

LAMPIRAN A

Point GCP dan ICP

1. *Koordinat GCP dan ICP 14 September 2023*

NO.	NAME	EASTING	NORTHING	ELV
1	GCP 1	773290.472	9076408.296	197.808
2	GCP 2	774003.378	9076858.519	38.985
3	GCP 3	773911.576	9075628.579	106.672
4	ICP 1	774138.8647	9076247.439	38.528
5	ICP 2	774001.5602	9076854.774	38.774
6	ICP 3	773973.503	9076792.977	38.805
7	ICP 4	773933.7475	9076757.922	39.652
8	ICP 5	773650.8271	9076850.808	45.361
9	ICP 6	773104.101	9076855.855	87.421
10	ICP 7	773302.6061	9076737.418	105.846
11	ICP 8	773049.6829	9076784.199	133.347
12	ICP 9	773029.9691	9076650.235	191.674
13	ICP 10	773159.6488	9076487.84	214.236
14	ICP 11	773217.43	9076429.359	215.603
15	ICP 12	773744.8545	9075865.626	158.311
16	ICP 13	773588.9833	9076537.396	148.573

2. *Koordinat GCP dan ICP 15 Desember 2023*

NO.	NAME	EASTING	NORTHING	ELV
1	GCP 1	773227.95	9076486.9	199.909
2	GCP 2	774003.543	9076844.265	38.649
3	GCP 3	773876.831	9075628.28	109.559
4	ICP 1	774138.8647	9076247.439	40.328
5	ICP2	774001.5602	9076854.774	38.974
6	ICP 3	773973.503	9076792.977	38.805
7	ICP 4	773933.7475	9076757.922	39.852
8	ICP 5	773650.8271	9076850.808	44.361
9	ICP 6	773104.101	9076855.855	85.821
10	ICP 7	773302.6061	9076737.418	105.246
11	ICP 8	773049.6829	9076784.199	131.647
12	ICP 9	773029.9691	9076650.235	190.674
13	ICP 10	773159.6488	9076487.84	211.436
14	ICP 11	773217.43	9076429.359	215.603
15	ICP 12	773744.8545	9075865.626	158.611
16	ICP 13	773588.9833	9076537.396	148.473

LAMPIRAN B

***Sampel Koordinat Hasil Pengukuran
Topografi***

1. *Sampel Point Pengukuran Topografi 14 September 2023*

Easting	Northing	Elv
773611.964	9075991.829	177.572
773610.481	9075989.657	177.399
773609.892	9075988.201	177.171
773611.313	9075983.26	176.391
773619.711	9075994.407	177.272
773625.832	9075999.498	177.165
773632.329	9076002.983	177.048
773634.614	9076003.615	176.336
773635.491	9076002.198	176.07
773633.962	9076001.49	176.694
773628.597	9075996.201	176.674
773620.324	9075990.235	176.919
773611.552	9075978.21	176.313
773618.653	9075980.446	175.88
773627.895	9075984.959	175.98
773640.432	9075993.101	176.072
773649.313	9075983.055	175.961
773640.231	9075976.306	175.917
773629.275	9075969.031	175.585
773624.207	9075966.814	175.921
773622.626	9075965.746	176.439
773622.837	9075970.238	175.865
773619.944	9075968.691	175.378
773616.405	9075968.439	175.804
773616.376	9075965.621	176.06
773616.747	9075964.267	176.469
773617.238	9075961.612	176.679
773618.972	9075960.433	176.56
773619.821	9075962.076	176.132
773621.993	9075962.998	176.965
773622.647	9075959.847	177.439
773623.786	9075959.559	177.308
773625.273	9075962.239	175.765
773627.223	9075959.142	175.406
773628.811	9075955.923	175.211
773625.325	9075954.086	175.388
773627.109	9075949.836	175.161
773627.975	9075946.383	174.997
773628.842	9075941.916	175.004
773629.056	9075937.732	175.141

773636.066	9075932.513	174.791
773639.263	9075930.303	174.882
773640.203	9075931.061	174.715
773640.893	9075931.953	174.055
773642.084	9075928.114	174.979
773643.213	9075930.201	174.541
773643.152	9075930.866	174.223
773643.982	9075927.17	174.817
773646.791	9075928.036	174.113
773647.329	9075924.408	174.579
773650.837	9075925.983	174.032
773651.977	9075925.435	174.257
773648.624	9075923.224	175.68
773649.055	9075922.155	175.628
773651.001	9075922.758	175.18
773651.331	9075921.352	174.911
773653.461	9075923.371	174.157
773654.833	9075921.555	174.528
773653.594	9075919.676	174.971
773655.954	9075918.537	174.879
773659.496	9075917.53	174.849
773661.772	9075916.834	175.511
773661.991	9075917.837	175.364
773662.815	9075916.633	175.062
773663.038	9075917.509	174.852
773666.459	9075917.339	175.864
773665.951	9075918.769	175.397
773669.36	9075920.726	174.021
773668.897	9075921.465	173.841
773675.799	9075926.516	173.589
773669.352	9075927.832	173.658
773675.822	9075930.963	173.471
773673.519	9075934.286	173.562
773671.412	9075935.152	173.543
773667.46	9075931.146	173.557
773665.14	9075925.608	176.288
773664.92	9075923.41	176.278
773661.7	9075921.272	176.606
773658.943	9075922.845	176.46
773659.674	9075926.619	176.298
773662.058	9075927.703	175.96
773664.685	9075932.00	173.737
773660.334	9075932.404	173.855
773657.906	9075930.887	173.758
773675.091	9075937.755	173.634

773681.402	9075938.739	174.234
773681.029	9075937.165	174.963
773679.274	9075933.779	175.073
773676.758	9075935.36	175.052
773688.185	9075937.259	175.085
773690.86	9075938.233	174.983
773689.831	9075940.227	174.778
773690.673	9075940.332	175.224
773689.102	9075943.974	175.27
773687.181	9075943.552	175.345
773685.89	9075944.073	175.354
773686.962	9075946.381	175.675
773686.019	9075947.056	176.145
773687.03	9075950.657	176.145
773685.992	9075950.565	176.133
773684.334	9075949.602	175.31
773681.842	9075949.706	175.257
773681.431	9075948.05	175.267
773681.949	9075946.308	175.458
773674.519	9075941.191	173.87
773669.737	9075943.984	174.124
773669.06	9075948.446	174.269
773657.348	9075948.231	174.593
773651.672	9075960.487	175.114
773670.155	9075954.007	174.651

2. *Sampel Point Pengukuran Topografi 15 Desember 2023*

Easting	Northing	Elv
773227.925	9076486.888	201.606
773263.414	9076451.299	200.308
773266.154	9076447.194	200.447
773268.437	9076441.857	200.473
773272.106	9076437.5	200.364
773276.617	9076430.025	200.087
773281.834	9076420.996	199.672
773282.25	9076420.279	199.839
773287.095	9076412.071	199.601
773290.145	9076404.021	199.512
773292.651	9076396.858	199.583
773294.572	9076391.11	199.252
773295.821	9076387.923	199.422
773299.823	9076379.607	199.784
773302.977	9076373.205	200.007

773306.684	9076364.23	200.014
773309.918	9076356.804	199.95
773313.769	9076347.449	199.789
773317.374	9076344.309	199.858
773319.465	9076341.971	199.898
773321.563	9076338.811	199.914
773322.897	9076339.67	199.863
773323.648	9076341.706	199.879
773321.385	9076346.125	199.802
773316.854	9076355.402	200.034
773315.057	9076358.422	200.066
773312.444	9076361.593	200.103
773311.122	9076366.04	200.116
773310.207	9076369.96	199.902
773306.113	9076376.818	199.79
773305.271	9076380.437	199.663
773304.7	9076382.529	199.641
773302.98	9076384.924	199.471
773300.784	9076387.146	199.447
773300.199	9076388.268	199.469
773299.529	9076392.53	199.611
773298.353	9076397.229	199.506
773297.442	9076400.73	199.482
773295.877	9076403.174	199.426
773295.033	9076406.459	199.42
773294.327	9076410.113	199.432
773293.113	9076411.856	199.449
773290.326	9076415.715	199.662
773288.162	9076421.126	199.583
773286.265	9076422.869	199.626
773285.348	9076426.387	199.832
773284.453	9076428.628	199.827
773282.769	9076431.881	199.91
773279.332	9076436.312	200.149
773274.591	9076441.153	200.256
773273.184	9076444.766	200.135
773274.181	9076448.019	199.959
773274.713	9076449.703	199.825
773275.36	9076450.195	199.779
773275.291	9076450.922	199.706
773274.541	9076453.727	199.499
773273.422	9076455.439	199.608
773271.273	9076456.06	199.609
773270.131	9076456.865	199.454
773268.852	9076457.624	199.525

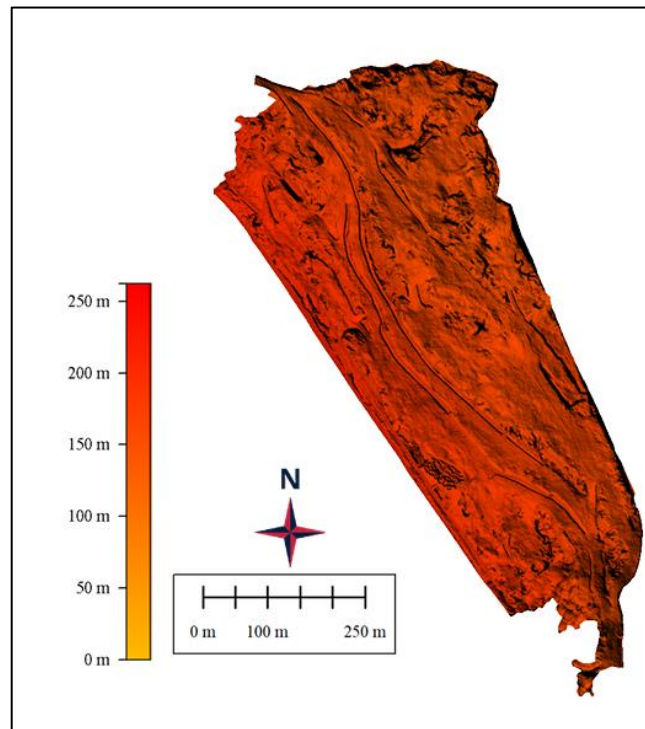
773268.587	9076456.074	199.813
773266.863	9076455.033	199.861
773265.146	9076454.58	199.993
773263.884	9076454.407	200.124
773262.078	9076455.4	200.231
773260.737	9076457.882	200.064
773262.435	9076458.79	200.936
773263.142	9076459.36	200.855
773264.567	9076458.281	200.885
773263.141	9076456.778	201.062
773263.813	9076456.093	200.969
773265.186	9076456.28	200.941
773265.846	9076457.557	200.576
773261.427	9076461.109	200.69
773260.647	9076460.919	200.46
773259.595	9076460.848	199.978
773258.953	9076463.614	200.405
773259.497	9076463.964	200.281
773258.263	9076463.31	199.89
773260.27	9076464.205	199.654
773261.188	9076462.607	199.71
773262.854	9076462.138	199.697
773264.139	9076462.629	198.767
773264.16	9076464.149	198.656
773263.434	9076464.408	199.203
773262.408	9076465.325	199.238
773262.953	9076466.724	198.557
773259.954	9076466.52	199.452
773260.022	9076467.498	198.915
773261.487	9076570.149	179.22
773258.198	9076467.581	200.331
773257.764	9076466.805	200.257
773257.161	9076466.694	199.817
773255.675	9076472.564	199.962
773256.097	9076472.93	199.652
773254.806	9076472.27	199.104
773258.727	9076473.919	198.256
773260.24	9076473.185	198.211
773261.923	9076471.396	198.345
773264.026	9076470.265	198.053
773265.74	9076469.092	197.767
773266.964	9076468.569	197.617
773268.025	9076466.646	197.647
773267.907	9076464.654	197.84
773267.396	9076463.794	198.209

773267.98	9076461.922	198.227
773266.465	9076460.399	198.518
773269.261	9076459.312	198.314
773270.12	9076460.447	198.219
773271.055	9076460.144	197.948

LAMPIRAN C

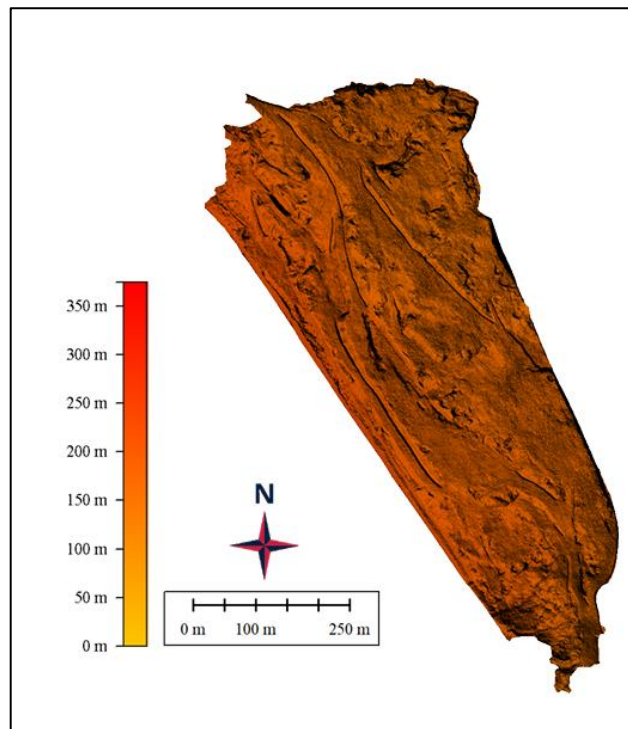
DTM Foto Udara

1. *DTM Foto Udara 14 September 2023*



Gambar 1. DTM Foto Udara 14 September 2023

2. *DTM Foto Udara 15 Desember 2023*



Gambar 2. DTM Foto Udara 15 Desember 2023

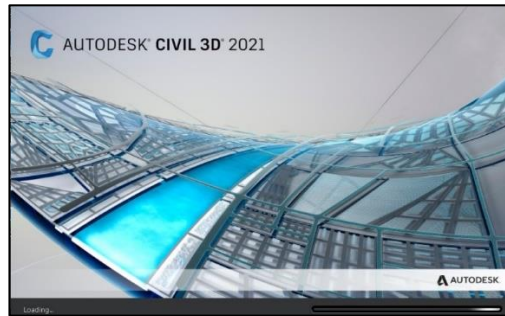
LAMPIRAN D

Proses Pengolahan Data

1. Pengolahan Data

A. Pengolahan Data Topografi

1. Berikut ini adalah langkah pengolahan data topografi hingga memperoleh *surface* pada *software Civil 3D*. langkah pertama membuka *software Civil 3D*.

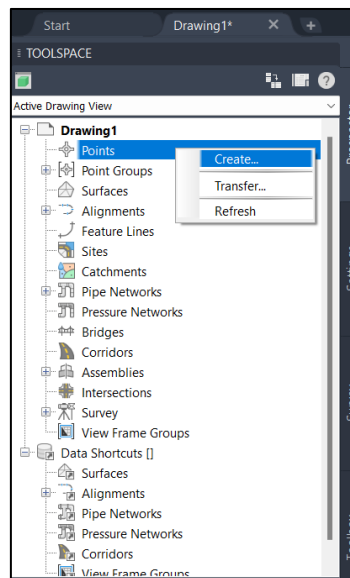


Gambar 1. *Software Civil 3D*


2. Setelah aplikasi terbuka, selanjutnya pilih menu toolspace pada menu toolbar, kemudian pilih points klik kanan lalu pilih create dan klik icon

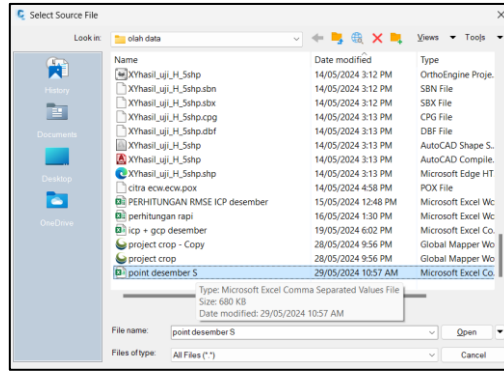


untuk mengimport point yang akan diolah.




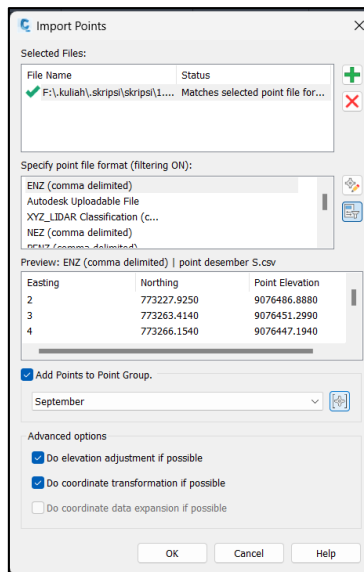
Gambar 2. Proses *Create Point*

3. kemudian pilih icon  dan pilih *point* yang ingin diimport lalu klik *open* untuk membuka *point* yang dipilih.



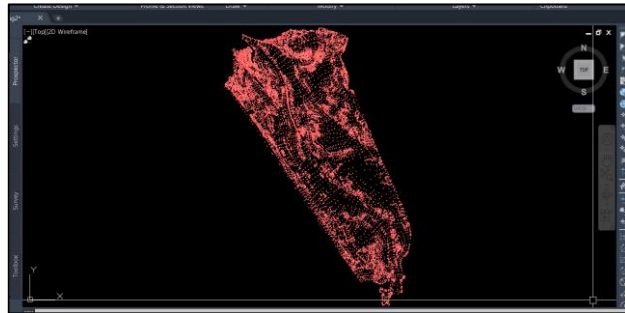
Gambar 3. Proses *Import Point*

4. Selanjutnya akan keluar menu tampilan seperti dibawah ini, lalu edit sesuai kebutuhan. seperti, mengatur *specify point file* format agar sesuai dengan yang diinginkan, kemudian pilih *add points to point group* dan klik icon  untuk membuat nama sesuai yang diinginkan, setelah itu klik ok jika telah selesai mengedit.



Gambar 4. Proses *Create Point Group*

5. Tampilan *point* yang telah diimport.



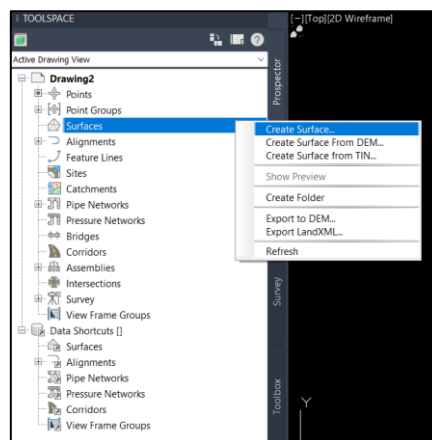
Gambar 4. Tampilan *Point* Yang telah Diimport

6. Buat *boundary area* untuk membatasi garis kontur sesuai dengan AOI yang telah ditentukan dengan menggunakan perintah *polyline*.



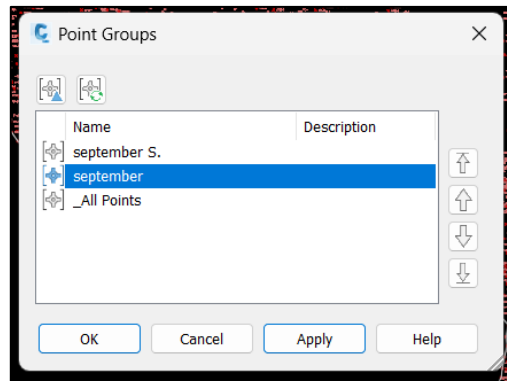
Gambar 5. Proses *Boundary*

7. Kemudian klik kanan pada surface lalu pilih *create surface* untuk membuat *surface* dari data pengukuran topografi.



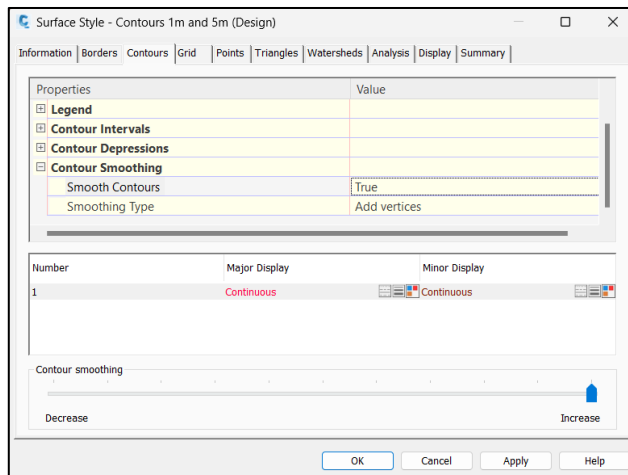
Gambar 6. Proses *Create Surface*

8. Kemudian di menu *surface* dipilih *definition* lalu pilih *point groups* kemudian klik kanan *add point* dan pilih *point* yang telah dibuat di awal proses lalu klik ok.



