

**UJI AKURASI PETA *ORTHOPHOTO* UAV TAHUN 2023 DAN 2024 GUNA
PEMBUATAN PETA BIDANG TANAH DI KANTOR PERTANAHAN
KABUPATEN TEGAL**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Sebutan
Sarjana Terapan di Bidang Pertanahan
Pada Program Studi Diploma IV Pertanahan



Disusun Oleh:

AGUNG PRAYOGO

NIT. 22313951

**KEMENTERIAN AGRARIA DAN TATA RUANG/
BADAN PERTANAHAN NASIONAL
SEKOLAH TINGGI PERTANAHAN NASIONAL
YOGYAKARTA**

2026

ABSTRACT

UAV orthophoto maps play an important role as base maps in land administration activities, particularly in supporting the preparation of Cadastral Parcel Maps (*Peta Bidang Tanah/PBT*). However, their horizontal geometric accuracy must be tested to ensure suitability for land administration purposes. In Curug and Pangkah Villages, the UAV orthophoto maps of 2023 and 2024 showed positional shifts when overlaid. This study aims to assess the accuracy level of both datasets in accordance with Regulation of the Minister of Agrarian Affairs and Spatial Planning/Head of the National Land Agency Number 21 of 2019, and to analyze the significance of their differences with respect to Independent Control Point (ICP) field measurements.

This study employed a quantitative experimental method with a comparative approach. A total of 32 ICPs were measured using the static and RTK-NTRIP methods. Data analysis included the calculation of coordinate differences, RMSEr, CE90, normality testing, and the paired samples t-test.

The results show that the 2023 and 2024 UAV orthophoto datasets meet the base map classification stipulated in the aforementioned regulation at certain scales and classes, yet they do not satisfy the operational accuracy requirements for 1:1000 scale cadastral parcel mapping. Statistical testing confirms that there is a significant difference between the horizontal geometric accuracy of both datasets and the field-measured reference points.

Keywords: *UAV orthophoto, horizontal geometric accuracy, CE90, ICP, Cadastral Parcel Map.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACT	viii
INTISARI	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Kajian Literatur	9
2.2 Kerangka Teoritis	20
2.2.1 Foto Udara UAV	20
2.2.2 <i>Orthophoto</i>	22
2.2.3 ICP (<i>Independent Control Point</i>).....	23
2.2.4 Penentuan Posisi dengan Metode Statik	26

2.2.5 Penentuan Posisi dengan Metode RTK-NTRIP (<i>Real Time Kinematic -Network Transport of RTCM via Internet Protocol</i>).....	29
2.2.6 Kesalahan Sistematis dan Kesalahan Acak.....	32
2.2.7 Ketelitian Peta.....	35
2.2.8 Pembuatan Peta Bidang Tanah (PBT) dari Peta <i>Orthophoto</i>	36
2.3 Kerangka Pemikiran	40
2.4 Hipotesis	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	43
3.1 Jenis Penelitian	43
3.2 Lokasi Penelitian	44
3.3 Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel	45
3.4 Definisi Operasional Variabel	46
3.5 Jenis, Sumber, dan Teknik Pengumpulan Data	47
3.5.1. Persiapan.....	48
3.5.2. Pengumpulan Data.....	50
3.5.3. Pengolahan Data.....	51
3.6 Teknik Analisis Data	53
3.6.1 Analisis Tingkat Ketelitian <i>Orthophoto</i> UAV.....	53
3.6.2 Uji Normalitas Data (Shapiro-Wilk).....	55
3.6.3 Uji Beda (<i>paired t-test</i>).....	56
BAB IV GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN	59
4.1 Letak Geografis dan Batas Administratif	59
4.2 Kondisi Topografi	61
4.3 Penggunaan Tanah	64
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	66

5.1. Tingkat Ketelitian Peta <i>Orthophoto</i> Berdasarkan Klasifikasi Permen ATR/KaBPN Nomor 21 Tahun 2019	66
5.1.1. Tingkat Ketelitian Peta <i>Orthophoto</i> UAV Tahun 2023	72
5.1.2. Evaluasi Kelayakan Peta <i>Orthophoto</i> UAV Tahun 2023.....	73
5.1.3. Tingkat Ketelitian Peta <i>Orthophoto</i> UAV Tahun 2024	76
5.1.4. Evaluasi Kelayakan Peta <i>Orthophoto</i> UAV Tahun 2024.....	78
5.2. Analisis Perbedaan Signifikansi antara Peta <i>Orthophoto</i> UAV Tahun 2023 dan Tahun 2024 terhadap Pengukuran ICP di Lapangan	81
5.2.1. Uji Normalitas Data Peta <i>Orthophoto</i> UAV Tahun 2023	81
5.2.2. Uji Normalitas Data Peta <i>Orthophoto</i> UAV Tahun 2024	83
5.2.3. Uji Beda Peta <i>Orthophoto</i> UAV Tahun 2023	85
5.2.4. Uji Beda Peta <i>Orthophoto</i> UAV Tahun 2024	86
5.3. Temuan dan Rekomendasi	88
5.3.1. Temuan.....	88
5.3.2. Rekomendasi.....	89
BAB VI PENUTUP	92
6.1 Kesimpulan	92
6.2 Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan pendaftaran tanah adalah salah satu pilar utama dalam mendukung pembangunan nasional, baik dari segi ekonomi maupun sosial di Indonesia. Landasan hukumnya termuat dalam Pasal 19 Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria (UUPA) yang menyatakan bahwa *“untuk menjamin kepastian hukum oleh pemerintah diadakan pendaftaran tanah di seluruh wilayah-wilayah Republik Indonesia”*. Amanat konstitusional ini menjadi landasan bagi pemegang hak atas tanah dalam mendapatkan jaminan kepastian serta perlindungan hukum. Pendaftaran tanah menjadi tanggung jawab Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN) dan lebih lanjut diatur melalui Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah, serta Peraturan Menteri Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional (PMNA/KaBPN) Nomor 3 Tahun 1997 yang mengatur tata cara pelaksanaannya. Sertipikat tanah yang berasal dari proses ini berfungsi sebagai alat pembuktian hukum yang sah, memuat unsur data fisik serta data yuridis (Yamin & Zaidar, 2018).

