

Pemanfaatan Teknologi UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) Dalam Pemetaan Digital (Fotogrametri) menggunakan Kerangka *Ground Control Point* (GCP)

The Use of UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) Technology in Digital Mapping (Photogrammetry) Using a *Ground Control Point* (GCP) Framework

Suci Septiana¹, Nur Israyani¹

¹ Program Studi Teknologi Geomatika, Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Batam, Batam, Kepulauan Riau, 29461, Indonesia

Suciseptiana693@gmail.com, nurisrayani@gmail.com

Abstrak:

Perkembangan teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) berbasis fotogrametri memberikan alternatif yang efisien dalam menghasilkan data spasial beresolusi tinggi untuk kegiatan pemetaan. Penelitian ini bertujuan menghasilkan ortofoto kawasan wisata kuliner pesisir di Kelurahan Tanjung Sari, Kecamatan Belakang Padang, Kota Batam, serta mengevaluasi ketelitian horizontal hasil pemetaan menggunakan *Ground Control Point* (GCP) dan *Independent Check Point* (ICP). Akuisisi data dilakukan menggunakan UAV, dengan lima titik GCP sebagai titik kontrol georeferensi dan sebelas titik ICP sebagai titik uji ketelitian. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak Agisoft Metashape melalui tahapan photo alignment, integrasi GCP, pembentukan *dense point cloud* dan ortomosaik. Ketelitian horizontal dievaluasi menggunakan parameter *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Circular Error 90* (CE90). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ortofoto yang dihasilkan memiliki nilai RMSE sebesar 0,054 m dan CE90 sebesar 0,081 m. Nilai tersebut memenuhi standar ketelitian horizontal peta RBI skala 1:1.000 Kelas 1 sesuai standar Badan Informasi Geospasial (BIG). Hasil ini menunjukkan bahwa metode UAV berbasis fotogrametri dengan dukungan GCP mampu menghasilkan data spasial yang akurat dan dapat dimanfaatkan sebagai dasar penyusunan peta kawasan wisata, inventarisasi objek, serta mendukung perencanaan dan pengelolaan wilayah pesisir secara efektif.

Abstract: : The advancement of *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) technology combined with photogrammetry has provided an efficient alternative for producing high-resolution spatial data for mapping purposes. This study aims to generate an orthophoto of the coastal culinary tourism area in Tanjung Sari Village, Belakang Padang District, Batam City, and to evaluate the horizontal accuracy of the mapping results using *Ground Control Points* (GCPs) and *Independent Check Points* (ICPs). Data acquisition was conducted using a UAV, with five GCPs serving as georeferencing control points and eleven ICPs used as independent checkpoints for accuracy assessment. Data processing was carried out using Agisoft Metashape software through photo alignment, GCP integration, dense point cloud generation, Digital Elevation Model (DEM) creation, and orthomosaic generation. Horizontal accuracy was evaluated using the *Root Mean Square Error* (RMSE) and *Circular Error 90* (CE90) parameters. The results showed that the generated orthophoto achieved an RMSE of 0.054 m and a CE90 of 0.081 m. These values satisfy the horizontal accuracy requirements for the Indonesian Base Map (RBI) at a scale of 1:1,000 Class 1, according to the standards established by the Geospatial Information Agency (BIG). The findings indicate that UAV-based photogrammetry supported by GCPs is capable of producing accurate spatial data that can be utilized as a reliable basis for tourism area mapping, spatial object inventory, and effective coastal planning and management.

Kata Kunci: UAV, Fotogrametri, *Ground Control Point*, Ortofoto, RMSE, CE90

Pendahuluan

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil yang sangat luas serta berperan penting dalam aspek ekonomi, sosial, dan pertahanan. Wilayah tersebut menjadi pusat berbagai aktivitas masyarakat, terutama dalam sektor perikanan, pariwisata, dan permukiman pesisir. Oleh karena itu, pemetaan wilayah pesisir memiliki peran penting sebagai dasar perencanaan tata ruang, pengelolaan sumber daya alam, dan mitigasi bencana di wilayah perbatasan. Salah satu sektor yang berkembang di wilayah pesisir adalah pariwisata, yang berkontribusi terhadap peningkatan perekonomian daerah melalui pemanfaatan potensi sumber daya alam, budaya, dan lingkungan (Thalib, 2022). Pengembangan kawasan wisata memerlukan dukungan informasi geospasial yang akurat, mutakhir, dan memiliki tingkat detail yang memadai untuk mendukung perencanaan, pengelolaan, promosi, serta pengambilan keputusan.