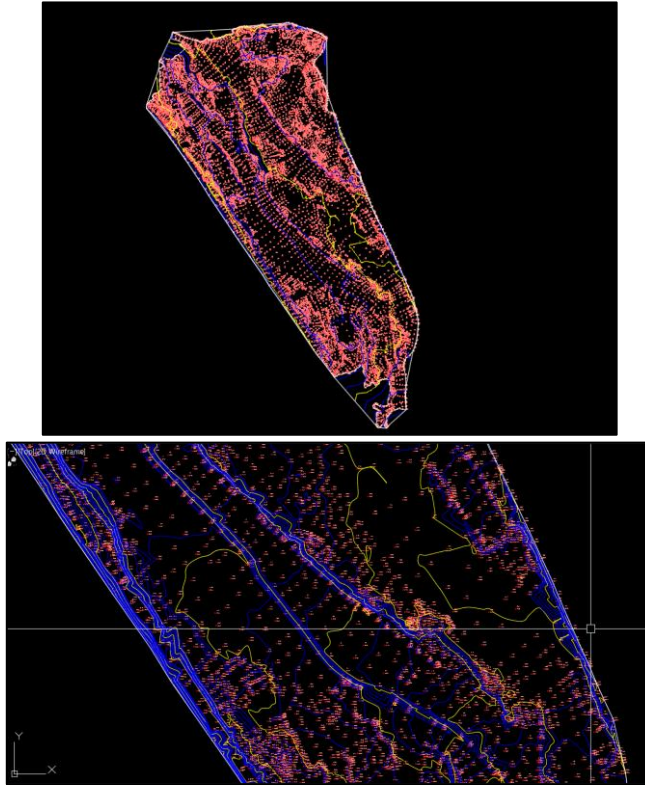
Gambar 7. Proses *Add Point Group* Untuk Membuat *Surface*

9. Selanjutnya pilih *surface* kemudian klik kanan lalu pilih *edit surface style* sesuai kebutuhan.



Gambar 8. Proses *Edit Surface*

10. Berikut adalah tampilan dari hasil *surface* topografi.

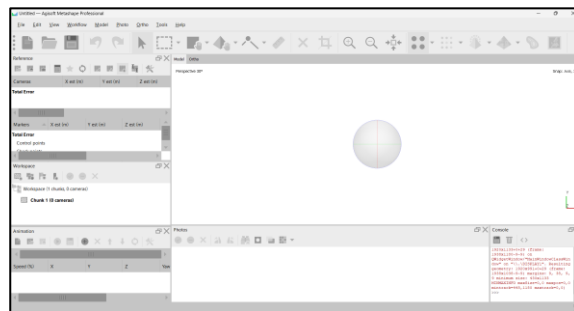


Gambar 9. Tampilan *Surface* Topografi

11. Langkah tersebut dilakukan sama untuk pengolahan data topografi bulan Desember.

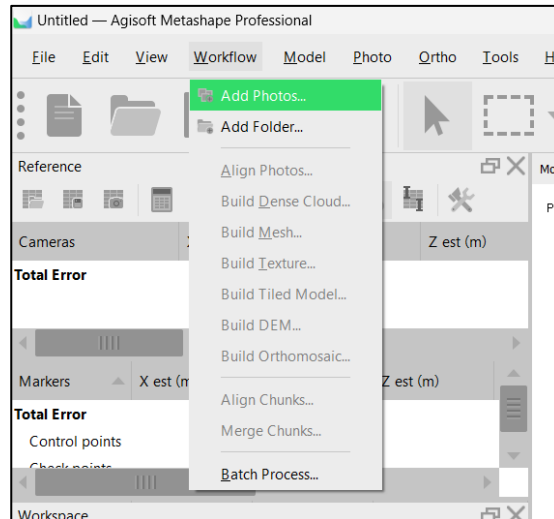
B. Pengolahan Data Foto Udara

1. Pada penelitian ini pengolahan data foto udara diolah menggunakan *software Agisoft Metashape*. Buka *software Agisoft Metashape*.



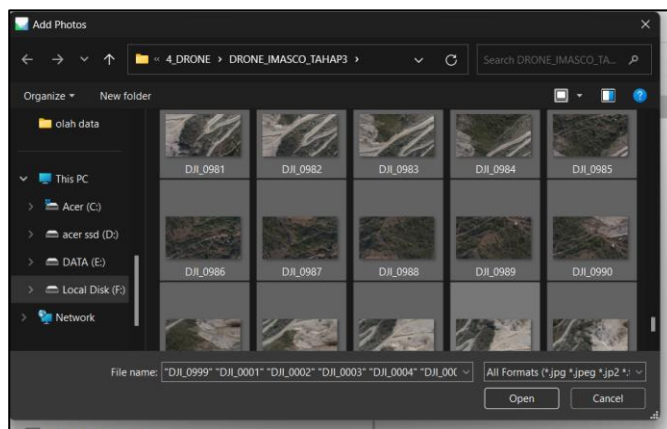
Gambar 10. Tampilan *Software Agisoft Metashape*

2. Pilih *Workflow* → *Add Photos*. Untuk memasukan foto hasil pemotretan *drone* ke *Agisoft Metashape*.



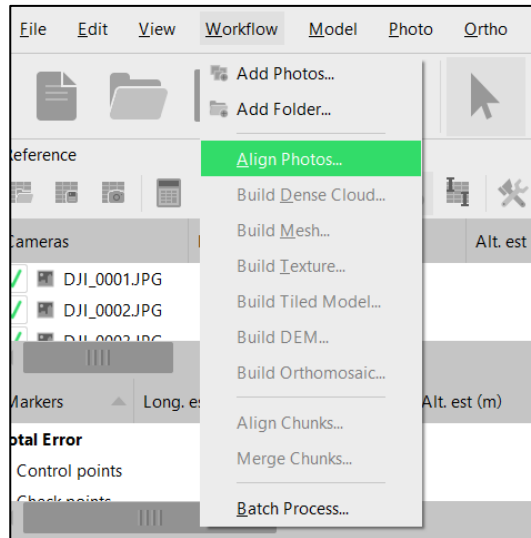
Gambar 11. Proses *Import* Foto

3. Kemudian akan dia arahkan ke tempat penyimpanan, buka folder tempat penyimpanan fotonya. Pilih foto-foto yang akan digunakan → OK.



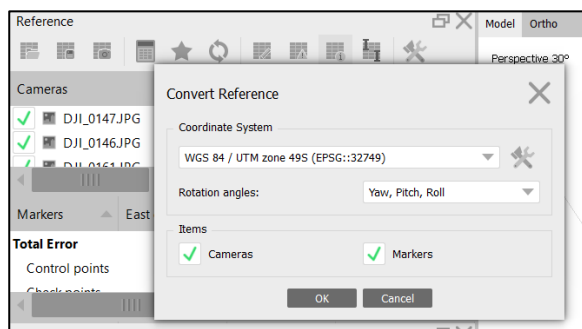
Gambar 12. Proses *Import* Foto Dari File\

4. Selanjutnya pilih *Align Photo* → atur kualitas dan klik Ok untuk menggabungkan hasil foto udara.



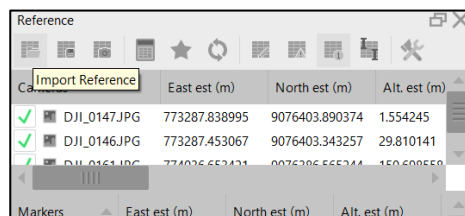
Gambar 13. Proses *Alignment* Foto

5. setelah proses *alignment photo* selesai, Masuk ke menu *reference*, Pilih *convert reference*, *Coordinate system* pilih WGS 84 UTM 49 S, *Rotation Angles* pilih *Yaw, Pitch, Roll* → OK.



Gambar 14. Proses *Referencing* Hasil *Aligntmen*

6. Selanjutnya pilih *import reference* → pilih file koordinat GCP → atur format CSV GCP Untuk memasukan *reference* atau koordinat GCP.



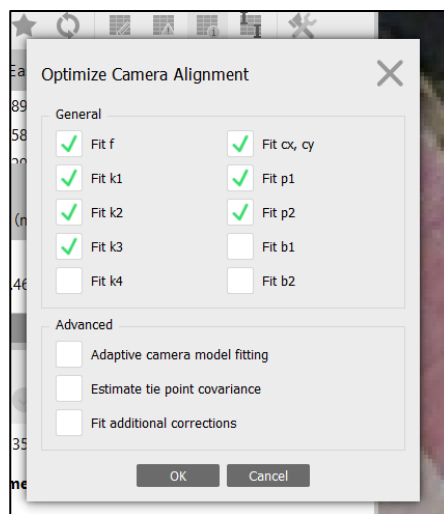
Gambar 15. Proses *Import Reference* GCP

7. Selanjutnya adalah proses *marking* GCP pada foto udara, dengan cara Klik 2 kali pada foto lalu arahkan *marker* ke *premark* atau *postmark* yang terfoto.



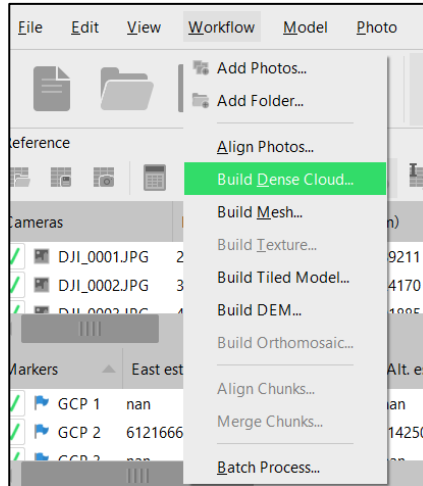
Gambar 16. Proses *Marking Reference GCP*

8. Setelah GCP termarking, langkah selanjutnya *optimize camera* untuk proses kalibrasi kamera dengan klik logo bintang pada menu *reference* lalu klik Ok.



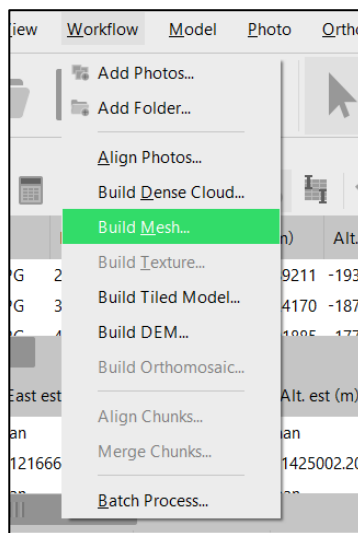
Gambar 17. Proses *Optimize Camera*

9. Selanjutnya buat *dense cloud* Ke menu *workflow* → *Build Dense Cloud* → atur kualitas lalu Ok. Hasil pengolahan *build dense* dijadikan dasar dalam proses *build mesh* yang nantinya digunakan untuk pembentukan model tiga dimensi sebagai dasar dalam pembentukan DSM.



Gambar 18. Proses *Build Dense Cloud*

10. Selanjutnya proses *build mesh*. Proses *build mesh* dapat dilakukan dengan cara memilih sub menu *build mesh* pada menu *workflow* yang terdapat pada taskbar. Hasil pengolahan *build mesh* dilakukan proses *build orthomosaic*. Hasil proses *build orthomosaic* dilakukan proses *build DEM* yang menyajikan DEM berupa data raster yang dapat dibuat dari 3 data yaitu *dense clouds*, *sparse clouds* atau *mesh*.



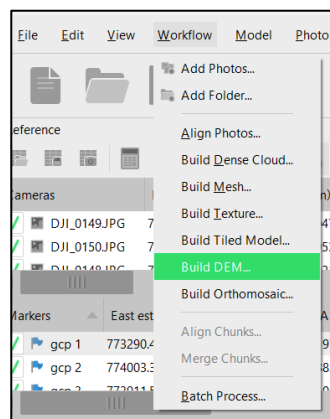
Gambar 19. Proses *Build Mesh*

11. Berikut merupakan hasil dari *build mesh* foto udara.



Gambar 20. Hasil *Build Mesh* Foto Udara

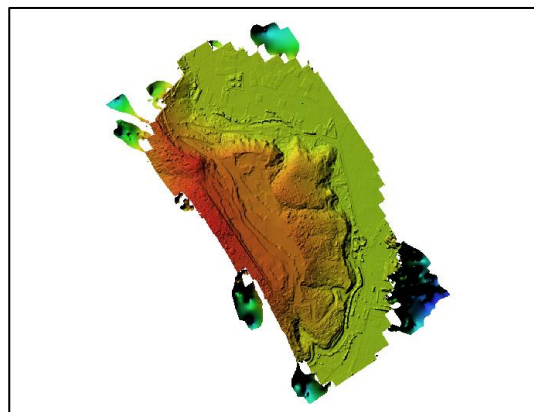
12. Selanjutnya Build DEM. Pilih menu *Workflow* → *Build DEM* lalu tekan Ok. Untuk membangun dan memvisualisasikan model elevasi digital (DEM).



Gambar 21. Proses *Build DEM*

13. Lakukan langkah tersebut untuk mengolah data bulan Desember.

14. Berikut adalah hasil pengolahan DEM foto udara.



Gambar 22. Hasil DEM Foto Udara

C. Klasifikasi DTM

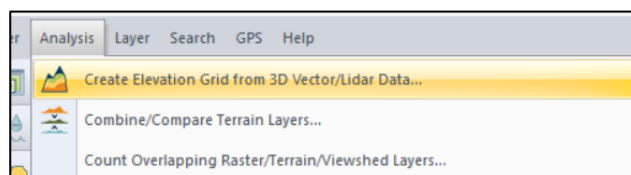
Pembentukan (*surface*) DTM dilakukan dengan menggunakan *software Global Mapper*. Data DEM foto udara masih mengandung unsur yang tidak diperlukan seperti vegetasi. Untuk membangun DTM tahapan ini perlu dilakukan untuk menghapus unsur yang tidak diperlukan sehingga hanya menampilkan permukaan tanah/*ground*, berikut ialah tahapan pembuatan DTM :

1. Memasukkan file *point cloud* dengan cara men-*drag file* yang memiliki format *Point.laz* ke lembar kerja.
2. *Filtering*, tahapan ini dilakukan pada DEM foto udara dengan cara *auto* klasifikasi untuk memisahkan data *ground* dengan *non ground*, caranya adalah klik *Auto Classification Ground Point* pada *toolbar* lalu OK.



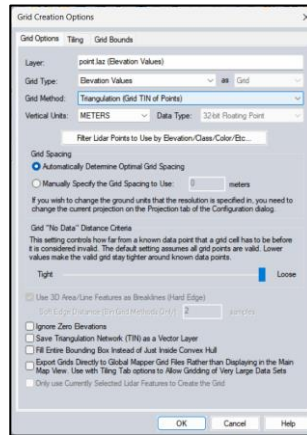
Gambar 23. Proses *Filtering*

3. Tahapan selanjutnya ialah proses pembentukan model 3D dengan triangulasi pada *point cloud* yang telah di filter, sehingga akan membentuk model *terrain area* penelitian. Caranya yaitu klik *analysis* pada *toolbar*, pilih *create elevation grid from 3d vector/lidar data* lalu OK.



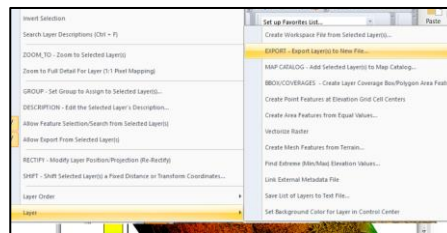
Gambar 24. Proses Triangulasi DTM

- Setelah itu akan muncul jendela *elevation grid creation*, beri nama pada kolom *description*, ubah kolom *grid method* menjadi *triangulation* lalu OK.



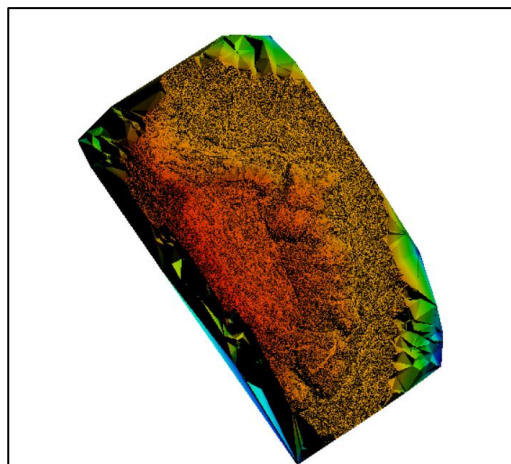
Gambar 25. Proses Triangulasi DTM

- Export* data DTM dalam format .tiff untuk digunakan dalam analisis data dengan cara klik kanan pada layer dtm klik *layer* pilih *export* lalu simpan.



Gambar 26. Proses *Export* DTM

- Lakukan langkah yang sama pada data bulan Desember.
- Berikut ialah hasil pembentukan DTM foto udara :

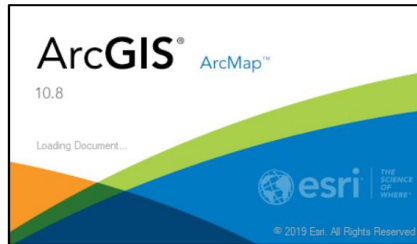


Gambar 27. Hasil Pengolahan DTM

D. Uji Validasi DTM

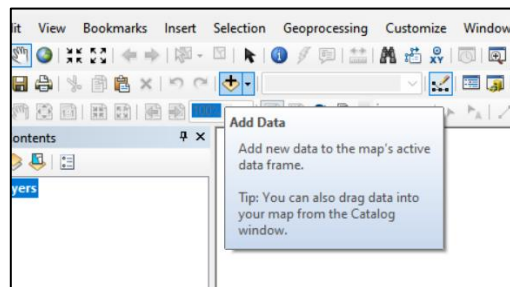
Proses validasi DTM dari data ICP disini bertujuan untuk mendapatkan nilai elevasi dari DTM yang nantinya akan di bandingkan dengan nilai elevasi dari data ICP. Validasi DTM dari data ICP menggunakan software ArcGIS, berikut langkah-langkahnya :

1. Buka Software ArcGIS.



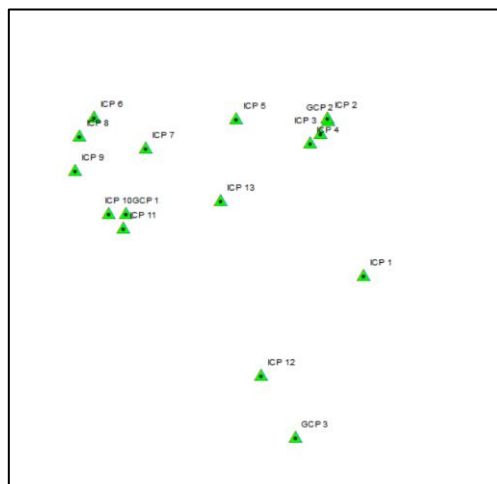
Gambar 28. Software ArcGIS

2. Tambahkan data titik koordinat x dan y yang diperoleh dari data ICP. Dengan cara pilih *option Add Data* → masukan data *point* x dan y.