Sejalan dengan upaya percepatan pendaftaran tanah di seluruh wilayah Indonesia, pemerintah melalui Kementerian ATR/BPN me-*launching* program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL). Program ini diartikan sebagai kegiatan mendaftarkan tanah secara serentak yang mencakup semua objek pendaftaran tanah dalam suatu wilayah desa ataupun kelurahan (Rendra dkk., 2023). PTSL berorientasi pada terwujudnya Indonesia terpetakan dan terdaftar secara menyeluruh melalui pendekatan simultan. Konsep dasarnya menekankan pada penambahan dan pembenahan data bidang tanah agar berjalan sistematis dan terintegrasi dalam rangka membangun basis data pertanahan yang lengkap dan akurat (Kusmiarto, 2017). Mengingat skalanya yang masif, pelaksanaan PTSL menuntut pengukuran ribuan bidang dalam waktu yang relatif singkat, sehingga

efisiensi dan akurasi menjadi dua aspek kunci yang harus dipenuhi (Rendra dkk., 2023).

Dalam konteks tersebut, pemanfaatan teknologi pemetaan berbasis *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) menjadi salah satu solusi inovatif yang relevan untuk mempercepat dan mengoptimalkan proses pemetaan serta identifikasi batas tanah. Perkembangan ini menandai pergeseran dari metode konvensional berbasis terestris menuju metode fotogrametri *modern*. Metode ini memiliki keunggulan berupa kemampuan menghasilkan data foto beresolusi tinggi melalui akuisisi data spasial yang cepat, efisien, dan berbiaya relatif rendah (Haque dkk., 2024), serta berpotensi menunjang pemetaan skala besar (Al Ayyubi dkk., 2017). Produk utama pemrosesan data tersebut adalah peta *orthophoto* UAV, yaitu foto udara yang telah dikoreksi secara geometrik sehingga setiap objek rupa bumi tergambar pada posisi planimetrik yang akurat dan dapat digunakan untuk pengukuran sesuai kondisi sebenarnya di lapangan (Firmansyah dkk., 2025). Dalam penerapannya, produk ini dapat difungsikan sebagai peta dasar pertanahan (Kementerian ATR/BPN dalam Kariyono, 2018) dan pada skala besar (1:1.000) digunakan dalam pemetaan untuk kegiatan identifikasi batas bidang tanah pada pelaksanaan PTSL (Haq & Martono, 2024). Pemanfaatan *orthophoto* UAV telah didukung oleh berbagai penelitian yang menunjukkan efektivitasnya dalam mempercepat proses pemetaan.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan UAV tidak hanya menawarkan efisiensi, tetapi juga memberikan hasil yang cukup baik dalam kegiatan pemetaan pertanahan. Hartono & Darmawan (2019) menunjukkan bahwa penggunaan *orthophoto* UAV mampu mempercepat pelaksanaan program PTSL, dengan area seluas 1.000 hektar dapat terselesaikan kurang dari 5 (lima) hari. Selain itu, berdasarkan laporan Terra Drone Indonesia (2023) di Sumatera Barat telah berhasil memetakan lebih 25.000 hektar menggunakan *orthophoto* untuk kegiatan PTSL. Selain cepat, kualitas hasil digitasi bidang tanah dari *orthophoto* menunjukkan performa yang cukup baik. Haq & Martono (2024) mencatat hasil dari 61 sampel bidang tanah yang didigitasi pada *orthophoto*, 72,86% titik batas bidang, 80,33% sisi bidang, dan 100% luas bidang telah memenuhi toleransi ketelitian. Namun, temuan ini sekaligus mengungkapkan bahwa produk ini tidak

selalu akurat, ditunjukkan pada sebagian titik dan sisi bidang tanah tidak memenuhi toleransi, yang justru menjadi komponen paling krusial dalam pemetaan bidang tanah.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa efisiensi yang ditawarkan oleh *orthophoto* UAV tetap perlu diimbangi dengan pengujian ketelitian geometrik yang memadai (Agustina, 2021). Dalam hal ini, aspek akurasi geometrik menjadi isu yang penting karena kualitas produk sangat dipengaruhi oleh metode pemrosesan data, dan GCP (*Ground Control Point*), serta ICP (*Independent Control Point*) (Susilo dkk., 2023; Firmansyah dkk., 2025). Secara teknis, GCP dimanfaatkan sebagai acuan kontrol ketika melakukan *orthorektifikasi*, sementara ICP berfungsi sebagai titik validasi setelah pemrosesan selesai (Adi dkk., 2017). Artinya ICP berperan penting pascapemrosesan foto udara menjadi produk akhir dan tidak digunakan dalam tahapan pengolahan (Ummah dkk., 2023). Validasi ini menjadi sangat penting mengingat *dataset* tersebut digunakan sebagai dasar pembuatan dokumen legal seperti Peta Bidang Tanah (PBT). Untuk memastikan validitas hasil verifikasi, penentuan posisinya dapat dilakukan melalui dua metode yaitu metode statik dan metode RTK-NTRIP (*Real-Time Kinematic Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*), yang keduanya memiliki tingkat presisi dan akurasi mencapai fraksi sentimeter hingga milimeter (Zainul & Atunggal, 2023).

