

Penggunaan Drone Untuk Evaluasi dan Desain Geometri Jalan Baru Lingkar Hutumuri Utara di Desa Hutumuri

Maigel Y Waas¹, Godfried Lewakabesy², Elisabeth Talakua³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon, Indonesia

Received : 2 Maret 2026, Revised : 7 Maret 2026, Published : 13 Maret 2026

Corresponding Author

Nama Penulis: Maigel Y Waas

E-mail: maigelwaas6@gmail.com

Abstrak

Ruas jalan hutumuri terdapat pembangunan jalan lingkar utara Hutumuri pada bagian utara di pusat permukiman desa hutumuri dengan rencana panjang jalan 2,686 Km. Pengaruh penggunaan drone untuk evaluasi desain geometri jalan dari hasil pengolahan data foto udara menunjukkan tingkat error pada 59 titik yang diambil pada tabel RMSE pada X-Longitude 1,73473 m, Y-Latitude 2,51845 m dan Z-Altitude 2,89708 m. Hasil olahan ini menunjukkan Indeks position dilution of precision (PDOP): < 3,5 sesuai dengan survei dan pengolahan data pemotretan udara telah memenuhi peraturan badan informasi geospasial republik indonesia nomor 1 tahun 2020 sehingga data ini bisa digunakan untuk evaluasi. Pangambilan foto udara ini dengan ketinggian terbang drone 70 m dari atas permukaan tanah saat survei dengan kondisi cuaca cerah Adapun tujuan penelitian ini mengetahui penggunaan drone untuk evaluasi dan desain geometrik jalan, Sedangkan metode yang digunakan yaitu Metode kuantitatif, metode pengumpulan data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik. Sedangkan deskriptif menuturkan pemecahan masalah berdasarkan data yang ada. Analisa Deskriptif untuk mendeskripsikan kondisi, hasil survei, atau hasil pengolahan data menggunakan software yang ada untuk mendapatkan hasil data yang optimal dalam evaluasi geometrik jalan baru lingkar hutumuri utara.

Kata kunci - drone, software, geometrik

Abstract

The hutumuri road section contains the construction of the Hutumuri north ring road in the northern part of the center of the hutumuri village settlement with a planned road length of 2.686 km. The effect of using drones for evaluating road geometric design from the results of processing aerial photo data shows an error rate at 59 points taken in the RMSE table at X-Longitude 1.73473 m, Y-Latitude 2.51845 m and Z-Altitude 2.89708 m. The processed results show the Position Dilution of Precision (PDOP) Index: <3.5 according to the survey and processing of aerial photography data has complied with the regulations of the Republic of Indonesia Geospatial Information Agency number 1 of 2020 so that this data can be used for evaluation. This aerial photo was taken with a drone flying height of 70 m above the ground during the survey with clear weather conditions The purpose of this study is to determine the use of drones for road geometric evaluation and design, while the method used is the quantitative method, the method of collecting research data in the form of numbers and analysis using statistics. While descriptive describes problem solving based on existing data. Descriptive analysis to describe conditions, survey results, or data processing results using existing software to obtain optimal data results in the geometric evaluation of the new North Hutumuri Ring Road.

Keywords - drone, software, geometric

How To Cite : Waas, M. Y., Lewakabessy, G., & Talakua, E. (2026). Penggunaan Drone Untuk Evaluasi dan Desain Geometri Jalan Baru Lingkar Hutumuri Utara di Desa Hutumuri . Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa, 2(10), 1687–1698. <https://doi.org/10.59837/jpnmb.v2i10.794>

Copyright ©2026 Maigel Y Waas, Godfried Lewakabesy, Elisabeth Talakua

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

PENDAHULUAN

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) biasa disebut drone merupakan pesawat tanpa pilot. Pesawat ini dikendalikan secara otomatis melalui program komputer yang dirancang (Bahar, 2016). Drone pertama dikembangkan untuk kepentingan militer. UAV digunakan sebagai pengintai musuh dan mengurangi korban manusia (pilot). Penggunaan drone untuk misi militer sejak perang dunia pertama dan perang dunia kedua sebagai prototipe.

Evaluasi dan Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas dan sebagai akses ke rumah-rumah. UAV (Drone) memungkinkan kita untuk memahami dunia fisik dengan menangkap data udara (fotogrametri) untuk menghasilkan peta yang akurat dan model 3D di sekitar kita (Sumajouw et al., 2024).

Proses pembuatan kontur dengan media drone diawali dengan pengambilan data yang berupa foto udara, kemudian diolah dengan *software* pendukung yaitu *software Mobile topographe pro*, *software pix4Dcapture*, *software Agisoft Metashape Profesional*, dan *software Autocad Civil 3d 2018*, dipilihnya empat *software* ini karena pada *software* inilah foto udara diolah sehingga menghasilkan kontur. Untuk itulah proposal ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pemanfaatan drone dan proses penggunaannya serta bagaimana cara untuk mengolahnya menjadi bentuk evaluasi dengan menggunakan empat *software* untuk mendapatkan desain geometri jalan lingkar hutumuri utara di desa Hutumuri.

Autocad Civil 3D adalah perangkat lunak untuk desain dan dokumentasi proyek infrastruktur yang dikembangkan Autodesk. Perangkat lunak ini sebagai bagian dari BIM (Building Information Modelling). Yang menjawab tantangan perkembangan pekerjaan desain dan permodelan dengan cepat. Permodelan dengan *AutoCAD Civil 3D*, dapat digunakan sebagai perangkat untuk Analisa dan desain berbagai jenis proyek infrastruktur sipil, jalan raya, pengembahan lahan, jalan kereta api, bandara, dan bangunan air. Untuk mendapatkan gambaran secara langsung penggunaan *Autocad Civil 3d* secara langsung maka akan di aplikasikan pada data ukur hasil pengukuran pada kawasan pemetaan perencanaan geometrik jalan untuk menghasilkan data kontur permukaan lahan (Sugiharto, 2023; Frampton et al., 2025).

Geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memahami fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimal pada arus lalu lintas dan sebagai akses ke rumah-rumah. Tujuan dari geometrik jalan adalah menghasilkan infra struktur yang aman, efisien pelayanan arus lalu lintas. Perencanaan Geometrik jalan bersifat, ukuran kendaraan, dan pengemudi dalam mengendalikan gerak kendaraannya. Elemen dasar dari perencanaan geometrik jalan adalah alinyemen horizontal, alinyemen vertikal, dan penampang melintang jalan.

TINJAUAN PUSTAKA

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Atau drone merupakan sistem tanpa awak (*Unmanned System*), yaitu sistem berbasis elektro-mekanik yang dapat melakukan misi-misi terprogram, dengan karakteristik: tanpa awak pesawat, beroperasi pada mode mandiri baik secara penuh atau sebagian, Sistem ini dirancang untuk dapat dipergunakan secara berulang (Wikantika, dalam Mukhlas 2014).

Mobile Topographi Pro Mengurangi pergeseran data hasil pemetaan dengan drone berdasarkan kondisi eksisting pada saat melakukan foto udara. Hasil dari pengambilan titik ini adalah daftar koordinat tanah X, Y, Z pada masing-masing titik kontrol tanah yang dilalui jalur foto udara menggunakan drone (Gabriel & Silitonga, 2024).

Pix4D adalah pemimpin pasar dalam teknologi perangkat lunak fotogrametri. Produk ini memungkinkan Anda untuk mendigitalkan realitas dan mengukur dari gambar diambil dari pesawat, drone, ponsel, atau kamera lainnya (Pebrianto et al., 2024).

Aplikasi *Pix4DCapture* pada android dan IOS hanya mendukung drone merk dan tipe tertentu saja sehingga ketika akan melakukan perekaman untuk pemetaan sebaiknya memperhatikan merk dan tipe drone yang dimiliki. Drone yang digunakan dalam pengambilan foto udara adalah drone Mavic 2 pro.

Tabel 1.
Daftar drone yang suport pada aplikasi Pix4DCapture

Merk	Type	Support OS	Merk	Type	Support OS
	DJI Phantom 4 Pro V2	Android dan iOS		DJI Matrice 100	Android dan iOS
	DJI Phantom 4 Pro	Android dan iOS		DJI Matrice 200	Android dan iOS
	DJI Phantom 4	Android dan iOS	DJI	DJI Matrice 210	Android dan iOS
	DJI Phantom 3 Pro	Android dan iOS		DJI Matrice 210 RTK	Android dan iOS
	DJI Phantom 3 Adv	Android dan iOS		DJI Matrice 600	iOS
DJI	DJI Phantom 3 Standard	Android dan iOS		Parrot Bebop 2	Android dan iOS
	DJI Spark	Android dan iOS		Parrot Anafi	Android dan iOS
	DJI Mavic 2 Pro	Android dan iOS	Parrot	Parrot Anafi Thermal	Android dan iOS
	DJI Mavic Air	Android dan iOS		Parrot Disco Pro AG	iOS
	DJI Mavic Pro	Android dan iOS		Parrot Bluegrass	Android dan iOS
	DJI Inspire 2	Android dan iOS	Yuneec	Yuneec H520	-
	DJI Inspire 1	Android dan iOS			

1. Software AutoCAD Civil 3D

Geometrik jalan, menurut sukirman (1994), perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan yang dititik beratnya pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimal pada arus lalu lintas dan sebagai akses ke rumahrumah. Menjadi dasar perencanaan geometrik jalan adalah sifat Gerakan, ukuran kendaraan, dan sifat pengemudi dalam mengendalikan gerak kendaraan. Elemen dasar dari perencanaan geometrik, yang meliputi tentang Alinyemen horizontal, Alinyemen vertikal maupun aspek lain yang berkaitan dengan bentuk fisik dari jalan.

Umumnya akan ditemui dua jenis bagian jalan, bagian lurus dan bagian lengkung atau umum disebut tikungan yang terdiri dari tiga jenis tikungan yang digunakan yaitu:

- Lingkaran (full circle = FC).
- Spiral – Lingkaran – Spiral (Spiral – Circle – Spiral = S-C-S).
- Spiral – Spiral (S-S).

$$R_{min} = \frac{V_r}{127(0.01e_{max} + f_{max})}$$

Dimana:

R_{min} = Jari-jari minimum V_r = Kecepatan
Rencana e_{max} = e maksimal
 f = Koefisien gesek ($f=0,14$ s/d $0,24$)

Tabel 2.
Radion minimum dengan nilai e dan f

Metric						
Design speed (km/h)	Maximum e (%)	Maximum f	Total (e/100 + f)	Calculated Radius (m)	Rounded Radius (m)	Design Speed (mph)
15	4.0	0.40	0.44	4.0	4	10
20	4.0	0.35	0.39	8.1	8	15
30	4.0	0.28	0.32	22.1	22	20
40	4.0	0.23	0.27	46.7	47	25
50	4.0	0.19	0.23	85.6	86	30
60	4.0	0.17	0.21	135.0	135	35
70	4.0	0.15	0.19	203.1	203	40
80	4.0	0.14	0.18	280.0	280	45
90	4.0	0.13	0.17	375.2	375	50
100	4.0	0.12	0.16	492.1	492	55
						60
15	6.0	0.40	0.46	3.9	4	10
20	6.0	0.35	0.41	7.7	8	15
30	6.0	0.28	0.34	20.8	21	20
40	6.0	0.23	0.29	43.4	43	25
50	6.0	0.19	0.25	78.7	79	30
60	6.0	0.17	0.23	123.2	123	35
70	6.0	0.15	0.21	183.7	184	40
80	6.0	0.14	0.20	252.0	252	45
90	6.0	0.13	0.19	335.7	336	50
100	6.0	0.12	0.18	437.4	437	55
110	6.0	0.11	0.17	560.4	560	60
120	6.0	0.09	0.15	755.9	756	65
130	6.0	0.08	0.14	950.5	951	70

