

AKURASI PEMETAAN GARIS PANTAI BERBASIS CITRA UDARA UAV DI PANTAI KARNAVAL ANCOL, JAKARTA UTARA

ACCURACY OF COASTLINE MAPPING BASED ON UAV AERIAL IMAGERY AT ANCOL CARNIVAL BEACH, NORTH JAKARTA

Ronaa Harwa Ratulia¹, I Wayan Sumardana Eka Putra², Amron¹, Dian Adrianto³, Agus Iwan Santoso³, Novi Susetyo Adi³, Ani Haryati¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Banyumas, Indonesia

²Prodi Hidro-Oseanografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL), DKI Jakarta, Indonesia, 14240

³Prodi Oseanografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL), DKI Jakarta, Indonesia, 14240

e-mail : sumardanal24@gmail.com

Diterima tanggal: 06 Agustus 2025 ; diterima setelah perbaikan: 20 September 2025 ; Disetujui tanggal: 24 September 2025

ABSTRAK

Perubahan garis pantai akibat abrasi, sedimentasi, dan aktivitas manusia memerlukan metode pemetaan yang akurat dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi penggunaan teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dalam pemetaan garis pantai di kawasan Pantai Karnaval Ancol, Jakarta Utara. Metode yang digunakan meliputi akuisisi citra udara melalui UAV dan pengukuran titik kontrol tanah (*Ground Control Points/GCP*) menggunakan GPS tipe R8s. Data citra diproses dengan perangkat lunak fotogrametri untuk menghasilkan *orthophoto*, sedangkan analisis keakuratan dilakukan menggunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE). Pendekatan ini dinilai mampu meningkatkan ketelitian spasial pemetaan dan memberikan alternatif yang efisien dibandingkan metode konvensional, terutama di wilayah yang sulit dijangkau. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode pemetaan garis pantai yang responsif terhadap dinamika lingkungan pesisir.

Kata kunci: UAV, garis pantai, citra udara, pantai karnaval ancol.

ABSTRACT

Shoreline changes due to abrasion, sedimentation, and human activities require accurate and efficient mapping methods. This study aims to evaluate the potential use of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) technology in mapping the coastline in the Ancol Carnival Beach area, North Jakarta. The methods used include aerial image acquisition via UAV and measurement of ground control points (GCP) using R8s type GPS. The image data is processed with photogrammetry software to produce orthophotos, while accuracy analysis is carried out using the Root Mean Square Error (RMSE) method. This approach is considered to be able to improve the spatial accuracy of mapping and provide an efficient alternative to conventional methods, especially in hard-to-reach areas. This research is expected to contribute to the development of shoreline mapping methods that are responsive to the dynamics of the coastal environment.

Keywords: UAV, coastline, aerial imagery, Ancol Carnival Beach.

PENDAHULUAN

Pemetaan garis pantai merupakan aspek penting dalam pengelolaan wilayah pesisir karena garis pantai bersifat dinamis dan terus mengalami perubahan yang disebabkan oleh proses erosi, sedimentasi, maupun aktivitas manusia (Damayanti & Harintaka, 2021). Kegiatan pemetaan ini dipandang sangat krusial dalam penyediaan data yang akurat untuk mengevaluasi perubahan zona pesisir serta mendukung pengambilan keputusan yang berkelanjutan (Purba & Tarigan, 2024). Teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) telah mengalami perkembangan pesat dan kini telah banyak dimanfaatkan dalam kegiatan survei serta pemetaan garis pantai karena citra beresolusi tinggi dapat dihasilkan secara efisien (Szypuła, 2024). Salah satu keunggulan utama UAV terletak pada kemampuannya untuk menjangkau area yang sulit diakses, dengan biaya yang lebih rendah dibandingkan metode konvensional, serta memungkinkan data spasial dihasilkan dalam waktu singkat (Elkhrachy, 2021). Akurasi pemetaan menggunakan UAV telah ditunjukkan sangat tinggi, dengan rata-rata ketelitian yang mencapai 97% ketika hasil pengukuran di lapangan dibandingkan dengan jarak pada ortocitra yang dihasilkan oleh UAV (Damayanti & Harintaka, 2021).