Pentingnya ketelitian peta *orthophoto* UAV dalam kegiatan pertanahan telah diantisipasi oleh negara melalui berbagai ketentuan teknis. Standar Nasional Indonesia (SNI) 8202:2019 tentang Ketelitian Peta Dasar dan Peraturan Menteri ATR/KaBPN (Permen ATR/KaBPN) Nomor 21 Tahun 2019 tentang Peta Dasar Pertanahan, menetapkan bahwa setiap peta dasar, termasuk jenis peta dasar ini harus memenuhi standar ketelitian geometrik tertentu. Ketentuan tersebut kemudian dijabarkan lebih operasional dalam Petunjuk Teknis (Juknis) Pengumpul Data Fisik Terintegrasi Tahun 2023, yang mensyaratkan bahwa *orthophoto* skala 1:1000 harus memiliki (*Ground Sampling Distance*) $GSD \leq 15$ cm dan (*Circular Error 90%*) $CE90 \leq 50$ cm. Sementara itu, Juknis Tahun 2024, spesifikasi diperketat menjadi $GSD \leq 12$ cm dan $CE90 \leq 40$ cm (Ditjen SPPR, 2024). Nilai dari parameter CE90 ditentukan melalui RMSE (*Root Mean Square Error*) sebagai indikator statistik

yang berguna untuk mengukur besaran penyimpangan (*error*) antara nilai koordinat pada peta *orthophoto* UAV terhadap pengukuran lapangan.

Mengacu pada Permen ATR/KaBPN No. 21 Tahun 2019, kedua ambang tersebut ($CE90 \leq 0,5$ meter pada Juknis 2023 dan $CE90 \leq 0,4$ meter pada Juknis 2024) berada di bawah batas atas kelas 2 ($CE90 \leq 0,6$ meter) pada skala 1:1.000. Dengan demikian, kelas 2 merupakan batas minimal yang secara tidak langsung diharapkan oleh ketentuan operasional. Jika suatu peta *orthophoto* UAV tidak memenuhi klasifikasi kelas 2, maka produk tersebut belum memenuhi persyaratan teknis PTSL, baik untuk tahun 2023 maupun 2024. Oleh karena itu, pengujian terhadap pemenuhan kelas 2 menjadi titik tolak yang relevan untuk menilai kelayakan awal produk ini sebagai peta dasar pertanahan.

Sejalan dengan adanya standar tersebut, berbagai penelitian telah melakukan pengujian akurasi geometrik *orthophoto* UAV dengan hasil yang bervariasi. Penelitian Bangun dan Susilo (2025) menunjukkan bahwa hasil uji ketelitian horizontal pada titik ICP menghasilkan nilai rata-rata selisih posisi sebesar 0,030 meter, nilai RMSE mencapai 0,173 meter, serta CE90 dengan nilai 0,263 meter. Karena nilai-nilai tersebut lebih kecil dari standar akurasi maksimum 0,5 meter, maka peta *orthophoto* yang dihasilkan dianggap memenuhi persyaratan akurasi horizontal. Sementara itu, penelitian Dewi dkk. (2022) menunjukkan hasil yang lebih baik dengan nilai CE90 mencapai 0,018 meter. Adapun, penelitian Sucipta (2020) menemukan bahwa *orthophoto* UAV memiliki nilai RMSE mencapai nilai 1,781 meter dan CE90 dengan nilai 2,703 meter, yang jauh melampaui toleransi standar. Temuan serupa juga dikemukakan oleh Warsito dan Basyid (2025), yang menyatakan bahwa nilai CE90 sebesar 0,885 meter menunjukkan *orthophoto* yang digunakan belum memenuhi syarat teknis ketelitian peta dasar PTSL. Variasi temuan ini mengonfirmasi bahwa kualitas antarproduk peta *orthophoto* UAV tidak selalu konsisten dan tidak selalu dapat diandalkan, terutama dalam praktik pemetaan berskala besar untuk keperluan kadastral.

Variasi dan ketidaksesuaian terhadap standar teknis dapat berimplikasi serius, karena berpotensi menyebabkan ketidakakuratan data spasial yang dihasilkan berupa pergeseran posisi koordinat di antara satu titik yang sama, ketidaksesuaian

batas, hingga ketidaktepatan dalam perhitungan luas. Pada akhirnya, kesalahan semacam ini berujung pada munculnya sengketa antar pemilik tanah (Satryadin, 2025). Oleh sebab itu, pengujian akurasi *orthophoto* UAV menjadi prasyarat penting sebelum digunakan sebagai dasar penyusunan PBT.

Persoalan tersebut juga ditemukan pada praktik di Kantor Pertanahan Kabupaten Tegal, yang memanfaatkan peta *orthophoto* UAV sebagai dasar pembuatan PBT untuk mendukung program percepatan sertipikasi PTSL. PBT bukan hanya sekadar gambar biasa, melainkan dokumen resmi yang memiliki kekuatan hukum untuk dijadikan acuan penerbitan hak atas tanah. Berdasarkan pra-survei, keterangan Petugas Ukur Kantor Pertanahan Kabupaten Tegal Tahun 2025, menjelaskan bahwa *orthophoto* UAV Tahun 2023 digunakan sebagai dasar pelaksanaan PTSL 2023, sedangkan *orthophoto* UAV Tahun 2024 digunakan untuk PTSL 2024. Pada wilayah yang mengalami pertampalan dari kedua *dataset* tersebut, khususnya di Desa Curug dan Desa Pangkah Kecamatan Pangkah, menunjukkan pergeseran posisi pada titik yang sama ketika di-*overlay*. Kondisi ini menimbulkan keraguan Petugas Ukur mengenai *dataset* mana yang akurat dan layak untuk dijadikan dasar pemetaan, mengingat keduanya berpotensi dimanfaatkan kembali di masa mendatang. Persoalan teknis ini menuntut pembuktian akurasi yang empiris, namun pada penelitian terdahulu belum sepenuhnya mampu menjawab kebutuhan tersebut.