Sumber ASHHTO 2011 hal.3.37

METODE

Penelitian ini adalah metode kuantitatif dan metode deskriptif. Metode kuantitatif, adalah metode pengumpulan data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik. Sedangkan deskriptif menuturkan pemecahan masalah berdasarkan data yang ada. Analisa Deskriptif untuk mendeskripsikan kondisi, hasil survei, atau hasil pengolahan data menggunakan software yang ada untuk mendapatkan hasil data yang optimal dalam evaluasi geometrik jalan baru lingkar hutumuri utara.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung yang dilakukan untuk persiapan survei awal penelitian di jalan lingkar utara hutumuri. Dan survei, untuk pengambilan foto udara dengan drone. Data sekunder yaitu, data yang diperoleh dari beberapa literatur yang berhubungan dengan evaluasi jalan menggunakan drone.

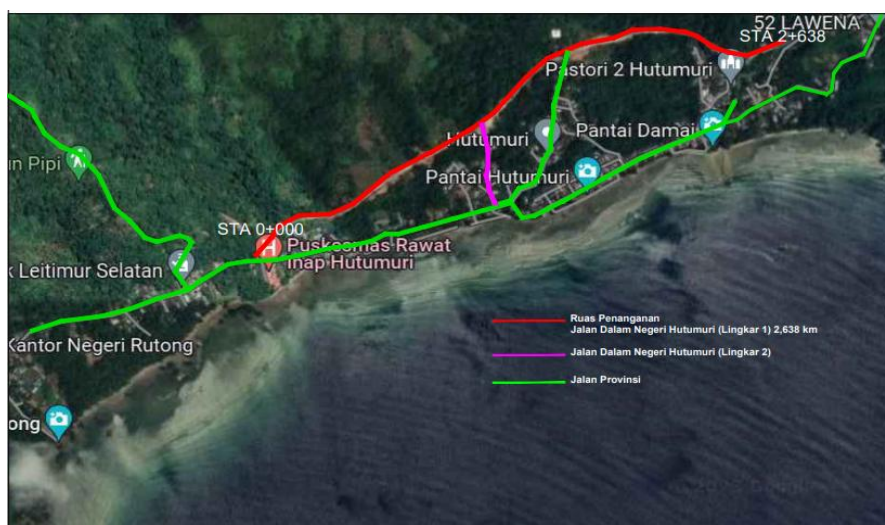
Variabel yang digunakan Dalam penulisan ini terdapat dua variabel yaitu, variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yaitu, foto udara menggunakan drone (ketinggian terbang), resolusi GSD (kondisi lapangan) Dan Variabel terikat yaitu, Akurasi evaluasi untuk menghasilkan kontur

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, studi kepustakaan. Studi lapangan adalah Kegiatan observasi lapangan yang dilakukan penulis meliputi survei awal pengukuran eksisting jalan, pengambilan koordinat, evaluasi jalan dengan drone dan studi kepustakaan Dimana peneliti mengumpulkan, mencari dan mengolah data tertulis, serta strategi kerja yang dapat digunakan. Dalam hal ini tinjauan buku, jurnal, dan laporan yang relevan.

Analisis data dilakukan dengan metode eksperimen digunakan jenis True Experimental Design, Menurut Sugiyono (2017) dalam jenis penelitian ini, peneliti dapat mengontrol semua variabel luar yang mempengaruhi jalannya eksperimen. Dengan begitu kualitas pelaksanaan rancangan penelitian (validitas internal) bisa menjadi tinggi. Desain ini dibagi menjadi posttest-only control design dan pretestposttest control grup design. Pretest merupakan studi control tanpa diberikan perlakuan pada Lokasi penelitian dan post-test yakni memberikan suatu perlakuan sesuai dengan rancangan eksperimen.

PEMBAHASAN

Penelitian Penggunaan Drone Untuk evaluasi desain geometri jalan berada di jalan baru lingkar utara desa hutumuri, kec. Leitumur Selatan, kota ambon. Desa Hutumuri merupakan salah satu desa yang berada di Kec. Leitumur Selatan, Kota Ambon. Pada desa hutumuri ada terdapat pembangunan jalan lingkar utara Hutumuri pada bagian utara di pusat permukiman desa hutumuri dengan rencana panjang jalan 2,686 Km.



Gambar 1.

Lokasi Perencanaan Jalan (Sumber. Google Earth)

Topografi di Desa Hutumuri sangat bervariasi dari berbukit kecil sampai dengan pegunungan dengan kemiringan lereng mulai dari datar sampai sangat curam. Berdasarkan data BPS topografi di Desa Hutumuri ketinggian 0 - 58 mdpl dan kemiringan sekitar 6,160 seluas 4,25 Km2 atau 9,7%. Penguncian lokasi Gunakan fitur waypoint/point untuk menandai titik penting atau yang mudah dikenal di jalan. Serta menambahkan deskripsi atau foto agar mudah dikenali saat proses analisis lebih lanjut.



