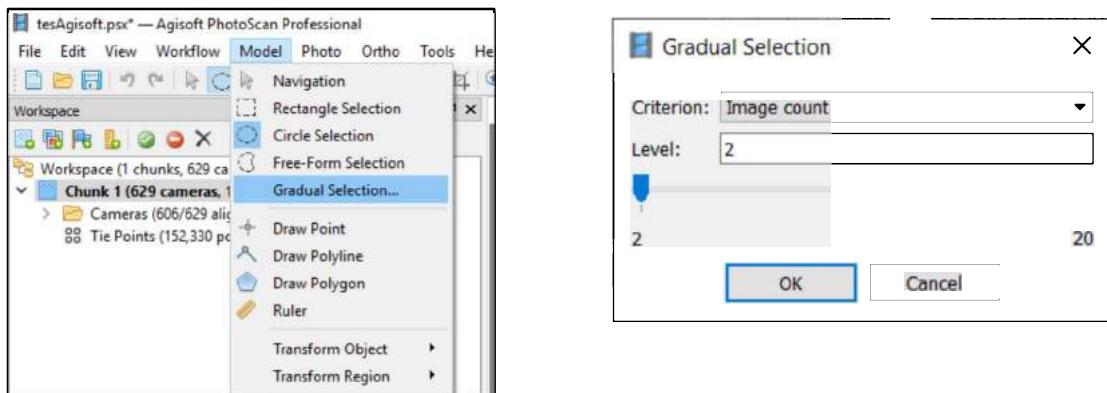


2. Geser slider level sampai ke angka **0.3**, jika lebih dari 10% point clouds terpilih, naikkan ke level yang lebih tinggi. Selanjutnya hapus point clouds yang terpilih dengan menekan tombol delete di Keyboard.
3. Selanjutnya lakukan **optimize Camera** dengan pilihan yang dicentang adalah parameter f , cx , cy , k_1 , k_2 , k_3 , k_4 , b_1 , b_2 , p_1 , p_2 , p_3 dan p_4 .
4. Lakukan pengulangan langkah 1 sampai 3 setidaknya dua kali, usahakan pada pengulangan ke-2 sampai pada Level **0.3**, tanpa menghapus banyak points.
5. Cek penurunan nilai **Reprojection Error** menggunakan tombol **Show Info** sebagaimana telah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya.

2.7.6 Image Count

Image count adalah teknik pemilahan point clouds berdasarkan berapa jumlah foto yang digunakan untuk menghasilkan setiap titik ketinggian. Pada umumnya, point clouds yang dianggap berkualitas adalah point clouds yang diperoleh dari setidaknya tiga foto yang bertampalan. Sementara point clouds yang hanya berasal dari dua foto seringkali memiliki kesalahan posisi yang besar, oleh karena itu bisa dihilangkan dengan operasi Image Count. Meskipun demikian, penggunaan Image Count harus berhati – hati, karena dalam kenyataannya, seringkali point clouds banyak diperoleh dari hanya dua foto (terutama untuk survei dengan konfigurasi sidelap/overlap kurang dari 80%), sehingga menghapusnya dapat menyebabkan jumlah point clouds yang berkurang drastis, dan pada akhirnya mengurangi kualitas output selanjutnya. Prosedur yang dilakukan untuk filter Image Count sebagai berikut:

1. Dari Menu **Model**, pilih **Gradual Selection**, kemudian pilih **Image Count**.

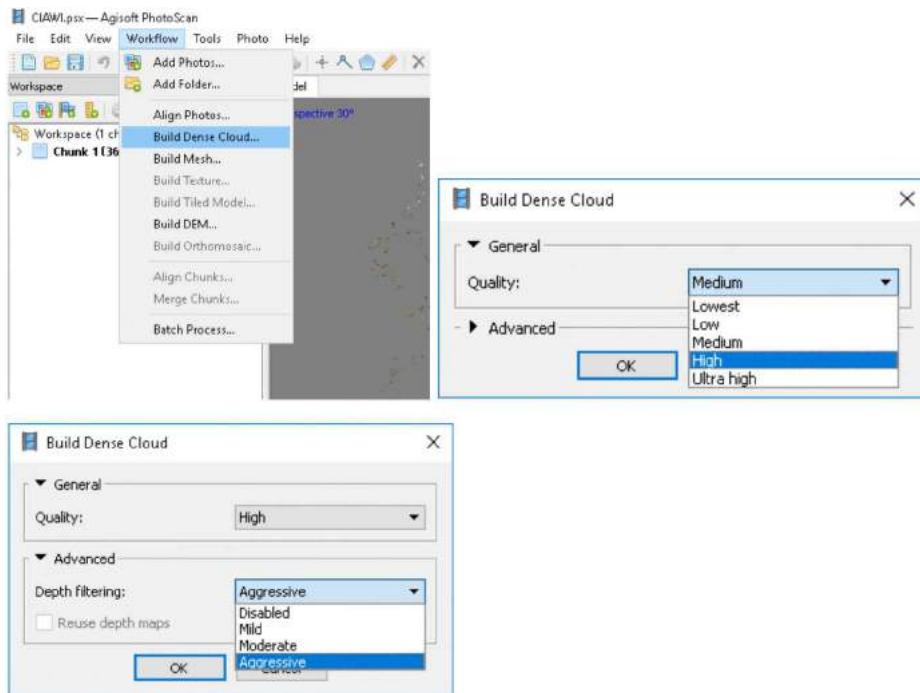


2. Geser slider level sampai ke angka **2**. Harap berhati – hati, apabila jumlah point clouds terpilih lebih dari 40%, sebaiknya teknik ini tidak digunakan. Untuk menghapus point clouds terpilih dapat dilakukan dengan menekan tombol delete di Keyboard.
3. Selanjutnya lakukan **optimize Camera** dengan pilihan yang dicentang adalah parameter f, cx, cy, k1, k2, k3, k4, b1, b2, p1, p2, p3 dan p4.
4. Cek penurunan nilai **Reprojection Error** menggunakan tombol **Show Info** sebagaimana telah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya.

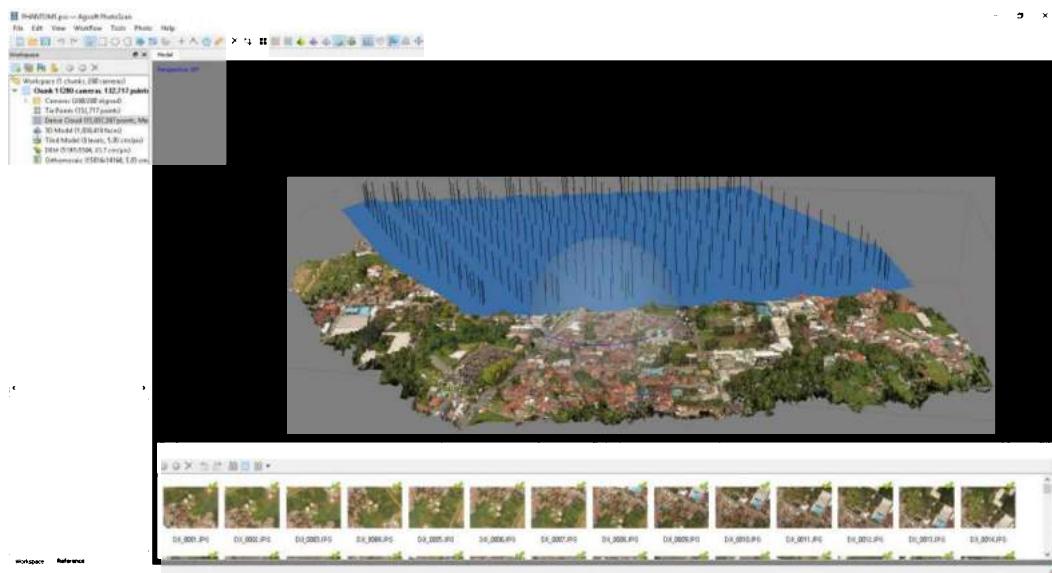
2.8. Pembangunan Dense Point Clouds

Dense Point Clouds adalah kumpulan titik tinggi dalam jumlah ribuan hingga jutaan titik yang dihasilkan dari pemrosesan fotogrametri foto udara atau LIDAR. Dense point clouds nantinya dapat diolah secara lebih lanjut untuk menghasilkan Digital Surface Model, Digital Terrain Model, bahan masukan dalam proses pembuatan orthofoto dan kepentingan pemetaan lainnya.

1. Untuk membuat Dense Point Clouds, setelah proses alignment selesai dari menu **Workflow** klik **Build Dense Point Clouds**. Kemudian muncul pilihan Quality and Depth Filtering. Untuk Quality terdapat beberapa pilihan mulai dari Lowest hingga Ultra High. Makin tinggi kualitasnya, makin lama waktu pemrosesan dan makin besar alokasi memory RAM yang dibutuhkan. Adapun untuk parameter depth filtering menunjukkan cara perlakuan terhadap titik tinggi yang disinyalir merupakan noise (outliers). Ciri-cirinya biasanya nilai ketinggiannya jauh lebih besar atau jauh lebih kecil dari titik - titik di sekitarnya. Mild filtering ditujukan untuk rekonstruksi model 3D yang kompleks dan mempunyai banyak detil, sedangkan Aggressive filtering ditujukan untuk rekonstruksi model 3D yang sederhana dan tidak mempunyai banyak detil. Klik OK.



- Contoh hasil pemrosesan dense point clouds ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



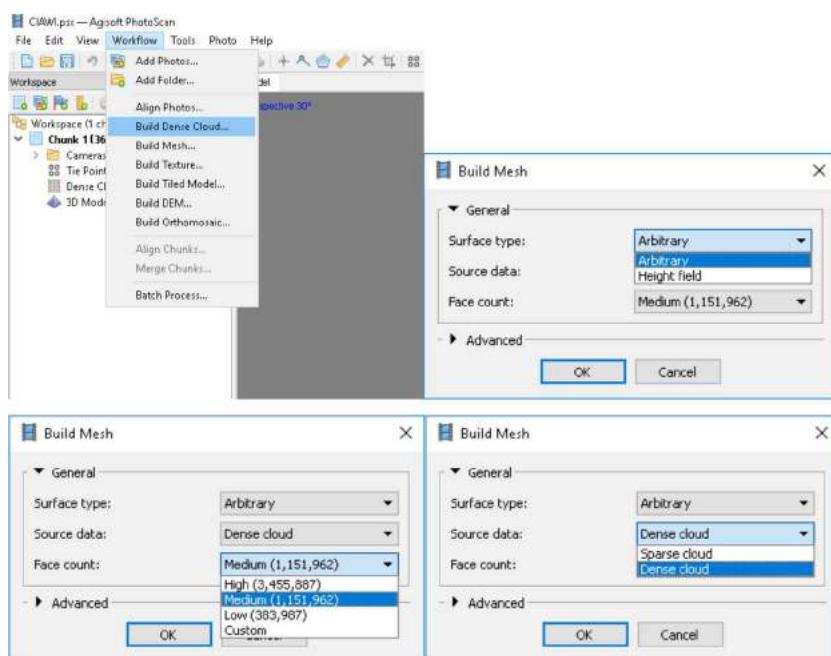
2.9. Pembangunan Model 3D (Mesh)

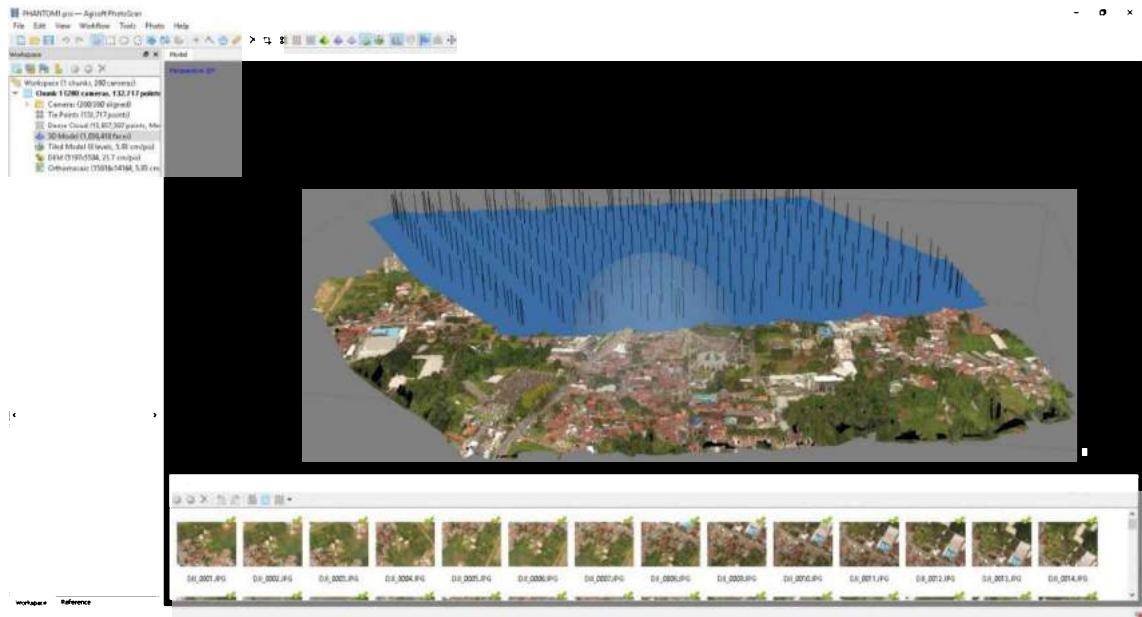
Model 3D atau mesh adalah salah satu keluaran utama dari pemrosesan foto udara di Agisoft. Model 3D nanti digunakan sebagai dasar pembuatan DEM baik DSM maupun DTM dan juga orthofoto. Mesh yang dihasilkan juga dapat dieksport ke format lain untuk diproses lanjutan di software lain seperti Google Sketchup, AutoCAD atau ArcGIS.

- Untuk membuat Mesh, dari Menu **Workflow** klik **Build Mesh**. Muncul pilihan Mesh

Parameter. Untuk Surface Type, ada dua pilihan, **Height Field** dan **Arbitrary**. Arbitrary digunakan untuk model 3D umum seperti bangunan, patung dan lain – lain sedangkan Height Field digunakan untuk obyek permukaan bumi seperti Medan/Terrain, dan struktur spasial seperti jaringan Pipa, kabel, dan lain-lain. Gunakan Height Field untuk memprosesan orthofoto.