Pada titik inilah kebutuhan penelitian menjadi semakin jelas. Penelitian terdahulu pada umumnya seringkali terbatas pada satu *dataset orthophoto* UAV dalam satu periode sehingga tidak memberikan gambaran mengenai stabilitas akurasi antar tahun dan konsistensi kualitas produk. Kemudian, sebagian besar penelitian pada pengujian akurasi hanya menerapkan satu metode penentuan ICP, sehingga belum tersedia analisis komparatif untuk menguji konsistensi atau kesetaraan hasil antara metode statik dan RTK-NTRIP sebagai acuan uji akurasi terhadap dua produk *orthophoto* UAV dari tahun berbeda. Lebih lanjut, penelitian terdahulu umumnya menggunakan *dataset* yang diolah sendiri oleh peneliti, sementara dalam konteks riil Kantor Pertanahan, peta *orthophoto* UAV yang

digunakan merupakan produk jadi yang diakuisisi oleh pihak ketiga (vendor/penyedia jasa layanan).

Berangkat dari kondisi tersebut, masih terdapat celah penelitian yang perlu diisi. Celah tersebut berupa pengujian komparatif ketelitian geometrik horizontal *orthophoto* UAV dari tahun dan vendor yang berbeda pada lokasi yang sama terhadap titik referensi lapangan dengan dua metode pengukuran, untuk menilai tingkat ketelitian dan signifikansi perbedaannya. Penelitian ini tidak hanya diarahkan untuk mengetahui apakah peta *orthophoto* UAV memenuhi standar ketelitian, tetapi juga untuk menilai konsistensi kualitas geometrik dalam konteks kebutuhan Peta Bidang Tanah. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar empiris dalam menilai kelayakan pemanfaatan *orthophoto* UAV sebagai peta dasar pertanahan sekaligus memperjelas *dataset* mana yang lebih tepat digunakan dalam penyusunan PBT. Tanpa penelitian semacam ini, kebijakan pengadaan dan pemanfaatan *orthophoto* UAV berpotensi tidak tepat sasaran dan berisiko menimbulkan konsekuensi teknis maupun hukum akibat penggunaan data yang tidak memenuhi standar ketelitian.

Berdasarkan kompleksitas permasalahan dan urgensi yang telah dijelaskan sebelumnya, peneliti akan melaksanakan penelitian yang berjudul “Uji Akurasi Peta *Orthophoto* UAV Tahun 2023 Dan 2024 guna Pembuatan Peta Bidang Tanah di Kantor Pertanahan Kabupaten Tegal”.

1.2 Rumusan Masalah

Peta *Orthophoto* UAV memiliki peran penting dalam mendukung kegiatan pendaftaran tanah, termasuk program PTSL, khususnya proses pemetaan dan identifikasi batas bidang tanah. Penelitian Dewi dkk. (2022) menunjukkan nilai CE90 sebesar 0,018 m, sehingga peta *orthophoto* UAV yang dihasilkan memenuhi Kelas 1 pada skala 1:1.000. Sebaliknya, Warsito dan Basyid (2025) melaporkan nilai CE90 sebesar 0,885 m, yang menunjukkan bahwa *dataset* yang digunakan belum memenuhi syarat teknis ketelitian peta dasar PTSL pada skala yang sama. Perbedaan akurasi yang mencolok antar produk ini menimbulkan pertanyaan mendasar mengenai konsistensi dan keandalan peta *orthophoto* UAV sebagai peta dasar pertanahan.

Dalam konteks Kantor Pertanahan Kabupaten Tegal, kebutuhan untuk menilai ketelitian peta *orthophoto* UAV menjadi semakin penting karena terdapat dua *dataset* dari tahun yang berbeda, yaitu Tahun 2023 dan Tahun 2024, yang dihasilkan oleh vendor berbeda. Kedua *dataset* menunjukkan indikasi perbedaan posisi ketika di-*overlay*, khususnya pada wilayah desa yang saling bertampalan. Kondisi ini menimbulkan pertanyaan mengenai tingkat ketelitian masing-masing *dataset* apabila dinilai berdasarkan klasifikasi kelas peta dasar menurut Permen ATR/KaBPN Nomor 21 Tahun 2019, serta mengenai ada atau tidaknya perbedaan ketelitian geometrik horizontal keduanya terhadap hasil pengukuran ICP di lapangan. Untuk menjawab persoalan tersebut, penelitian ini dirumuskan ke dalam pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut:

1. Apakah tingkat ketelitian peta *orthophoto* UAV Tahun 2023 dan Tahun 2024 berada dalam batas toleransi kelas peta dasar berdasarkan klasifikasi menurut Permen ATR/KaBPN Nomor 21 Tahun 2019?
2. Apakah masing-masing peta *orthophoto* UAV (Tahun 2023 dan Tahun 2024) menunjukkan perbedaan signifikan antara ketelitian geometrik horizontalnya terhadap pengukuran ICP di lapangan?

1.3 Tujuan Penelitian

Sebagaimana pada rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya, maka tujuan penelitian ini yaitu untuk:

- 1.a. Menganalisis tingkat ketelitian peta *orthophoto* UAV Tahun 2023 berdasarkan klasifikasi peta dasar menurut Permen ATR/KaBPN Nomor 21 Tahun 2019.
- b. Menganalisis tingkat ketelitian peta *orthophoto* UAV Tahun 2024 berdasarkan klasifikasi peta dasar menurut Permen ATR/KaBPN Nomor 21 Tahun 2019.
- 2.a. Menganalisis signifikansi perbedaan ketelitian geometrik horizontal peta *orthophoto* UAV Tahun 2023 terhadap hasil pengukuran ICP di lapangan.
- b. Menganalisis signifikansi perbedaan ketelitian geometrik horizontal peta *orthophoto* UAV Tahun 2024 terhadap hasil pengukuran ICP di lapangan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini mencakup manfaat pada aspek teoritis (pengembangan ilmu pertanahan) dan aspek praktis (acuan dalam pelaksanaan pembangunan bidang pertanahan).