Gambar 2.
Proses Penguncian

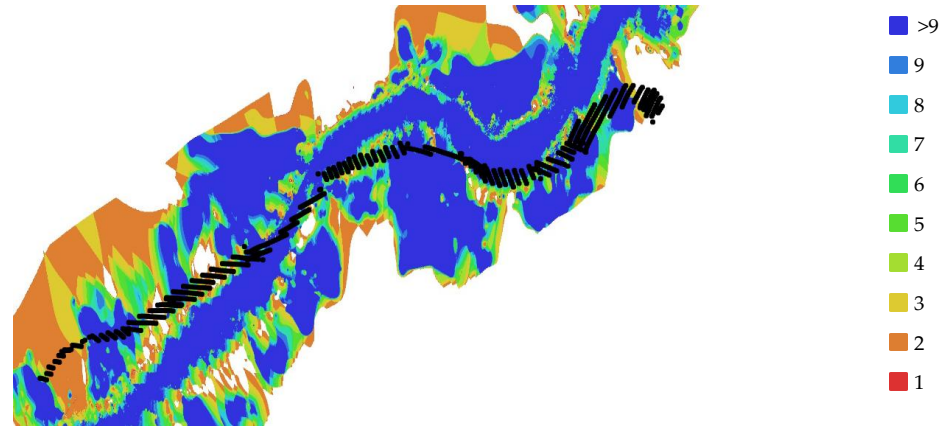
Data Mobile Topogr...

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Point:	Latitude	Longitude	Altitude (m. E.	N. (m.)	Z: (m.)	Height (MSL	
2	Titik 1 Kanar	-3.6904198	128.295464	124.32	421762.259	9592061.11	124.32	64.49
3	titik 2 kiri	-3.6900416	128.295242	118.29	421737.582	9592102.89	118.29	58.47
4	Titik 3 Kanar	-3.6898298	128.294874	137.48	421696.728	9592126.27	137.48	77.66
5	Titik 4 Kiri	-3.689906	128.294463	124.02	421651.125	9592117.81	124.02	64.2
6	titik 5 kanan	-3.6900232	128.294062	106.97	421606.577	9592104.83	106.97	47.15
7	Titik 6 Kiri	-3.6903449	128.293738	115.83	421570.629	9592069.24	115.83	56.02
8	titik 7 kanan	-3.6906293	128.293357	114.5	421528.365	9592037.77	114.5	54.69
9	Titik 8 Kiri	-3.6909986	128.293097	113.38	421499.505	9591996.92	113.38	53.56
10	Titik 9 Kanar	-3.6913752	128.292962	107.55	421484.507	9591955.27	107.55	47.74
11	Titik 10 Kiri	-3.6917778	128.29275	109.02	421460.964	9591910.75	109.02	49.21
12	Titik 11	-3.6921355	128.29251	94.5	421434.36	9591871.19	94.5	34.69
13	Titik 12 Kana	-3.6923575	128.292146	86.89	421393.996	9591846.61	86.89	27.08
14	Titik 13 Kiri	-3.6923654	128.291751	81.87	421350.109	9591845.71	81.87	22.07
15	Jembatan 1 i	-3.6922909	128.291686	75.76	421342.947	9591853.94	75.76	15.96
16	Jembatan 1 i	-3.6923882	128.291685	82.92	421342.847	9591843.18	82.92	23.11
17	Jembatan 2 i	-3.692395	128.29181	79.26	421356.713	9591842.44	79.26	19.46
18	Jembatan 2 i	-3.6923496	128.291876	75.51	421364.006	9591847.46	75.51	15.7
19	Titik 14 arah	-3.6924374	128.291326	78.61	421302.882	9591837.71	78.61	18.8
20	Titik 15 Arah	-3.6925947	128.29091	63.87	421256.788	9591820.28	63.87	4.06
21	Titik 16 arah	-3.6927561	128.290483	79.62	421209.284	9591802.4	79.62	19.82
22	titik 17 arah i	-3.6926321	128.290046	81.26	421160.795	9591816.08	81.26	21.46
23	titik 18 arah i	-3.6924117	128.289667	87.74	421118.66	9591840.4	87.74	27.94
24	titik 19 arah i	-3.6921818	128.289322	75.9	421080.308	9591865.79	75.9	16.09
25	Titik 20 arah	-3.691926	128.288909	78.97	421034.499	9591894.03	78.97	19.17
26	Titik 21 Arah	-3.6919322	128.288464	80	420984.999	9591893.3	80	20.2
27	Titik 22 Arah	-3.6918526	128.28806	96.98	420940.14	9591902.07	96.98	37.18
28	titik 23 arah i	-3.6918701	128.287592	99.71	420888.225	9591900.09	99.71	39.91
29	Titik 24 Arah	-3.6920074	128.28714	116.21	420838.005	9591884.87	116.21	56.41
30	Titik 25 Arah	-3.6921415	128.286752	112.46	420794.892	9591870.01	112.46	52.66
31	Titik 26 arah	-3.6922665	128.286319	121.41	420746.828	9591856.16	121.41	61.61
32	Titik 27 arah	-3.6924057	128.285868	114.38	420696.785	9591840.72	114.38	54.59
33	Titik 28 arah	-3.6925638	128.285462	113.46	420651.704	9591823.22	113.46	53.67
34	titik 29 arah i	-3.6926878	128.285076	107.19	420608.901	9591809.48	107.19	47.4
35	titik 30 arah i	-3.692934	128.284669	103.06	420563.725	9591782.23	103.06	43.27
36	Titik 31 arah	-3.6931327	128.284274	98.59	420519.858	9591760.22	98.59	38.8
37	Titik 32 arah	-3.693552	128.284042	99.03	420494.127	9591713.86	99.03	39.25
38	Titik 33 arah	-3.693882	128.283721	90.6	420458.463	9591677.34	90.6	30.82
39	Titik 34 arah	-3.6942205	128.283447	87.91	420428.058	9591639.91	87.91	28.13
40	Titik 35 arah	-3.6945512	128.283169	96.53	420397.271	9591603.31	96.53	36.75
41	titik 36 arah i	-3.6949095	128.282796	99.92	420355.847	9591563.68	99.92	40.16
42	Titik 37 Arah	-3.6951268	128.282455	101.35	420317.968	9591539.62	101.35	41.56
43	Titik 38 Arah	-3.6953177	128.28209	110.11	420277.462	9591518.49	110.11	50.33
44	Titik 39 Arah	-3.6955899	128.281647	99.98	420228.357	9591488.36	99.98	40.2
45	titik 40 arah i	-3.6958066	128.281293	97.02	420188.969	9591464.38	97.02	37.24
46	Titik 41 arah	-3.695942	128.28086	92.88	420140.994	9591449.37	92.88	33.11
47	titik 42 arah i	-3.6962375	128.280517	102.16	420102.898	9591416.68	102.16	42.39
48	titik 43 arah i	-3.6964534	128.280099	106.28	420056.441	9591392.77	106.28	46.51
49	Titik 44 arah	-3.6967523	128.279802	110.09	420023.538	9591359.7	110.09	50.32
50	titik 45 arah i	-3.6969562	128.279374	110.3	419976.041	9591337.12	110.3	50.53