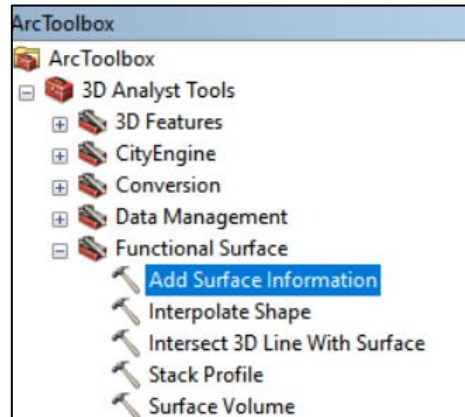
Gambar 29. Add data Point X dan Y

3. Berikut adalah tampilan dari *point* yang berhasil di tambahkan.



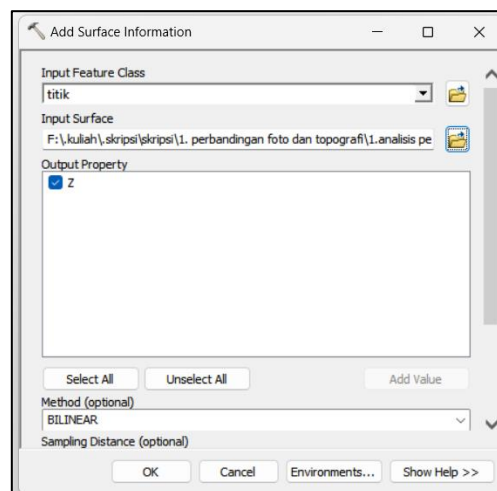
Gambar 30. Hasil Add data Point X dan Y

4. Berikutnya adalah memperoleh nilai elevasi dari titik ICP pada DTM dengan cara pilih *option arctoolbox* → *3d analyst tools* → *functional surface information* → *add surface information*.



Gambar 31. *Add Surface Information*

5. Pada *option input feature class* pilih titik ICP yang akan digunakan untuk memperoleh nilai elevasi pada DTM. Pada input *surface* masukan data DTM yang akan digunakan sebagai pengambilan nilai elevasi. Pada *Output Property* pilih Z lalu OK.



Gambar 32. *Option Surface Information*

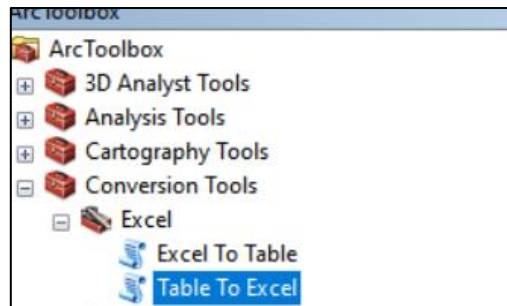
6. Berikut adalah hasil dari nilai elevasi yang diperoleh dari DTM.

Shape	LABEL	X	Y	Z
Point	GCP 1	773227.963	9076486.859	199.94731
Point	GCP 2	774003.692	9076844.271	38.694979
Point	GCP 3	773876.791	9075628.302	108.913226
Point	ICP 1	774138.717	9076247.601	40.326229
Point	ICP 2	774001.804	9076854.587	38.933753
Point	ICP 3	773973.624	9076793.071	38.97341
Point	ICP 4	773934.083	9076757.597	39.931765
Point	ICP 5	773650.862	9076850.749	44.24611
Point	ICP 6	773103.846	9076856.121	85.891038
Point	ICP 7	773302.641	9076737.408	105.478798
Point	ICP 8	773049.725	9076784.279	131.615623
Point	ICP 9	773029.966	9076650.463	190.460211
Point	ICP 10	773159.596	9076487.764	210.997222
Point	ICP 11	773217.417	9076429.485	213.034334
Point	ICP 12	773744.741	9075865.648	158.858542
Point	ICP 13	773589.118	9076537.282	146.699255

1 | (0 out of 16 Selected)

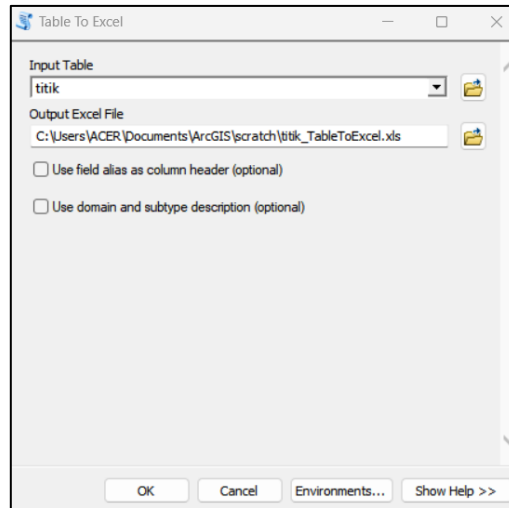
Gambar 33. Hasil Dari *Add Surface Information*

- Langkah tersebut dilakukan untuk memperoleh nilai elevasi pada DTM bulan Desember.
- Langkah selanjutnya adalah melakukan *export* data dengan cara pilih option *ArcToolbox* → *Conversion Tools* → *Excel* → *Table To Excel*.



Gambar 34. *Export Data*

- Pada option *Table To Excel* Input *Table* masukan titik mana yang akan di *export* lalu pada *Output Excel File* masukan nama dan penyimpanan.



Gambar 35. Option Export Data

10. Hasil validasi data DTM terhadap titik ICP.

Tabel 1 Validasi Data DTM 14 September 2023

14 SEPTEMBER 2023				
No	Nama Titik	Z RTK (m)	Z Ortho (m)	ΔZ^2 (m)
1	ICP 1	38.028	38.321	0.043
2	ICP 2	38.774	38.709	0.004
3	ICP 3	38.805	38.805	0.007
4	ICP 4	39.652	39.534	0.014
5	ICP 5	45.361	45.158	0.041
6	ICP 6	87.421	87.312	0.012
7	ICP 7	105.846	105.837	0.000
8	ICP 8	133.347	133.391	0.002
9	ICP 9	191.674	191.813	0.019
10	ICP 10	214.236	214.094	0.020
11	ICP 11	215.603	215.824	0.049
12	ICP 12	158.311	158.132	0.032
13	ICP 13	148.673	148.411	0.054
Jumlah Titik				13
Total (m)				0.297
Mean (m)				0.023
RMSEz (m)				0.1511
LE 90 (m)				0.249

Hasil perhitungan RMSEz dari data DTM 14 September 2023 menggunakan ketentuan rumus 2.6 sesuai standarisasi PERKA BIG No. 15 Tahun 2014 pada tingkat kepercayaan 90%. Sedangkan untuk

perhitungan ketelitian vertikal menggunakan rumus 2.2 yang sesuai standarisasi PERKA BIG No. 15 Tahun 2014 dengan tingkat kepercayaan 90%.

Tabel 2 Validasi Data DTM 15 Desember 2023

15 DESEMBER 2023				
No	Nama Titik	Z RTK (m)	Z Ortho (m)	ΔZ^2 (m)
1	ICP 1	40.328	40.337	0.000
2	ICP 2	38.974	38.937	0.001
3	ICP 3	38.805	38.947	0.020
4	ICP 4	39.852	39.924	0.005
5	ICP 5	44.361	44.574	0.045
6	ICP 6	85.821	85.891	0.005
7	ICP 7	105.246	105.479	0.054
8	ICP 8	131.647	131.616	0.001
9	ICP 9	190.674	190.460	0.046
10	ICP 10	211.236	210.997	0.057
11	ICP 11	215.603	215.520	0.007
12	ICP 12	158.611	158.803	0.037
13	ICP 13	148.473	148.371	0.010
Jumlah Titik				13
Total (m)				0.289
Mean (m)				0.022
RMSEz (m)				0.149
LE 90 (m)				0.246

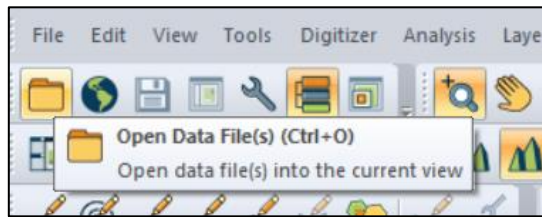
Hasil perhitungan RMSEz dari data DTM 15 Desember 2023 menggunakan ketentuan rumus 2.6 sesuai standarisasi PERKA BIG No. 15 Tahun 2014 pada tingkat kepercayaan 90%. Sedangkan untuk perhitungan ketelitian vertikal menggunakan rumus 2.2 yang sesuai standarisasi PERKA BIG No. 15 Tahun 2014 dengan tingkat kepercayaan 90%.

E. Uji Validasi Orthophoto

Proses uji validasi dilakukan untuk menghitung nilai RMSEr dengan menggunakan rumus 2.2 yang di dapatkan dari hasil pengambilan sampel data dilapangan sebanyak 12 titik ICP terhadap hasil dari orthophoto.

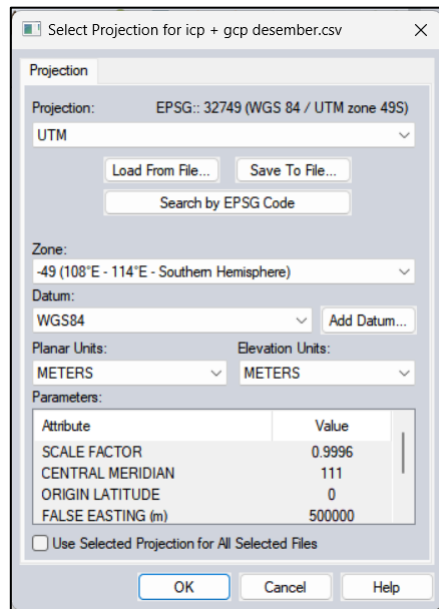
1. Uji validasi dilakukan menggunakan *software Global Mapper*, pertama buka *software Global Mapper*.

2. Kemudian *import* data orthophoto dengan cara *open file* → pilih *file* orthophoto.



Gambar 36. *Import* Data Orthophoto

3. Selanjutnya, *import* data koordinat ICP untuk mengetahui titik yang sesuai dengan pengamatan. Lakukan langkah yang sama seperti saat *import* orthophoto, lalu atur proyeksi UTM WGS 84.



Gambar 37. *Option Import* Data ICP

4. Langkah berikutnya *create point* untuk memberi *point* pada orthophoto untuk membandingkan dengan koordinat ICP.



Gambar 38. Proses *Create Point*

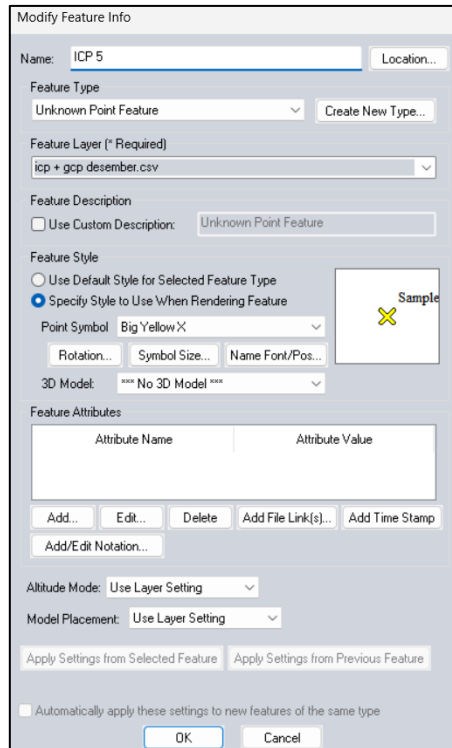
5. Selanjutnya lakukan penandaan titik (*marking point*) pada *premark* atau *postmark* dimana seharusnya titik tersebut berada.



Gambar 39. Proses *Marking Point*

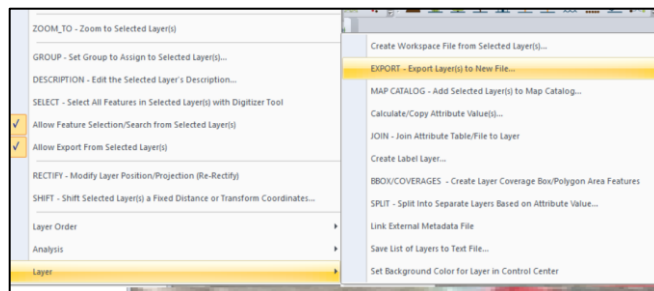
(Merah : koordinat ICP, Kuning : hasil *marking*)

6. Selanjutnya beri keterangan (nama, layer, simbol) pada *point* yang telah dibuat.



Gambar 40. Option Modify Point

7. Lakukan pemberian titik pada semua ICP.
8. Selanjutnya *export* hasil pembuatan titik dengan cara klik kanan pada layer titik yang telah dibuat → layer → *export* lalu klik Ok dengan format CSV.



Gambar 41. Export Point

9. Lakukan langkah tersebut untuk validasi data bulan Desember.
10. Berikut merupakan hasil *export point* dengan format CSV.

Tabel 3 Hasil *Export Point*

X	Y	LABEL	SYMBOL
774138.662	9076248.025	ICP 1	Dot - Green
774001.721	9076854.727	ICP 2	Dot - Green
773973.645	9076793.027	ICP 3	Dot - Green
773934.181	9076757.775	ICP 4	Dot - Green

773651.111	9076851.184	ICP 5	Dot - Green
773103.729	9076856.596	ICP 6	Dot - Green
773302.594	9076737.345	ICP 7	Dot - Green
773049.688	9076784.147	ICP 8	Dot - Green
773030.02	9076650.427	ICP 9	Dot - Green
773159.667	9076487.639	ICP 10	Dot - Green
773217.444	9076429.359	ICP 11	Dot - Green
773744.523	9075865.952	ICP 12	Dot - Green
773589.144	9076537.222	ICP 13	Dot - Green

11. Hasil validasi data ortho terhadap titik ICP.

Tabel 4 Validasi Data Orthophoto 14 September 2023

14 SEPTEMBER 2023						
POINT	ORTHOPHOTO		PENGUKURAN LAPANGAN		$\Delta X (X1-X2)^2$ (m)	$\Delta Y (Y1-Y2)^2$ (M)
	X1	Y1	X2	Y2		
ICP 1	774138.662	9076248.025	774138.8647	9076247.439	0.041	0.343
ICP 2	774001.721	9076854.727	774001.5602	9076854.774	0.026	0.002
ICP 3	773973.645	9076793.027	773973.503	9076792.977	0.020	0.003
ICP 4	773934.181	9076757.775	773933.7475	9076757.922	0.188	0.022
ICP 5	773651.111	9076851.184	773650.8271	9076850.808	0.081	0.141
ICP 6	773103.729	9076856.596	773104.101	9076855.855	0.138	0.549
ICP 7	773302.594	9076737.345	773302.6061	9076737.418	0.000	0.005
ICP 8	773049.688	9076784.147	773049.6829	9076784.199	0.000	0.003
ICP 9	773030.02	9076650.427	773029.9691	9076650.235	0.003	0.037
ICP 10	773159.667	9076487.639	773159.6488	9076487.84	0.000	0.040
ICP 11	773217.444	9076429.359	773217.43	9076429.359	0.000	0.000
ICP 12	773744.523	9075865.952	773744.8545	9075865.626	0.110	0.106
ICP 13	773589.144	9076537.222	773588.9833	9076537.396	0.026	0.030
$\Delta X + \Delta Y$ (m)					0.633	1.282
$\Sigma \Delta X + \Delta Y$ (m)					1.915	
RMSEr (m)					0.119	
CE 90 (m)					0.181	

Hasil perhitungan RMSEr horizontal dari data 14 September 2023 menggunakan ketentuan rumus 2.3 sesuai standarisasi PERKA BIG No. 15 Tahun 2014 pada tingkat kepercayaan 90%.

Tabel 5 Validasi Data Orthophoto 14 September 2023

15 DESEMBER 2023						
POINT	ORTHOPHOTO		PENGUKURAN LAPANGAN		$\Delta X (X1-X2)^2$ (m)	$\Delta Y (Y1-Y2)^2$ (m)
	X1	Y1	X2	Y2		
ICP 1	774138.717	9076247.601	774138.8647	9076247.439	0.022	0.026
ICP 2	774001.804	9076854.587	774001.5602	9076854.774	0.059	0.035
ICP 3	773973.624	9076793.071	773973.503	9076792.977	0.015	0.009
ICP 4	773934.083	9076757.597	773933.7475	9076757.922	0.113	0.106
ICP 5	773650.862	9076850.749	773650.8271	9076850.808	0.001	0.003
ICP 6	773103.846	9076856.121	773104.101	9076855.855	0.065	0.071
ICP 7	773302.641	9076737.408	773302.6061	9076737.418	0.001	0.000
ICP 8	773049.725	9076784.279	773049.6829	9076784.199	0.002	0.006
ICP 9	773029.966	9076650.463	773029.9691	9076650.235	0.000	0.052
ICP 10	773159.596	9076487.764	773159.6488	9076487.84	0.003	0.006
ICP 11	773217.417	9076429.485	773217.43	9076429.359	0.000	0.016
ICP 12	773744.741	9075865.648	773744.8545	9075865.626	0.013	0.000
ICP 13	773589.118	9076537.282	773588.9833	9076537.396	0.018	0.013
$\Delta X + \Delta Y$ (m)					0.312	0.344
$\sum \Delta X + \Delta Y$ (m)					0.655	
RMSEr (m)					0.070	
CE 90 (m)					0.106	

Hasil perhitungan RMSEr horizontal dari data 15 Desember 2023 menggunakan ketentuan rumus 2.3 sesuai standarisasi PERKA BIG No. 15 Tahun 2014 pada tingkat kepercayaan 90%.

F. Uji Ketelitian Vertikal

Uji akurasi vertikal dilakukan dengan menganalisa ketelitian vertikal dengan menghitung selisih hasil perhitungan RMSE kedua data menggunakan persamaan berdasarkan Peraturan BIG No. 15 Tahun 2014 tentang ketelitian geometri peta untuk mengetahui ketelitian vertikal DTM. Ketelitian posisi dianalisa berdasarkan sampel dengan menggunakan nilai elevasi dari 13 titik ICP dengan rumus yang terdapat pada rumus (2.6) dan (2.5) untuk rumus perhitungan LE90.

G. Uji Ketelitian Horizontal

Uji akurasi horizontal dilakukan dengan menganalisa ketelitian geometri peta RBI dengan menghitung selisih perhitungan RMSE kedua data menggunakan persamaan berdasarkan Peraturan BIG No. 15 Tahun

2014 tentang ketelitian geometri peta untuk mengetahui ketelitian horizontal orthophoto. Ketelitian posisi dianalisa berdasarkan sampel dengan menggunakan nilai elevasi dari 13 titik ICP dengan rumus yang terdapat pada rumus (2.3) dan (2.1) untuk rumus perhitungan CE90.

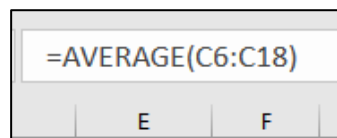
H. Uji Statistik

Pada penelitian ini, dilakukan uji statistik untuk mengevaluasi apakah data DTM yang diperoleh merupakan data yang tidak mengandung kesalahan. Tahapan uji statistik yang dilakukan meliputi uji normalitas dan uji distribusi F menggunakan sampel nilai elevasi dari 13 titik ICP pada kedua DTM. berikut adalah tahapan uji yang dilakukan menggunakan *software Stats* :

a) Uji Normalitas

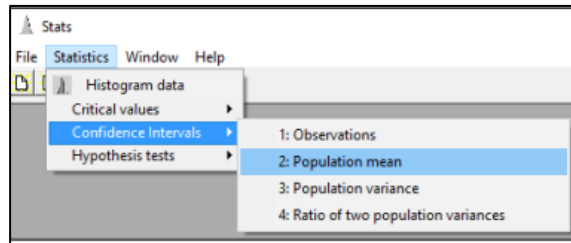
Uji normalitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang telah didapatkan dari hasil DTM merupakan data yang terdistribusi normal. Uji normalitas dilakukan menggunakan metode pengujian dari nilai rata-rata, varian dan nilai hubungan varian kedua data elevasi. Berikut ini merupakan langkah kerja melakukan uji normalitas data :

1. Masukkan nilai elevasi titik sampel ke *Ms. Excel*. Kemudian hitung nilai rata-rata menggunakan perintah rumus *Average*.