1. Manfaat teoritis

Hasil penelitian ini dapat menambah pengetahuan tentang perbandingan ketelitian dua peta *orthophoto* UAV dari tahun yang berbeda yang diuji dengan dua cara pengukuran di lapangan (statik dan RTK-NTRIP). Dengan demikian, penelitian ini memberikan pemahaman baru tentang seberapa konsisten akurasi peta *orthophoto* UAV dari waktu ke waktu, serta bagaimana *dataset* tersebut dapat digunakan dengan lebih pasti dalam pembuatan PBT agar memenuhi syarat yuridis dan teknis.

2. Manfaat praktis

- a. Bagi Direktorat Jenderal Survei dan Pemetaan Pertanahan dan Ruang (Dirjen SPPR) Kementerian ATR/BPN, penelitian ini diharapkan dapat mendukung penguatan kebijakan pengadaan data peta *orthophoto* UAV dan menjadi dasar penyempurnaan standar dan juknis Peta Dasar Pertanahan.

- b. Bagi Kantor Pertanahan Kabupaten Tegal, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi empiris mengenai *dataset* peta *orthophoto* UAV (Tahun 2023 atau Tahun 2024) yang paling layak dijadikan sebagai dasar operasional pemetaan bidang tanah. Rekomendasi ini bertujuan memastikan peta yang dihasilkan benar-benar akurat dan layak digunakan, sehingga dapat meningkatkan kualitas dan akurasi PBT sekaligus meminimalkan potensi ketidaksesuaian batas bidang maupun sengketa pertanahan akibat perbedaan posisi pada peta dasar.

- c. Bagi penyedia layanan (vendor) pemetaan, penelitian ini memberikan *feedback* terhadap tingkat akurasi produk yang dihasilkan sehingga dapat menjadi masukan dalam peningkatan mutu layanan dan memperkuat *quality control* pada kegiatan pemetaan berbasis UAV.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1.a. Peta *orthophoto* UAV Tahun 2023 tidak memenuhi Kelas 2 pada skala 1:1.000. Dataset ini hanya mampu mencapai kelas ketelitian pada skala 1:5.000 dan 1:10.000, sehingga secara teknis tidak memenuhi persyaratan operasional skala 1:1.000 kelas 2 atau kelas yang lebih tinggi.
- b. Peta *orthophoto* UAV Tahun 2024 tidak memenuhi Kelas 2 pada skala 1:1.000, meskipun telah memenuhi Kelas 3 pada skala tersebut. Dengan demikian, dataset ini memiliki ketelitian geometrik horizontal yang lebih baik daripada *orthophoto* Tahun 2023, tetapi belum memenuhi syarat operasional Juknis PTSL 2024 untuk dijadikan dasar tunggal pembuatan PBT.
- 2.a. Peta *orthophoto* UAV Tahun 2023 menunjukkan perbedaan signifikan terhadap hasil pengukuran titik uji di lapangan.
- b. Peta *orthophoto* UAV Tahun 2024 juga menunjukkan perbedaan signifikan terhadap hasil pengukuran titik uji di lapangan.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan, dan manfaat yang diharapkan, saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut.

1. Bagi Direktorat Jenderal Survei dan Pemetaan Pertanahan dan Ruang, hasil penelitian ini menunjukkan perlunya memperkuat kebijakan pengadaan *orthophoto* UAV dengan mekanisme audit dan revisi petunjuk teknis sebagaimana dirinci dalam rekomendasi penelitian ini.
2. Bagi Kantor Pertanahan, *orthophoto* UAV Tahun 2024 lebih direkomendasikan daripada *orthophoto* UAV Tahun 2023 karena penyimpangan posisinya lebih kecil. Namun, karena belum memenuhi kelas 2 skala 1:1.000, penggunaannya

dibatasi sebagai peta kerja untuk pra-identifikasi bidang. Pada titik batas yang tidak teridentifikasi, perlu dikombinasikan dengan pengukuran suplesi terestris.

3. Bagi vendor atau penyedia jasa pemetaan disarankan untuk memperkuat pengendalian mutu serta menyediakan laporan mutu yang lengkap dan transparan.
4. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan melakukan analisis lebih lanjut terhadap hasil digitasi atau pemetaan bidang tanah yang dibentuk dari masing-masing peta *orthophoto* UAV. Selain itu, juga dapat memperluas wilayah studi, menambah jumlah titik ICP, serta memasukkan variabel teknis. Hal ini akan memperkuat dasar ilmiah mengenai keandalan peta *orthophoto* UAV sebagai peta dasar pertanahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aan, A. (2026). Perlindungan hukum bagi pemilik sertifikat elektronik akibat kesalahan data koordinat dihubungkan dengan Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2016 tentang Informasi dan Transaksi Elektronik. *PrestasiKu*, 2(1), 53–60. <https://jurnal.prestasiku.org>
- Abdullah, K., Jannah, M., Aiman, U., Hasda, S., Fadila, Z., Taqwin, Masita, Ardiawan, K. N., & Sari, M. E. (2022). *Metodologi penelitian kuantitatif*. Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Abidin, H.Z. (2000). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*, Jakarta, PT. Pradnya Paramita.
- Abidin, H.Z. (2007). *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*, Jakarta, PT. Pradnya Paramita.
- Adi, A. P., Prasetyo, Y., & Yuwono, B. D. Y. (2017). Pengujian Akurasi Dan Ketelitian Planimetrik Pada Pemetaan Bidang Tanah Pemukiman Skala Besar Menggunakan Wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV). *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 6, no. 1, 2017, pp. 208-217. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/download/15383/14875>
- Admaja, P. K. (2021). *Uji Ketelitian Peta Foto Hasil Pemotretan Menggunakan Kamera Non Metrik dan Wahana UAV VTOL*. STPN Yogyakarta.
- Adzan, D., Yuwono, BD & Awaluddin, M. (2015). Aplikasi Mobile IP (Telkomsel,Indosat,Xl) Untuk Verifikasi TDT Orde-3 Menggunakan Metode RTK-NTRIP (Studi Kasus : Stasiun CORS UNDIP), *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 4 no. 3, hlm. 95-104
- Agustina, F. D. (2021). Evaluasi Uji Perbandingan Ketelitian Pada Ortofoto Berdasarkan Standar ASPRS. *Elipsoida : Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 4(01). <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2021.11015>
- Agustina, F. D., & Tjahjadi, M. E. (2021). Perbandingan uji akurasi data pada ortofoto menggunakan teknik pemotretan tegak dan miring berdasarkan standar ketelitian planimetris BPN (Studi Kasus: Kecamatan Lowokwaru, Malang). *Prosiding FIT ISI 2020: Smart Surveyors in the New Normal Era*, 166–171. Ikatan Surveyor Indonesia – UNDIP. <http://proceedings.undip.ac.id/index.php/isiundip2021/article/viewFile/645/390>
- Al Ayyubi, A. S., Cahyono, A. B., & Hidayat, H. (2017). Pemetaan Foto Udara Menggunakan Wahana Fix Wing UAV (Studi Kasus : Kampus ITS Sukolilo). *Jurnal Teknik ITS*, 6(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.24518>