Penggunaan teknologi UAV dalam pemetaan wilayah pesisir telah banyak diterapkan karena kemampuan data spasial beresolusi tinggi dapat dihasilkan melalui pendekatan fotogrametri (Deliry & Avdan, 2024). Dalam berbagai studi, pemetaan garis pantai telah dilakukan dengan UAV yang dilengkapi sensor seperti kamera RGB, multispektral, dan LiDAR, sehingga informasi mengenai topografi dan kontur garis pantai dapat diperoleh secara detail (Sulistian *et al.*, 2022). Keunggulan seperti kemudahan dalam menjangkau area sulit, efisiensi waktu, dan pengurangan risiko kesalahan manusia telah dicatat sebagai kelebihan signifikan dari metode ini (Jiménez-Jiménez *et al.*, 2021)

Pemantauan terhadap perubahan garis pantai akibat reklamasi di Pantai Karnaval Ancol, Jakarta Utara, telah didukung melalui penerapan UAV yang dilakukan secara berkala (Damayanti & Harintaka, 2021). Data yang diperoleh dari UAV telah dimanfaatkan tidak hanya untuk kebutuhan pemetaan visual, tetapi juga telah digunakan dalam analisis spasial guna mendukung perencanaan tata ruang yang dirancang secara responsif terhadap dinamika perubahan lingkungan (Suryan *et al.*, 2022). Dalam penerapannya, sejumlah tantangan teknis perlu diperhitungkan, seperti ketergantungan terhadap jumlah dan distribusi GCP, serta sensitivitas sistem terhadap kondisi atmosfer (Raheem & Yusuf, 2020). Melalui penelitian ini, penilaian terhadap tingkat keakuratan pemetaan garis pantai berbasis citra UAV di kawasan Pantai Karnaval Ancol, Jakarta Utara, dilakukan sebagai bagian dari upaya untuk mengoptimalkan kualitas data spasial yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini berlokasi di Pantai Karnaval Ancol, Jakarta Utara (Gambar 1). Penelitian ini menggunakan metode survei dan pemetaan menggunakan teknologi UAV untuk memperoleh data akurat mengenai garis pantai di kawasan Pantai Karnaval Ancol, Jakarta Utara. Metodologi yang diterapkan terdiri atas tiga tahap, yaitu tahap prasurevei, survei lapangan, dan pascasurevei. Pada tahap prasurevei, dilakukan identifikasi area dan perencanaan jalur terbang UAV. Survei lapangan dilakukan untuk akuisisi data primer berupa citra udara dan titik kontrol tanah GCP, sedangkan tahap pascasurevei mencakup pengolahan dan analisis data.

Bahan utama yang digunakan terdiri dari citra udara hasil akuisisi UAV dan data koordinat dari perangkat GPS tipe R8s. Citra udara digunakan sebagai dasar dalam pemetaan garis pantai. Data GPS R8s digunakan untuk memperoleh posisi koordinat



Gambar 1. Peta Penelitian.
Figure 1. Research area.

GCP secara presisi guna meningkatkan akurasi georeferensi citra. Data hasil akuisisi UAV kemudian diproses menggunakan perangkat lunak citragrametri untuk menghasilkan *orthophoto*. Analisis keakuratan pemetaan dilakukan menggunakan metode RMSE horizontal, yang dihitung berdasarkan nilai RMSE absis dan ordinat pada tingkat kepercayaan 95%. Pengolahan data UAV meliputi koreksi georeference, mozaicking, dan filtering untuk meningkatkan kualitas citra. Data GCP diolah menggunakan perangkat lunak geospasial khusus guna memastikan ketelitian koordinat. Seluruh hasil pemrosesan disusun dalam laporan penelitian yang mencakup metodologi, hasil pemetaan, serta interpretasi terhadap kondisi garis pantai di lokasi studi.