Kelurahan Tanjung Sari yang berada di Kecamatan Belakang Padang, Kota Batam, merupakan kawasan pesisir yang memiliki potensi wisata, khususnya wisata kuliner berbasis hasil laut dan budaya masyarakat pesisir. Belakang Padang memiliki potensi wisata kuliner yang dapat dikembangkan sebagai salah satu daya Tarik wisata sekaligus mendukung perekonomian masyarakat setempat (Rowardi et al., 2024). Khususnya di Kelurahan Tanjung Sari, pengembangan dan promosi potensi wisata masih memerlukan dukungan informasi yang baik agar dapat lebih dikenal oleh masyarakat dan wisatawan (Ho, 2023). Oleh karena itu, penyediaan data spasial beresolusi tinggi diperlukan untuk mendukung identifikasi kondisi kawasan dan pengembangan wisata kuliner pesisir di Kelurahan Tanjung Sari secara lebih efektif dan berkelanjutan.

Seiring dengan perkembangan teknologi pemetaan, penggunaan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau pesawat tanpa awak menjadi salah satu alternatif dalam memperoleh data spasial secara cepat dan efisien. UAV yang dipadukan dengan metode fotogrametri mampu menghasilkan citra beresolusi tinggi yang dapat diolah menjadi berbagai produk pemetaan seperti ortofoto, *Digital Surface Model* (DSM), dan *Digital Terrain Model* (DTM) (Widodo et al., 2023). Teknologi ini memiliki keunggulan dalam hal efisiensi waktu dan biaya dibandingkan dengan metode pemetaan konvensional serta dapat digunakan untuk pemetaan wilayah yang sulit dijangkau, termasuk kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil. Dalam pemetaan kawasan wisata kuliner pesisir dan pulau-pulau kecil. Dalam pemetaan kawasan wisata kuliner pesisir Kelurahan Tanjung Sari, pemanfaatan UAV fotogrametri dapat menghasilkan informasi spasial yang detail dan akurat untuk mendukung identifikasi objek, inventarisasi fasilitas, serta perencanaan dan pengembangan kawasan wisata. (Candi et al., 2024)

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemanfaatan UAV dalam pemetaan digital dengan dukungan *Ground Control Point* (GCP) mampu menghasilkan data spasial dengan tingkat ketelitian yang baik. GCP digunakan untuk meningkatkan ketelitian produk fotogrametri (Haque et al., 2024). Selain Penggunaan GCP, pengujian akurasi diperlukan untuk mengetahui tingkat ketelitian hasil pemetaan melalui perbandingan antara koordinat hasil pemetaan dan koordinat titik uji yang diperoleh dari pengukuran lapangan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menerapkan metode fotogrametri berbasis UAV dengan kerangka GCP untuk menghasilkan informasi spasial kawasan wisata kuliner pesisir Kelurahan Tanjung Sari serta mengevaluasi ketelitian horizontal hasil pemetaan menggunakan titik uji dan parameter akurasi yang sesuai. (Kembuan et al., 2022)

Independent Check Point (ICP) merupakan titik uji yang digunakan untuk mengevaluasi ketelitian hasil pemetaan secara independent dan tidak digunakan dalam proses georeferensi. Koordinat ICP diperoleh melalui pengukuran lapangan, kemudian dibandingkan dengan koordinat titik yang sama pada produk ortofoto untuk mengetahui besarnya kesalahan posisi. Penggunaan ICP dapat memberikan penilaian ketelitian yang lebih objektif karena titik tersebut tidak digunakan dalam proses penyesuaian model fotogrametri. Oleh karena itu, ICP digunakan sebagai titik uji untuk menghitung nilai RMSE dan CE90 dalam mengevaluasi ketelitian horizontal ortofoto. (James et al., 2018)