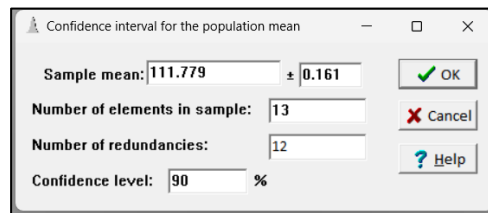
Gambar 42. Menghitung Nilai Rata-Rata (*average*)

2. Langkah selanjutnya yaitu menghitung normalitas data, dilakukan dengan menggunakan nilai rata-rata sampel menggunakan *software Stats*. Cara perhitungan yaitu dengan mengklik *Statistic* pada *toolbar* lalu klik *Confidence interval* pilih *Population mean*.



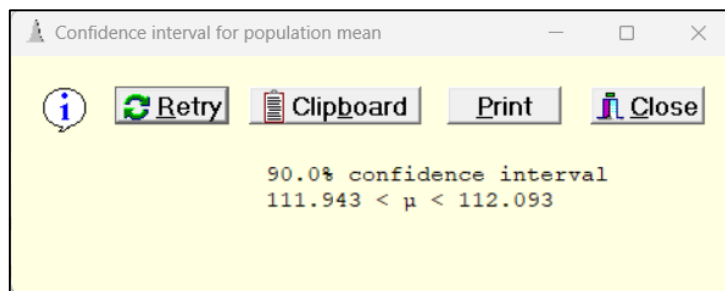
Gambar 43. Tampilan Menu *Statistics*

3. Selanjutnya setelah menemukan nilai rata-rata dari titik sampel yang dipakai hitung nilai standar deviasi setiap titik.
4. Kemudian muncul kotak dialog, isikan nilai rata-rata pada kolom “*Sample mean*” dan isikan nilai standar deviasi pada kolom “ \pm ”. Pada kolom “*Number of element*” masukkan jumlah titik yang diuji dan pada kolom “*Number of redudance*” masukkan nilai degree o freedom. Selanjutnya pada kolom “*Confidance level*” masukkan nilai signifikan level dengan selang kepercayaan 90%. Lalu klik OK.

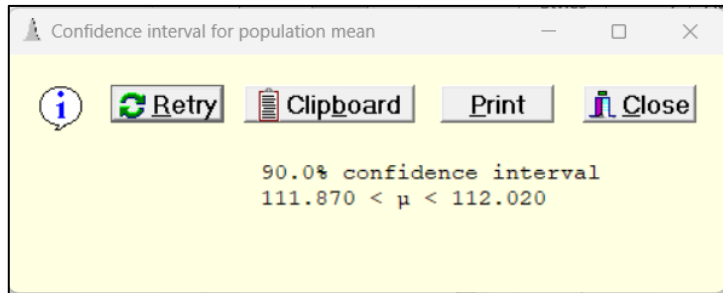


Gambar 44. Tampilan input data *population mean*

5. Lakukan langkah yang sama untuk sampel nilai elevasi pada masing-masing DTM.
6. Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan uji normalitas data menggunakan nilai rata-rata.
 - a) 14 September 2023

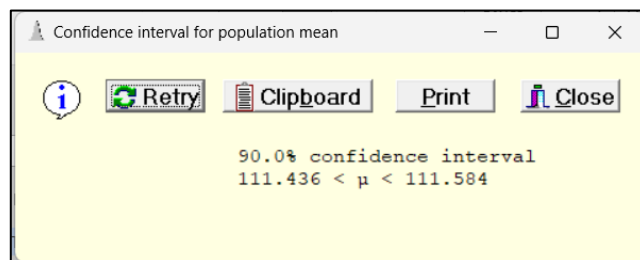


Gambar 45. Uji Normalitas Nilai Rata-rata Elevasi RTK

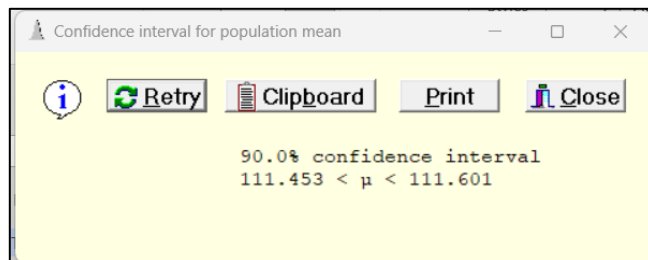


Gambar 46. Uji Normalitas Nilai Rata-rata Elevasi DTM Orthophoto

b) 15 Desember 2023

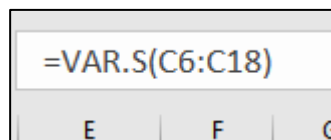


Gambar 47. Uji Normalitas Nilai Rata-rata Elevasi RTK



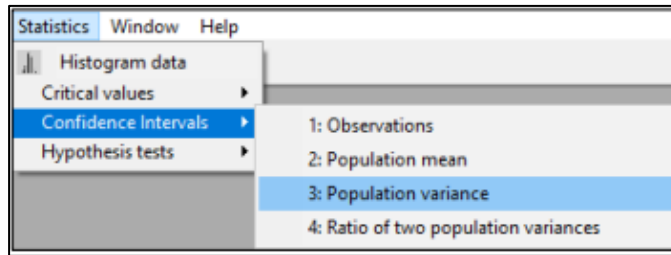
Gambar 48. Uji Normalitas Nilai Rata-rata Elevasi DTM Orthophoto

7. Selanjutnya menghitung normalitas data menggunakan nilai varian yang dijadikan parameter uji, hitung nilai varian menggunakan perintah rumus *Var.s*.



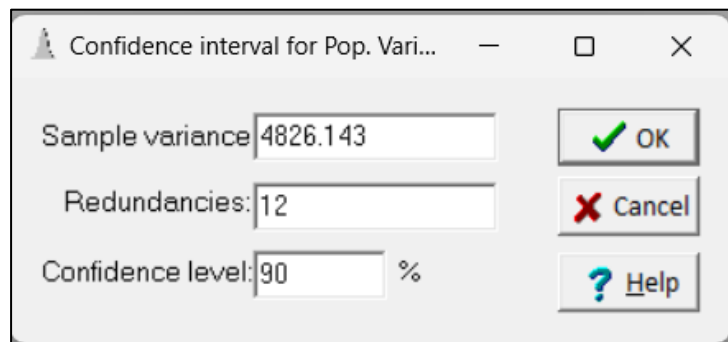
Gambar 49. Menghitung Nilai Varian

8. Cara perhitungan yaitu dengan dengan mengklik *Statistic* pada *toolbar* lalu *Confidence interval* dan pilih *Population Varian*.



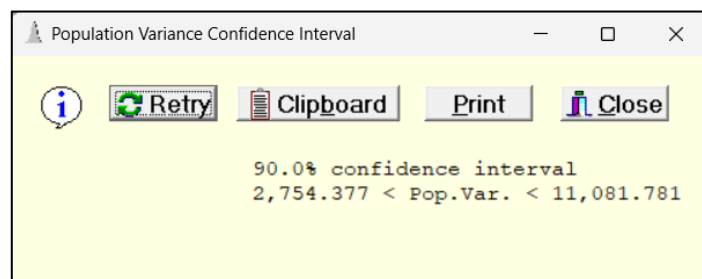
Gambar 50. Tampilan Menu *Statistic*

9. Kemudian muncul kotak dialog, isikan nilai varian pada kolom *Sample variance*, pada kolom *Redudancies* masukkan nilai *degree 0 freedom* dan pada kolom *Confidence level* masukkan nilai signifikan level dengan selang kepercayaan 90%. Lalu klik OK.

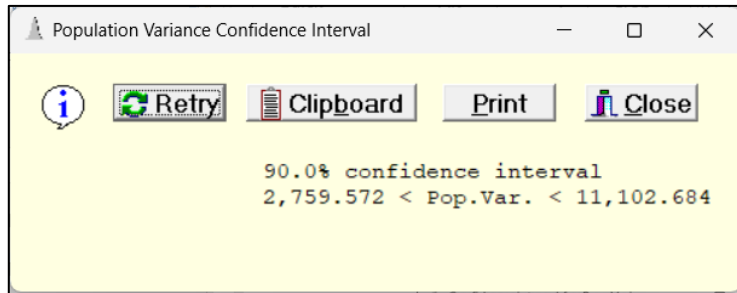


Gambar 51. Tampilan Input Data *Population Varian*

10. Lakukan langkah yang sama untuk sampel nilai elevasi pada masing-masing DTM.
11. Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan uji normalitas data varian.
 - a) 14 September 2023

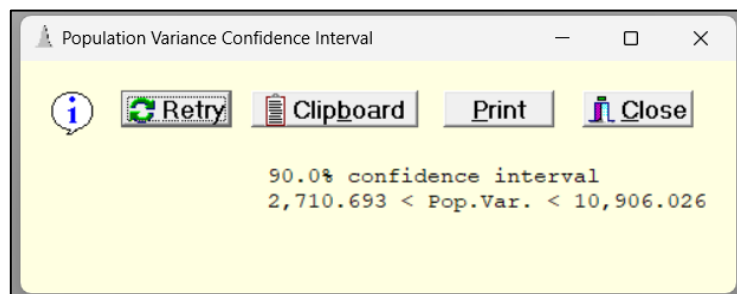


Gambar 52. Uji Normalitas Nilai Varian Elevasi RTK

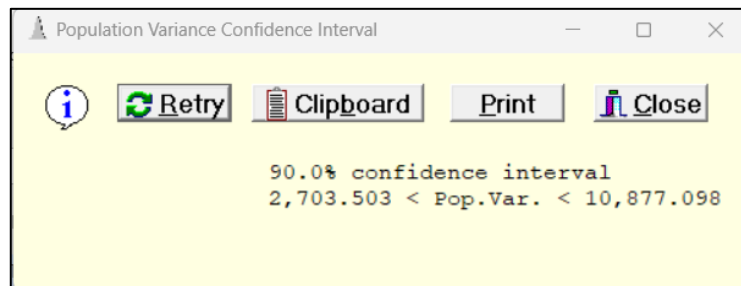


Gambar 53. Uji Normalitas Nilai Varian Elevasi DTM
Orthophoto

b) 15 Desember 2023



Gambar 54. Uji Normalitas Nilai Varian Elevasi RTK

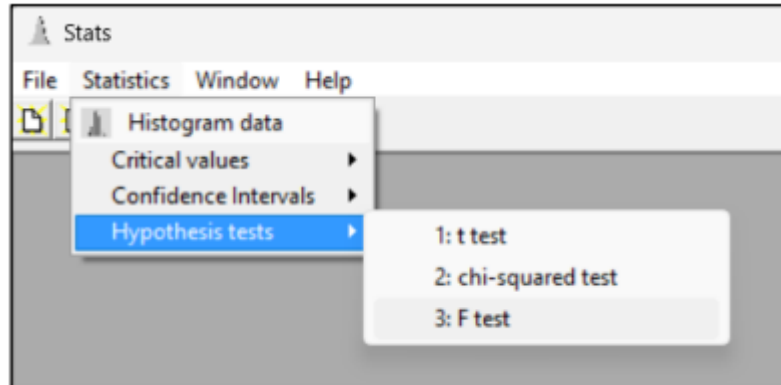


Gambar 55. Uji Normalitas Nilai Varian Elevasi DTM
Orthophoto

c) Uji Distribusi F

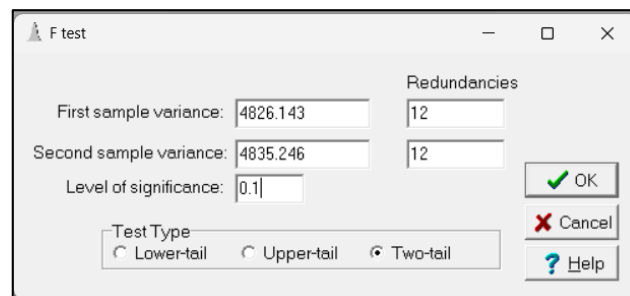
Uji statistik dilakukan untuk menguji suatu hipotesa yang bertujuan untuk mengetahui nilai hubungan dari dua buah parameter melalui nilai varian yang telah diketahui. Berikut langkah melakukan uji statistik distribusi F :

1. Pada *software stats* klik menu *statistic* pada *toolbar* lalu *Hypothesis test* dan pilih *F test*.



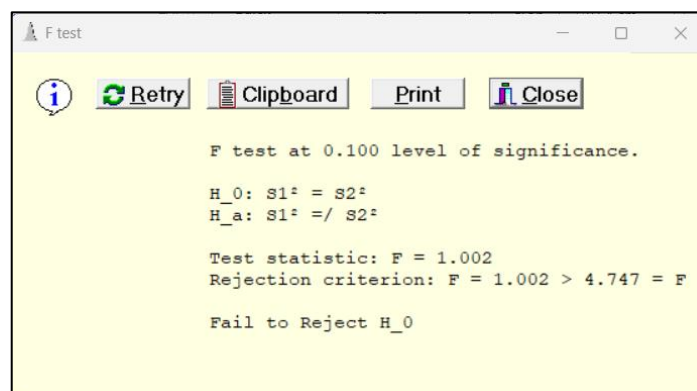
Gambar 56. Tampilan Menu *Statistic*

2. Kemudian muncul kotak dialog, isikan nilai varian populasi pertama pada kolom *First sample variance* dan varian populasi kedua pada kolom *Second sample variance*. Pada kolom *Redundancies* isikan nilai *degree of freedom* masing-masing sampel, dan pada kolom *Level of significance* masukkan nilai 0.01 (untuk selang kepercayaan 90%) dan pilih *two tail* pada *test type* Lalu klik OK.

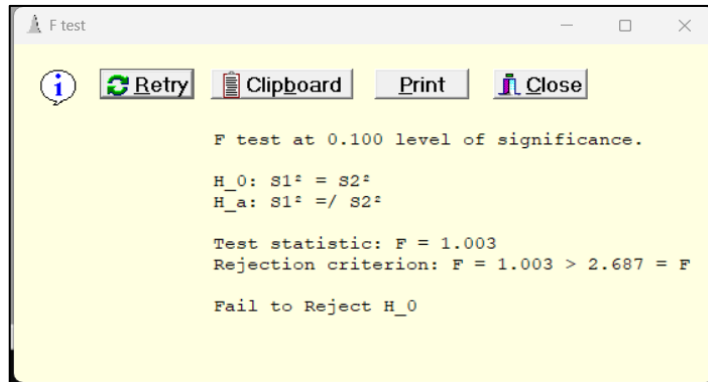


Gambar 57. Tampilan Input Data Distribusi F

3. Berikut merupakan hasil dari perhitungan uji distribusi F varian sampel elevasi DTM UAV dan DTM TLS.



Gambar 58. Hasil Nilai Uji Distribusi F 14 September 2023

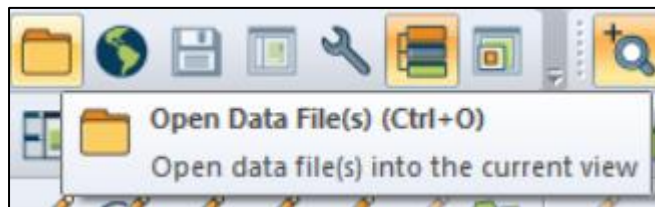


Gambar 59. Hasil Nilai Uji Distribusi F 15 Desember 2023

I. Pembentukan Point DTM Foto Udara

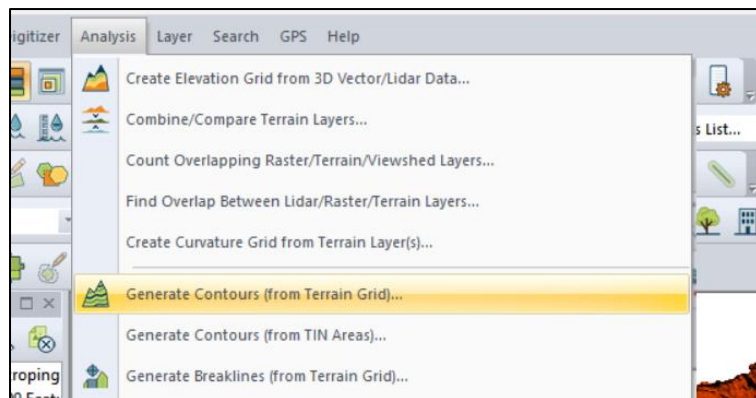
Pembentukan poin DTM bertujuan agar data poin DTM dapat digunakan untuk proses pembuatan *surface* dan perhitungan volume pada *software Civil 3D*. Berikut langkah pembentukan poin DTM menggunakan *software Global Mapper* :

1. Buka *software Global Mapper*.
2. Selanjutnya *open data file* dan pilih data DTM yang akan diolah.



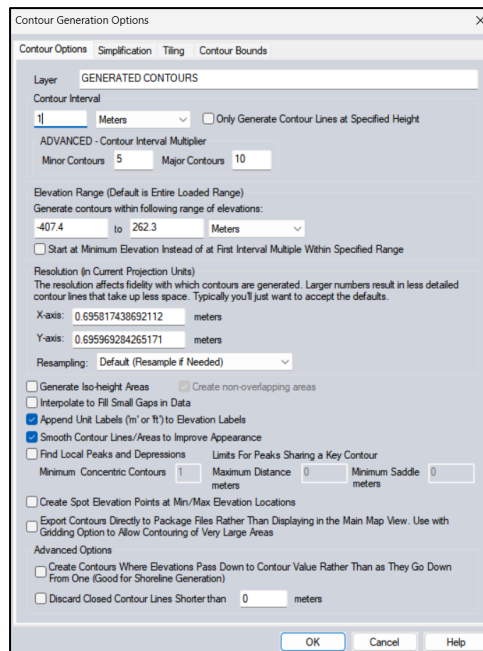
Gambar 60. *Import Data DTM*

3. Kemudian membuat kontur dengan cara klik *generate contours* pada *toolbar analysis*.



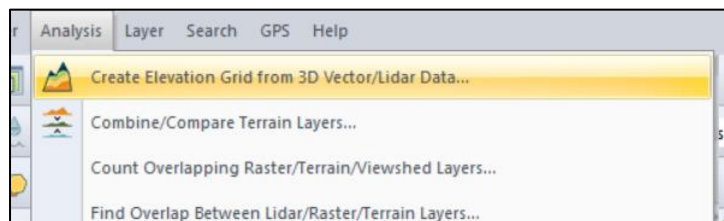
Gambar 61. Proses *Generate Contours*

4. Kemudian atur interval kontur yang akan diolah, lalu tekan Ok.



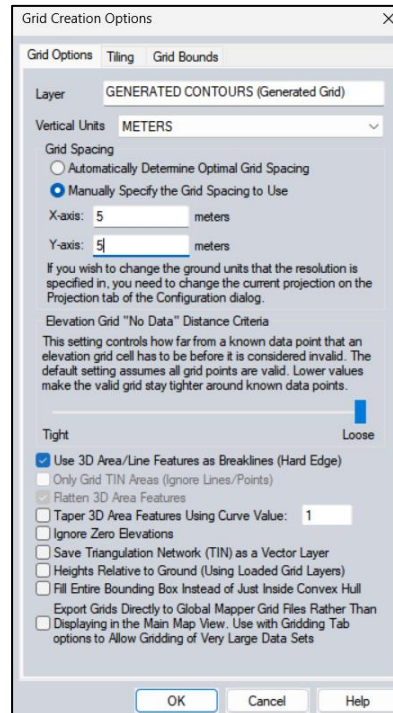
Gambar 62. Option Generate Contours

5. Langkah selanjutnya adalah membuat *elevation grid* dengan cara klik *analysis* pada *toolbar* → *create elevation grid from 3D vector/lidar*.