$$RMSE_x: \sqrt{\frac{\sum(x_{data,i} - x_{cek,i})^2}{n}} \dots\dots\dots 1)$$

$$RMSE_y: \sqrt{\frac{\sum(y_{data,i} - y_{cek,i})^2}{n}} \dots\dots\dots 2)$$

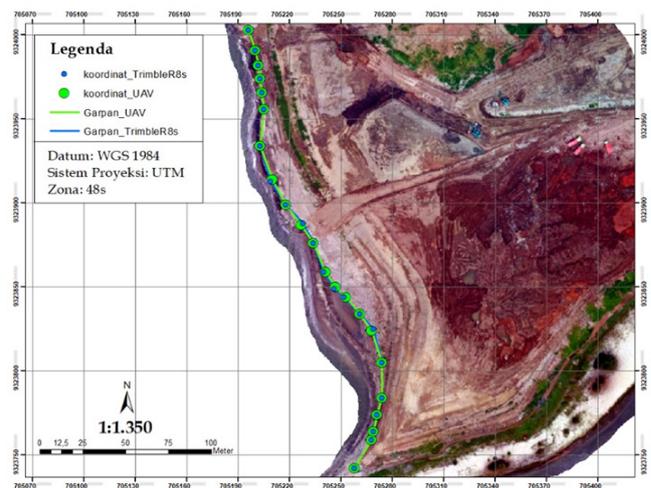
$$RMSE_r: \sqrt{\frac{\sum(x_{data,i} - x_{cek,i})^2 + (y_{data,i} - y_{cek,i})^2}{n}} \dots\dots\dots 3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian ini yang disajikan pada Gambar 2 dan Tabel 1, diperoleh nilai RMSE untuk koordinat *easting*

(RMSE_x) sebesar 0,675 meter, RMSE untuk koordinat *northing* (RMSE_y) sebesar 0,440 meter, serta total RMSE (RMSE_r) sebesar 0,806 meter. Hasil akurasi ini kemudian dibandingkan dengan studi yang dilakukan oleh (Sai *et al.*, 2019), yang menunjukkan nilai RMSE_r lebih rendah, yaitu sebesar 0,1 meter. Perbedaan signifikan dalam akurasi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor teknis dan metodologis. Penelitian ini menggunakan UAV jenis DJI Mavic 2 Pro, sedangkan studi Sai *et al.* (2019) menggunakan UAV tipe *fixed-wing* yang dilengkapi dengan sistem autopilot dan GNSS-PPK yang memiliki presisi lebih tinggi. Selain itu, penelitian ini hanya menggunakan 4 titik GCP, sementara studi Sai *et al.* (2019) menerapkan 20 GCP dan 30 titik *Independent Check Points* (ICP), yang memberikan kontrol georeferensi lebih baik terhadap hasil *orthophoto*.

Sementara itu, bila dibandingkan dengan studi Szypuła (2024), akurasi penelitian ini (lihat Gambar 2 dan Tabel 1) menunjukkan hasil yang lebih baik. Studi tersebut mencatat nilai RMSE_r sebesar 2,1 meter, sedangkan penelitian ini memperoleh nilai RMSE_r yang lebih rendah, yaitu 0,806 meter. Perbedaan ini kemungkinan besar disebabkan oleh



Gambar 2. Perbandingan Peta Garis Pantai UAV dengan Trimble R8s.

Figure 2. Comparison of UAV Coastline Maps with Trimble R8s.

Tabel 1. Hasil perhitungan RMSE dibandingkan dengan referensi
 Table 1. The results of the RMSE calculation are compared with the reference.

RMSE (Root Mean Square Error)	Jumlah Titik	Sai et al. (2019)	Szypuła (2024)
RMSE _x (easting):	0,675105 meter	0,0153 meter	S-
RMSE _y (northing):	0,44029 meter	0,0910 meter	-
RMSE _r (total RMSE):	0,805991 meter	0,1045 meter	2,1 meter

penggunaan titik GCP, di mana studi Szypuła (2024) tidak menggunakan GCP sama sekali, sedangkan penelitian ini menggunakan 4 titik GCP sebagai acuan kontrol. Keberadaan GCP sangat berpengaruh terhadap ketelitian spasial hasil pemetaan UAV, karena memberikan koreksi pada hasil pengolahan citra. Dengan demikian, meskipun jumlah GCP yang digunakan dalam penelitian ini tergolong sedikit, penggunaannya tetap memberikan peningkatan akurasi yang signifikan dibandingkan metode tanpa GCP.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis nilai RMSE, dapat disimpulkan bahwa akurasi pemetaan menggunakan UAV dalam penelitian ini tergolong masih dapat diterima, dengan nilai RMSE total sebesar 0,806 meter. Meskipun nilai ini relatif lebih tinggi dibandingkan beberapa studi sebelumnya, perbedaan tersebut dapat dijelaskan oleh faktor-faktor seperti resolusi kamera yang digunakan serta jumlah dan distribusi titik kontrol tanah GCP. Nilai RMSE yang berada di bawah 1 meter tetap memenuhi standar akurasi untuk pemetaan skala besar, sebagaimana didukung oleh literatur (Adams *et al.*, 2018), yang menyatakan bahwa RMSE di bawah 1 meter dianggap memadai untuk aplikasi kartografi dengan ketelitian tinggi. Oleh karena itu, UAV dapat digunakan sebagai alat yang efisien dan praktis dalam pemetaan garis pantai, khususnya pada wilayah yang sulit dijangkau dengan metode konvensional. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan GCP meskipun dalam jumlah terbatas, tetap memberikan peningkatan akurasi yang signifikan dibandingkan metode

tanpa GCP.

Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan sensor kamera dengan resolusi yang lebih tinggi guna meningkatkan kualitas citra dan hasil pemrosesan citragrametri. Selain itu, penambahan jumlah GCP serta distribusi yang lebih merata di seluruh area studi akan meningkatkan ketelitian spasial dari hasil pemetaan. Pemilihan perangkat lunak pemrosesan citra yang sesuai dan memiliki kapabilitas pengolahan algoritma yang canggih juga menjadi faktor penting dalam meningkatkan akurasi. Penelitian ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan membandingkan hasil pemetaan UAV terhadap data pengukuran dari satelit resolusi tinggi atau hasil survei lapangan konvensional untuk tujuan validasi. Dengan menerapkan langkah-langkah tersebut, penggunaan UAV dalam pemetaan garis pantai dapat ditingkatkan efektivitas dan akurasi, terutama dalam memantau dinamika perubahan garis pantai akibat abrasi, sedimentasi, maupun aktivitas antropogenik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini. Terima kasih khusus kami sampaikan kepada PT. ESER Geosurvey dan staf Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL) Prodi Hidros atas dukungan fasilitas berupa drone untuk pengambilan data penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi pihak-pihak terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, M. S., Bühler, Y., & Fromm, R. (2018). Multitemporal Accuracy and Precision Assessment of Unmanned Aerial System Photogrammetry for Slope-Scale Snow Depth Maps in Alpine Terrain. *Pure and Applied Geophysics*, 175(9), 3303–3324. <https://doi.org/10.1007/s00024-017-1748-y>
- Damayanti, A. P., & Harintaka, H. (2021). Kajian Keandalan True Orthophoto Untuk Pemetaan Skala Besar 1 : 5.000. *Geoid*, 16(2), 177. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v16i2.8220>
- Deliry, S. I., & Avdan, U. (2024). Accuracy assessment of UAS photogrammetry and structure from motion in surveying and mapping. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 9(2), 165–190. <https://doi.org/10.26833/ijeg.1366146>
- Elkhrachy, I. (2021). Accuracy Assessment of Low-Cost Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Photogrammetry. *Alexandria Engineering Journal*, 60(6), 5579–5590. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.04.011>
- Jiménez-Jiménez, S. I., Ojeda-Bustamante, W., Marcial-Pablo, M. D. J., & Enciso, J. (2021). Digital terrain models generated with low-cost UAV photogrammetry: Methodology and accuracy. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/ijgi10050285>
- Purba, H. A., & Tarigan, A. P. M. (2024). Penggunaan Teknologi Uav Untuk Monitoring Perubahan Vegetasi Pantai. *Scientica*, 2(3), 239–246.
- Raheem, G. O., & Yusuf, M. A. (2020). gnss observations using rtk mode. *Global Journal of Engineering Science and Research Management Global Journal of Engineering Science and Research Management*. 7(6), 21–31. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3895574>
- Sai, S., Tjahjadi, M. E., & A Rokhmana, C. (2019). Geometric Accuracy Assessments of Orthophoto Production from UAV Aerial Images. *KnE Engineering*, 2019, 333–344. <https://doi.org/10.18502/keg.v4i3.5876>
- Sulistian, T., Atmaja, A. A., Parapat, A. D., & Gularso, H. (2022). Pemetaan Garis Pantai Menggunakan UAV LiDAR (Studi Kasus: Pesisir Tanjung Lesung, Kabupaten Pandeglang). *Jurnal Geomatika*, 28(2), 69-78.
- Suryan, V., N, M. A., Septiani, V., Rizko, R., Afriani, S. R. N., & Yoga, M. A. P. (2022). Analisa Tingkat Akurasi Pemetaan Menggunakan Unnamed Aerial Vehicle (UAV). *Jurnal Talenta Sipil*, 5(1), 79. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v5i1.99>
- Szypuła, B. (2024). Accuracy of UAV-based DEMs without ground control points. *GeoInformatica*, 28(1), 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10707-023-00498-1>