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasi hasil pemetaan, yaitu jumlah dan distribusi GCP serta ICP yang masih terbatas, kondisi cuaca saat akuisisi foto udara yang dapat memengaruhi kestabilan UAV dan kualitas citra, serta kualitas kamera yang dapat memengaruhi hasil fotogrametri. Selain itu keberadaan bangunan dan vegetasi dapat menghalangi objek sehingga menyulitkan identifikasi titik pada ortofoto. Kemungkinan kesalahan hasil identifikasi posisi ICP juga dapat menyebabkan perbedaan antara koordinat pada ortofoto dan koordinat hasil pengukuran lapangan, yang selanjutnya dapat

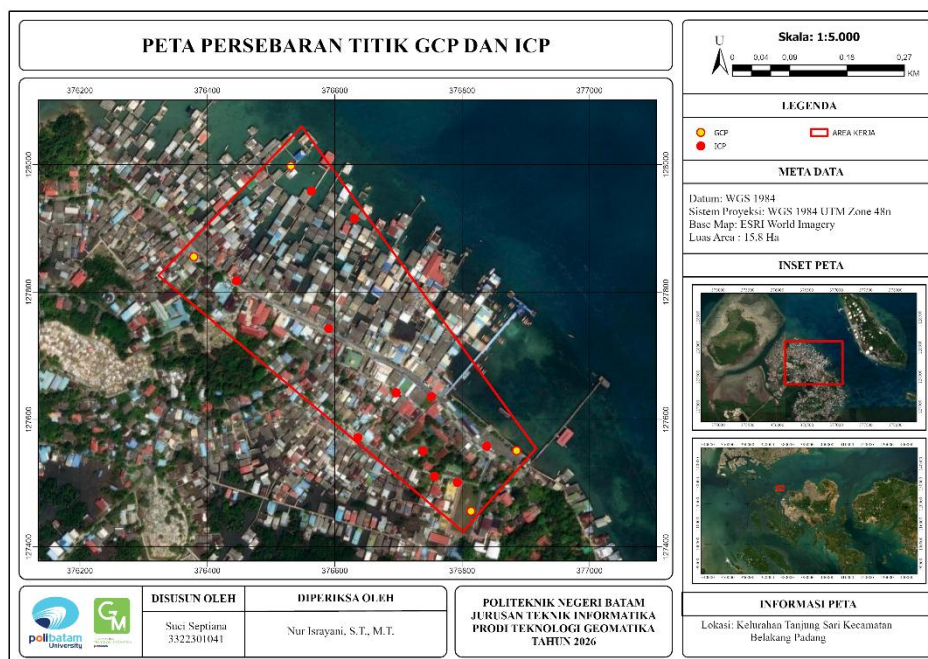
memengaruhi nilai RMSE dan CE90.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam penyediaan informasi geospasial yang akurat dan terperinci untuk mendukung pengelolaan serta pengembangan kawasan wisata kuliner pesisir di Kelurahan Tanjung Sari. Ketelitian hasil pemetaan dapat dievaluasi menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) sebagai ukuran kesalahan posisi antara koordinat hasil pemetaan dan koordinat titik uji, serta *Circular Error 90* (CE90) sebagai parameter untuk menilai ketelitian horizontal pada tingkat kepercayaan 90% (Lefrandt, 2020). Hasil evaluasi tersebut selanjutnya dapat dibandingkan dengan standar ketelitian peta dasar yang ditetapkan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) untuk mengetahui kesesuaian tingkat ketelitian produk ortofoto yang dihasilkan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan tidak hanya menghasilkan data spasial beresolusi tinggi, tetapi juga memberikan informasi mengenai tingkat akurasi hasil pemetaan UAV fotogrametri yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar inventarisasi, perencanaan, pengelolaan, dan pengembangan kawasan wisata kuliner pesisir secara lebih efektif dan berkelanjutan.

Data dan Metode

Data dan Lokasi

Lokasi yang diteliti adalah area Pemukiman Pesisir Pulau Tanjung Sari, Kecamatan Belakang Padang, Kota Batam. Alasan memilih lokasi ini sebagai tempat penelitian karena Kelurahan Tanjung Sari memiliki kawasan pesisir yang berkembang sebagai salah satu kawasan wisata kuliner. Keberadaan berbagai jenis kuliner, khususnya makanan berbasis hasil laut, serta karakteristik lingkungan pesisir menjadi daya tarik bagi masyarakat dan wisatawan.