- Ali, S. dan. (2015). *Dasar Metodologi Penelitian*. In Literasi Media Publishing (Vol. 7, Issue 2).
- Anggono, S. (2019). Pelaksanaan asas kontradiktur delimitasi dalam proses pendaftaran tanah sistematis lengkap (Studi kasus di Kantor Pertanahan Kabupaten Boyolali). *Dinamika Hukum*, *10*(1), 203–217. https://ejurnal.unisri.ac.id/index.php/Dinamika_Hukum/article/view/4333
- Anonim. (1986). *Pedoman Penyusunan Pola Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah*. Direktorat Jendral Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. Departemen Kehutanan, Jakarta
- ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data. (2015). *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 81(3). <https://doi.org/10.14358/pers.81.3.a1-a26>
- Badan Informasi Geospasial (BIG). (2018). *Perubahan atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar*. Bogor: Badan Informasi Geospasial (BIG). Indonesia.
- Badan Informasi Geospasial (BIG). (2020). *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 1 Tahun 2020 Tentang Standar Pengumpulan Data Geospasial Dasar untuk Pembuatan Peta Dasar Skala Besar*. Bogor: Badan Informasi Geospasial (BIG). Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tegal. (2024). *Kecamatan Pangkah dalam angka 2024*. BPS Kabupaten Tegal.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 19-6724-2002: Jaringan Kontrol Horizontal*. BSN. geomasi.com
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 8202:2019: Ketelitian peta dasar*. BSN.
- Bangun, B. H., & Susilo, Y. (2025). Efektivitas dan perbandingan pengukuran bidang tanah menggunakan metode RTK-NTRIP dengan metode RTK-Statik (Studi kasus Kota Batam pada tahun 2025). *El-Jughrafiyah*, 5(2), 412–421. <http://dx.doi.org/10.24014/jej.v5i2.37990>
- Basuki, S. (2006). *Ilmu Ukur Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Berber, M. M., Munjy, R., & Meme, K. (2024). Drone photogrammetric accuracy change with flying height. *Advances in Geomatics*, 2(2), 49–58. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14555243>
- Bist, G. K., Shrestha, P., & Pokhrel, G. (2022). Accuracy Assessment of UAV for Cadastral Application. *Journal on Geoinformatics, Nepal*. <https://doi.org/10.3126/njg.v21i1.48745>
- Budisusanto, Y., Widodo, A. W., & Cahyono, A. B. (2018). Studi Pembuatan Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT) Dengan Partisipasi Masyarakat Menggunakan Peta Dasar Dari Pemetaan Fotogrametri Metode Foto Format Kecil. *Geoid*, 14(1). <https://doi.org/10.12962/j24423998.v14i1.3911>

- Cholid, N., & Abu, A. (2007). *Metodologi penelitian*. Bumi Aksara.
- Chen, J., Zhou, X., & Li, Z. (2006). Event-driven incremental updating of cadastral spatial database considering topological integrity. *ISPRS Workshop on Updating Geo-Spatial Databases with Imagery & The 5th ISPRS Workshop on Dynamic and Multi-Dimensional GISs*, 185–195.
- Cochran, W. G. (1977). *Sampling techniques* (3rd ed.). Wiley.
- Creswell, J., & Creswell, Jd. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Number 9).
- Darpono, A., Jasmani, & Purwanto, H. (2017). Pembuatan Peta Ortofoto dengan UAV Untuk Rencana Penyusunan Peta Desa. *Spectra*, 60(30).
- Dewi, C., Anisa, R., Fadly, R., & Artini, S. R. (2022). Kajian akurasi geometri orthophoto dari akuisisi data pesawat tanpa awak. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(3), 2207–2210. Ridwan Institute.
- Direktorat Jenderal Survei dan Pemetaan Pertanahan dan Ruang. (2023). *Petunjuk teknis pengumpulan data fisik terintegrasi PTSL tahun 2023*. Kementerian ATR/BPN
- Direktorat Jenderal Survei dan Pemetaan Pertanahan dan Ruang. (2024). *Petunjuk teknis pengumpulan data fisik PTSL terintegrasi tahun 2024 (Nomor 1/Juknis-300.UK.01.03/XII/2023)*. Kementerian ATR/BPN.
- El-Rabbany, A. (2006). *Introduction to GPS: The Global Positioning System (2nd ed.)*. Artech House.
- Endayani, S., Sadono, R., Kusumandari, A., Hartono, & Baiquni, M. (2022). Horizontal and Vertical Geometric Accuracy of Agisoft Photoscan and Pix4D Mapper Softwares at Kebun Raya Universitas Mulawarman in Samarinda, East Kalimantan, Indonesia. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 12(5). <https://doi.org/10.18517/ijaseit.12.5.16362>
- Fetai, B., Oštir, K., Kosmatin Fras, M., & Lisec, A. (2019). Extraction of visible boundaries for cadastral mapping based on UAV imagery. *Remote Sensing*, 11(13), 1510. <http://doi.org/10.3390/rs11131510>
- Field, A. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics Fifth Edition*. In SAGE edge.
- Firmansyah, Z., Susilo, Y., & Wijayanti, R. F. (2025). Perbandingan metode PPK (Post Processed Kinematic) dan titik GCP (Ground Control Point) foto udara: Studi kasus Desa Kalipecabean, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Geodesi Undip*, 14(1). <https://doi.org/10.14710/jgundip.2025.49865>