Untuk Source Data dapat menggunakan Sparse Point Cloud atau Dense Point Cloud dari tahap pemrosesan sebelumnya. Untuk memperoleh hasil terbaik, gunakan **Dense Point Clouds**. Untuk parameter Face Count, ada pilihan dari Low, Medium hingga High. Face Count ini menentukan jumlah polygon mesh yang akan dihasilkan. Face count High dapat menghasilkan mesh dengan jutaan polygon yang mungkin nanti akan menimbulkan permasalahan visualisasi, oleh karena itu harus ditentukan dengan bijak. Selain tiga pilihan diatas, juga terdapat dua pilihan tambahan yaitu Interpolation dan Point Classes. Untuk interpolation sendiri ada dua pilihan, yaitu interpolated dan extrapolated. Interpolated mode akan memungkinkan beberapa gap diantara foto yang tidak terproses akan diinterpolasi secara otomatis. Pilihan extrapolated tidak digunakan dalam pemrosesan orthofoto. Klik OK.



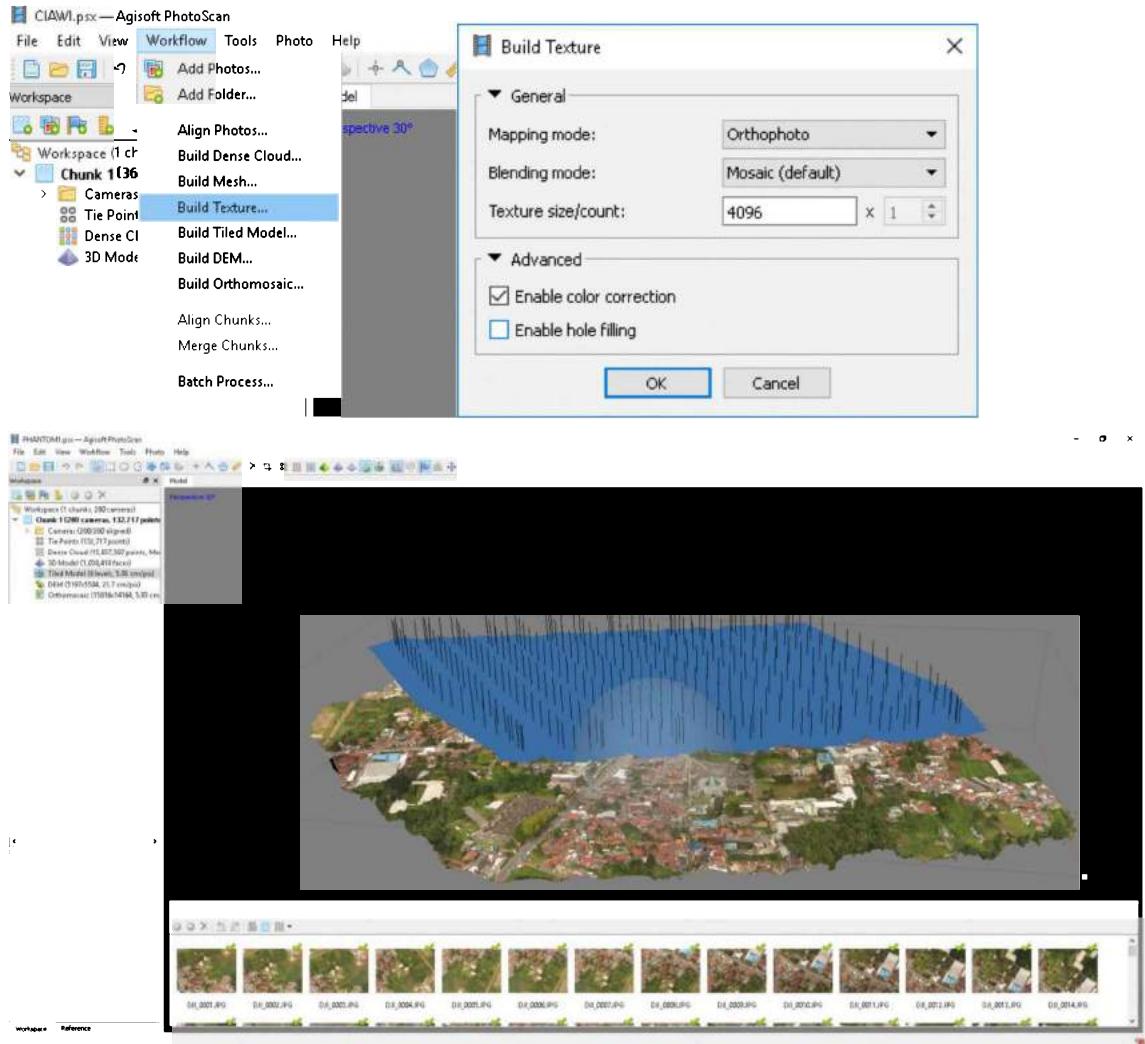


2.10. Pembuatan Texture

Model texture adalah model fisik 3D dari kenampakan - kenampakan yang ada di area liputan foto. Model texture dapat dieksport ke dalam berbagai format model 3D yang nantinya dapat dimanfaatkan untuk membuat model 3D via desktop software lain atau via website.

1. Untuk membuat model texture, dari Menu **Workflow** klik **Build Texture**. Muncul pilihan Texture Parameter, ada beberapa pilihan mapping mode, mulai dari Generic, Adaptive Orthophoto, Orthophoto, Spherical, Single Photo, Keep uv. Anda dapat memilih dan membandingkan beberapa mapping mode yang tersedia untuk memperoleh hasil terbaik. Demikian pula untuk parameter texture size/count dapat digunakan untuk mendetilkan tekstur dengan konsekuensi file tekstur yang semakin besar ukurannya. Untuk pilihan blending mode, ada tiga pilihan, Mosaic, Average, Max In-tensity dan Min Intensity.
 - a. Mosaic akan mempertimbangkan detail dalam setiap foto sehingga menghasilkan orthofoto yang balance dari segi warna dan kedekatan.
 - b. Pilihan average akan menggunakan nilai piksel rata-rata dari setiap foto yang overlap.
 - c. Adapun untuk max dan min intensity menggunakan intensitas maksimum dan minimum dari piksel yang bertampalan/overlap.

Anda juga dapat mencentang pilihan Enable Color Correction untuk melakukan koreksi warna di setiap foto, namun waktu pemrosesan akan menjadi lebih lama.

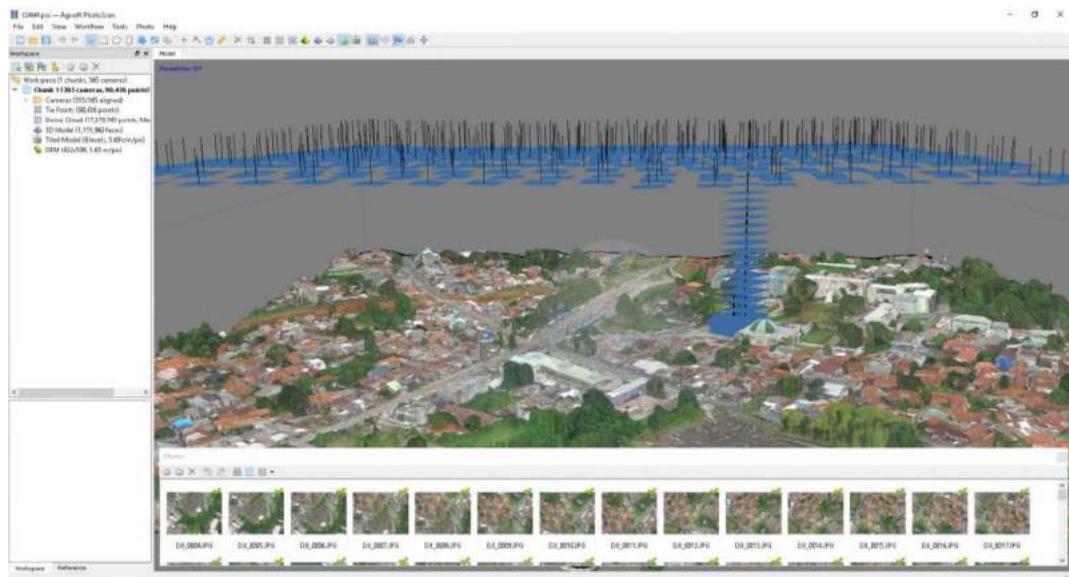
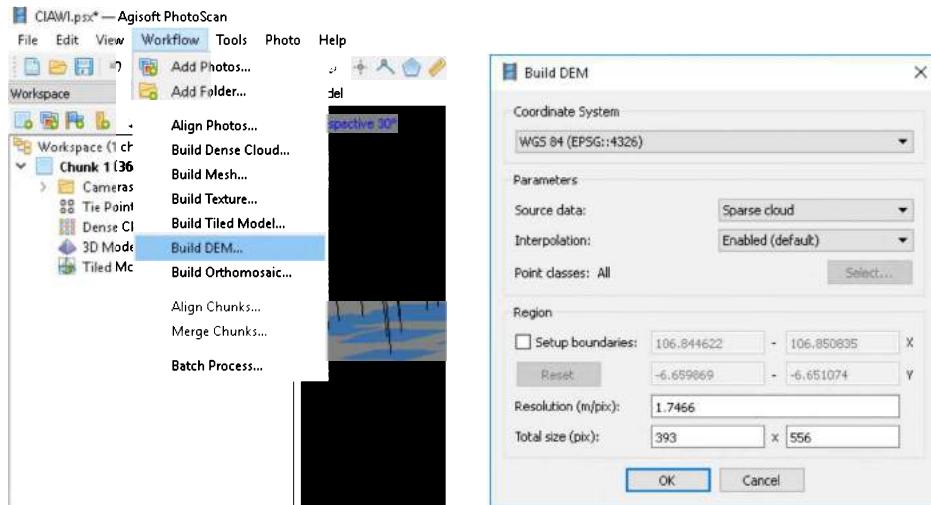


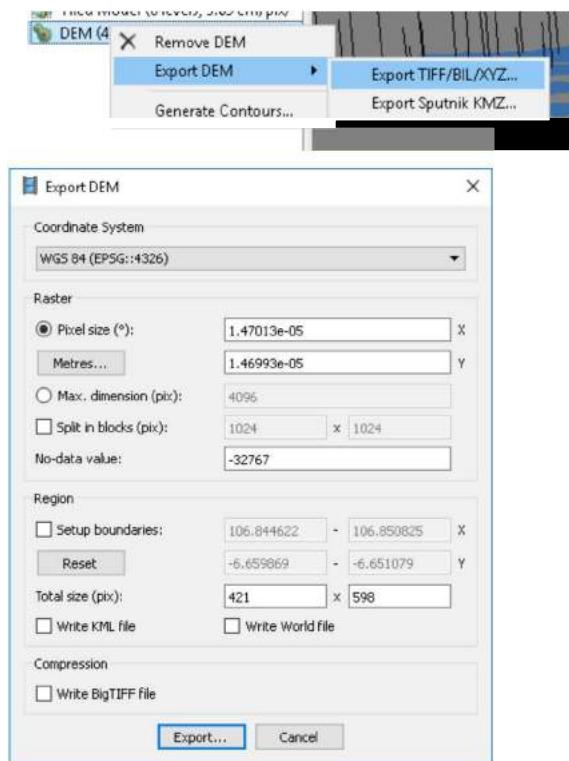
2.11. Pembuatan DEM

DEM atau Digital Elevation Model adalah model medan digital dalam format raster/grid yang biasanya digunakan dalam analisa spasial/GIS berbasis raster. Dari data DEM biasanya dapat diturunkan informasi elevasi, lereng, aspek, arah peninjauan, hingga ke pemodelan lebih lanjut seperti cut and fill, visibility, pembuatan DAS dan lain-lain. Terdapat dua terminologi terkait DEM, yaitu DSM (Digital Surface Model/ketinggian dihitung dari permukaan penutup lahan, seperti atap bangunan, atap pohon, jembatan, dll) dan DTM (Digital Terrain Model/ketinggian dihitung dari permukaan tanah). Untuk modul ini, terminologi yang digunakan adalah DSM.

1. Untuk membuat DEM, dari **Menu Workflow** klik **Build DEM**. Muncul pilihan DEM Parameter. Untuk Coordinate System, anda dapat mengatur apakah DEM akan dieksport dalam sistem koordinat geografis atau projected. Untuk Source Data dapat menggunakan Sparse Point Cloud atau Dense Point Cloud dari tahap pemrosesan sebelumnya. Untuk

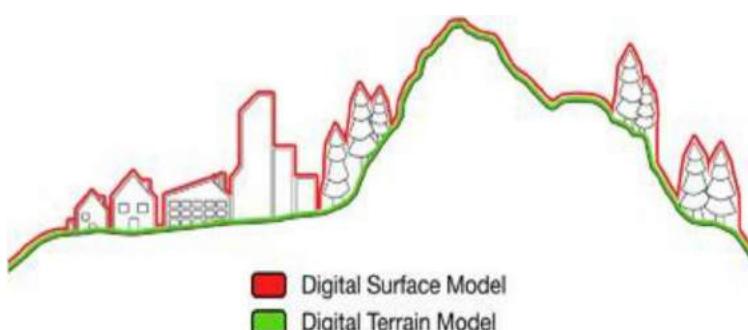
memperoleh hasil terbaik, gunakan Dense Point Clouds. Untuk interpolation sendiri ada dua pilihan, yaitu interpolated dan extrapolated. Interpolated mode akan memungkinkan beberapa gap diantara foto yang tidak terproses akan di-interpolasi secara otomatis sehingga menghasilkan DEM yang solid dan tidak mempunyai Gaps. Pilihan extrapolated tidak digunakan dalam pemrosesan DEM. Parameter Region menentukan luas wilayah yang akan dieksport, anda dapat membiarkan seperti default atau mengaturnya secara manual. Klik OK.