Gambar 3.
Hasil Eksport Data

Pengujian berikut menggunakan aplikasi PIX4D Capture unjuk pemetaan jalan. Software Pix4D Capture ialah sebuah software yang digunakan untuk merencanakan dan melakukan penerbangan dengan drone secara autopilot untuk pemetaan lokasi jalan.

Berikutnya menggunakan aplikasi aghisoft agisoft metashape ialah software fotogrametri yang bisa digunakan untuk mengolah data dari pemetaan menggunakan Pix4D Capture. Langkah awal yaitu Pengumpulan data, Memulai proyek di metashape, proses Fotogrametri. Proses pengolahan data foto udara yang dihasilkan sebagai berikut.



Gambar 4.
Survey data

500m

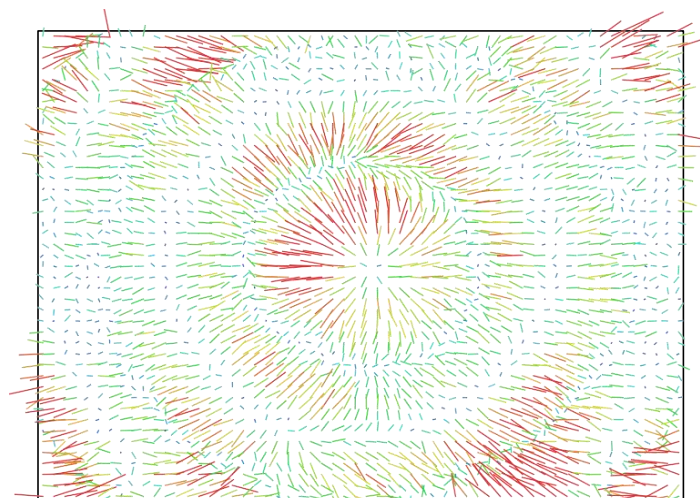
Fig. 1 Camera locations and image overlap.

Number of images:	767	Camera stations:	670
Flying altitude:	118 m	Tie points:	768,245
Ground resolution:	2.52 cm/pix	Projections:	2,314,617
Coverage area:	1.3 km ²	Reprojection error:	2.85 pix

Tabel 3.
Cameras

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
FC3682 (6.72mm)	4000 x 3000	6.72 mm	2.42 x 2.42 μm	No

Camera Calibration



Gambar 5.
Camera calibration

1 pix

Fig. 2. Image residuals for FC3682 (6.72mm).

FC3682 (6.72mm)

677 images

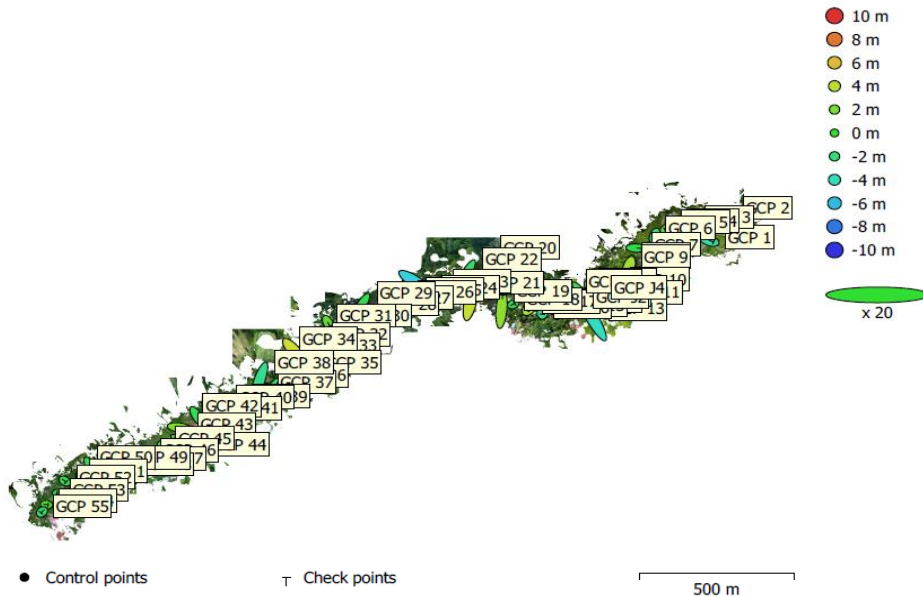
Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
Frame	4000 x 3000	6.72 mm	2.42 x 2.42 μm

Table 4.