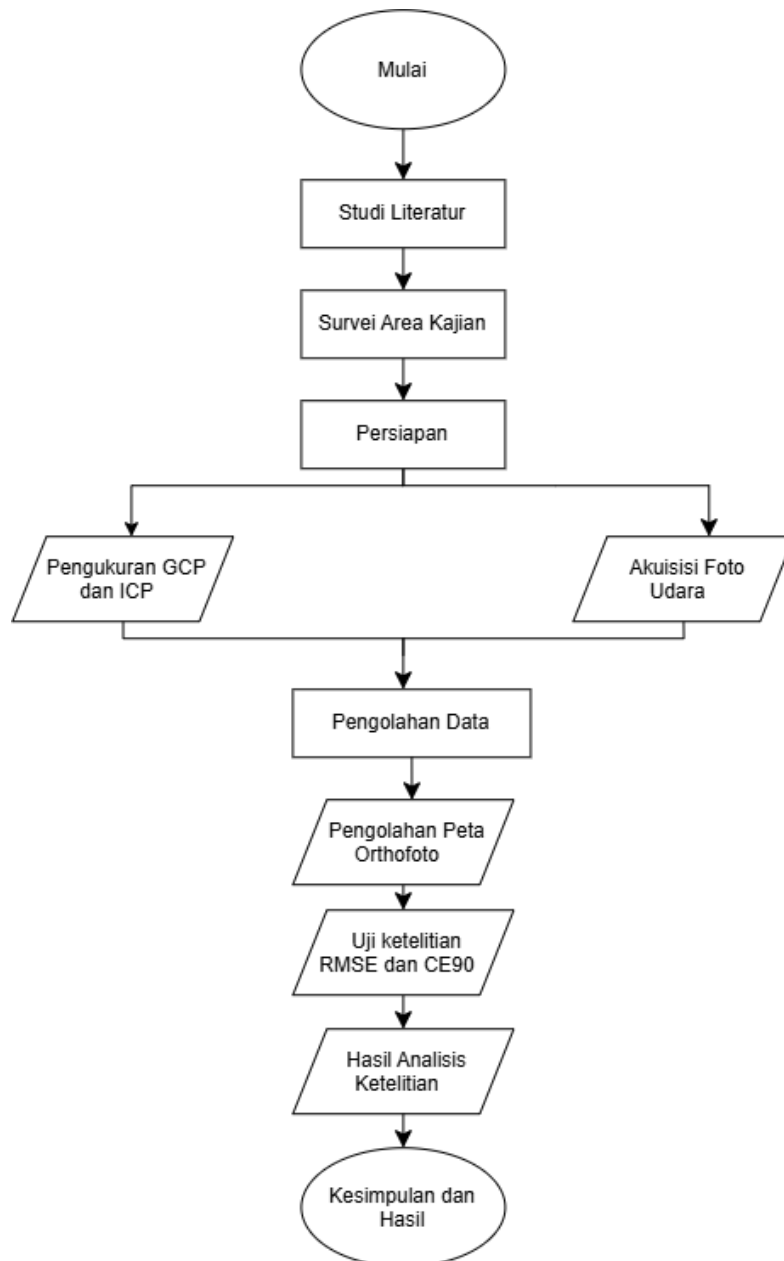
Gambar 1. Peta Area Penelitian dan Persebaran GCP dan ICP

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer meliputi foto udara yang diperoleh melalui proses akuisisi menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) serta data koordinat *Ground Control Point* (GCP) dan *Independent Check Point* (ICP) hasil pengukuran lapangan. Sebanyak 5 titik GCP digunakan sebagai titik kontrol dalam proses georeferensi, sedangkan 11 titik ICP digunakan sebagai titik uji independen untuk mengevaluasi ketelitian ortofoto yang dihasilkan. Adapun data sekunder literatur, jurnal ilmiah, dan dokumen pendukung lainnya digunakan sebagai bahan referensi dalam penyusunan metodologi serta analisis penelitian.

Pengukuran dilakukan menggunakan GNSS RTK untuk memperoleh koordinat titik dengan ketelitian tinggi. Pengukuran dilakukan menggunakan dua receiver, yaitu base station dan rover. Base ditempatkan pada titik referensi, sedangkan rover digunakan untuk mengukur titik GCP dan ICP.