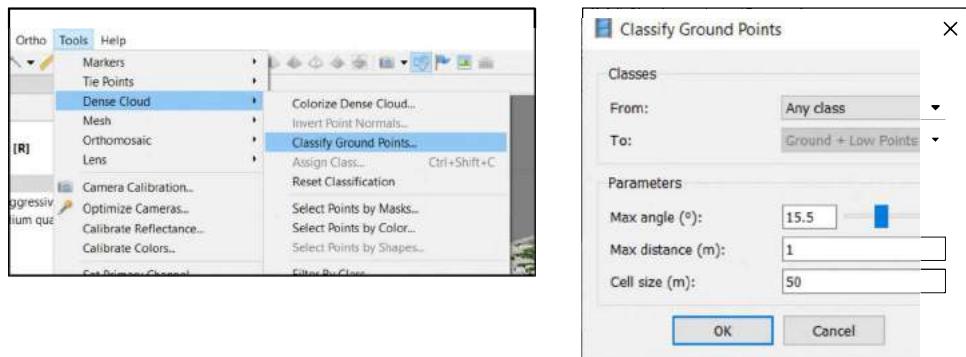
2.12. Pemisahan DTM dan DSM

Pembuatan DEM yang diuraikan pada sub bab 2.11 diatas sebenarnya adalah metode pembuatan DEM dengan jenis DSM atau **Digital Surface Model**. DEM sendiri secara umum dapat dipisahkan menjadi dua jenis data, yaitu **DSM (Digital Surface Model) dan DTM (Digital Terrain Model)**. DSM menghitung tinggi/elevasi sampai ke permukaan tanah beserta obyek di atas tanah tersebut. Misalnya, di suatu bidang tanah terdapat sebuah rumah, maka nilai ketinggian dalam data DSM dihitung dari ketinggian permukaan tanah ditambah ketinggian rumah tersebut. Sedangkan untuk data DTM, ketinggian hanya dihitung sampai ke permukaan tanah, lepas dari apa ada obyek (permukiman, gedung, pohon) di atas tanah tersebut atau tidak. Gambaran ilustrasi perbedaan DSM dan DTM dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Langkah – langkah yang dilakukan untuk membuat DTM dari data Dense Point Clouds sebagai berikut:

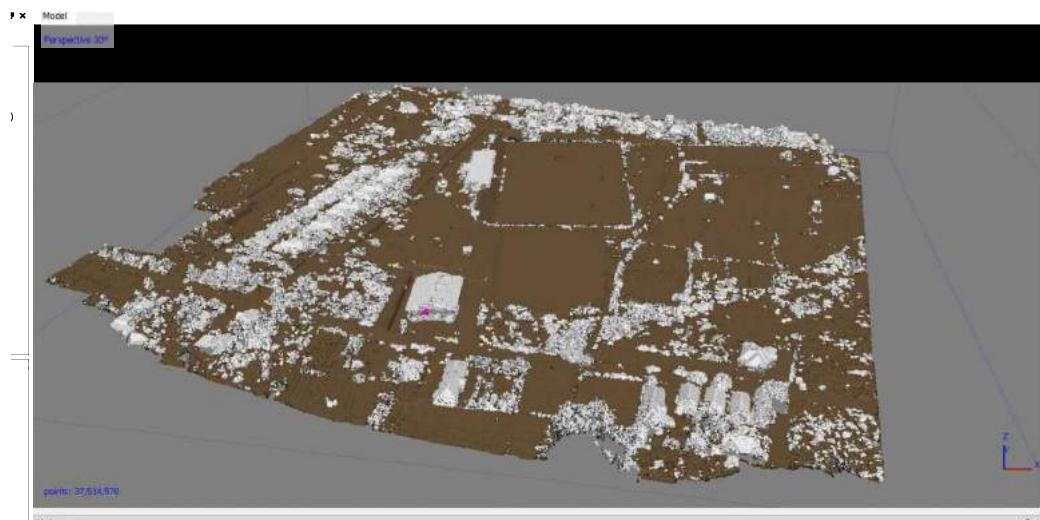
1. Dari Menu **Tools**, pilih menu **Dense Cloud**, kemudian pilih **Classify Ground Points**. Selanjutnya, muncul tampilan parameter klasifikasi, biarkan saja sesuai **default**, klik OK. Proses klasifikasi ground points akan berjalan.



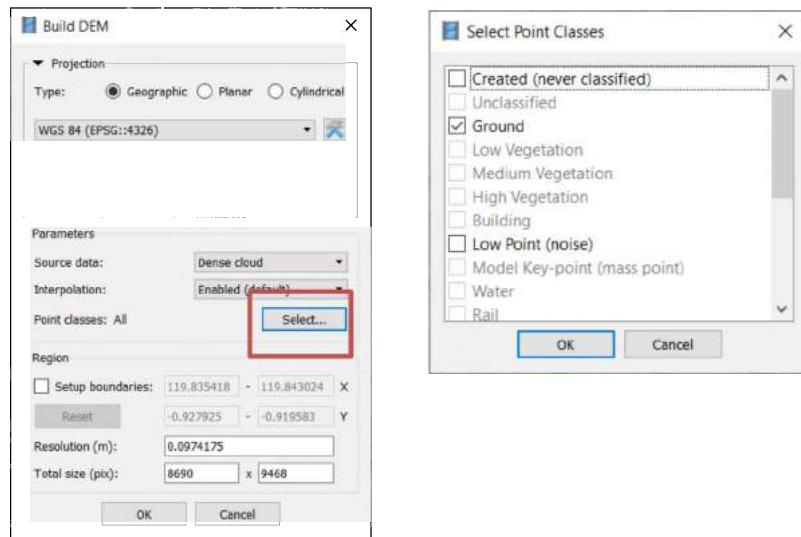
2. Setelah selesai, klik tampilan Dense Point Clouds Class.



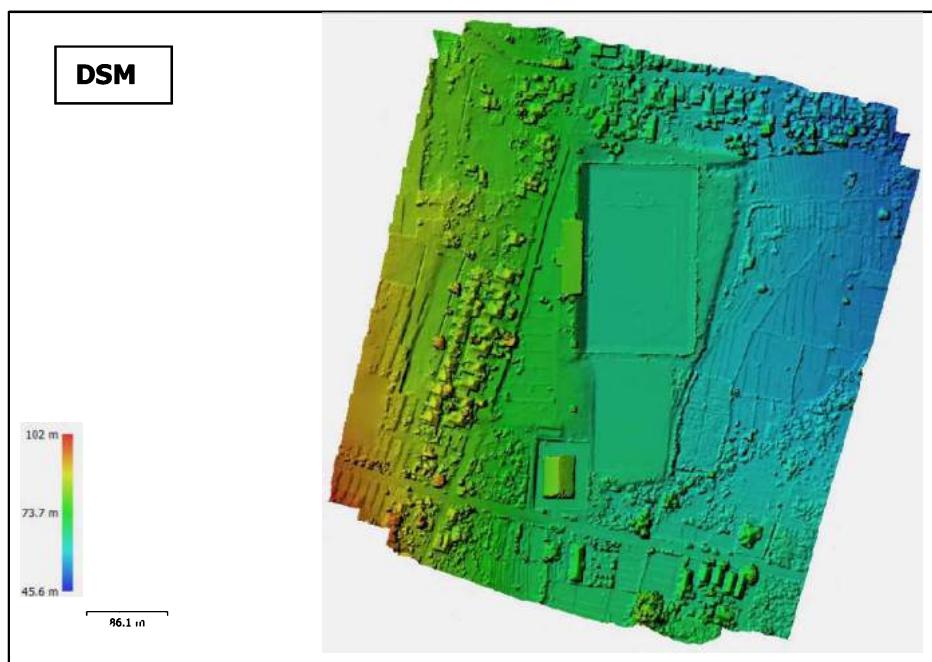
3. Tampilan di agisoft akan memperlihatkan Dense Point Clouds yang terklasifikasi menjadi dua warna, putih dan coklat. Putih merupakan obyek bukan tanah, dan coklat merupakan obyek tanah.

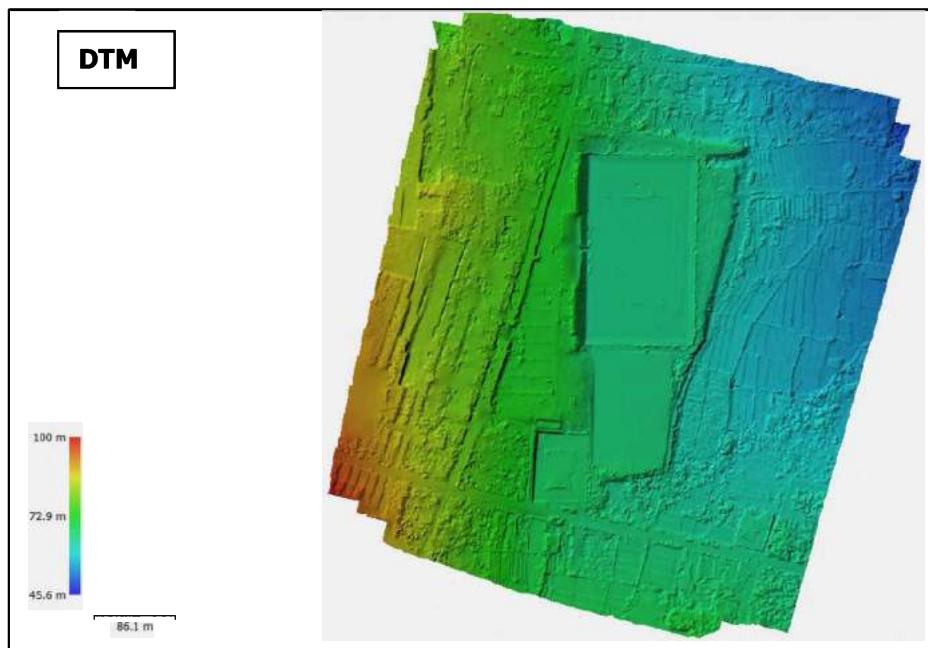


4. Untuk membuat DTM, lakukan prosedur Build DEM sebagaimana diuraikan di Sub bab 2.11. Pada saat jendela Build DEM muncul, di Menu **Point Classes** pilih tombol **Select**, kemudian centang pada kelas **Ground** saja, Klik OK.



5. Hasil akhir berupa DEM dengan jenis DTM (hanya informasi ketinggian medan). Berikut ini perbandingannya dengan DSM untuk melihat perbedaan antara kedua data.

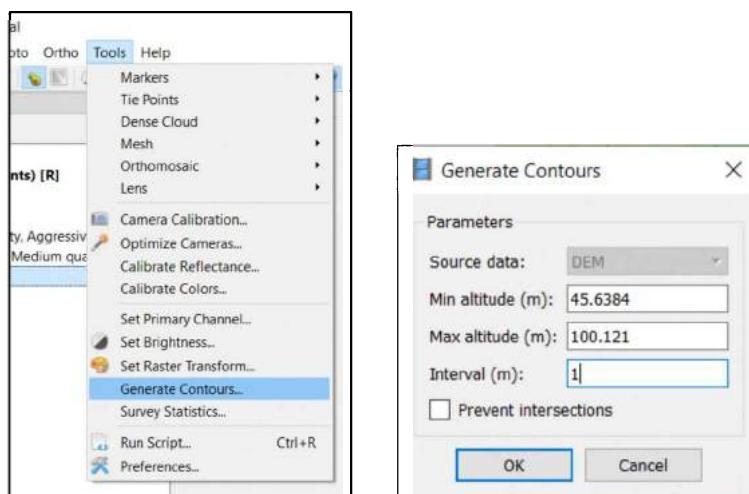




2.13. Ekstraksi Garis Kontur Ketinggian

Kontur ketinggian (elevasi) dapat diturunkan baik dari data DSM maupun data DTM yang dihasilkan dari prosedur pembuatan DEM pada sub bab 2.12. Data kontur yang diperoleh dapat dieksport ke format CAD (DXF) maupun GIS (SHP) untuk kemudian diolah lebih lanjut di perangkat lunak CAD atau GIS. Prosedur pembuatan garis kontur ketinggian sebagai berikut:

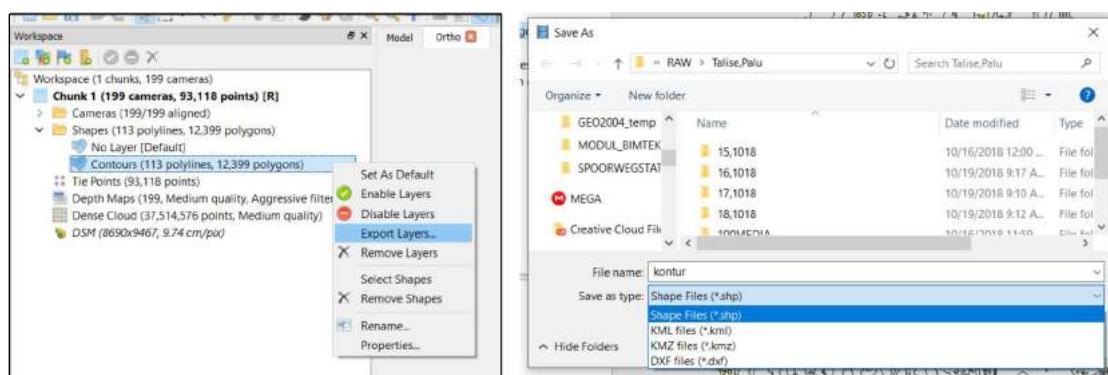
1. Dari Menu **Tools**, pilih **Generate Contours**. Muncul jendela parameter kontur, untuk source data sudah otomatis terisi (tergantung pada DEM yang dibuat, DSM atau DTM). Kemudian isikan ketinggian minimal dan maksimal dari data kontur yang akan dibuat (atau biarkan sesuai default), dan kemudian isikan interval garis kontur yang diinginkan. Klik OK.



2. Contoh hasil data kontur disajikan pada gambar di bawah ini.



3. Untuk mengekspor hasil data kontur ke format DXF, KML atau SHP, dari menu Workspace, expand Tab Shape, kemudian klik kanan di data kontur, pilih Export Data, kemudian tentukan lokasi penyimpanan dan jenis format yang diinginkan.