Calibration coefficients and correlation matrix.

	Value	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	4675.55	4.6	1.00	-0.30	0.01	0.42	-0.52	0.58	-0.00	0.06
Cx	-61.6958	0.56		1.00	0.08	-0.14	0.15	-0.16	0.84	0.10
Cy	-1.2353	0.53			1.00	0.01	-0.02	0.02	0.13	0.89
K1	0.217047	0.00094				1.00	-0.96	0.91	-0.01	0.04
K2	-1.17096	0.0083					1.00	-0.98	-0.00	-0.04
K3	2.23369	0.022						1.00	0.01	0.04
P1	-0.000167916	4.4e-05							1.00	0.14
P2	0.00116814	4.4e-05								1.00

Data foto udara yang diambil untuk mengevaluasi desain geometri jalan yang di ambil menggunakan drone dan diolah menggunakan software **Agisoft Metashape** dapat memunculkan tingkat akurasi dari kondisi eksisting sesuai titik kontrol tanah (ground control point (GCP)) yang diambil per 50 meter dengan aplikasi **Mobile Topographer** dengan jumlah satelite yang muncul lebih dari 5 dan hasil analisis data dengan **Agisoft Metashape** sebagai berikut.



Gambar 6.

GCP locations and error estimates

Fig. 3. 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.

Table 5.

Check points RMSE. X - Longitude, Y - Latitude, Z - Altitude.

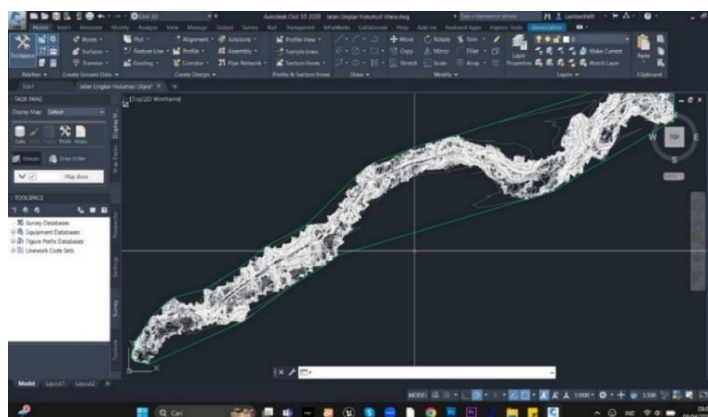
Count	X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	XY error (m)	Total (m)
59	1.73473	2.51845	2.89708	3.05808	4.21247

Tabel 6.

Check point. X - Longitude, Y - Latitude, Z - Altitude.

Label	X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	Total (m)	Image (pix)
GCP 1	1.39534	-0.566138	-3.28355	3.61236	9.889 (18)
GCP 2	-4.17001	-3.29854	8.79298	10.2755	9.822 (18)
GCP 3	2.98068	4.75342	-3.68899	6.71476	4.085 (7)
GCP 4	1.4485	0.87912	-3.22964	3.64713	3.209 (20)
GCP 5	-0.920836	-0.507552	1.58178	1.89936	3.098 (26)
GCP 6	-0.319339	-1.26059	-2.12275	2.4894	2.381 (24)
GCP 7	1.77758	-0.092255	-0.766733	1.93808	2.587 (21)
GCP 8	-0.0338809	1.85502	-0.188903	1.86492	17.653 (25)
GCP 9	-0.570868	-1.85656	3.37032	3.88996	32.709 (32)
GCP 10	-0.075253	0.507845	-3.44375	3.4818	13.131 (23)
GCP 11	-0.607741	0.262612	0.0342654	0.662939	16.372 (17)
GCP 12	1.94842	-3.15362	2.03301	4.22786	12.745 (17)
GCP 13	-2.17596	2.04534	-3.30105	4.45142	2.950 (28)
GCP 14	3.37965	-2.15734	-3.26493	5.17067	33.064 (28)
GCP 15	0.773866	-0.181429	6.00737	6.05972	11.404 (23)
GCP 16	-0.0432846	-0.407404	-2.54422	2.577	24.421 (27)
GCP 17	-0.565275	-0.795037	3.52698	3.6594	6.480 (31)
GCP 18	0.415778	0.259555	-0.975525	1.09174	5.620 (33)
GCP 19	0.405755	5.11081	2.68156	5.78582	45.929 (25)
GCP 20	-0.334495	-6.93329	-0.900298	6.99949	7.411 (15)
GCP 21	0.981731	4.99925	4.30383	6.66927	5.919 (14)
GCP 22	-2.17439	-4.19326	-1.4698	4.94689	9.017 (20)
GCP 23	-0.320334	1.4674	0.631596	1.62935	4.680 (20)
GCP 24	3.98283	-3.0101	-5.3638	7.32762	2.727 (24)
GCP 25	-1.90173	1.9156	5.32279	5.9681	2.073 (20)
GCP 26	-1.50485	-0.450572	-0.91574	1.81828	2.698 (21)
GCP 27	0.118985	4.7717	2.86825	5.56867	4.573 (21)
GCP 28	1.77992	-0.556484	1.01766	2.12448	3.607 (19)
GCP 29	-1.59349	-2.79172	-0.767776	3.3049	3.719 (20)
GCP 30	0.339429	0.682168	-0.807587	1.1103	21.705 (15)
GCP 31	0.558186	-1.18659	1.14784	1.74273	21.064 (10)