- Gautama, J. I. (2024). *Analisa Perbandingan Ketelitian Koordinat RTK-NTRIP pada Berbagai Jenis Obstruksi (Studi Kasus: Universitas Lampung)* [Skripsi Sarjana, Universitas Lampung]. Digilib Universitas Lampung.
- Gay, L.R. & Diehl, P. L. (1992). *Research Methods for Business and Management New York: MacMillan Publishing Company*. New York: MacMillan Publishing Company.
- Ghilani, C. D. (2010). *Adjustment computations: Spatial data analysis* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Ghilani, C. D., & Wolf, P. R. (2012). *Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics* (13th ed.). Prentice Hall.
- Hamur, P. K., Tjahjadi, M. T., & Yuliananda, A. (2019). Kajian pengolahan data foto udara menggunakan perangkat lunak agisoft photoscan dan PIX4D mapper (studi kasus : Kecamatan Lowokwaru , Kota Malang). *Teknik Geodesi, ITN Malang*. <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/3961>
- Haq, N. A., & Martono, D. B. (2024). Accuracy analysis of photogrammetric and GNSS RTK based land parcels mapping and measurement on area with dense vegetation and varied topography. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1418(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1418/1/012019>
- Haque, M. I., Susilo, Y., Mahardianti, M. A., Prabawa, S. E., & Yahya, F. (2024). Pemanfaatan pesawat UAV (unmanned aerial vehicle) untuk pembuatan peta citra desa dengan metode fotogrametri (studi kasus: Desa Kalipecabean, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo). *Jurnal Geodesi Undip*, 13(2), 495–507. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2024.42880>
- Harto, S., Prabawa, S. E., & Mahardianti, M. A. (2025). Uji Akurasi Peta Foto Tegak Menggunakan Pesawat Udara Nir Awak (Puna) Dengan Metode Direct Georeferencing Di Daerah Berbukit (Studi Kasus Foto Tegak di Desa Dadapan, Kecamatan Pringkuku, Kabupaten Pacitan). *El-Jughrafiyah*, 5(2). <https://doi.org/10.24014/jej.v5i2.37822>
- Hartono, D., & Darmawan, S. (2019). Pemanfaatan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Jenis Quadcopter untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah (Studi Kasus: Desa Solokan Jeruk Kabupaten Bandung). *Reka Geomatika*, 2018(1). <https://doi.org/10.26760/jrg.v2018i1.2655>
- Hernina, R., & Putra, T. A. (2020). *Foto Udara Digital: Teori dan Praktik* (Menggunakan Agisoft Metashape) <https://www.researchgate.net/publication/357517871>.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Wasle, E. (2008). *GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more*. Springer.
- Iba, Z., & Wardhana, A. (2023). *Metode penelitian*. Eureka Media Aksara.

- Johnson, G. (2014). *Research methods for public administrators*. In *Research Methods for Public Administrators: Third Edition*. <https://doi.org/10.4324/9781315701134>
- Junarto, R., Djurdjani, FB, P., Ferdiansyah, D, A., PK, S., & AR, R. R. (2020). Pemanfaatan Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Untuk Pemetaan Kadaster/ Utilization Of Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Technology For Cadaster Mapping. *Jurnal Agraria Dan Pertanahan*, 6. <https://doi.org/10.31292/jb.v6i1.428>
- Kariyono. (2018). *Evaluasi Kualitas Data Spasial Peta Informasi Bidang Tanah Desa/Kelurahan Lengkap Hasil Pemetaan Partisipatif*. In Departemen Teknik Geomatika Fakultas Teknik Unviversitas Gadjah Mada. <https://etd.repository.ugm.ac.id/>
- Kim, H.-Y. (2013). Statistical notes for clinical researchers: assessing normal distribution (2) using skewness and kurtosis. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 38(1). <https://doi.org/10.5395/rde.2013.38.1.52>
- Kim, T. K., & Park, J. H. (2019). More about the basic assumptions of t-test: Normality and sample size. *Korean Journal of Anesthesiology*, 72(4). <https://doi.org/10.4097/kja.d.18.00292>
- Kraus, K. (2007), *Photogrammetry : Geometry from Images and Laser Scans*, Hubert & Co, GmbH, Germany.
- Kusmiarto. (2017). Problematika Pembinaan Data Spasial Bidang Tanah di Kementerian Agraria dan Tata Ruang/ Badan Pertanahan Nasional. *Prosiding Seminar: Problematika Pertanahan Dan Strategi Penyelesaiannya*. <http://repository.stpn.ac.id/185/>
- Lee, T., Bettinger, P., Merry, K., & Cieszewski, C. (2023). The effects of nearby trees on the positional accuracy of GNSS receivers in a forest environment. *PLoS ONE*, 18(3 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283090>
- Liu, S., Zhang, L., & Li, J. (2016). A dual frequency carrier phase error difference checking algorithm for the GNSS compass. *Sensors (Switzerland)*, 16(12). <https://doi.org/10.3390/s16121988>
- Longman Group UK & Alexander, L. G. (1992). *Longman dictionary of English language and culture*. Longman Group UK.
- Lourakis, M. I. A., Pateraki, M., Karolos, I.-A., Pikridas, C., & Patias, P. (2020). Pose estimation of a moving camera with low-cost, multi-GNSS devices. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIII-B2, 55–62. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2020-55-2020>.
- M.SC, Hadiman. Ir, P. (2006). *Penerapan proyeksi TM-3 derajat untuk pemetaan bidang di daerah perbatasan zona*. Tesis Detail Karya Akhir.