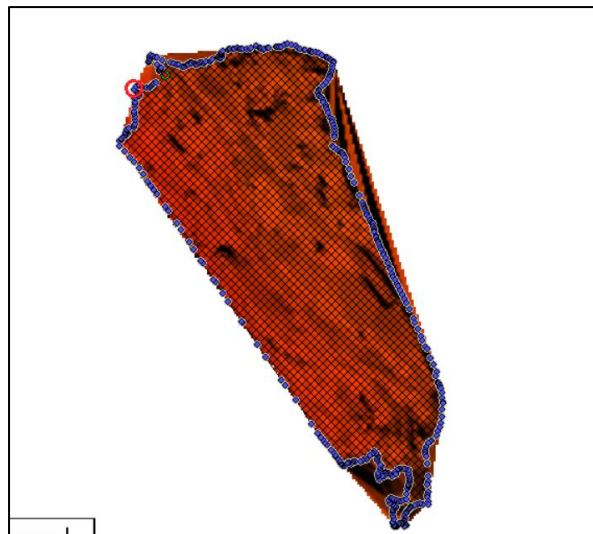
Gambar 63. Proses Membuat *Elevation Grid*

6. Selanjutnya atur *grid point* manual sesuai yang akan digunakan.



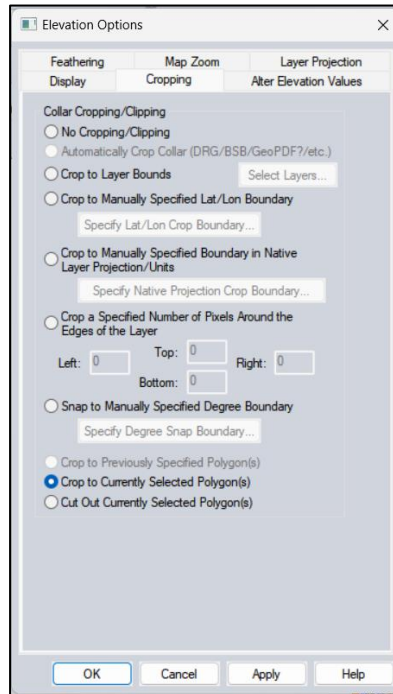
Gambar 64. Option Grid Creation

7. Selanjutnya *import* data AOI untuk *cropping* area yang akan dibentuk *point*.
8. *Cropping* bertujuan untuk memotong DTM sehingga hanya menyisakan area penelitian saja. *Cropping* dilakukan dengan mengklik *Create Area Feature* pada *toolbar*, lalu buat poligon di area sesuai AOI.



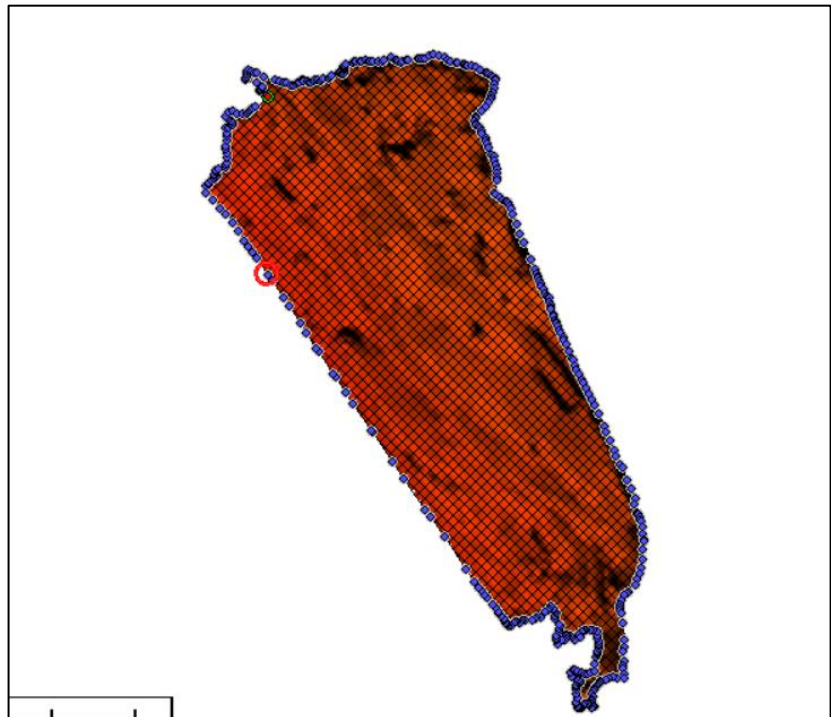
Gambar 65. Proses *Cropping* DTM

9. Setelah itu klik kanan pada layer yang akan di *crop* lalu pilih *Options*, setelah itu klik menu *Cropping* dan pilih *Crop to Currenty selected polygon* lalu *Apply*.



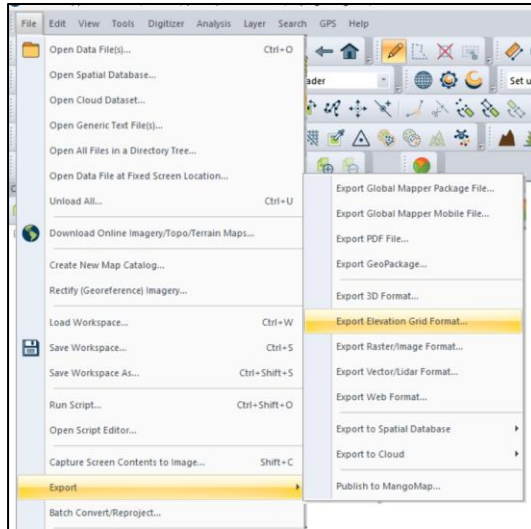
Gambar 66. *Cropping Option*

10. Berikut hasil dari *Cropping area* sesuai dengan AOI.



Gambar 67. Hasil *Cropping*

11. Kemudian export grid point dengan cara klik *file* → *export* → *export elevation grid* lalu tekan Ok dengan pilihan format XYZ Grid. Hasil *export* data berbentuk file CSV yang akan digunakan untuk perhitungan volume menggunakan *software Civil 3D*.



Gambar 68. Proses *Export* Data

12. Berikut hasil pembentukan point grid DTM yang dibuka menggunakan *software Civil 3D*.




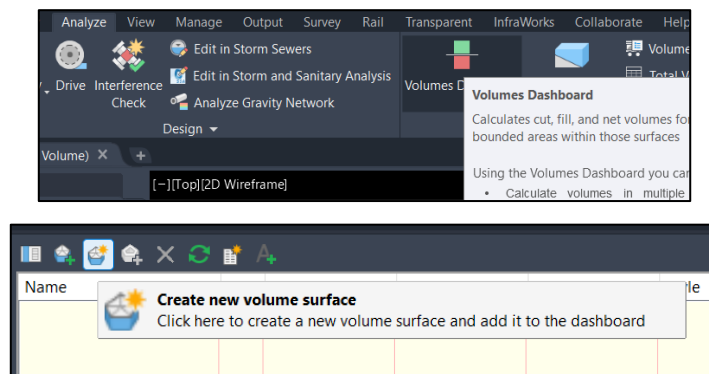
Gambar 69. Hasil Pembentukan *Point* DTM

J. Perhitungan Volume Galian

1. Perhitungan Volume Galian Menggunakan *Software Civil 3D*

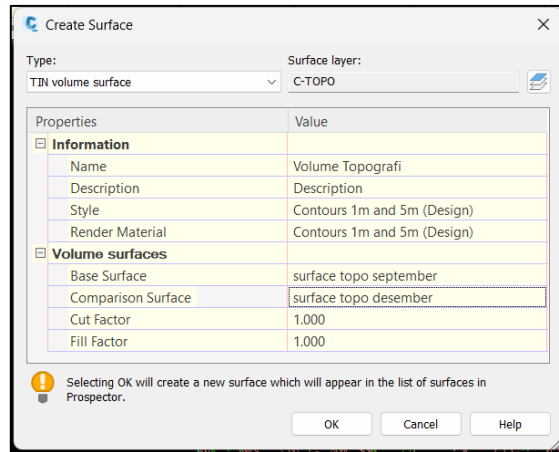
a) Perhitungan Volume Galian Pengukuran Topografi

1. Pada proses perhitungan volume galian pengukuran topografi adalah lanjutan dari proses pembuatan *surface* topografi. Setelah terbentuk *surface* dari *point* topografi, langkah selanjutnya adalah perhitungan volume dengan cara pilih menu *analyze* pada *toolbar* kemudian pilih *volumes dashboard* lalu klik icon  *create new volume surface* untuk mengetahui berapa volume dari data topografi.



Gambar 70. Proses *Create Volume Surface*

2. Kemudian atur volume *surface*, *base surface* dipilih bulan September dikarenakan *surface* September merupakan awal proses pengukuran dan sebagai *comparison surface* dipilih *surface* Desember dimana *surface* Desember merupakan hasil dari pekerjaan galian yang dilakukan, lalu klik ok untuk menampilkan volume dari kedua *surface* tersebut.



Gambar 71. Option Menu Create Volume

3. Berikut merupakan hasil dari perhitungan volume galian dari pengukuran topografi menggunakan software Civil 3D.

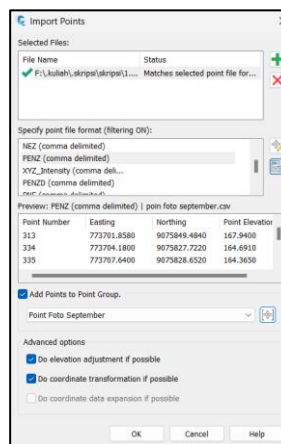
Name	Bo...	Mid-Ordinate...	Cut Factor	Fill Factor	Style	2d Area(sq,m)	Cut(adjusted)(Cu...	Fill(adjusted)(Cu. M.)	Net(adjusted)(Cu...	Net Graph
volume topografi			1.000	1.000	Contours 1m...	317964.45	299514.79	325979.54	26464.76<Fill>	■ ■

2d Area(sq,m)	Cut(adjusted)(Cu. ...	Fill(adjusted)(Cu. M.)	Net(adjusted)(Cu. ...	Net Graph
317964.45	299514.79	325979.54	26464.76<Fill>	■ ■

Gambar 72. Hasil Perhitungan Volume Galian Pengukuran Topografi Menggunakan Software Civil 3D

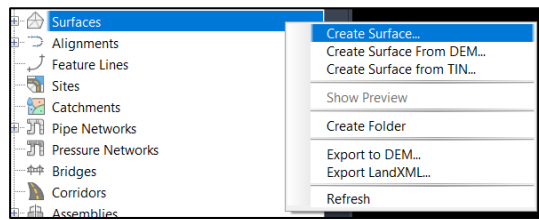
b) Perhitungan Volume Galian DTM Foto Udara

1. Pada proses perhitungan volume galian DTM foto udara dimulai dengan pembuatan surface terlebih dahulu dengan cara *crate point* untuk meng-*import point* DTM.



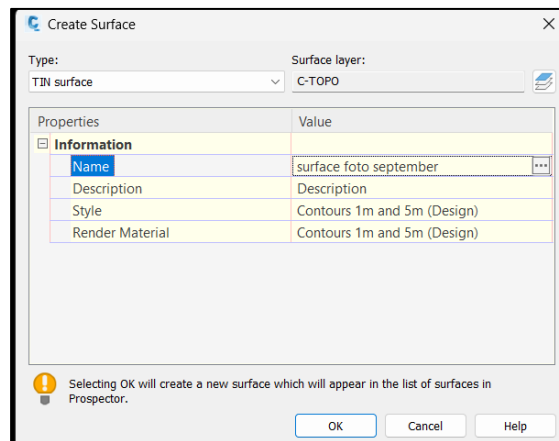
Gambar 73. Proses Import Point Foto Udara

2. kemudian pilih *surface* klik kanan lalu pilih *create* untuk membuat *surface* dengan data foto udara.



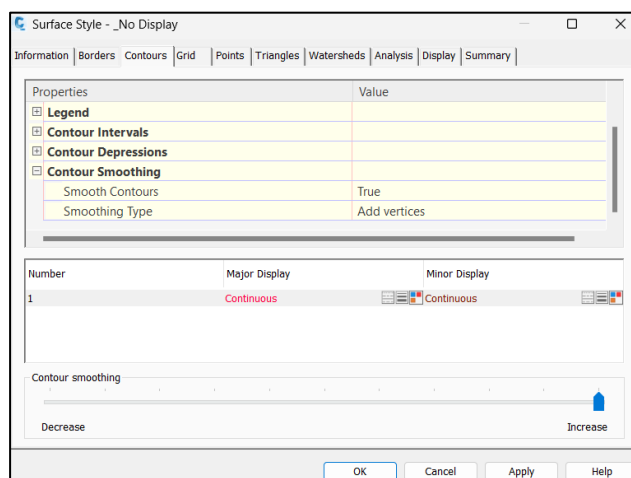
Gambar 74. Proses *Create Surface*

3. Kemudian dimenu *surface* dipilih *definition* lalu pilih *point groups* kemudian klik kanan *add point* dan pilih *point* yang telah dibuat diawal proses lalu klik ok.



Gambar 75. *Option Menu Create Surface*

4. Selanjutnya pilih *surface* kemudian klik kanan lalu pilih *edit surface style* sesuai kebutuhan.




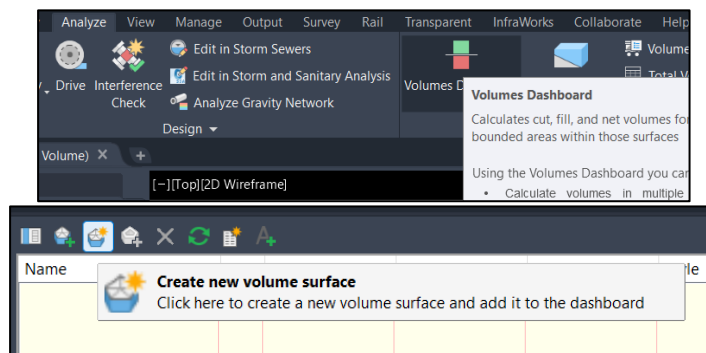
Gambar 76. Proses *Editing Surface*

5. Lakukan langkah yang sama untuk membuat *surface* bulan Desember.
6. Berikut merupakan hasil *surface* dari data foto udara.



Gambar 77. Hasil *Create Surface* Foto Udara

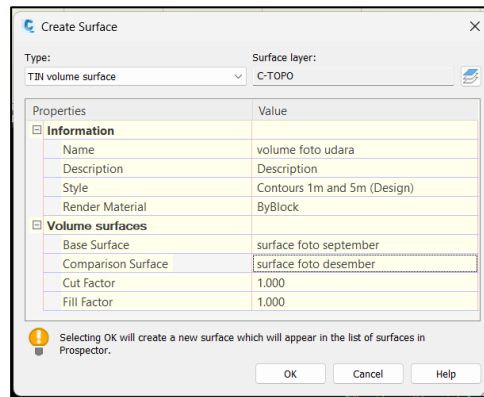
7. Untuk perhitungan volume langkah selanjutnya adalah pilih menu *analyze* pada *toolbar* kemudian pilih *volumes dashboard* lalu klik icon  *create new volume surface* untuk mengetahui berapa volume dari data topografi.



Gambar 78. Proses *Creat New Volume Surface*

8. Kemudian atur volume *surface*, *base surface* dipilih bulan September dikarenakan *surface* September merupakan awal proses pengukuran dan sebagai *comparison surface* dipilih *surface* Desember dimana *surface* Desember merupakan hasil

dari pekerjaan galian yang dilakukan, lalu klik ok unuk menampilkan volume dari kedua *surface* tersebut.



Gambar 79. Option Menu Create New Volume

9. Berikut merupakan hasil perhitungan volume foto udara menggunakan software Civil 3D.

Name	2d Area(sq.m)	Cut(adjusted)(Cu. ...)	Fill(adjusted)(Cu. M.)	Net(adjusted)(Cu. ...)	Net Graph
volume foto udara	317872.37	290449.67	231493.92	58955.74 <Cut>	

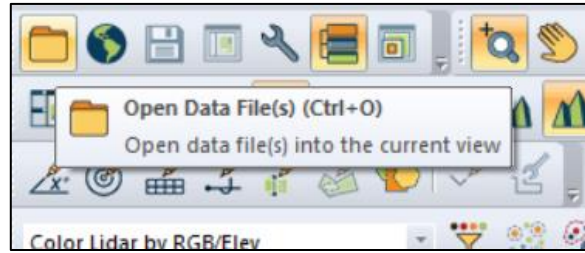
Gambar 80. Hasil Perhitungan Volume Galian Foto Udara Menggunakan *Software Civil 3D*

2. Perhitungan Volume Galian Menggunakan *Software Global Mapper*

a) Perhitungan Volume Galian Pengukuran Topografi

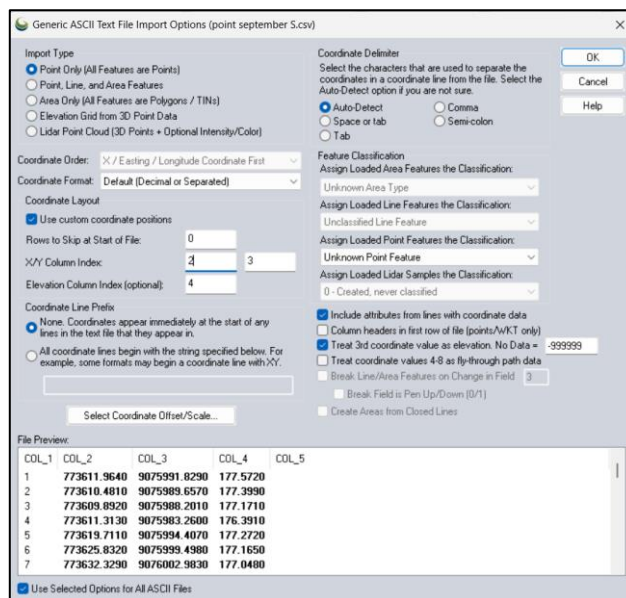
Proses perhitungan volume galian menggunakan software Global Mapper bermaksud untuk membandingkan hasil perhitungan volume dengan menggunakan software Civil 3D. Berikut langkah-langkahnya :

1. Buka software Global Mapper.
2. Selanjutnya import data point pengukuran topografi bulan September dan Desember pada software global mapper dengan cara open data file.



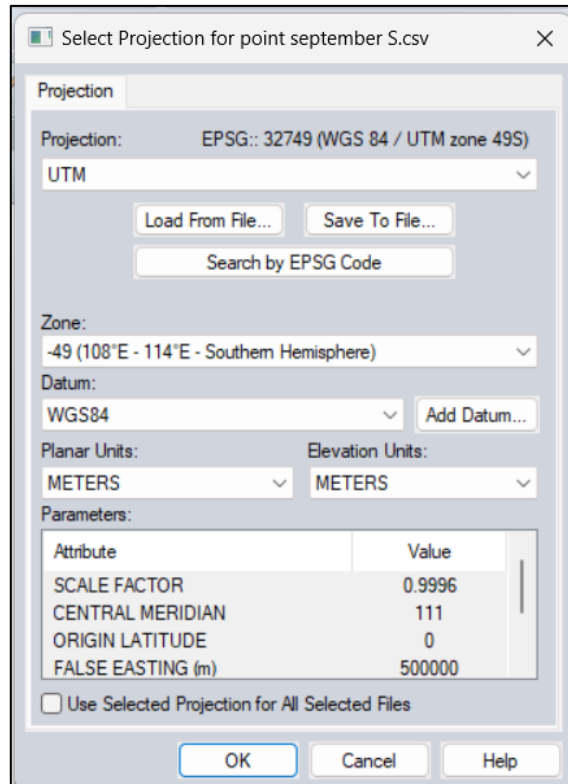
Gambar 81. Proses *Import Point*

3. Kemudian atur posisi kolom point dengan centang use custom coordinate position dan atur kolom sesuai koordinat X,Y,Z yang akan di import dan tekan Ok.