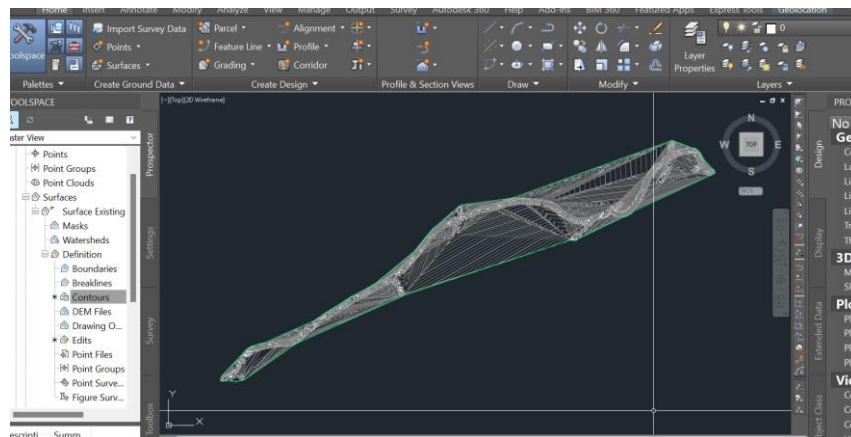
Root Mean Square Error (RMSE) adalah ukuran kesalahan prediksi yang sering digunakan dalam analisis regresi dan peramalan. Hasil olahan data dari foto udara menunjukkan tingkat error untuk 59 titik yang diambil dari tabel RMSE pada X-Longitude 1,73473 m, Y-Latitude 2,51845 m dan Z-Altitude 2,89708 m. Dari gambar dan tabel diatas sudah keluar, langkah selanjutnya akan menganalisis Civil 3D. Langkah awal yaitu, mengeluarkan points, melakukan surfaces untuk mengaeluarkan kunter.



Gambar 7.

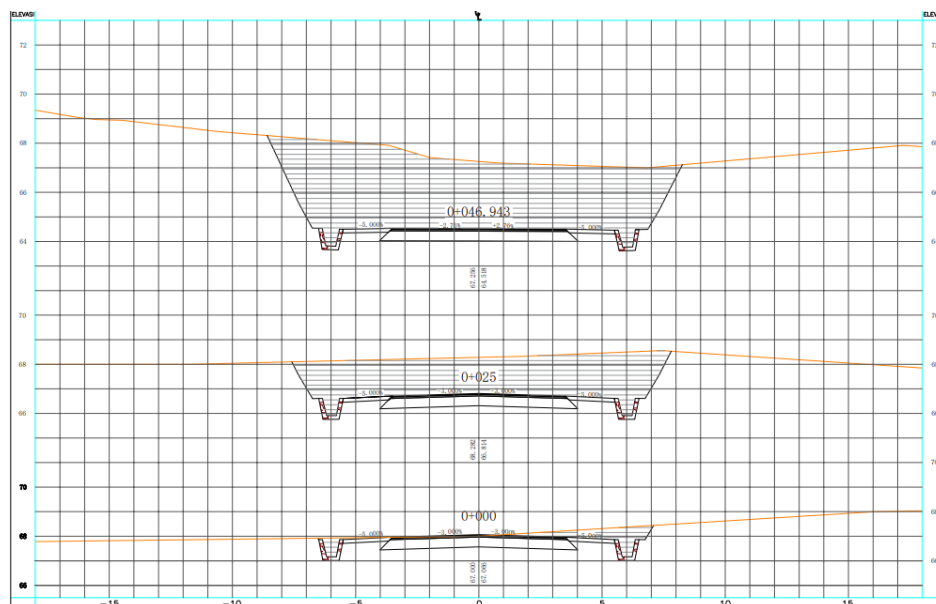
Hasil ekspor ke Civil 3D (kunter)

Kontur tersebut akan kita olah sehingga bisa kita jadikan surface (Dasar untuk perletakan trase atau alignment Jalan)



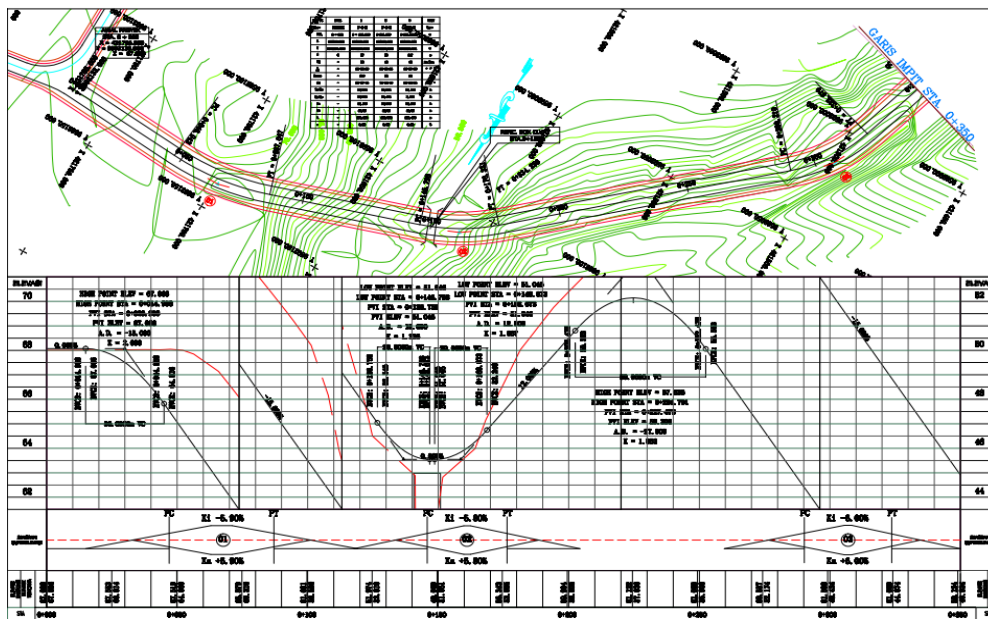
Gambar 8.
Surface di civil 3D

Menampilkan Elevation by warna, surface surface properties – elevation banding (2D)
Perencanaan Alignment vertikal harus selalu mempertimbangkan kondisi lapisan tanah dasar, tinggi muka air banjir, tinggi muka air tanah, fungsi jalan, kelandaian, dan keadaan medan. beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan Alignment vertikal (penampang memanjang) suatu jalan raya adalah sebagai berikut: Muka jalan rencana yang paling ekonomis adalah muka jalan yang mengikuti kontur muka tanah, sehingga tidak banyak terdapat galian dan timbunan