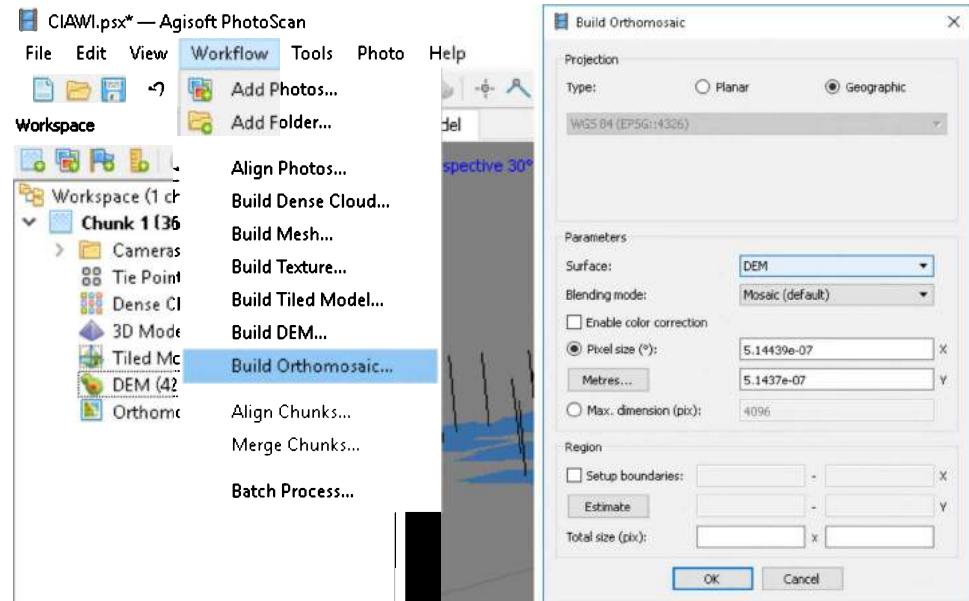


2.14. Pembuatan Orthofoto

Orthofoto adalah Foto udara yang telah dikoreksi kesalahan geometriknya menggunakan data DEM dan data GCP sehingga dapat dimanfaatkan untuk kepentingan pemetaan tanpa adanya inkonsistensi skala di sepanjang liputan foto. Orthofoto dapat dibuat setelah tahap pembuatan Dense Point Clouds, Mesh dan DEM selesai dilakukan,

1. Untuk membuat orthofoto, dari Menu Workflow klik Build Orthomosaic. Muncul pilihan Orthomosaic Parameter. Untuk pilihan Projection, pilih antara koordinat geographic atau planar/projected. Untuk parameter Surface, pilih DEM yang dihasilkan dari langkah sebelumnya. Untuk pilihan blending mode, ada tiga pilihan, Mosaic, Average, Max Intensity dan Min Intensity. Mosaic akan mempertimbangkan detail dalam setiap foto sehingga menghasilkan orthofoto yang balance dari segi warna dan kedekatan. Pilihan average akan

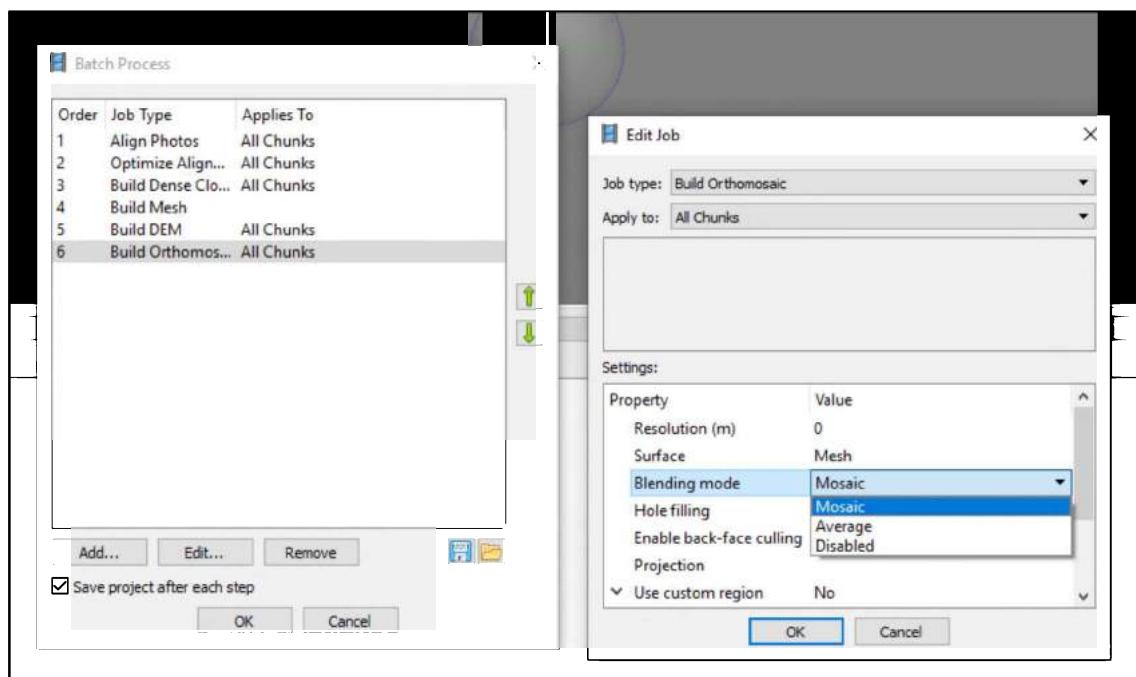
menggunakan nilai piksel rata-rata dari setiap foto yang overlap. Adapun untuk max dan min intensity menggunakan intensitas maksimum dan minimum dari piksel yang ber-tampalan/overlap. Anda juga dapat mencentang pilihan Enable Color Correction untuk melakukan koreksi warna di setiap foto, namun waktu pemrosesan akan menjadi lebih lama.



2.15. Batch Processing

Batch processing adalah otomatisasi rangkaian proses pengolahan foto udara UAV seperti yang telah dijelaskan pada bahasan sebelumnya (align photos > Optimize Align > build Dense Cloud > Build Mesh > Build DEM > Build Orthomosaic). Pada **batch processing** ini, setiap rangkaian

pengolahan yang sudah selesai secara otomatis dilanjutkan oleh rangkaian proses pengolahan berikutnya, sampai selesai. Operator tidak mengintervensi proses pengolahan, tetapi dapat mengatur preferensi yang diperlukan di setiap tahap pengolahan menggunakan tombol **edit**. Untuk menambahkan proses pengolahan baru, gunakan tombol **Add**. Selain itu, perlu dicentang pilihan **Save Project Each Step** agar proses tidak berhenti ditengah jalan, karena pada tahap tertentu, software akan meminta project untuk di-save, oleh karena itu lebih aman untuk mengatur lokasi penyimpanan project sebelum **batch processing** dilakukan.



Tombol	Keterangan
Add	Untuk menambahkan proses pengolahan (job)
Edit	Untuk mengatur pilihan dari proses pengolahan
Remove	Untuk menghapus proses pengolahan (Job)
Save (Gambar Disket)	Untuk menyimpan rangkaian batch processing dalam bentuk file
Load (Gambar Folder)	Untuk membuka rangkaian batch processing yang telah disimpan dalam bentuk file.
Tombol UP	Untuk menggeser proses pengolahan ke atas
Tombol DOWN	Untuk menggeser proses pengolahan ke bawah

TUTORIAL 3

Pengolahan dan Tampilan Data

3.1. Digitasi On Screen

Digitasi on screen merupakan salah satu teknik input data yang lazim digunakan dalam SIG. Disini peta atau citra satelit yang menjadi sumber data/referensi ditampilkan di layar monitor, kemudian operator melakukan proses interpretasi dan deliniasi menggunakan alat yang disediakan perangkat lunak.

3.1.1. Digitasi Objek Titik

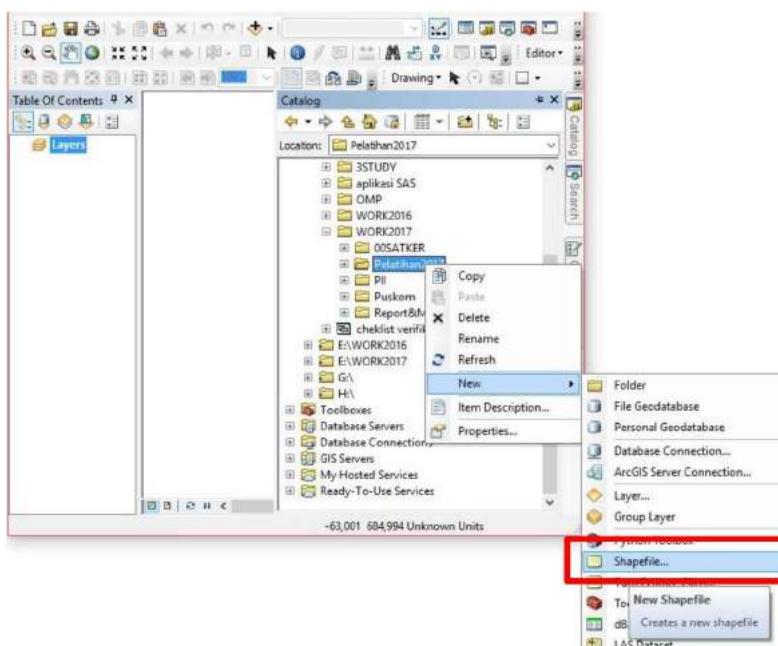
Proses digitasi on screen dilakukan diatas citra satelit atau peta dasar lainnya untuk membentuk suatu layer baru, digitasi dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Menambahkan layer baru pada ArcMap

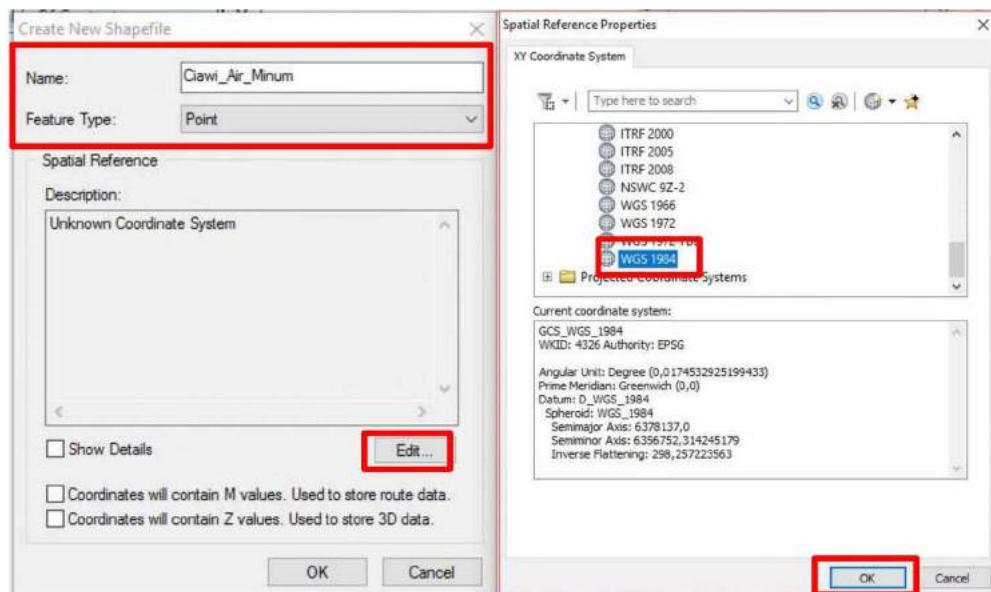
Buka citra satelit resolusi tinggi hasil pemotretan UAV dan peta administrasi menggunakan **icon Add Data** pada toolbar atau dari menu **File > Add Data**

2. Membuat layer baru objek titik (*point*)

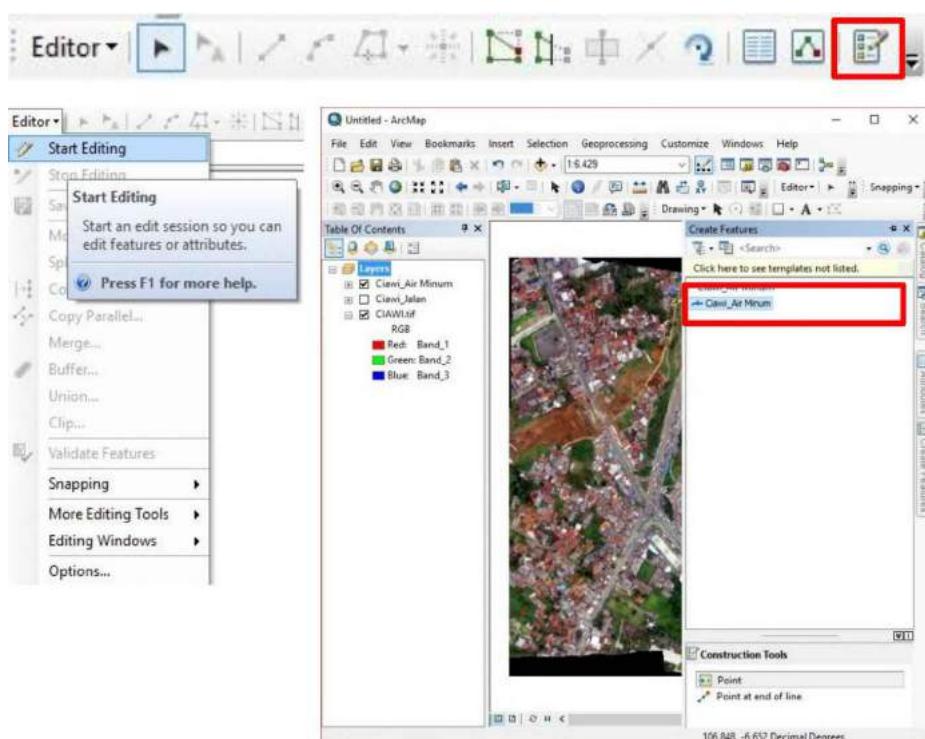
Buka ArcCatalog pada Arcmap yang terletak pada sisi kanan jendela ArcMap, pilih lokasi folder tempat penyimpanan file berupa shapefile (shp). **Klik kanan pada folder → New → Shapefile**



Pilih Feature Type berupa Point (titik) → Isi kolom Name sebagai nama layer → Edit → Atur sistem koordinat: Geographic Coordinate System → WGS 1984 → OK

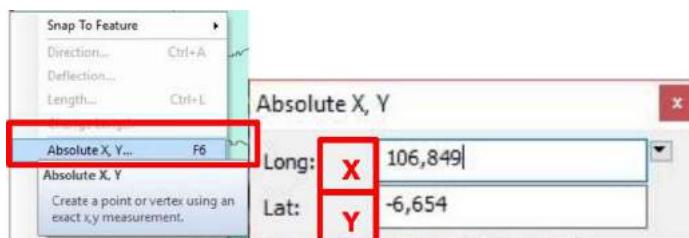


3. *Digitasi on-screen* dapat dilakukan dengan mengaktifkan tombol **Toolbar Editor**, **Editor → Start Editing**. Memulai digitasi dengan memilih menu **Create Feature** yang terletak pada sisi kanan jendela ArcMap atau Menu Editor. Pilih layer yang akan diedit (bendungan).