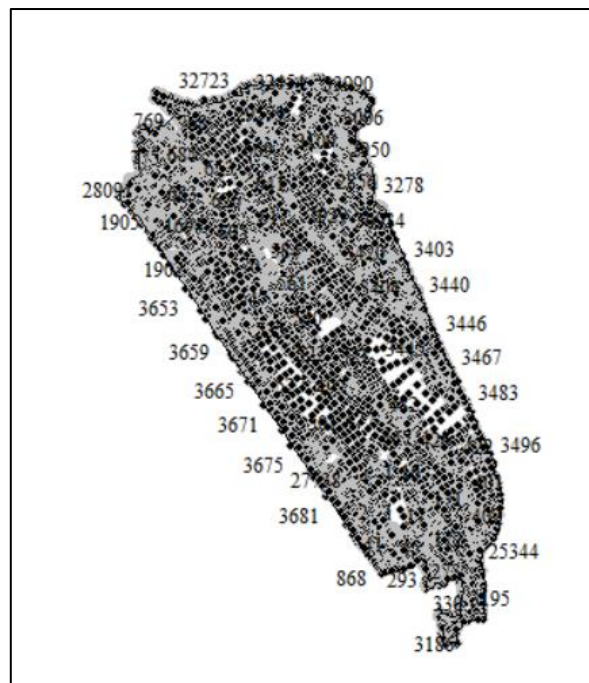
Gambar 82. *Option Menu Import Point*

4. Selanjutnya atur proyeksi sesuai area pengukuran (WGS84 / UTM 49S) lalu tekan OK.



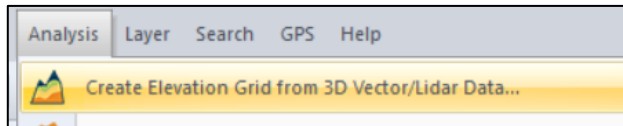
Gambar 83. Pengaturan Proyeksi

5. Berikut adalah hasil point yang berhasil di import.



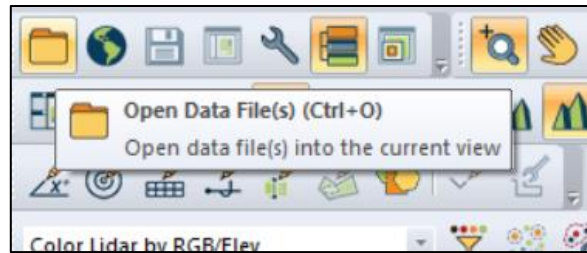
Gambar 84. Hasil *Point* Yang Berhasil Di *Import*

6. Selanjutnya pada toolbar analysis klik create elevation grid lalu tekan OK.



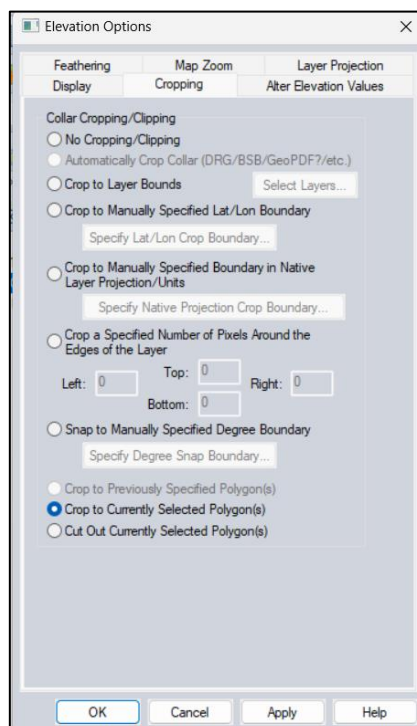
Gambar 85. Proses *Create Elevation Grid*

7. Kemudian import data AOI untuk memberi batas boundari pada data pengukuran topografi, dengan cara open file data.



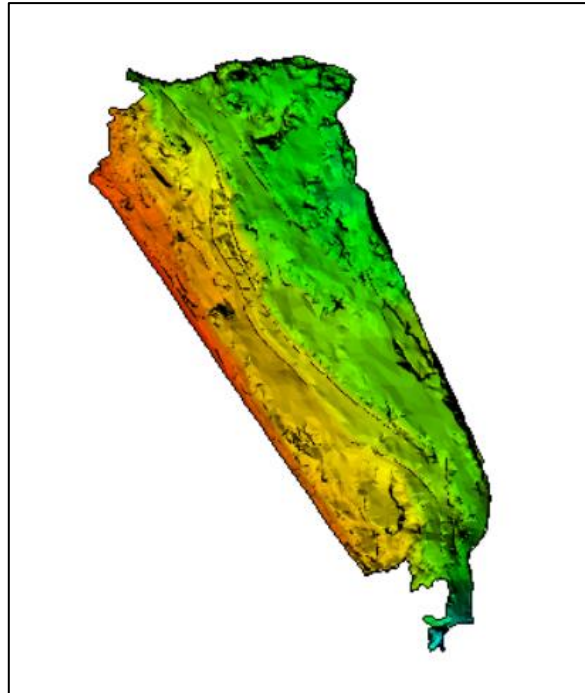
Gambar 86. Proses *Import Data AOI*

8. Selanjutnya crop data pengukuran sesuai AOI dengan cara klik kanan pada layer yang akan di *crop* lalu pilih *Options*, setelah itu klik menu *Cropping* dan pilih *Crop to Currenty selected polygon* lalu *Apply*.



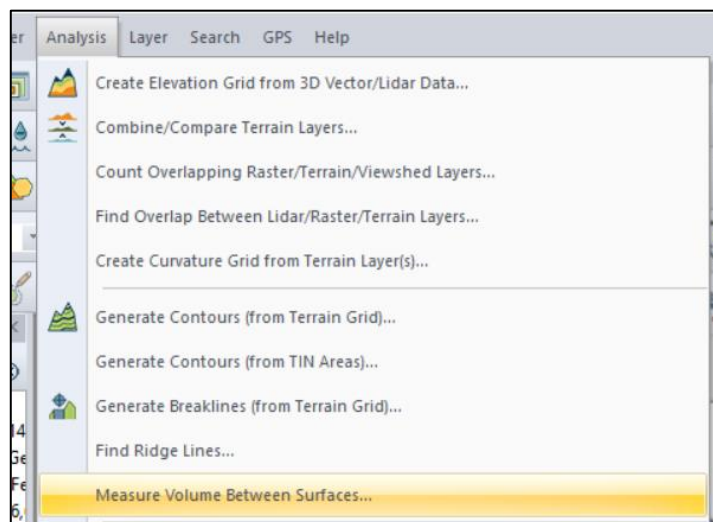
Gambar 87. Proses *Cropping*

9. Berikut tampilan point pengukuran topografi yang telah dicrop.



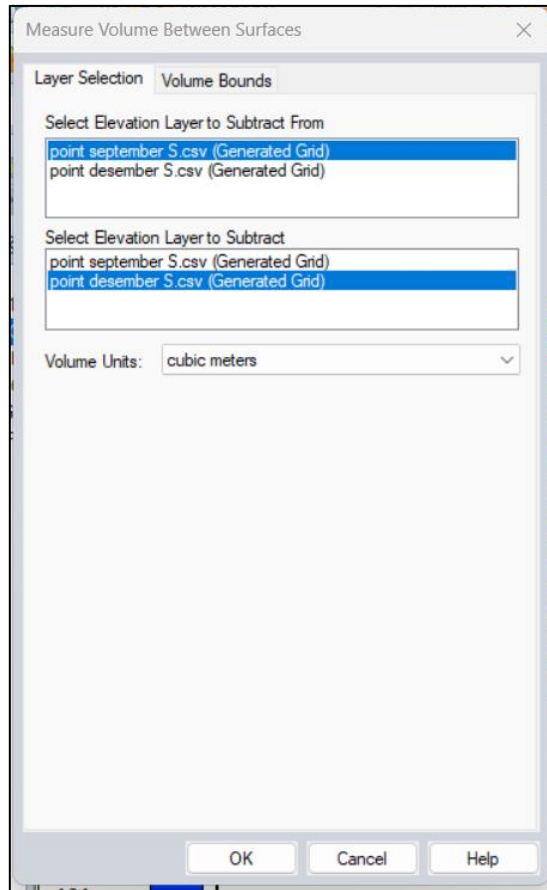
Gambar 88. Hasil *Cropping Point* Topografi

10. Kemudian lakukan analisis perhitungan volume dengan cara klik analysis pada menu toolbar lalu pilih measure volume between surfaces lalu tekan Ok.



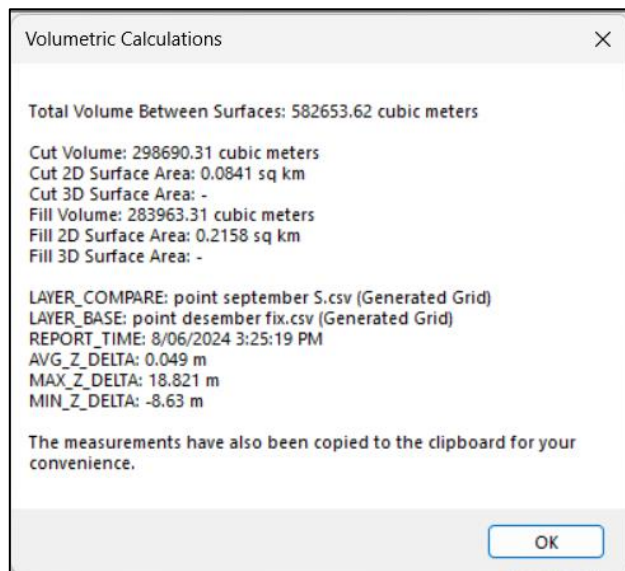
Gambar 89. Proses Pembuatan Volume

11. Pada menu option measure volume between surfaces pilih point September sebagai subtract (base) dan point Desember sebagai hasil pekerjaan tambang lalu tekan Ok.



Gambar 90. Option Menu Create New Volume

12. Berikut merupakan hasil dari perhitungan volume pengukuran topografi menggunakan software Global Mapper.

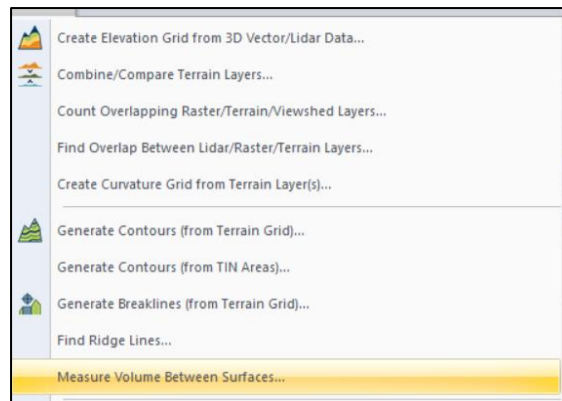


Gambar 91. Hasil Perhitungan Volume Galian Pengukuran Topografi menggunakan Software Global Mapper

b) Perhitungan Volume Galian DTM Foto Udara

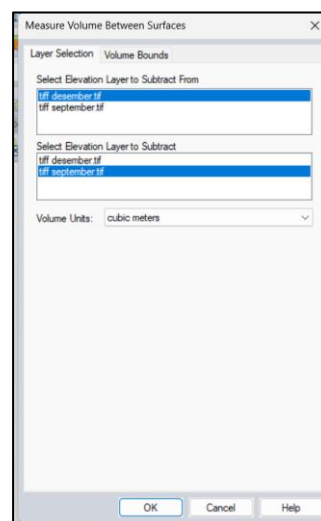
Proses perhitungan volume galian menggunakan software Global Mapper juga bermaksud untuk membandingkan hasil perhitungan volume DTM dengan menggunakan software Civil 3D. Berikut langkah-langkahnya :

4. Buka proyek yang berisi data DTM foto udara bulan September dan Desember pada software Global Mapper.
5. Kemudian lakukan analisis perhitungan volume dengan cara klik analysis pada menu toolbar lalu pilih measure volume between surfaces lalu tekan Ok.



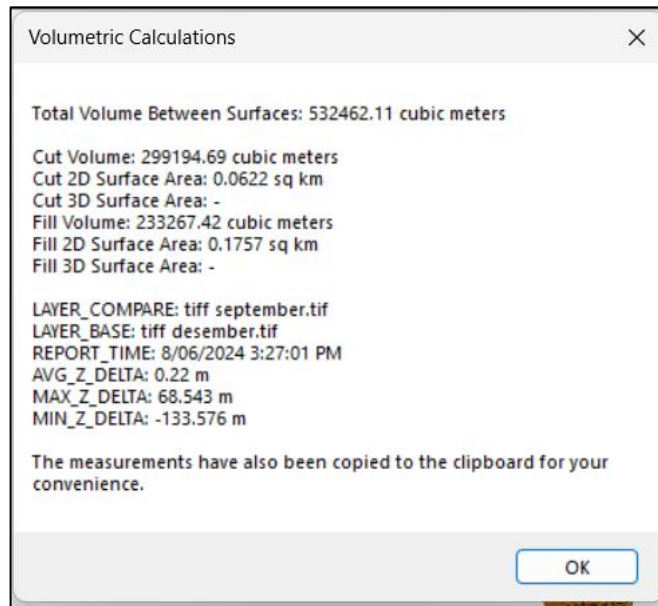
Gambar 92. Proses Pembuatan Volume

6. Pada menu option measure volume between surfaces pilih point September sebagai subtract (base) dan point Desember sebagai hasil pekerjaan tambang lalu tekan Ok.



Gambar 93. Option Menu Create New Volume

7. Berikut merupakan hasil dari perhitungan volume DTM foto udara menggunakan software Global Mapper.



Gambar 94. Hasil Perhitungan Volume Galian DTM Foto Udara Menggunakan *Software Global Mapper*

3. Uji Ketelitian Volume Galian

Uji ketelitian volume galian dilakukan untuk mengetahui keakuratan hasil dari perhitungan volume galian dari DTM foto udara terhadap volume galian topografi sebagai acuan. Dengan cara mengurangkan hasil perhitungan volume galian DTM dengan volume galian topografi sebagai data acuan. Lalu hasilnya dibagi dengan dengan hasil hitungan volume galian topografi dan dinyatakan dalam bentuk persen.

Pada penelitian ini toleransi ketelitian volume galian yang diperbolehkan adalah $\pm 2.78\%$ yang mengacu pada spesifikasi yang ditetapkan oleh ASTM (American Standard Testing and Material).

LAMPIRAN E

Report Agisoft

1. *Report Agisoft* pengolahan data 14 September 2023

Agisoft Metashape

test

06 August 2024



Survey Data

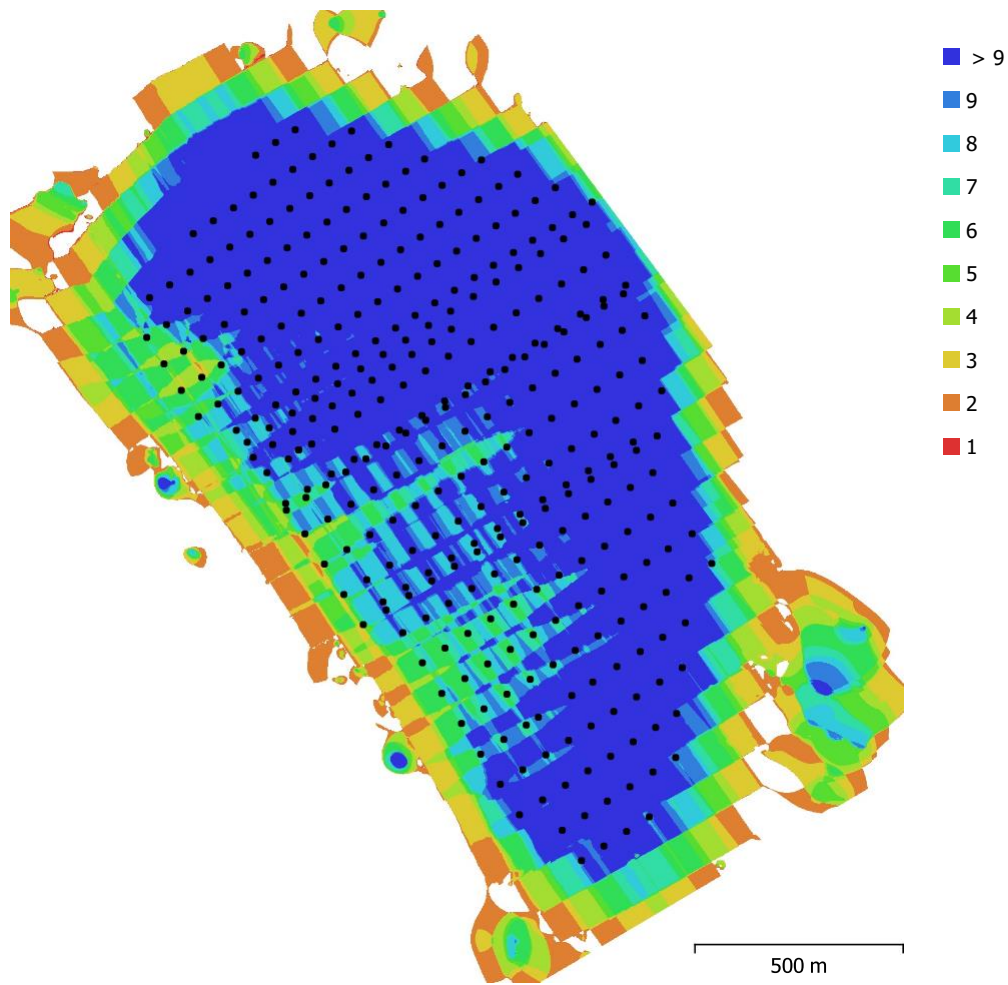


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	352	Camera stations:	349
Flying altitude:	251 m	Tie points:	389,124
Ground resolution:	8.46 cm/pix	Projections:	1,548,854
Coverage area:	2.2 km ²	Reprojection error:	1.71 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
Test_Pro (4.5mm)	4000 x 2250	4.5 mm	1.77 x 1.77 μ m	No

Table 1. Cameras.

Camera Calibration

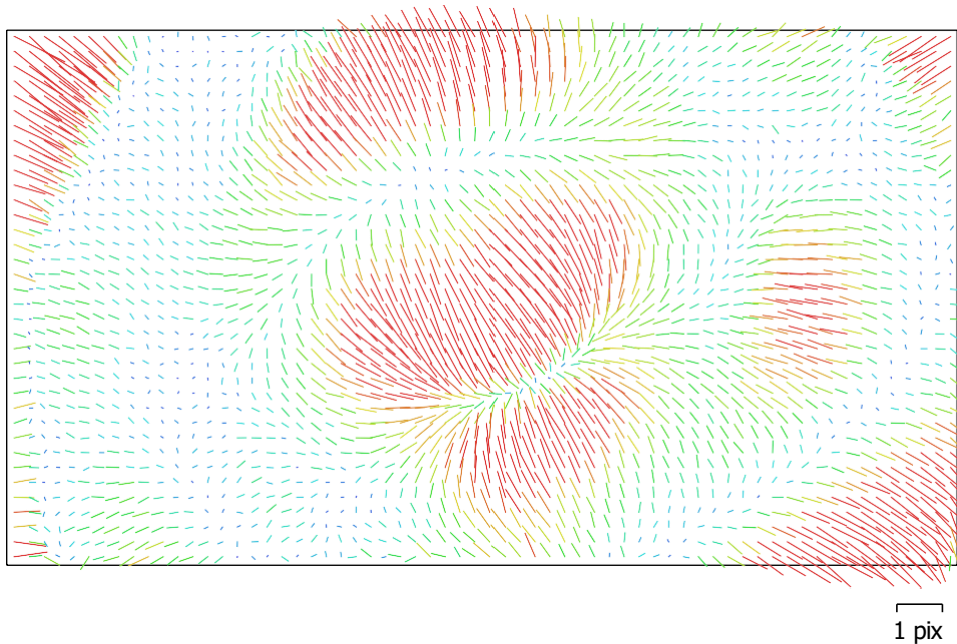


Fig. 2. Image residuals for Test_Pro (4.5mm).

Test_Pro (4.5mm)

352 images, rolling shutter

Type
Frame

Resolution
4000 x 2250

Focal Length
4.5 mm

Pixel Size
1.77 x 1.77 μm

	Value	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	2830.41	0.33	1.00	-0.13	0.26	-0.15	0.21	-0.26	-0.01	0.01
Cx	-34.8084	0.075		1.00	-0.04	-0.03	0.03	-0.03	0.82	0.00
Cy	-42.0533	0.054			1.00	-0.02	0.03	-0.05	-0.01	0.59
K1	-0.0375472	0.00013				1.00	-0.97	0.91	-0.06	-0.01
K2	0.176755	0.00048					1.00	-0.98	0.07	0.02
K3	-0.179428	0.00052						1.00	-0.08	-0.02
P1	-0.00101821	9e-06							1.00	0.00
P2	-0.000434193	5.6e-06								1.00

Table 2. Calibration coefficients and correlation matrix.