Gambar 9.
Alignment vertikal

Perencanaan yang hasil dari perencanaan atau output dari infrastruktur jalan, yang aman nyaman serta efisien bagi pengguna jalan. Dalam merencanakan jalan diperlukan pemahaman tentang topografi di area atau wilayah yang akan dibangun infrastruktur jalan tersebut



Gambar 10.
Alignment horisontal

KESIMPULAN

Pengaruh penggunaan drone untuk evaluasi desain geometri jalan dari hasil pengolahan data foto udara menunjukkan tingkat error pada 59 titik yang diambil pada tabel RMSE pada X-Longitude 1,73473 m, Y-Latitude 2,51845 m dan Z-Altitude 2,89708 m. Hasil olahan ini menunjukkan Indeks *position dilution of precision* (PDOP): < 3,5 sesuai dengan survei dan pengolahan data pemotretan udara telah memenuhi peraturan badan informasi geospasial republik indonesia nomor 1 tahun 2020 sehingga data ini bisa digunakan untuk evaluasi. Proses penggunaan drone untuk evaluasi desain geometrik jalan dengan aplikasi **Agisoft Metashape** sangat tergantung dengan proses pengambilan data *ground control point* (GCP) yang diambil dilapangan dengan aplikasi **Mobile Topographer** dengan tingkat akurasi < 2 m akan menentukan jumlah satelite sehingga data otomatis terkunci sebagai pengambilan lokasi koordinat dan ketinggian sebagai data pengunci untuk menentukan tingkat akurasi hasil pengolahan data pada *Check Points Root Mean Square Error* (RMSE).

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, A. S. (2021). Pemanfaatan Perangkat Lunak Autocad Civil 3d V., 53-61. Retrieved from <file:///C:/Users/maige/Downloads/2592110022-1-SM.pdf>
- Dhia Kamal Irfan, S. S. (2020, mey). Evaluasi Geometri Jalan Menggunakan UAV Dengan Aplikasi Agisoft, Vol. 05 No. 02, Agustus 2020, 110-112.
- Diodemus, P. (2020). Pemanfaatan Foto Udara Hasil Pemotretan Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Tipe Post- Processed Kinematic (PPK).
- Frampton, S. M., Saptono, S., Wiyono, B., & Nursanto, E. (2025). Perancangan Geometri Peledakan Berdasarkan Karakteristik Batuan dan Struktur Geologi Permukaan Hasil Pemetaan UAV pada Batuan Metamorf di Penambangan Emas. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 11(1), 14-21.
- Gabriel, T., & Silitonga, S. P. (2024). Survei Fotogrametri Dan Real Time Kinematic Untuk Perencanaan Geometrik Jalan (Studi Kasus: Jalan Manduhara-Jalan Lingkar Luar Mahir Mahar): Indonesia. *CRANE: Civil Engineering Research Journal*, 5(1), 1-16.
- Martinus Edwin Tjahjadi, M. R. (2018). Yudhistira, 2018. Foto Udara Menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV).

- Muhammad Fajri Romdhoni, J. (2016). Penggunaan Drone sebagai Media Digitasi Penggambaran 3, 149-150.
- Mujahid Aditya Fidera, M. I. (2020). Pemanfaatan Fotogrametri Untuk Model 3 Dimensi, Enmap Vol. 1 No.2 September 2020, 68-78. Plazagps, A. (2020). Kelebihan Dan Kekurangan Drone Multi Rotor Vs Fixed Wing Untuk Pemetaan. In Di: News & info On: Tuesday, February 18, 2020.
- Pebrianto, R., Louisa, A. A., Harsiga, E., & Waristian, H. (2024). Optimasi Desain Geometri Lereng Material Old Dump Pada Usaha Penggalian Ulang Pit X PT. Bukit Asam Tbk: Optimization Of Geometry Design Of Old Dump Material Slopes On The Pit X Re-Excavation Plan Of PT. Bukit Asam, Tbk. *MINERAL*, 9(1), 16-24.
- Sugiharto, M. (2023). *Analisis Perbandingan Antara Metode Lidar dan Terrestrial dalam Perhitungan Volume Galian dan Timbunan Untuk Mencapai Efisiensi Biaya dan Waktu (Studi Kasus: Proyek Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Pekanbaru–Bangkinang)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Sumajouw, J. A., Waney, E. V., Hombokau, C., & Pangemanan, N. A. (2024, July). Pengukuran Komponen Geometrik Jalan pada Ruas Jalan AA Maramis di Kota Manado dengan Menggunakan Small Unmanned Aerial Vehicle. In *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi* (Vol. 3, No. 1, pp. 340-347).
- Utomo, B. (2017). Drone Untuk Percepatan Pemetaan Bidang. In *Issn 0216-8138 Mkg Vol. 18, No.2, Desember 2017* (146 – 155) © 2017 Fhis Undiksha dan IGI (Vol. 18, pp. 147-155).