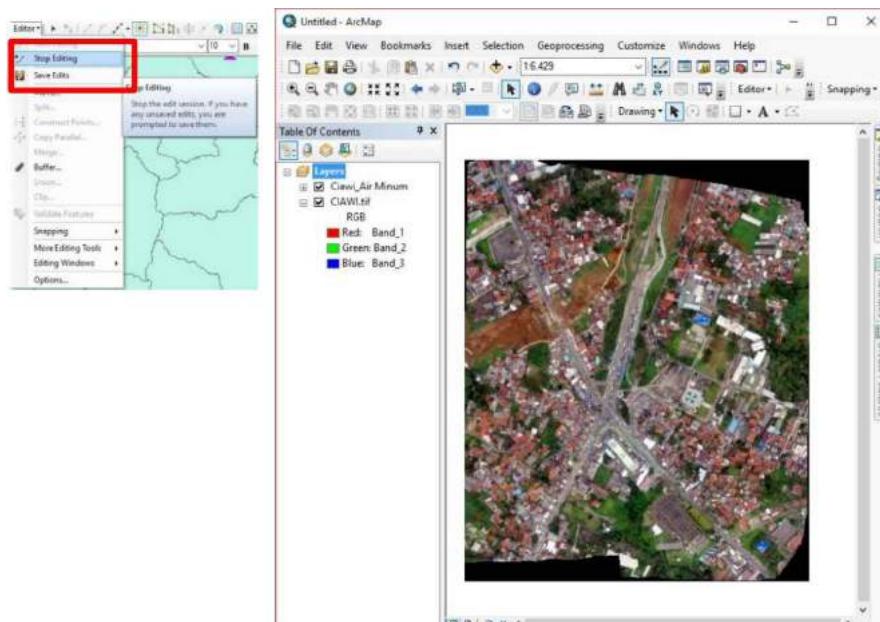
4. Digitasi On-Screen dengan objek titik dapat dilakukan secara langsung berdasarkan lokasi kenampakan bendungan yang terlihat pada citra/foto udara atau berdasarkan data koordinat titik X dan Y yang telah diketahui.

Klik Kanan pada Muka Peta → Absolute X, Y → Isi Kolom Longitude dan Latitude



Digitasi On-Screen dengan objek titik juga dapat dilakukan secara langsung, sebagai hasil interpretasi pada citra/foto udara.

5. Klik **Save Edit** atau **Stop Editing** untuk keluar dari mode *editing* mengakhiri digitasi dan menyimpan hasil editing/digitasi

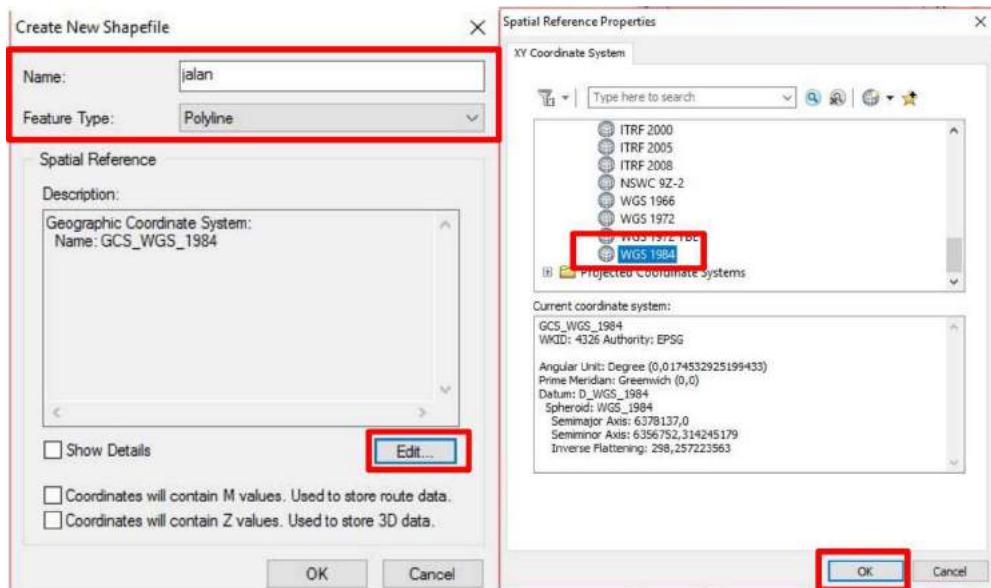


3.1.2. Digitasi Objek Garis

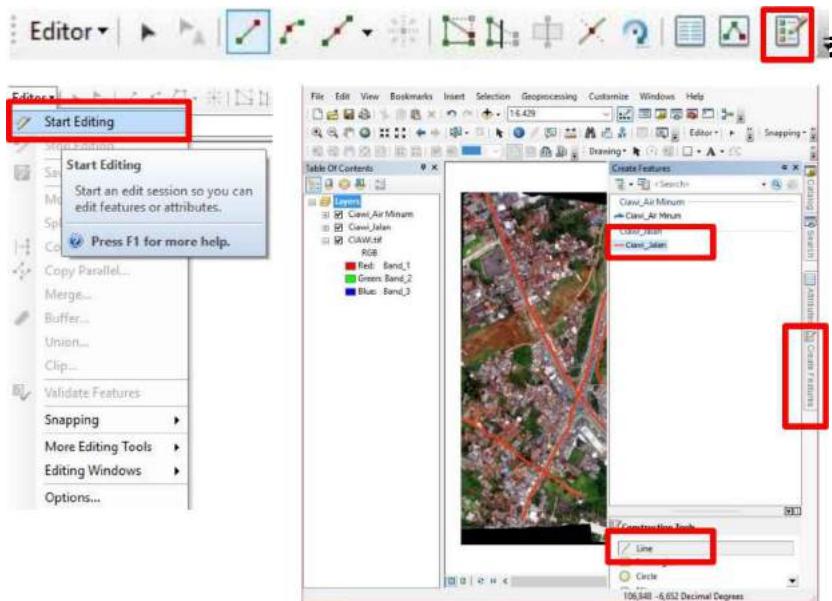
Proses digitasi on screen dilakukan diatas citra satelit atau peta dasar lainnya untuk membentuk suatu layer baru, digitasi dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Ulangi langkah 1 dan 2 berdasarkan Subbab 3.1.1, kecuali pada Type Feature: Polyline.

Pilih Feature Type berupa Polyline (garis) → Isi kolom Name sebagai nama layer → Edit → Atur sistem koordinat: Geographic Coordinate System → WGS 1984 → OK

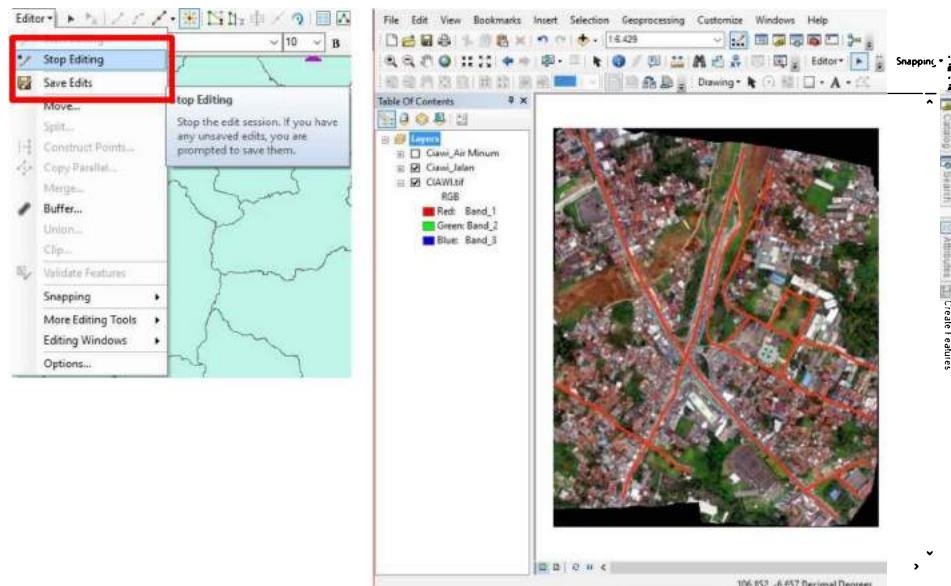


2. *Digitasi On-screen* dapat dilakukan dengan mengaktifkan tombol **Toolbar Editor** : **Editor → Start Editing** → Pilih layer objek garis yang akan diedit yaitu layer **jalan** . Memulai digitasi dengan memilih menu **Create Feature** yang terletak pada sisi kanan jendela ArcMap atau Menu Editor. Pilih layer yang akan diedit (jalan).



3. Digitasi On-Screen dengan objek garis dapat dilakukan secara langsung interpretasi pada citra/foto udara

4. Klik **Save Edit** atau **Stop Editing** untuk keluar dari mode *editing* mengakhiri digitasi dan menyimpan hasil editing/digitasi.



3.1.3. Digitasi Objek Luasan

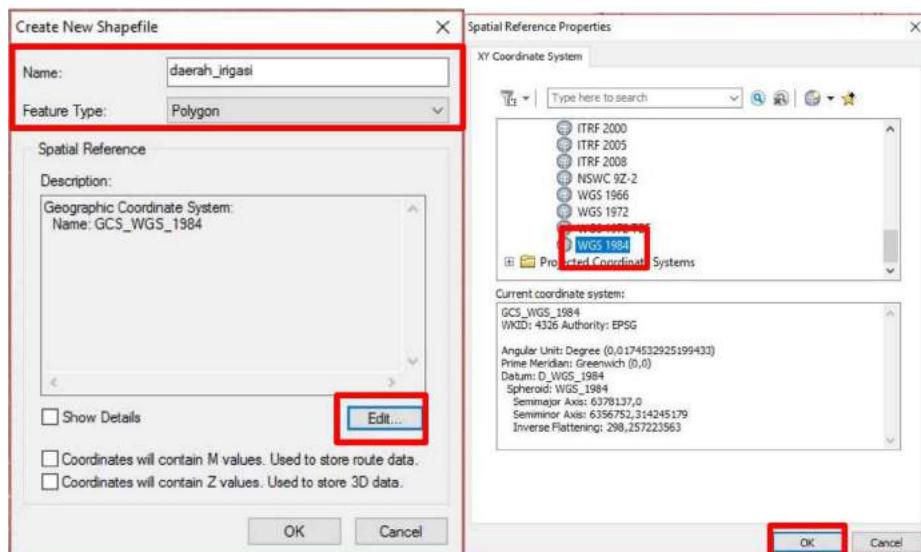
Proses digitasi on screen dilakukan diatas citra satelit atau peta dasar lainnya untuk membentuk suatu layer baru, digitasi dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Ulangi langkah 1 sampai 3 berdasarkan Subbab 3.1.1, kecuali pada Type Feature: Polygon.

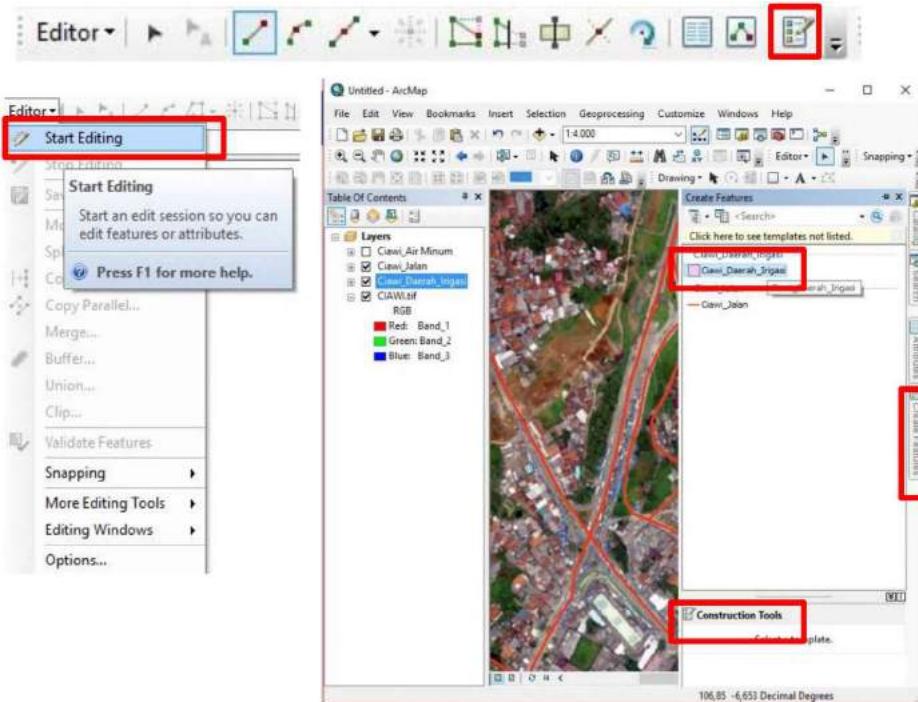
Pilih Feature Type berupa Polygon (luasan) → Isi kolom **Name** sebagai nama layer

→ **Edit** → **Atur sistem koordinat: Geographic Coordinate System** → **WGS 1984**

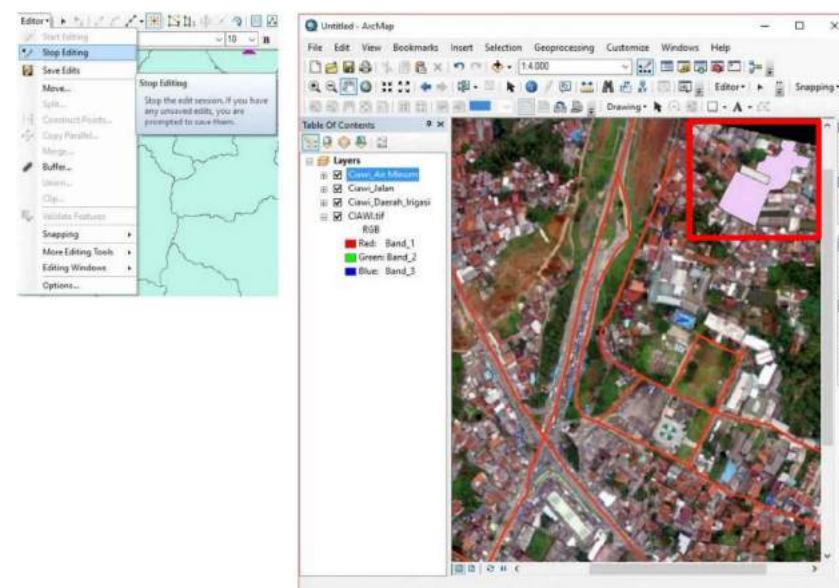
→ **OK**



2. Digitasi On-screen dapat dilakukan dengan mengaktifkan tombol **Toolbar Editor**, **Editor** → **Start Editing**. Pilih layer objek garis yang akan diedit yaitu layer **daerah irigasi**. Memulai digitasi dengan memilih menu **Create Feature** yang terletak pada sisi kanan jendela ArcMap atau Menu Editor. Pilih layer yang akan diedit (daerah irigasi).