Metodologi

Penelitian ini diawali dengan pelaksanaan studi literatur untuk memperoleh landasan teori dan informasi yang berkaitan dengan fotogrametri berbasis UAV, pengukuran *Ground Control Point* (GCP) dan *Independent Check Point* (ICP), serta standar ketelitian peta yang digunakan sebagai dasar evaluasi. Selanjutnya, berdasarkan hasil kajian literatur tersebut, disusun tahapan penelitian yang mencakup proses pengumpulan data, pengolahan data, dan pengujian ketelitian hasil pemetaan. Secara keseluruhan, tahapan penelitian tersebut disajikan dalam diagram alir pada Gambar 2



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tahap pengumpulan data dilakukan melalui dua kegiatan utama, yaitu pengukuran GCP dan ICP serta akuisisi foto udara menggunakan UAV. Data koordinat GCP digunakan sebagai titik kontrol dalam proses georeferensi, sedangkan ICP digunakan sebagai titik uji independen untuk mengevaluasi ketelitian hasil pemetaan. Foto udara yang diperoleh kemudian diproses melalui tahap pengolahan data fotogrametri untuk menghasilkan produk pemetaan berupa ortofoto. Setelah ortofoto dihasilkan, dilakukan uji ketelitian menggunakan parameter RMSE dan CE90 dengan membandingkan koordinat titik hasil pemetaan terhadap koordinat ICP hasil pengukuran lapangan. Hasil perhitungan tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat ketelitian horizontal ortofoto dan kesesuaiannya terhadap standar ketelitian yang digunakan. Tahap akhir penelitian adalah penyusunan hasil dan kesimpulan berdasarkan hasil analisis ketelitian yang telah dilakukan.

Alat dan Data

Adapun Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 1. Alat yang digunakan

No	Alat	Jumlah	Spesifikasi/Merk
1.	UAV	1	DJI Matrice 4E
2.	Laptop	1	HP AMDA RYZEN 3
3.	GPS Geodetik	3	GNSS Hi Target 5
4.	PC	1	
5.	Statif	3	
6.	Pre-mark	16	
7.	Controller	3	
8.	Meteran	3	
9.	APD	1	
10.	Agisoft Metashape	1	
11.	Arcgis	1	

Adapun Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 2. Data yang digunakan

No	Data	Sumber
1.	Data Titik GCP	Hasil pengukuran di lapangan menggunakan GNSS Geodetik Hi Target 5
2.	Data Titik ICP	Hasil pengukuran di lapangan menggunakan GNSS Geodetik Hi Target 5
3.	Data Citra UAV	Hasil emotretan udara menggunakan UAV DJI Matrice 4E
4.	Peta Area Kerja	Peta batas penelitian yang dihasilkan dari digitasi menggunakan ArcGIS

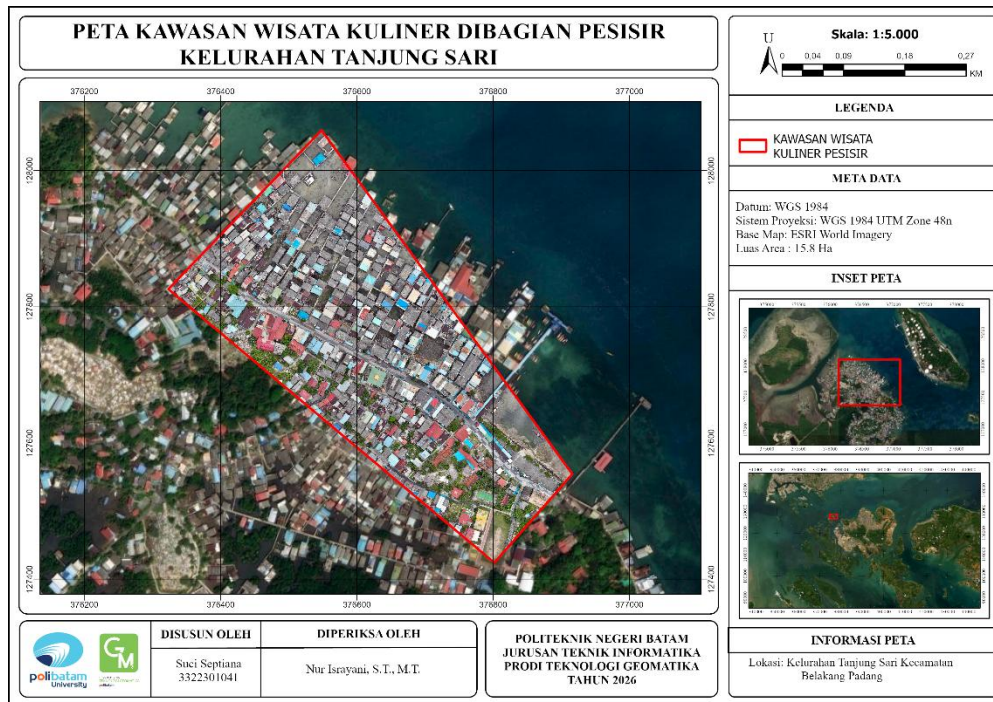
Tabel 3. Data Hasil Akuisisi Koordinat Titik GCP & ICP