Camera Locations

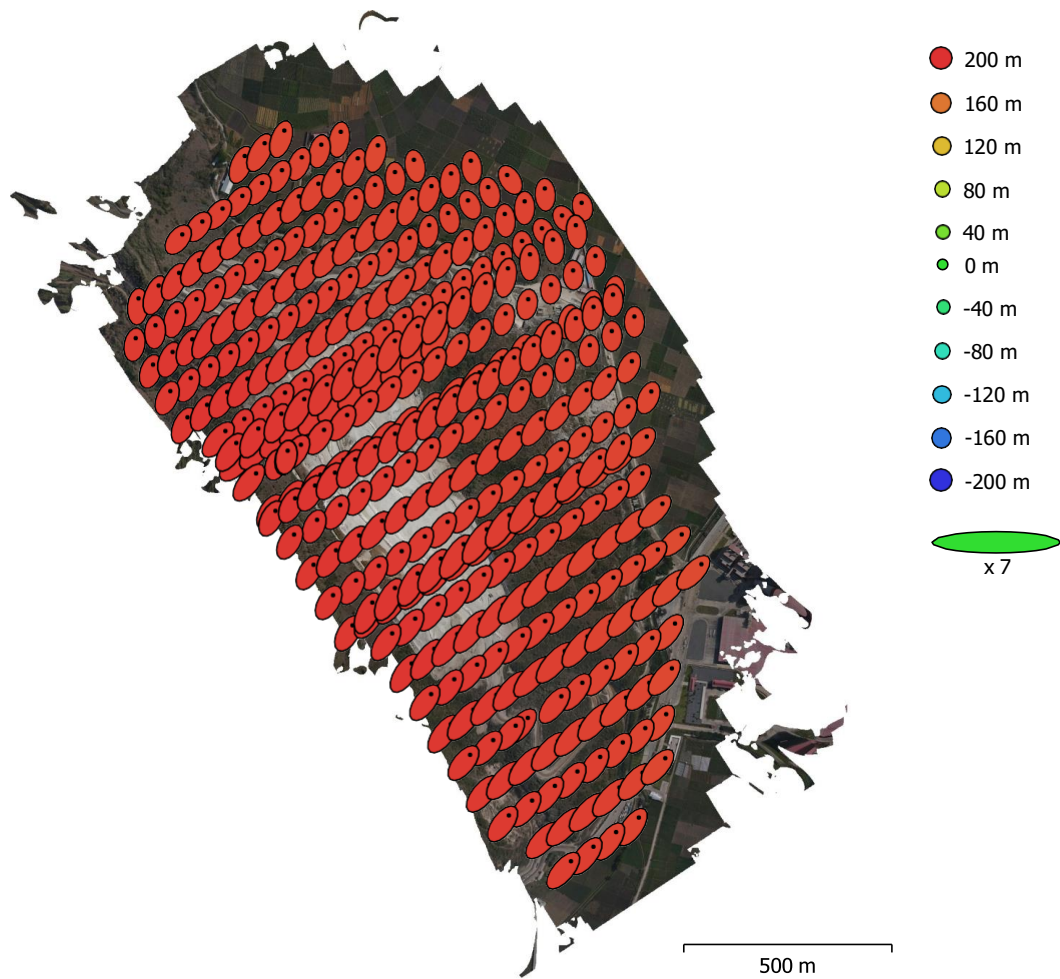


Fig. 3. Camera locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.

Estimated camera locations are marked with a black dot.

X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	XY error (m)	Total error (m)
2.83470	2.97959	5.53404	1.10355	5.60650

Table 3. Average camera location error.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Ground Control Points

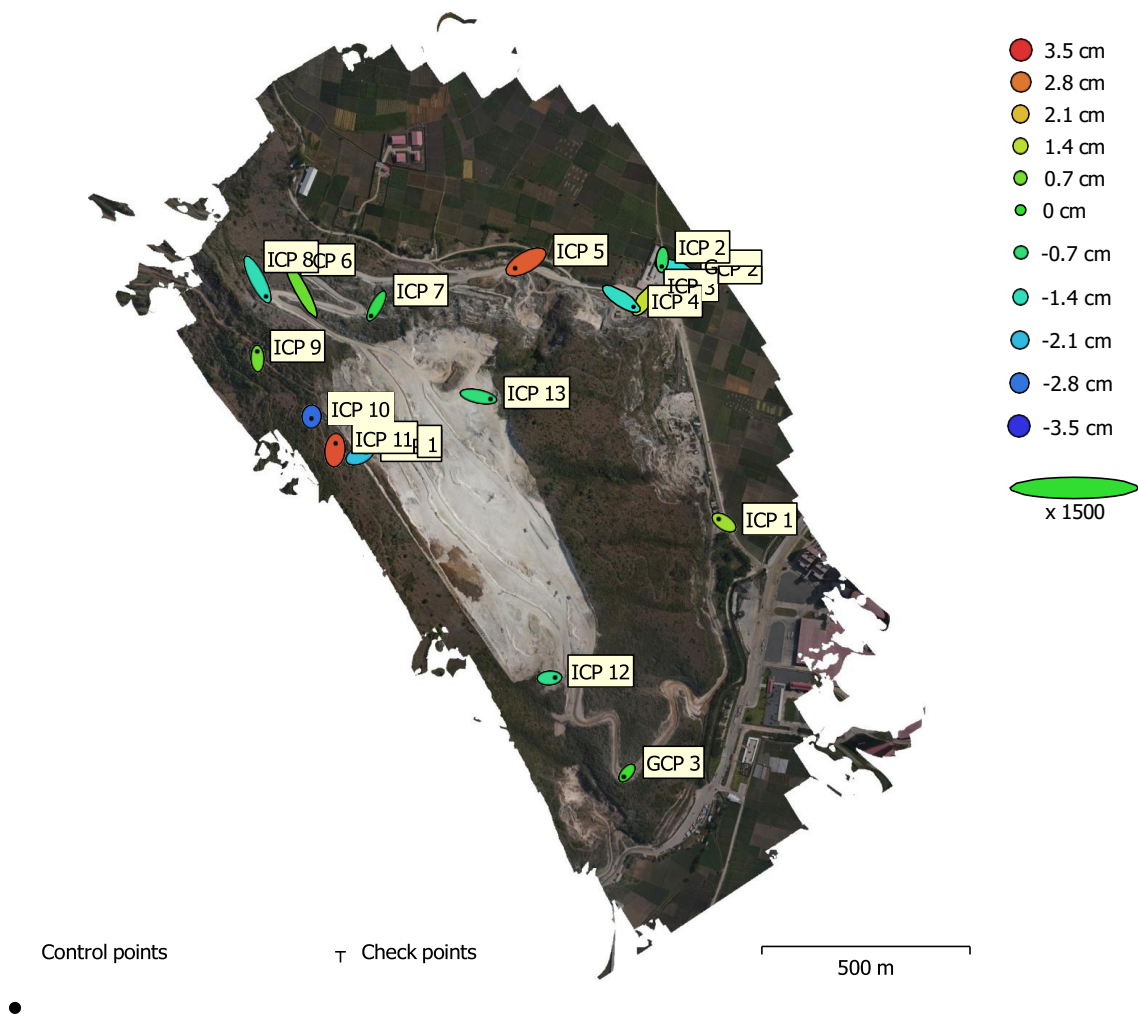


Fig. 4. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.

Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
16	2.43958	2.84562	1.67687	3.74821	4.10622

Table 4. Control points RMSE.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
GCP 1	1.79569	0.878636	-2.04829	2.86217	2.028 (13)
GCP 2	-3.93779	1.07725	-1.65883	4.40663	2.513 (22)
GCP 3	-0.959603	-1.18286	0.151025	1.53062	1.268 (12)
ICP 1	-1.60098	1.05832	1.11919	2.22165	2.065 (20)
ICP 2	-0.175164	-2.16848	-0.535099	2.24038	1.322 (22)
ICP 3	1.90634	2.68415	1.48411	3.61128	2.413 (23)
ICP 4	3.90808	-2.55814	-1.49411	4.90403	2.648 (25)
ICP 5	-3.3981	-1.973	3.05417	4.97672	3.405 (24)
ICP 6	-3.99877	1.44294	0.590971	8.46976	9.738 (8)
ICP 7	-1.7008	-3.07745	-0.298765	3.52884	3.518 (9)
ICP 8	2.64994	-5.27464	-1.34873	6.055	5.020 (10)
ICP 9	-0.0828718	2.17408	0.663595	2.27461	2.715 (6)
ICP 10	-0.0523609	-0.586958	-2.90854	2.96764	3.811 (8)
ICP 11	0.203973	2.09872	3.19229	3.82582	5.742 (7)
ICP 12	1.72587	0.120938	-0.924567	1.96165	2.360 (8)
ICP 13	3.68654	-0.764725	-0.718064	3.83288	2.540 (11)
Total	2.43958	2.84562	1.67687	4.10622	3.345

Table 5. Control points.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Digital Elevation Model

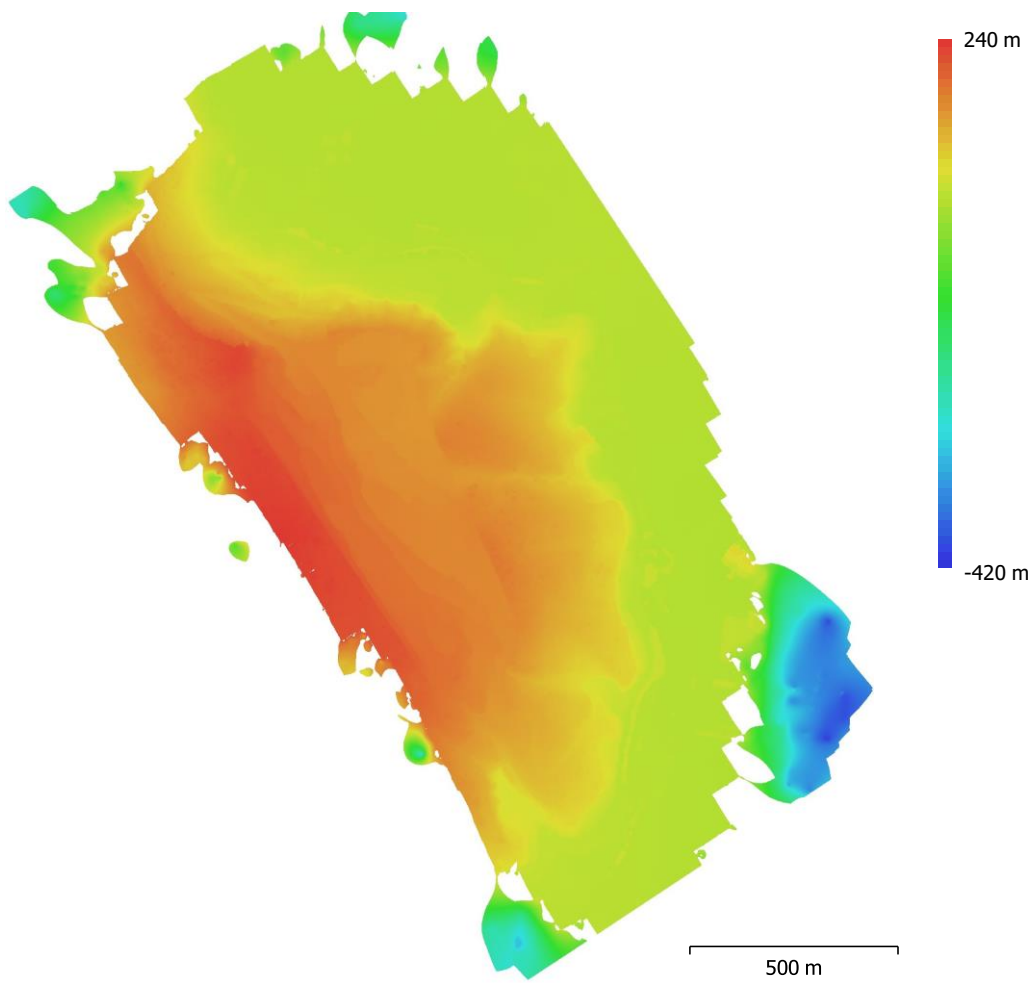


Fig. 5. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 33.8 cm/pix
Point density: 8.73 points/m²

Processing Parameters

General

Cameras	352
Aligned cameras	349
Markers	16
Coordinate system	WGS 84 / UTM zone 49S (EPSG::32749)
Rotation angles	Yaw, Pitch, Roll

Point Cloud

Points	389,124 of 427,549
RMS reprojection error	0.210063 (1.71195 pix)
Max reprojection error	2.30949 (63.0731 pix)
Mean key point size	8.03851 pix
Point colors	3 bands, uint8
Key points	350.33 MB
Average tie point multiplicity	4.24949

Alignment parameters

Accuracy	Medium
Generic preselection	No
Reference preselection	Source
Key point limit	40,000
Key point limit per Mpx	1,000
Tie point limit	40,000
Exclude stationary tie points	Yes
Guided image matching	No
Adaptive camera model fitting	No
Matching time	2 minutes 54 seconds
Matching memory usage	1.12 GB
Alignment time	8 minutes 51 seconds
Alignment memory usage	211.31 MB

Optimization parameters

Parameters	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Adaptive camera model fitting	No
Optimization time	12 seconds
Date created	2024:08:06 03:37:20
Software version	1.7.6.13524
File size	44.84 MB

Depth Maps

Count	349
Depth maps generation parameters	
Quality	Medium
Filtering mode	Mild
Max neighbors	40
Processing time	6 minutes 7 seconds
Memory usage	1.72 GB
Date created	2024:08:06 06:56:09
Software version	1.7.6.13524
File size	337.19 MB

Dense Point Cloud

Points	22,434,154
Point colors	3 bands, uint8
Depth maps generation parameters	

Quality	Medium
Filtering mode	Mild
Max neighbors	40
Processing time	6 minutes 7 seconds
Memory usage	1.72 GB
Dense cloud generation parameters	
Processing time	10 minutes 32 seconds
Memory usage	2.17 GB
Date created	2024:08:06 07:50:04
Software version	1.7.6.13524
File size	291.78 MB
Model	
Faces	3,599,382
Vertices	1,800,742
Vertex colors	3 bands, uint8
Texture	4,096 x 4,096, 4 bands, uint8
Depth maps generation parameters	
Quality	Medium
Filtering mode	Mild
Max neighbors	40
Processing time	6 minutes 7 seconds
Memory usage	1.72 GB
Reconstruction parameters	
Surface type	Arbitrary
Source data	Depth maps
Interpolation	Enabled
Strict volumetric masks	No
Processing time	8 minutes 18 seconds
Memory usage	3.67 GB
Texturing parameters	
Mapping mode	Generic
Blending mode	Mosaic
Texture size	4,096
Enable hole filling	Yes
Enable ghosting filter	Yes
UV mapping time	1 minutes 59 seconds
UV mapping memory usage	2.30 GB
Blending time	3 minutes 4 seconds
Blending memory usage	1.44 GB
Blending GPU memory usage	925.41 MB
Date created	2024:08:06 07:59:56
Software version	1.7.6.13524
File size	175.37 MB
Tiled Model	
Texture	3 bands, uint8
Depth maps generation parameters	
Quality	Medium
Filtering mode	Mild
Max neighbors	40
Processing time	6 minutes 7 seconds
Memory usage	1.72 GB
Reconstruction parameters	
Source data	Dense cloud
Tile size	256
Face count	High
Enable ghosting filter	No

Processing time	54 minutes 45 seconds
Memory usage	3.17 GB
Date created	2024:08:06 09:02:38
Software version	1.7.6.13524
File size	1.32 GB
DEM	
Size	6,842 x 7,631
Coordinate system	WGS 84 / UTM zone 49S (EPSG::32749)
Reconstruction parameters	
Source data	Dense cloud
Interpolation	Enabled
Processing time	58 seconds
Memory usage	307.60 MB
Date created	2024:08:06 09:06:40
Software version	1.7.6.13524
File size	91.13 MB
Orthomosaic	
Size	24,892 x 27,820
Coordinate system	WGS 84 / UTM zone 49S (EPSG::32749)
Colors	3 bands, uint8
Reconstruction parameters	
Blending mode	Mosaic
Surface	DEM
Enable hole filling	Yes
Enable ghosting filter	No
Processing time	8 minutes 13 seconds
Memory usage	1.63 GB
Date created	2024:08:06 05:40:22
Software version	1.7.6.13524
File size	3.40 GB
System	
Software name	Agisoft Metashape Professional
Software version	1.7.6 build 13524
OS	Windows 64 bit
RAM	7.80 GB
CPU	11th Gen Intel(R) Core(TM) i5-11300H @ 3.10GHz
GPU(s)	Intel(R) Iris(R) Xe Graphics NVIDIA GeForce GTX 1650

2. *Report Agisoft* pengolahan data 15 Desember 2023

Agisoft Metashape

test

07 August 2024



Survey Data

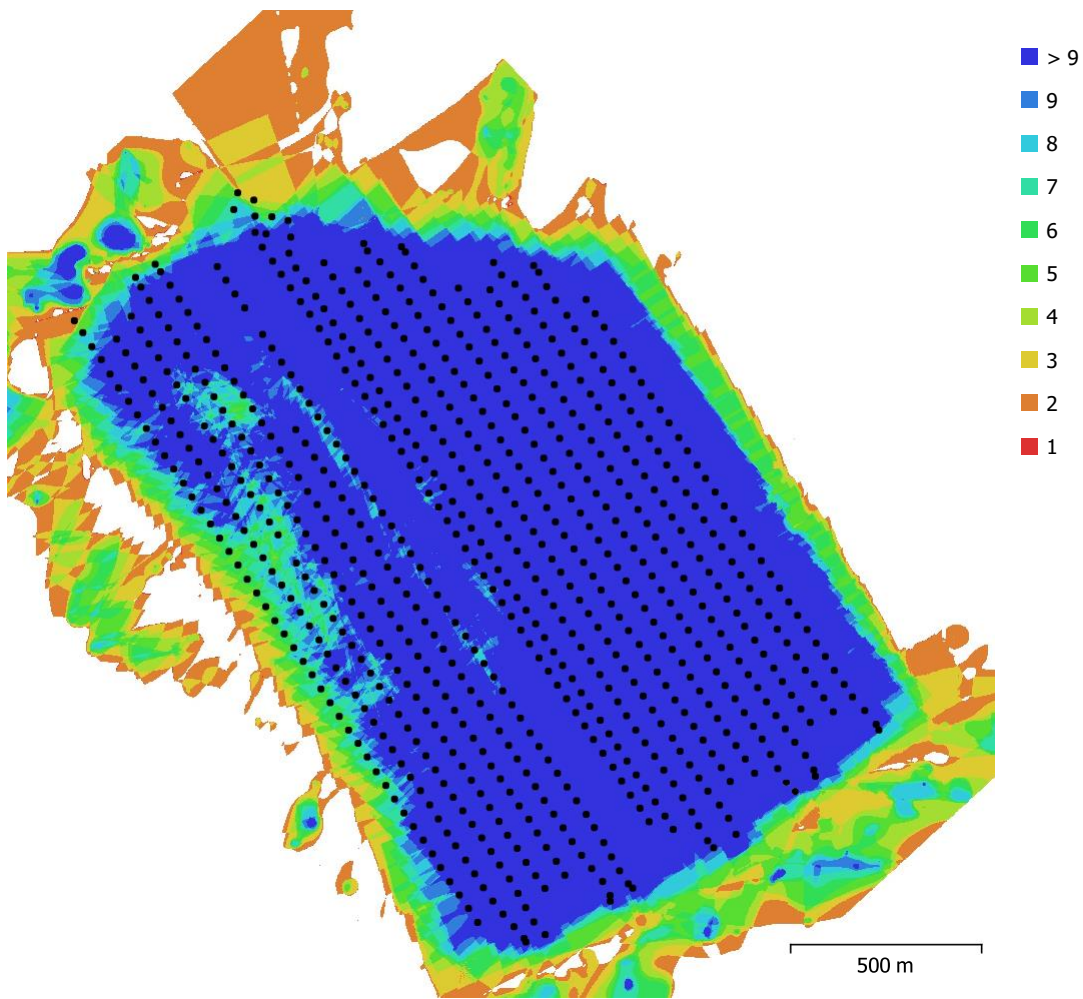


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	752	Camera stations:	748
Flying altitude:	331 m	Tie points:	2,783,027
Ground resolution:	5.04 cm/pix	Projections:	11,612,944
Coverage area:	3.8 km ²	Reprojection error:	2.39 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
ILCE-5100 (8.8MM)	6000 x 4000	8.8 mm	2.61 x 2.61 μ m	No

Table 1. Cameras.