3. Digitasi On-Screen dengan objek garis dapat dilakukan secara langsung berdasarkan interpretasi pada citra/foto udara.
 4. Klik Tombol **Save Edit** atau **Stop Editing** untuk keluar dari mode *editing* mengakhiri digitasi dan menyimpan hasil editing/digitasi.



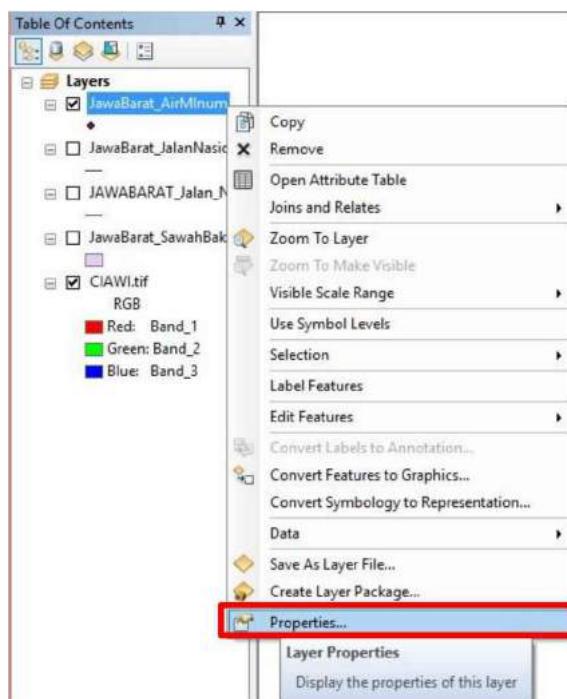
3.2. Simbolisasi

Salah satu fungsi dan kemampuan SIG adalah kemampuan melakukan pemetaan dan pembuatan peta. Salah satu aspek dalam pembuatan peta adalah desain peta dan simbolisasi data. ArcGIS mempunyai tool dan fasilitas untuk memvisualisasikan data spasial dalam berbagai cara, sesuai dengan informasi yang ingin ditampilkan. Simbolisasi peta sendiri dapat didefinisikan sebagai penerapan sebuah symbol tertentu (bisa berupa warna, pola, bentuk, ukuran, sudut, transparansi) terhadap sebuah kenampakan spasial, sehingga bisa diidentifikasi dalam sebuah peta

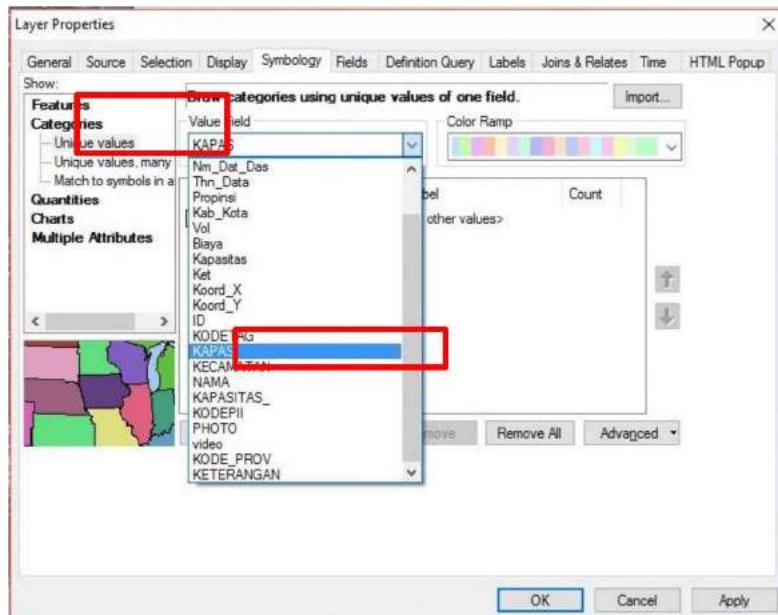
3.2.1. Simbolisasi Titik

Sebelum melakukan simbolisasi, layer data yang akan disimbolisasi harus dimasukkan dulu ke dalam ArcMap Document yang akan diedit. Simbolisasi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

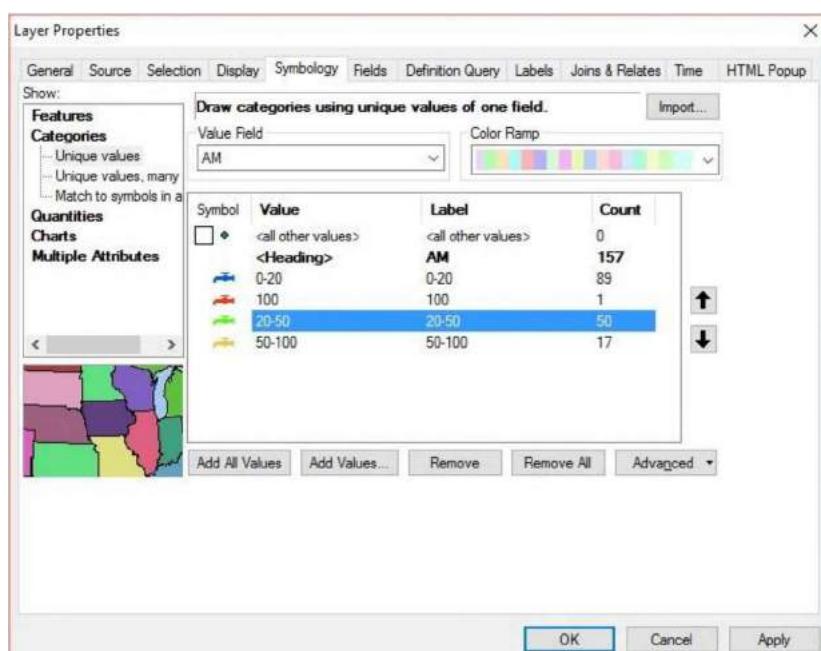
1. Buka layer Ciawi_Air_Minum.shp
2. Klik kanan pada layer yang akan dilakukan simbolisasi, pilih **Properties**

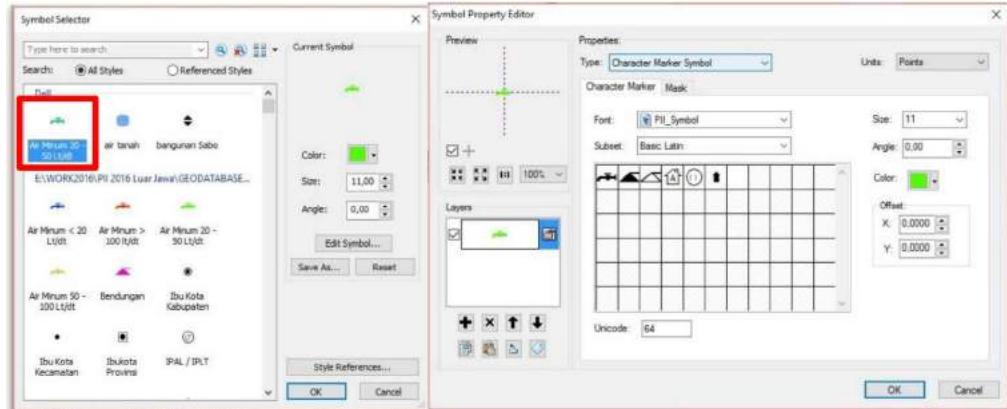


3. Setelah layer properties muncul, **Features - Single Symbol**: untuk simbolisasi satu jenis saja tanpa pengklasifikasian. **Categories – Unique Values** digunakan untuk klasifikasi simbolisasi menjadi beberapa jenis. Pilih field yang akan dijadikan sebagai dasar simbolisasi, misalnya pada field **KAPASITAS (KAPAS)**.

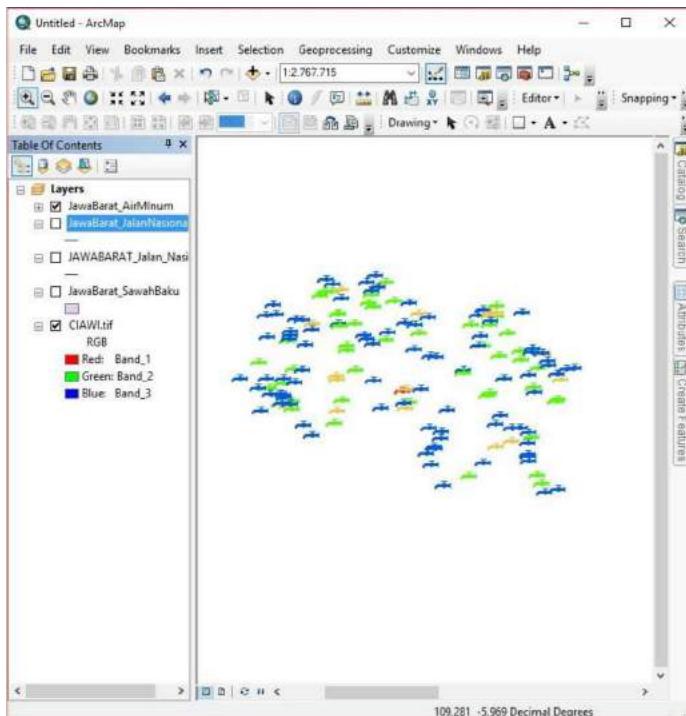


4. Klik **Add All Values** atau **Add Value** untuk memilih simbol yang akan dimunculkan pada peta. Klik salah satu value yang muncul, misalnya **< 20 liter perdetik**. **Symbol Selector** akan muncul dan berfungsi untuk mengganti jenis simbol, pilih simbol sesuai kebutuhan. Simbolisasi lebih lanjut dapat dilakukan dengan **Edit Symbol**. Silakan mencoba berbagai pilihan simbol dan menentukan berbagai parameter simbol seperti ukuran, sudut, warna, dan parameter lainnya pada **Symbol Property Editor**.





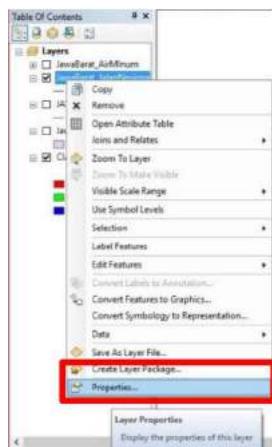
- Setelah selesai melakukan pengaturan symbol → **Klik OK.**



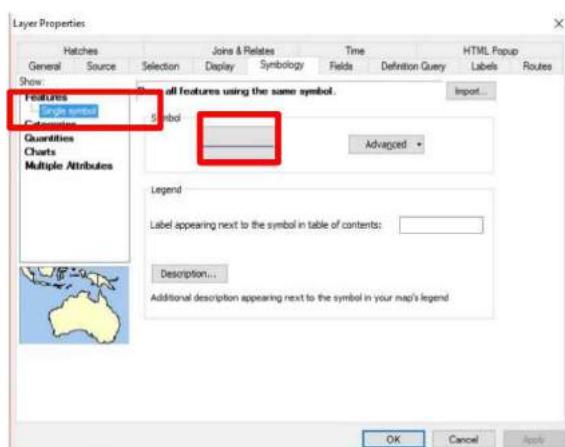
3.2.2. Simbolisasi Garis

Sebelum melakukan simbolisasi, layer data yang akan disimbolisasi harus dimasukkan dulu ke dalam ArcMap Document yang akan diedit. Simbolisasi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

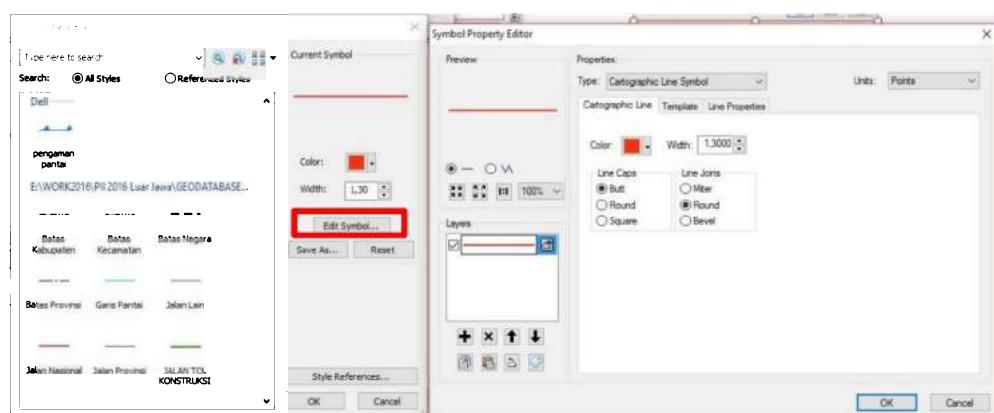
- Buka layer Ciawi_Jalan.shp
- Klik kanan pada layer yang akan dilakukan simbolisasi, pilih **Properties**



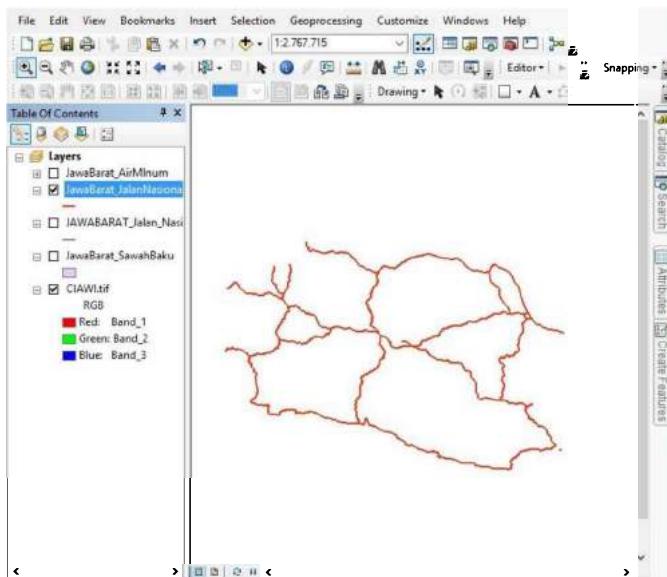
3. Setelah layer properties muncul, ganti simbol dengan melakukan klik pada **Symbol**.