Titik	X	Y
GCP 1	376945.8741	127503.9205
GCP 2	376806.5481	127384.8431
GCP 3	376598.1360	127615.1332
GCP 4	376621.3839	127716.1572
GCP 5	376735.6824	127570.9029
ICP 1	376838.475	127558.1435
ICP 2	376792.2406	127501.1624
ICP 3	376756.8517	127510.5781
ICP 4	376738.5554	127550.2936
ICP 5	376636.324	127571.8055
ICP 6	376696.3808	127642.0448
ICP 7	376751.7195	127636.0421
ICP 8	376630.5005	127915.2029
ICP 9	376590.2757	127742.8603
ICP 10	376563.2699	127958.6448
ICP 11	376445.4909	127817.7327

Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak *Agisoft Metashape* (Noversa Yafet Pinatik & Frederik Samuel Ppilaya, 2024). Tahapan pengolahan diawali dengan proses import foto udara, dilanjutkan dengan photo alignment, integrasi *Ground Control Point* (GCP) untuk proses georeferensi, pembentukan dense point cloud, serta pembentukan orthomosaic. Seluruh tahapan tersebut dilakukan untuk menghasilkan ortofoto yang telah terkoreksi secara geometrik. Selanjutnya, uji ketelitian dilakukan menggunakan *Independent Check Point* (ICP) dengan membandingkan koordinat titik yang diidentifikasi pada ortofoto dengan koordinat hasil pengukuran GNSS di lapangan. Perbedaan antara kedua koordinat tersebut kemudian digunakan untuk menghitung nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) yang selanjutnya menjadi dasar dalam perhitungan *Circular Error 90* (CE90) sebagai parameter untuk mengevaluasi ketelitian horizontal ortofoto. (Prasetya et al., 2023)

Hasil dan Pembahasan

Hasil Ortofoto Kawasan Wisata Kuliner Di Pesisir Kelurahan Tanjung Sari Kecamatan Belakang Padang



Gambar 3. Peta Kawasan kuliner

Ortofoto merupakan produk pemetaan yang memiliki tingkat ketelitian geometrik karena telah melalui proses koreksi terhadap distorsi citra. Dengan demikian, posisi objek yang ditampilkan dapat merepresentasikan kondisi sebenarnya di lapangan dan memungkinkan dilakukannya pengukuran seperti jarak dan luas. Ortofoto tersebut dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam pembuatan peta kawasan wisata untuk menggambarkan persebaran objek wisata, jaringan jalan, serta berbagai unsur spasial lainnya yang terdapat di wilayah penelitian.

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa penerapan teknologi UAV berbasis fotogrametri mampu menghasilkan informasi spasial dengan resolusi tinggi. Data tersebut dapat digunakan untuk menyajikan informasi mengenai kondisi kawasan wisata serta mendukung kegiatan perencanaan dan pengelolaan wilayah secara lebih efektif