Camera Calibration

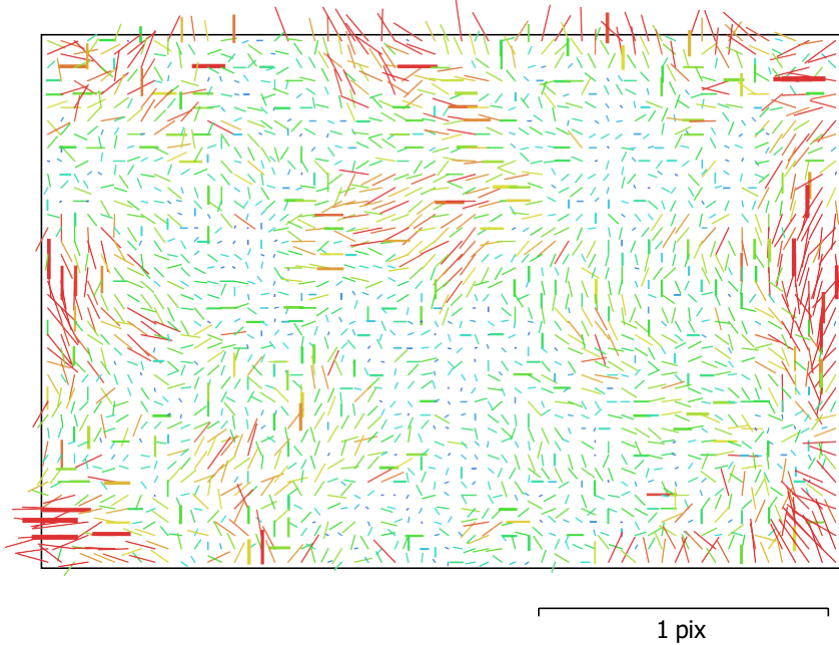


Fig. 2. Image residuals for ILCE-5100, ----.

ILCE-5100 (8.8mm)

752 images, rolling shutter

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
Frame	6000 x 4000	8.8 mm	2.61 x 2.61 μm

	Value	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	6410.57	0.16	1.00	-0.03	0.73	-0.12	0.12	-0.10	0.02	-0.05
Cx	21.751	0.052		1.00	-0.03	-0.00	0.00	-0.00	0.77	0.00
Cy	9.60568	0.066			1.00	-0.03	0.04	-0.03	0.01	0.42
K1	-0.0428928	5.5e-05				1.00	-0.96	0.91	-0.00	0.04
K2	0.0720225	0.00041					1.00	-0.98	-0.00	0.01
K3	-0.0470267	0.0009						1.00	0.01	-0.01
P1	0.0010611	2.4e-06							1.00	-0.01
P2	-0.000202231	2.2e-06								1.00

Table 2. Calibration coefficients and correlation matrix.

Camera Locations

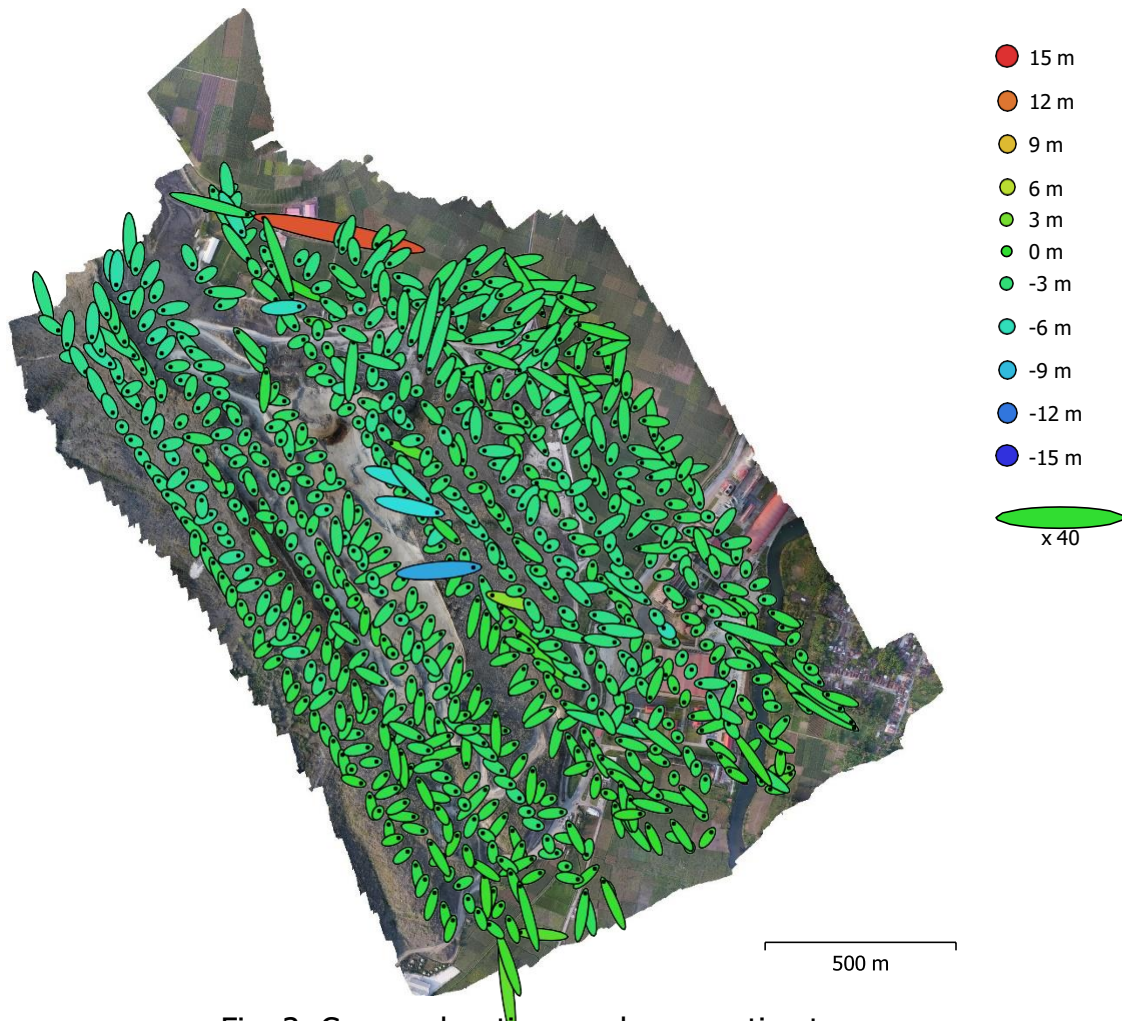


Fig. 3. Camera locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.
 Estimated camera locations are marked with a black dot.

X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	XY error (m)	Total error (m)
1.13113	1.11395	2.55209	1.58756	3.00558

Table 3. Average camera location error.
 X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Ground Control Points

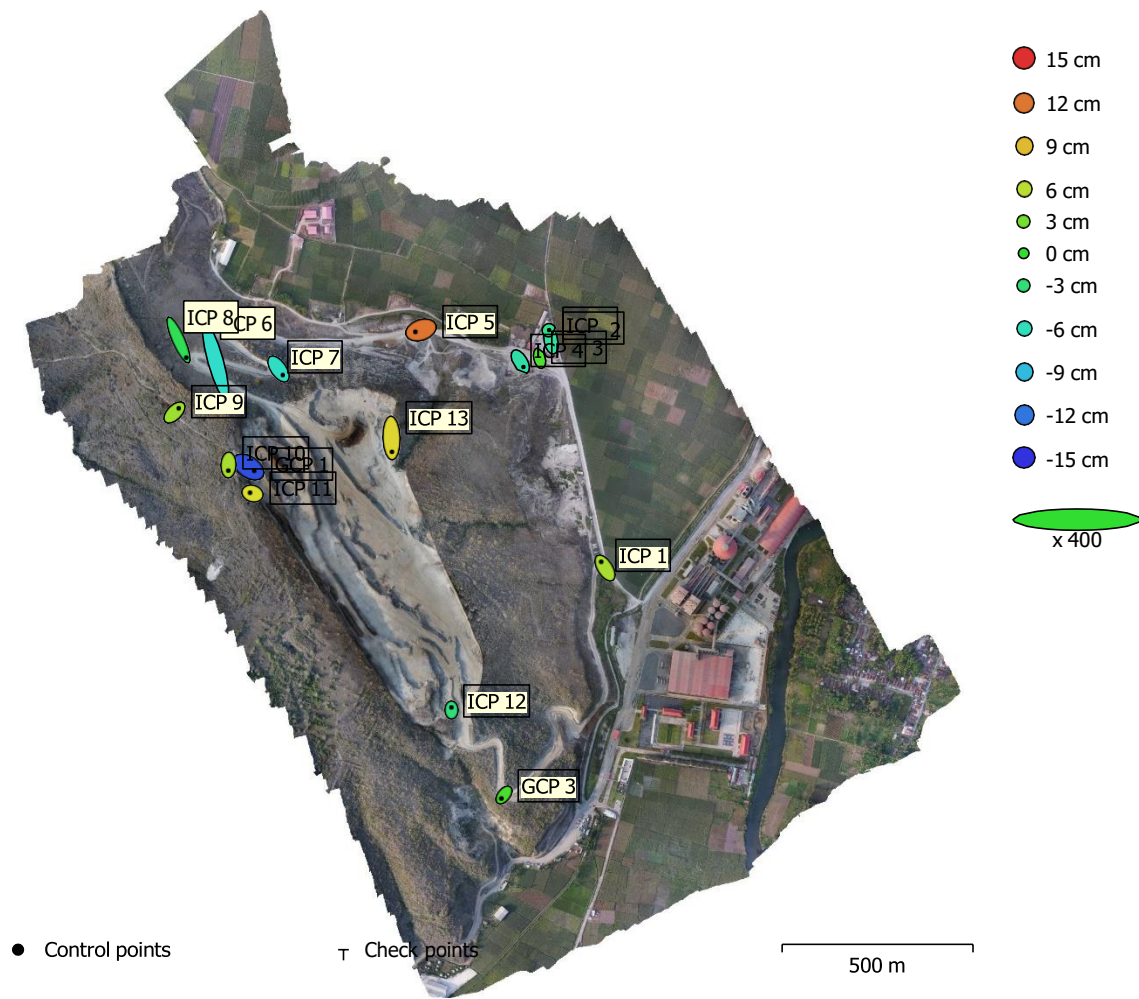


Fig. 4. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.

Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
16	2.29546	2.5405	1.54876	4.5392	4.94654

Table 4. Control points RMSE.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
GCP 1	7.23175	-4.79632	-13.6693	16.1911	5.899 (9)
GCP 2	-1.62946	8.59146	-4.79331	9.97217	4.505 (27)
GCP 3	-3.12755	-4.27296	1.04955	5.39827	3.405 (14)
ICP 1	-4.67173	7.72979	5.2132	10.4284	5.217 (20)
ICP 2	0.329412	0.139798	-3.61409	3.63177	5.840 (10)
ICP 3	-1.38492	5.92957	1.3791	6.24337	3.670 (15)
ICP 4	4.11891	-6.96147	-5.0247	9.52234	7.410 (14)
ICP 5	-7.03473	-2.22209	12.0245	14.1072	5.445 (17)
ICP 6	-11.4982	41.3382	-6.6893	43.4259	4.547 (14)
ICP 7	5.4697	-7.75988	-6.34291	11.4178	7.614 (14)
ICP 8	9.69392	-22.2765	-1.53069	24.3425	5.950 (12)
ICP 9	5.28141	5.22459	4.74173	8.81326	7.756 (10)
ICP 10	-0.234638	-7.10279	5.24382	8.83189	3.845 (8)
ICP 11	-3.04393	0.956073	7.39815	8.05681	6.756 (9)
ICP 12	-0.0591344	3.24701	-3.16858	4.53724	2.721 (14)
ICP 13	0.560878	-17.7656	7.82297	19.4198	2.677 (11)
Total	2.29546	2.5405	1.54876	4.94654	3.470

Table 5. Control points.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Digital Elevation Model

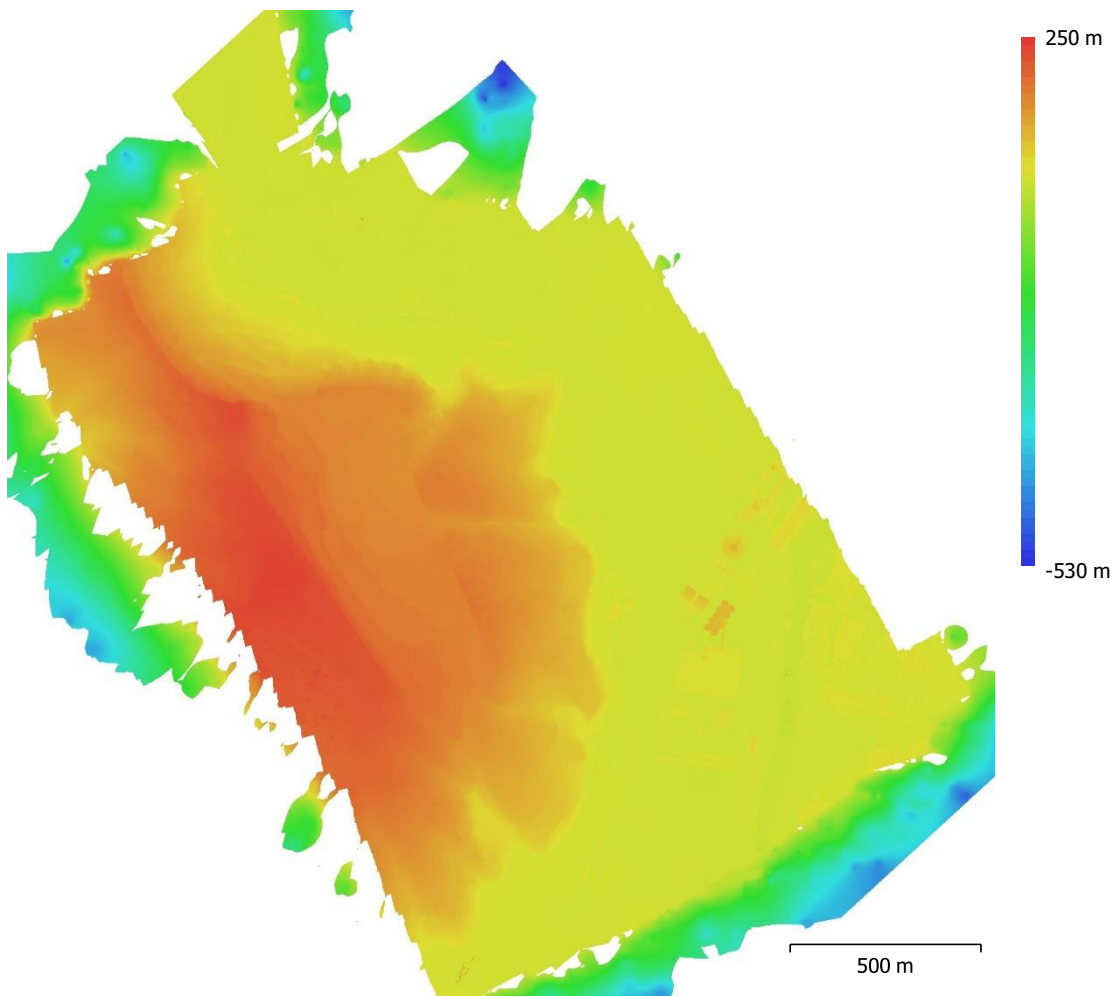


Fig. 5. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 20.2 cm/pix
Point density: 24.6 points/m²

Processing Parameters

General

Cameras	752
Aligned cameras	748
Markers	16
Coordinate system	WGS 84 / UTM zone 49S (EPSG::32749)
Rotation angles	Yaw, Pitch, Roll

Point Cloud

Points	2,783,027 of 3,103,297
RMS reprojection error	0.345502 (2.39212 pix)
Max reprojection error	2.1344 (104.419 pix)
Mean key point size	7.52441 pix
Point colors	3 bands, uint8
Key points	2.39 GB
Average tie point multiplicity	4.77613

Alignment parameters

Accuracy	Medium
Generic preselection	No
Reference preselection	Source
Key point limit	40,000
Key point limit per Mpx	1,000
Tie point limit	40,000
Exclude stationary tie points	Yes
Guided image matching	No
Adaptive camera model fitting	No
Matching time	56 minutes 9 seconds
Matching memory usage	3.66 GB
Alignment time	42 minutes 15 seconds
Alignment memory usage	1.38 GB

Optimization parameters

Parameters	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Adaptive camera model fitting	No
Optimization time	1 minutes 36 seconds
Date created	2024:08:06 10:20:28
Software version	1.7.6.13524
File size	355.39 MB

Depth Maps

Count	748
Depth maps generation parameters	
Quality	Medium
Filtering mode	Mild
Max neighbors	40
Processing time	42 minutes 12 seconds
Memory usage	4.05 GB
Date created	2024:08:06 12:40:32
Software version	1.7.6.13524
File size	1.83 GB

Dense Point Cloud

Points	109,262,419
Point colors	3 bands, uint8
Depth maps generation parameters	

Quality	Medium
Filtering mode	Mild
Max neighbors	40
Processing time	42 minutes 12 seconds
Memory usage	4.05 GB
Dense cloud generation parameters	
Processing time	1 hours 33 minutes
Memory usage	3.28 GB
Date created	2024:08:06 14:14:13
Software version	1.7.6.13524
File size	1.39 GB
Model	
Faces	18,184,285
Vertices	9,094,432
Vertex colors	3 bands, uint8
Texture	4,096 x 4,096, 4 bands, uint8
Depth maps generation parameters	
Quality	Medium
Filtering mode	Mild
Max neighbors	40
Processing time	42 minutes 12 seconds
Memory usage	4.05 GB
Reconstruction parameters	
Surface type	Arbitrary
Source data	Depth maps
Interpolation	Enabled
Strict volumetric masks	No
Processing time	1 hours 28 minutes
Memory usage	4.67 GB
Texturing parameters	
Mapping mode	Generic
Blending mode	Mosaic
Texture size	4,096
Enable hole filling	Yes
Enable ghosting filter	Yes
UV mapping time	3 minutes 22 seconds
UV mapping memory usage	2.64 GB
Blending time	22 minutes 31 seconds
Blending memory usage	3.94 GB
Blending GPU memory usage	2.24 GB
Date created	2024:08:06 15:51:04
Software version	1.7.6.13524
File size	793.67 MB
DEM	
Size	16,084 x 16,360
Coordinate system	WGS 84 / UTM zone 49S (EPSG::32749)
Reconstruction parameters	
Source data	Dense cloud
Interpolation	Enabled
Processing time	4 minutes 10 seconds
Memory usage	315.12 MB
Date created	2024:08:06 16:36:19
Software version	1.7.6.13524
File size	464.77 MB
System	
Software name	Agisoft Metashape Professional

Software version	1.7.6 build 13524
OS	Windows 64 bit
RAM	7.80 GB
CPU	11th Gen Intel(R) Core(TM) i5-11300H @ 3.10GHz
GPU(s)	Intel(R) Iris(R) Xe Graphics NVIDIA GeForce GTX 1650