4. **Symbol Selector** akan muncul dan berfungsi untuk mengganti jenis simbol, pilih simbol yang sesuai dan merupakan representasi dari layer. Simbolisasi lebih lanjut dapat dilakukan dengan **Edit Symbol**. Silakan mencoba berbagai pilihan simbol dan menentukan berbagai parameter simbol seperti ukuran, sudut, warna, dan parameter lainnya pada **Symbol Property Editor**.



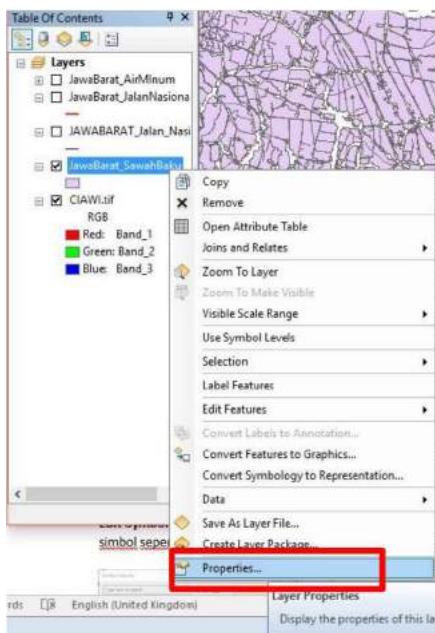
5. Setelah selesai mengatur symbol → Klik OK.



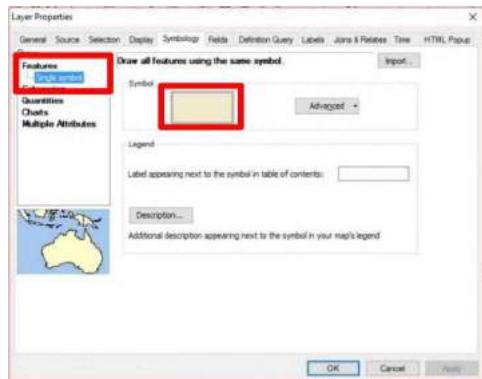
3.2.3. Simbolisasi Luasan

Sebelum melakukan simbolisasi, layer data yang akan disimbolisasi harus dimasukkan dulu ke dalam ArcMap Document yang akan diedit. Simbolisasi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

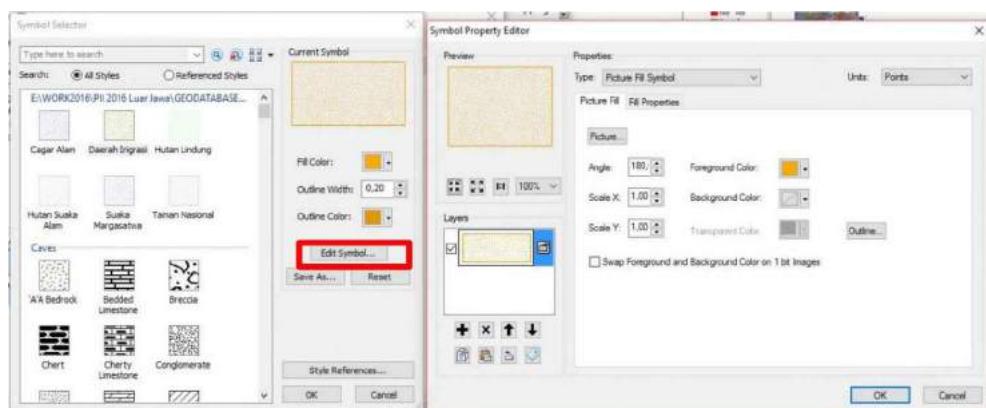
1. Buka layer daerah_irigasi.shp
2. Klik kanan pada layer yang akan dilakukan simbolisasi, pilih **Properties**



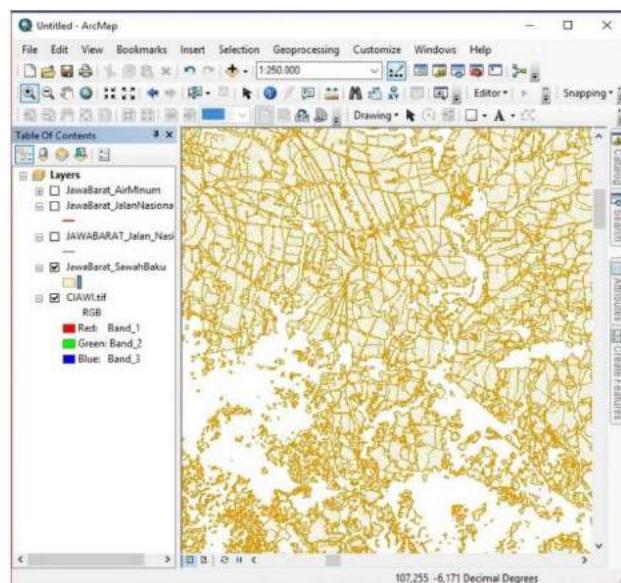
3. Setelah layer properties muncul, ganti simbol dengan melakukan klik pada **Symbol**.



4. **Symbol Selector** akan muncul dan berfungsi untuk mengganti jenis simbol, pilih simbol yang sesuai dan merupakan representasi dari layer. Simbolisasi lebih lanjut dapat dilakukan dengan **Edit Symbol**. Silakan mencoba berbagai pilihan simbol dan menentukan berbagai parameter simbol seperti ukuran, sudut, warna, dan parameter lainnya pada **Symbol Property Editor**.



5. Setelah selesai mengatur symbol → Klik OK.



TUTORIAL 4

Geovisualisasi 3 Dimensi

Model 3 Dimensi merupakan salah satu cara untuk memvisualisasikan data – data yang memiliki referensi tinggi, seperti Digital Elevation Model (DEM). DEM merupakan data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi yang bersumber dari foto udara stereo, citra satelit stereo, data pengukuran dilapangan, garis kontur pada peta topografi ataupun citra radar.

4.1. Pembentukan Hillshade dan TIN

Model Hillshade dan Model Triangulated Irregular Network (TIN) yang merupakan turunan dari DEM dapat digunakan untuk geovisualisasi 3 Dimensi dengan menggunakan ArcMap dan ArcScene.

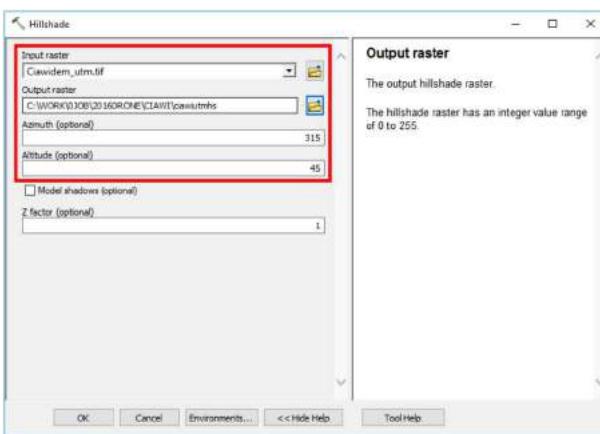
4.1.1. Pembentukan Hillshade

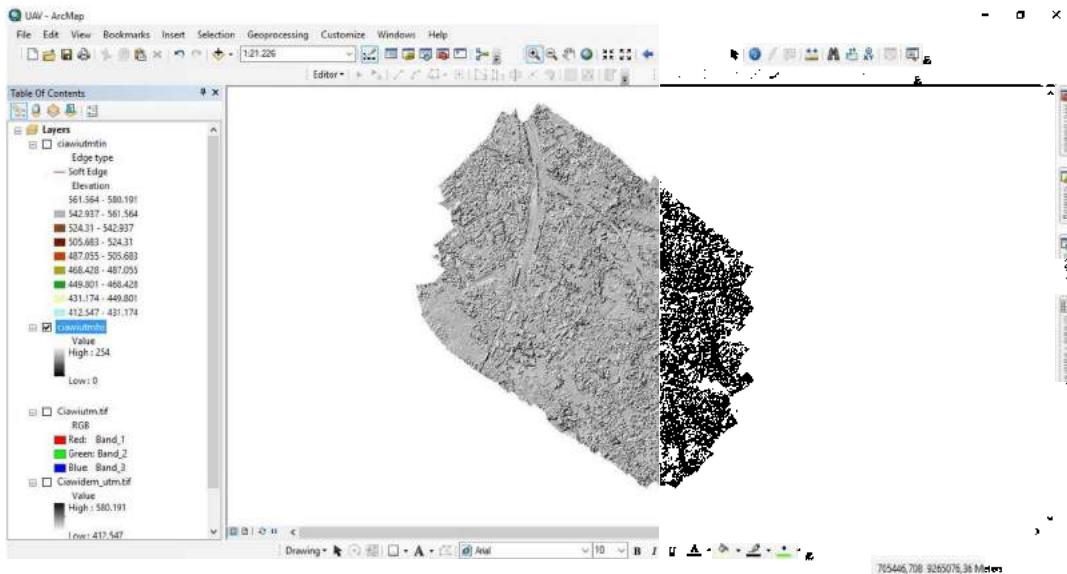
Pembentukan model Hillshade dari data DEM dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Add data **ciawidem_utm.tif**
2. Klik **ArcToolbox** → **3D Analyst Tools** → **Raster Surface**, Double Klik pada **Hillshade**



3. Pilih Input Raster: **ciawidem_utm.tif**, Output Raster: **hillshade**, arahkan ke **folder penyimpanan**. Klik **OK**



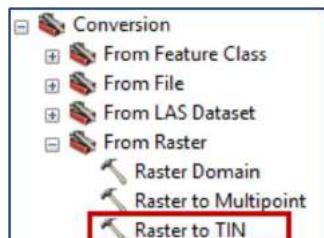


Hint : secara default, Azimuth diset pada angka 315° dan altitude pada 45°

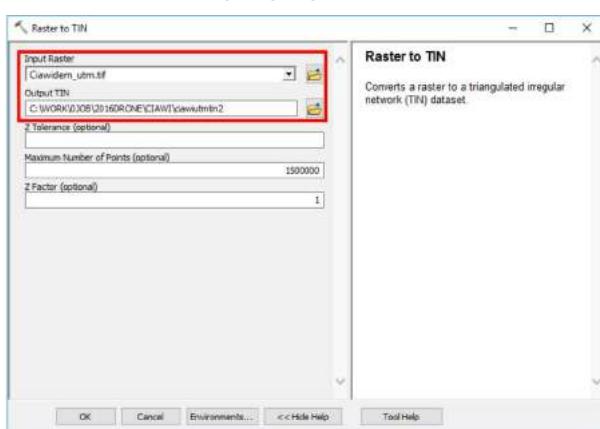
4.1.2. Pembentukan TIN

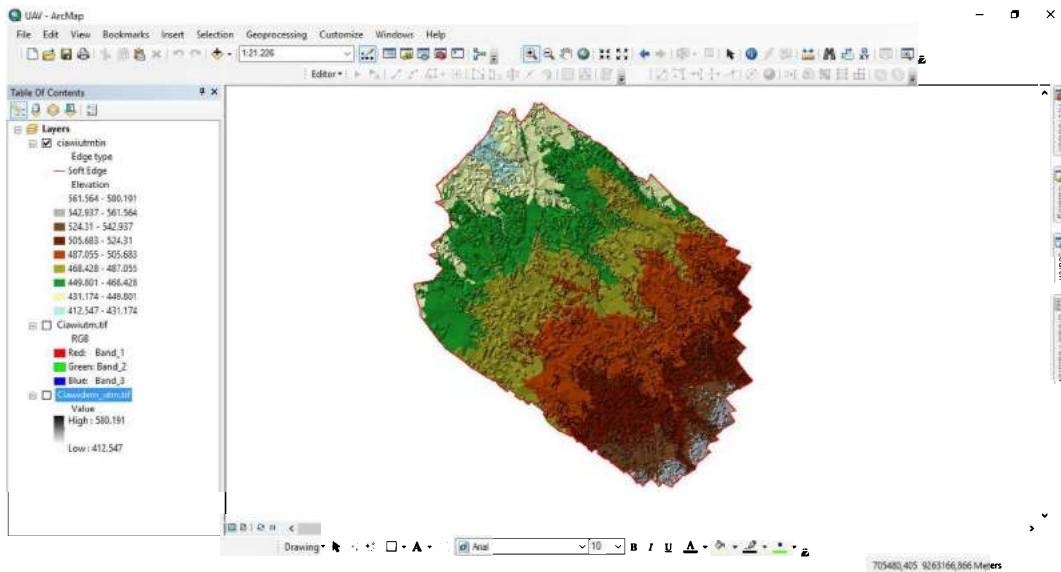
Pembentukan model TIN dari data DEM dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Add data **ciawidem_utm.tif**
2. Klik **ArcToolbox** → **3D Analyst Tools** → **Conversion**, Double Klik pada **Raster to TIN**



3. Pilih Input Raster: **ciawidem_utm.tif**, biarkan pengaturan lainnya, dan Output Raster: **tin**, arahkan ke **folder penyimpanan**. Klik **OK**

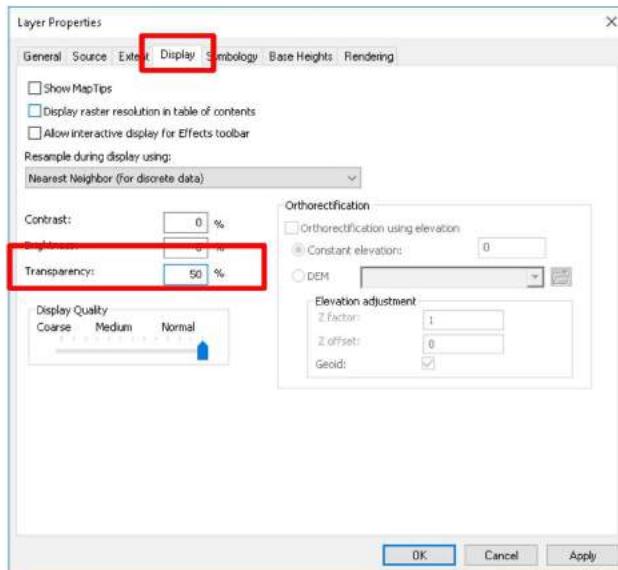




4.2. Geovisualisasi 3 Dimensi di ArcMap

Model Hillshade dan TIN dapat dikombinasikan dengan data lainnya, seperti DEM, data batas administrasi, atau data jalan. Untuk mengkombinasikan tampilan data di ArcMap, lakukan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Masukkan data DEM, Hillshade, TIN, dan Jalan yang hendak ditampilkan dengan klik kanan pada Layers → Add Data.
- Hint:** untuk memasukkan lebih dari 1 layer, tekan Shift atau Ctrl
2. Letakkan Layer Hillshade (ciawidemhs) dan TIN (ciawidemin) pada urutan paling bawah, disusul oleh layer DEM (ciawidem) dan jalan diatasnya.
 3. Aktifkan layer DEM (ciawidem), Hillshade (ciawidem hs) dan TIN (ciawidem tin).
 4. Atur simbolisasi layer DEM dengan **Klik Kanan** → **Layer Properties** → **Klik Tab Display** → **Set Transparency 50%**