Tabel 4. Hasil Uji Akurasi RMSE dan CE90

Nomor Titik	Nama Titik	X	X	(D X)	(D X) ²	Y	Y	(D Y)	(D Y) ²	(D X) ² + (D Y) ²
		(Koordinat ICP)	(Koordinat Mosaik Ortofoto)			(Koordinat ICP)	(Koordinat Mosaik Ortofoto)			
1	ICP 1	376838.475	376838.5309	0.056	0.003	127558.1435	127558.1692	0.026	0.001	0.004
2	ICP 2	376792.2406	376792.2874	0.047	0.002	127501.1624	127501.132	-0.030	0.001	0.003
3	ICP 3	376756.8517	376756.8866	0.035	0.001	127510.5781	127510.6067	0.029	0.001	0.002
4	ICP 4	376738.5554	376738.5156	-0.040	0.002	127550.2936	127550.339	0.045	0.002	0.004
5	ICP 5	376636.324	376636.3446	0.021	0.000	127571.8055	127571.828	0.023	0.001	0.001
6	ICP 6	376696.3808	376696.35	-0.031	0.001	127642.0448	127642.0854	0.041	0.002	0.003
7	ICP 7	376751.7195	376751.7426	0.023	0.001	127636.0421	127636.0639	0.022	0.000	0.001
8	ICP 8	376630.5005	376630.5434	0.043	0.002	127915.2029	127915.237	0.034	0.001	0.003

Nomor Titik	Nama Titik	X	X	(D X)	(D X) ²	Y	Y	(D Y)	(D Y) ²	(D X) ² + (D Y) ²
		(Koordinat ICP)	(Koordinat Mosaik Ortofoto)			(Koordinat ICP)	(Koordinat Mosaik Ortofoto)			
9	ICP 9	376590.2757	376590.3099	0.034	0.001	127742.8603	127742.8986	0.038	0.001	0.003
10	ICP 10	376563.2699	376563.319	0.049	0.002	127958.6448	127958.6773	0.033	0.001	0.003
11	ICP 11	376445.4909	376445.5381	0.047	0.002	127817.7327	127817.7891	0.056	0.003	0.005
Jumlah										0.032
Rata-Rata										0.003
RMSE										0.054
Akurasi										0.081

Ketelitian Peta skala 1:1000				
Ketelitian	Hasil uji CE 90	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0.08	0.3	0.6	0.9

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai RMSE horizontal sebesar 0,054m, sedangkan nilai *Circular Error* 90 (CE90) sebesar 0,081m. Nilai CE90 tersebut menunjukkan bahwa 90% posisi objek pada ortofoto memiliki penyimpangan horizontal tidak lebih dari 0,081 meter terhadap koordinat hasil pengukuran lapangan (Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018) Apabila dibandingkan dengan standar ketelitian peta RBI skala 1:1.000, batas ketelitian horizontal untuk kelas 1 adalah 0,3m, kelas 2 sebesar 0,6m, dan kelas 3 sebesar 0,9m (SNI 8202, 2019). Nilai CE90 sebesar 0,081 m berada dibawah batas maksimum kelas 1, sehingga orthofoto yang dihasilkan telah memenuhi standar ketelitian horizontal untuk peta RBI skala 1:1.000 kelas 1 (Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018).

Tabel 5. Ketelitian Geometri Peta RBI (Sumber:BIG 2018)

No	Skala	Interval kontur (m)	Ketelitian Peta RBI					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)
1.	1:1000.000	400	300	200	600	300	900	400
2.	1:500.000	200	150	100	300	150	450	200
3.	1:250.000	100	75	50	150	75	225	100
4.	1:100.000	40	30	20	60	30	90	40
5.	1:50.000	20	15	10	30	15	45	20
6.	1:25.000	10	7,5	5	15	7,5	22,5	10
7.	1:10.000	4	3	2	6	3	9	4
8.	1:5.000	2	1.5	1	3	1,5	4,5	2
9.	1:2500	1	0,75	0,5	1.5	0,75	2.3	1
10.	1:1000	0,4	0,3	0,2	0,6	0,3	0,9	0,4

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan UAV berbasis fotogrametri dengan dukungan GCP mampu menghasilkan ortofoto wisata kuliner pesisir Kelurahan Tanjung Sari dengan ketelitian horizontal yang baik. Berdasarkan pengujian dengan 11 ICP, diperoleh nilai RMSE sebesar 0.054m dan CE90 sebesar 0.081m, yang menunjukkan penyimpangan posisi horizontal relatif kecil dan berada di bawah batas toleransi ketelitian horizontal peta RBI skala 1:1000 Kelas 1 yaitu sebesar 0.3 m. Penggunaan GCP mampu membantu meningkatkan ketelitian georeferensi ortofoto, sedangkan ICP digunakan untuk mengevaluasi ketelitian hasil pemetaan secara independen. Hasil tersebut menunjukkan bahwa UAV fotogrametri dapat dimanfaatkan sebagai metode pemetaan untuk menghasilkan informasi spasial yang mendukung inventarisasi dan pengelolaan wisata pesisir.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pemanfaatan teknologi UAV berbasis fotogrametri menggunakan kerangka *Ground Control Point* (GCP) untuk pemetaan Kawasan wisata kuliner pesisir Kelurahan Tanjung Sari, Kecamatan Belakang Padang, Kota Batam, dapat disimpulkan bahwa:

1. UAV berbasis fotogrametri berhasil menghasilkan ortofoto Kawasan wisata kuliner pesisir dengan informasi spasial yang dapat digunakan untuk mendukung inventarisasi dan pengelolaan Kawasan wisata.
2. Hasil uji ketelitian horizontal menggunakan 11 *Independent Check Point* (ICP) menghasilkan nilai RMSE sebesar 0.054 m dan CE90 sebesar 0.081 m. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ortofoto memiliki ketelitian horizontal yang baik.
3. Nilai dari RMSE dan CE90 memenuhi standar ketelitian horizontal peta RBI skala 1:1.000 Kelas 1 sesuai standar Badan Informasi Geospasial (BIG).

Referensi

- Thalib, M. R F., Junaidi, F.P., Ibrahim, O., Maku, R. R., & Arifin, S. S. (2023). Analisis Pengembangan dan Perencanaan Pada Kawasan Pariwisata Daerah Pesisir Indonesia. *Jambura Journal of Urban and Regional Planning*, 1(1), 1-9.
- Rowardi, L., Oktama, M. A., Sidabutar, Y. F. D., & Priyandes, A. (2024). Optimalisasi Peran serta Masyarakat dalam Mendukung Potensi Fasilitas Wilayah Kecamatan Belakang Padang Kota Batam. *Jurnal Potensi*, 4(2)
- Ho, E. V. (2023). Pengambilan dan implementasi photostock di Kelurahan Tanjung Sari, Kecamatan Belakang Padang. *LANDMARK: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(1).
- Haque, M. I., Susuilo, Y., Mahardianti, M. A., Prabawa, S.E., & Yahya, F. (2024). Pemanfaatan Pesawat UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) untuk pembuatan peta citra desa metode fotogrametri (Studi kasus: Desa Kalipecabean, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo). *Jurnal Geodesi Undip*, 13(2), 495-507.
- Badan Informasi Geospasial. (2014). Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. *Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar*, 1–17.
- Lefrandt, I. P. H. P. F. J. M. L. I. R. (2020). PEMANFAATAN TEKNOLOGI UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) QUADCOPTER DALAM PEMETAAN DIGITAL (FOTOGRAMETRI) MENGGUNAKAN KERANGKA GROUND CONTROL POINT (GCP).
- Widodo, S., Farida, A., & Widiyanto, A. (2023). Pemanfaatan Teknologi Drone Dalam Pemetaan Digital (Fotogrametri) Menggunakan Kerangka Ground Control Point (GCP) di Daerah Irigasi Waibu Distrik Salawati Tengah. *Musamus Journal of Civil Engineering*, 5(2), 36-43.
- Kembuan, G. J. F., Pandey, S. V., & Lefrandt, L. I. R. (2022). Pemetaan Topografi di Wilayah Perumahan Griya Paniki Indah dengan Menggunakan Fotogrametri serta Perbandingan Ketelitian Akurasi dengan Ground Control Point (GCP). *Tekno*, 20(82), 503–510.
- Candi, K., Sidoarjo, K., Haque, M. I., Susilo, Y., Mahardianti, M. A., Prabawa, S. E., & Yahya, F. (2024). PEMANFAATAN PESAWAT UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) UNTUK PEMBUATAN PETACITRA DESA DENGAN METODE FOTOGRAMETRI (STUDI KASUS DESA KALIPECABEAN, KECAMATAN CANDI, KABUPATEN SIDOARJO). *April*, 495–507.
- Prasetya, A. S. I. S. D. A. F. V. A. S. (2023). Perbandingan Pengolahan Data Foto Udara Menggunakan Perangkat Lunak Agisoft Metashape Professional dan APS Menci. *01(02)*, 42–49.
- Pinatik, N. Y., & Papilaya, F.S. (2024). Pengolahan Foto Udara UAV (Unmanned Aerial Vehicle) Menggunakan Software Agisoft Metashape. *Jurnal Perangkat Lunak*, (6(1), 1-11.