5. Simbolisasi layer-layer data tersebut sehingga mendapatkan tampilan seperti dibawah ini:

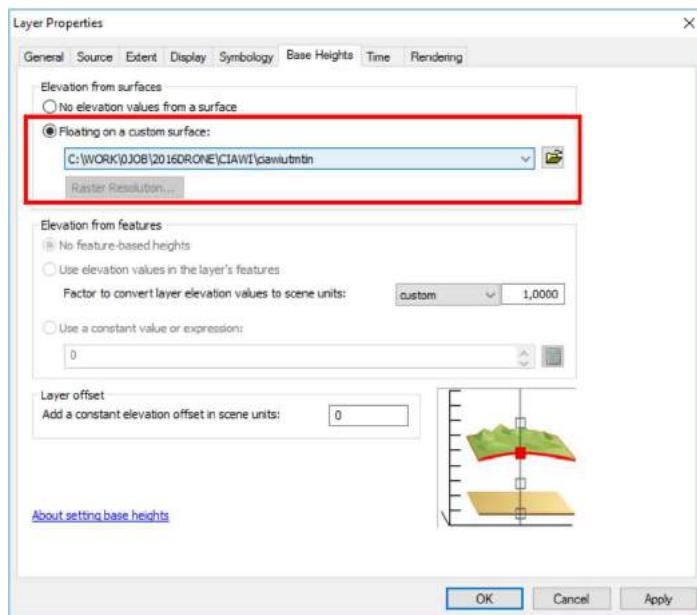


6. Simpan tampilan yang telah dibuat dengan klik **File → Save As**

4.3. Geovisualisasi 3 Dimensi di ArcScene

Data yang dimiliki dapat ditampilkan dalam ArcScene dengan syarat diantara data yang dimiliki terdapat model data TIN yang digunakan sebagai dasar (base) ketinggian dari layer – layer data lainnya. Untuk menampilkan data – data yang telah dimiliki ke dalam ArcScene, lakukan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Buka aplikasi ArcScene dari **Start Menu** → **ArcGIS** → **ArcScene**
2. Masukkan data yang akan ditampilkan di **ArcScene** dengan **Klik Kanan** → **Add Data**, browse ke Folder tempat penyimpanan data dan pilih layer data yang akan ditampilkan → **Klik Add**
3. Untuk membuat tampilan layer data memiliki ketinggian, **Klik Kanan** → **Klik Base Height tab** → **Klik** → **Floating on a costum surface** Pilih layer **TIN: ciawidemtin**



4. Atur simbolisasi layer – layer data sehingga tampak menarik.



5. Untuk mengatur navigasi selama memvisualisasikan data di ArcScene, kita dapat menggunakan tools **Navigate**, **Fly**, **Center on Target**, **Zoom to Target**, **Set Observer**



TUTORIAL 5

Pemanfaatan UAV Untuk Pemetaan Bencana

Data hasil pengolahan UAV seperti DEM (DSM dan DTM) dan ortofoto dapat bermanfaat untuk berbagai bidang aplikasi, salah satunya dalam bidang kebencanaan. Dalam bidang kebencanaan sendiri, penggunaan UAV tidak hanya bermanfaat pada saat setelah bencana (tanggap darurat, rehabilitas dan rekonstruksi) tetapi pada saat pra bencana (mitigasi). Berikut ini disajikan beberapa contoh aplikasi pemetaan berbasis UAV dalam penanganan bencana, dengan lokasi studi di sekitar Kota Palu, Sulawesi Tengah, yang pada bulan September 2018 mengalami bencana Gempabumi, Tsunami dan Likuifaksi.

5.1 Pemetaan Kerusakan Bangunan/Permukiman

Salah satu kemanfaatan utama data ortofoto dari survei UAV adalah untuk pemetaan kerusakan infrastruktur dan permukiman pasca bencana. Kebutuhan data dan informasi jumlah rumah rusak adalah salah satu data dasar (*baseline data*) yang dapat bermanfaat dalam kegiatan tanggap darurat dan rehabilitasi rekonstruksi. Ketersediaan Ortofoto dapat mempercepat proses pendataan rumah rusak/hilang/roboh, terlebih apabila dilengkapi dengan ketersediaan citra satelit/ortofoto kondisi sebelum bencana.

Berikut ini diuraikan contoh langkah – langkah teknis pemanfaatan ortofoto dari UAV untuk perhitungan cepat kerusakan rumah di sebuah wilayah (desa) di Kota Palu.

1. Buka perangkat lunak ArcGIS ArcMap, kemudian tambahkan data **Ortofoto_Petobo_Oktober2018.tif** dan **citra_Petobo_April2018.tif**. Ubah urutan tampilan dimulai dari citra satelit terlebih dahulu, baru diatasnya ditampilkan ortofoto.
2. Buat data layer permukiman dengan jenis data “Point”, dengan mengacu pada teknik digitasi obyek titik sebagaimana telah diuraikan pada sub bab 3.1.1. Selanjutnya tambahkan field keterangan di data atribut, dengan jumlah characters **50**.
3. Amati citra sebelum bencana dan ortofoto setelah bencana, kemudian digitasi rumah yang masih utuh dan rumah yang hilang/rusak, berikan keterangan untuk setiap jenis rumah.
4. Contoh hasil pemetaan disajikan pada gambar di bawah ini.



5. Jumlah rumah roboh dan utuh dapat dihitung sebagai berikut:
- Buka Tabel atribut dari layer rumah rusak, kemudian **Add Field** baru dengan nama **field "count", type field: small integer.**
 - Pilih semua baris data di dalam tabel menggunakan perintah: Tahan tombol **Cntrl + A**. seluruh baris akan terpilih, ditandai dengan warna **biru**.
 - Kemudian klik kanan nama field/kolom "Count", kemudian pilih field Calculator. Isikan angka 1 pada kolom yang tersedia di field calculator. Klik OK.

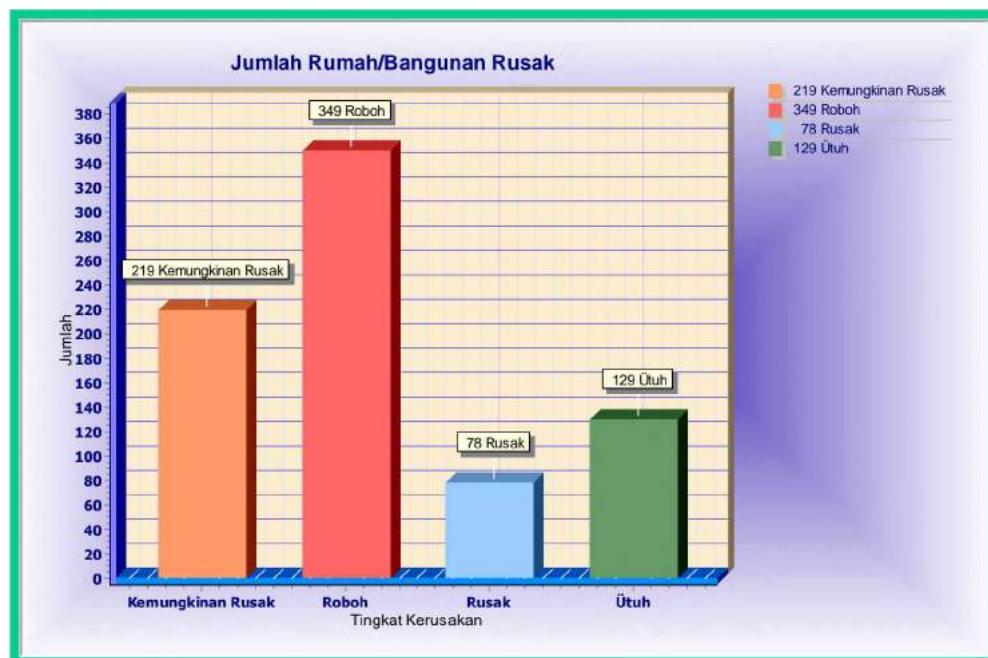


- Kolom Count akan terisi angka 1 untuk setiap baris data. Selanjutkan klik kanan nama

field/kolom "Status", pilih **Summarize**. Cari kolom Count, kemudian expand, pilih Sum. Operasi summarize akan membuat tabel baru.



- e. Buka Tabel summarize yang dihasilkan, kolom Sum Count akan memberikan informasi jumlah rumah/bangunan sesuai dengan tingkat kerusakannya. Anda juga dapat membuat grafiknya apabila diperlukan.



5.2 Pemetaan Area Longsor Jalan

Untuk studi kasus bencana tanah longsor/gerakan tanah, ortofoto hasil UAV dapat dimanfaatkan untuk pemetaan area terdampak longsor, bidang longsor, dan infrastruktur terdampak longsor. Sementara hasil DTM dan DSM dapat digunakan untuk memperkirakan antara lain volume material longsor, estimasi volume galian dan timbunan (*cut and fill*). Berikut ini contoh

langkah – langkah penerapan data ortofoto untuk pemetaan infrastruktur terdampak bencana longsor.

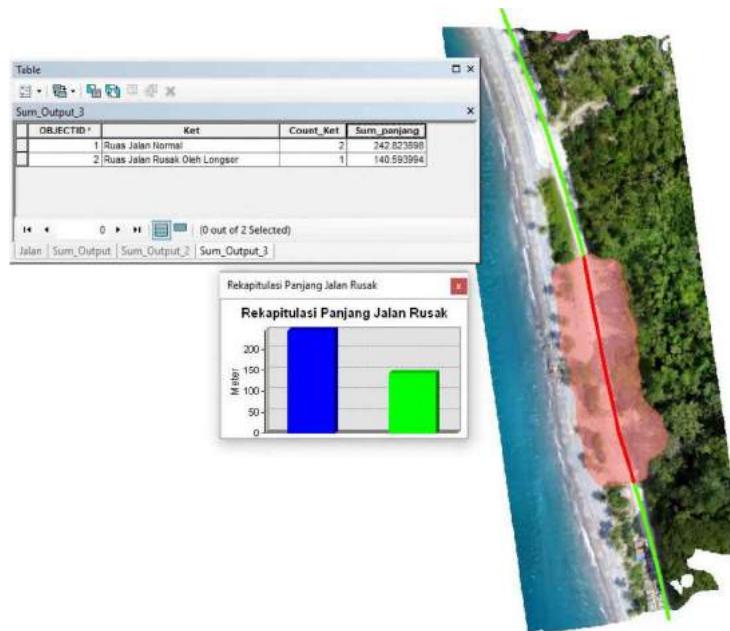
1. Buka perangkat lunak ArcGIS ArcMap, kemudian tambahkan data **Ortofoto_longson.tif**.
2. Buat data shapefile baru dengan jenis polygon, sistem koordinat yang digunakan adalah **UTM Zona 50S**, berikan nama: **area_terdampak_longson.shp**, dengan mengacu pada prosedur pembuatan layer polygon/luasan pada sub bab 3.1.3.
3. Lakukan digitasi area longsor menggunakan editor toolbar. Contoh hasil seperti gambar di bawah ini.



4. Selanjutnya, buat data shapefile baru dengan jenis polyline, sistem koordinat yang digunakan adalah UTM Zona 50S, untuk kolom atribut, buat field baru dengan nama field "keterangan" dengan tipe text: 50 characters, berikan nama output file: **ruas_jalan_terdampak_longson.shp**, dengan mengacu pada prosedur pembuatan layer polyline/garis pada sub bab 3.1.2.
5. Lakukan digitasi jalan yang terkena longsor dan tidak terkena longsor menggunakan editor toolbar. Contoh hasil seperti gambar di bawah ini.



6. Hitung panjang jalan yang terkena longsor menggunakan operasi **calculate geometry**. Operasi calculate geometry dapat dilakukan dengan cara membuka tabel atribut dari layer aktif (klik kanan nama layer di **Table of Content > Open Attribute Table**), kemudian buat field baru dari Menu **Table > Add Field**, isikan nama kolom: **panjang**, dengan type kolom: **float**. Selanjutnya, klik kanan nama kolom 'panjang' yang telah dibuat, pilih **calculate geometry**, dan pilih **length**, tentukan juga unit yang akan digunakan untuk penghitungan panjang jalan (umumnya satuan yang digunakan adalah **meter**). Contoh hasil calculate geometry seperti di bawah ini.



5.3 Pemetaan Perubahan Garis Pantai Akibat Tsunami

Terkait dengan aplikasi bencana tsunami, ortofoto dan DEM dapat dimanfaatkan untuk pemodelan area terdampak, kerusakan infrastruktur, rekonstruksi gelombang tsunami, dan berbagai aplikasi lainnya. Sebagai contoh, berikut ini disajikan langkah – langkah pemetaan perubahan garis pantai akibat kejadian tsunami.

1. Buka perangkat lunak ArcGIS ArcMap, kemudian tambahkan data **Ortofoto_Talise_oktober2018.tif** dan **citra_Talise_April2018.tif**. Ubah urutan tampilan dimulai dari citra satelit terlebih dahulu, baru diatasnya ditampilkan ortofoto.
2. Buat layer **garis pantai sebelum terjadinya bencana (mengacu pada citra satelit bulan April 2018)**, menggunakan prosedur pembuatan polyline dan editing polyline di sub bab 3.1.2, kemudian lanjutkan dengan **garis pantai setelah terjadinya bencana (mengacu pada ortofoto bulan Oktober 2018)**.
3. Lanjutkan dengan data lain seperti, pengaman pantai yang mengalami kerusakan, area terdampak, bangunan dan fasilitas umum kawasan pesisir yang mengalami kerusakan.

4. Contoh hasil seperti ditunjukkan pada Gambar di bawah ini.