- Mandafania S, N. (2023). (2023) *Pemanfaatan Metode Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Fotogrametri Untuk Rapid Mapping (Studi Kasus: di Sebagian Desa Cikahuripan, Kecamatan Lembang)*. S1 thesis, Universitas Pendidikan Indonesia. <http://repository.upi.edu/id/eprint/89668>
- Mishra, P., Pandey, C. M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C., & Keshri, A. (2019). Descriptive statistics and normality tests for statistical data. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 22(1). https://doi.org/10.4103/aca.ACA_157_18
- Natar, C., Sabri, L. M., & Awaluddin, M. (2020). Analisis Akurasi Model 3 Dimensi Bangunan Dari Foto Secara Tegak Dan Miring (Studi Kasus : Gedung Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro). *Geodesi Undip*, 9(1).
- Nikmatur, R. (2017). Proses Penelitian, Masalah, Variabel dan Paradigma Penelitian. *Jurnal Hikmah*, 14(1).
- Olcina, J.H. (2024). *Posicionamiento GNSS con computación en la nube para aplicaciones de campo*. Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/789d52b8-ee2d-4271-8da0-88ae259d0345/content>
- 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. <https://doi.org/10.32520/jupel.v6i1.2838>
- Quraisy, A. (2022). Normalitas Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov dan Saphiro-Wilk. *J-HEST Journal of Health Education Economics Science and Technology*, 3(1). <https://doi.org/10.36339/jhest.v3i1.42>
- Ramadhani, W. (2020). Implikasi Hukum Terhadap Salah Ukur Tanah Milik Masyarakat oleh BPN Kota Langsa. *JIHK*, 5(2). <https://doi.org/10.46924/jihk.v5i2.29>
- Raza, S., Al-Kaisy, A., Teixeira, R., & Meyer, B. (2022). The Role of GNSS-RTN in Transportation Applications. *Encyclopedia*, 2(3), 1237–1249. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2030083>
- Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk , Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1). <https://doi.org/doi:10.1515/bile-2015-0008>
- Rendra, M. I., Tony Budi Santosa, & Rahmad Ramadhan. (2023). Penyusunan Peta Informasi Bidang Tanah Di Desa Simorejo Kecamatan Kanor Kabupaten Bojonegoro Dengan Pemetaan Partisipatif. *Jurnal SOLMA*, 12(2). <https://doi.org/10.22236/solma.v12i2.11274>
- Ridwan, M., AM, S., Ulum, B., & Muhammad, F. (2021). Pentingnya Penerapan Literature Review pada Penelitian Ilmiah. *Jurnal Masohi*, 2(1). <https://doi.org/10.36339/jmas.v2i1.427>

- Rokhmana, C.A. (2015). The Potential of UAV-based Remote Sensing for Supporting Precision Agriculture in Indonesia, *Procedia Environmental Sciences*, 24, page 245–253. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.03.032>
- S Sai, S., Tjahjadi, M. E., & A Rokhmana, C. (2019). Geometric Accuracy Assessments of Orthophoto Production from UAV Aerial Images. *KnE Engineering*. <https://doi.org/10.18502/keg.v4i3.5876>
- Sabri, L. M., Awaluddin, M., & Amarrohman, F. J. (2019). Implementation of CORS GNSS and local geoid for precise orthometric height determination in land subsidence region (a case study in Semarang City). *Journal of Geospatial Information Science and Engineering (JGISE)*, 2(1), 144–149. <https://doi.org/10.22146/jgise.40828>
- Sanz-Ablanedo, E., Chandler, J. H., Rodríguez-Pérez, J. R., & Ordóñez, C. (2018). Accuracy of unmanned aerial vehicle (UAV) and SfM photogrammetry survey as a function of the number and location of ground control points used. *Remote Sensing*, 10(10), 1606. <https://doi.org/10.3390/rs10101606>
- Saputra, R. A., Fidayanti, N., Noveriady, Ferdinandus, & Novalisae. (2024). Ketelitian geometri hasil pemetaan Run of Mine (ROM) menggunakan Unmanned Aerial Vehicle. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, 4(4), 13113–13124. <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i4.13782>
- Sari, A., & Khomsin, K. (2014). Analisa Perbandingan Ketelitian Penentuan Posisi Dengan GPS RTK-NTRIP dengan Base GPS CORS BIG dari berbagai macam Mobile Provider didasarkan pada Pergeseran Linear (Studi Kasus: Surabaya). *Geoid*, 10(1). <https://doi.org/10.12962/j24423998.v10i1.690>
- Satryadin, M. A. (2025). Akibat hukum cacat administrasi penerbitan sertifikat tanah dalam program pendaftaran tanah sistematis lengkap (PTSL). *Notaire: Jurnal Magister Kenotariatan Universitas Airlangga*, 8(2), 229–248. <https://doi.org/10.20473/ntr.v8i2.68218>
- Satwika, I. P., Suciati, N., Yuniarti, A., & Suwardhi, D. (2024). Enhancing the land cadastral map of Indonesia through parcel boundary alignment. In *2024 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)* (pp. 488–493). IEEE. <http://doi.org/10.1109/ISITIA63062.2024.10668029>
- Sekaran, U., & Bougie, R. (2016). *Research methods for business: A skill-building approach* (7th ed.). Wiley.
- Setiawan, M. A. (2018). *Uji Ketelitian Hasil Pemotretan Dengan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Pada Variasi Topografi Untuk Pengukuran dan Pemetaan Pendaftaran Tanah*. Skripsi STPN Yogyakarta.
- Setiawan, M. A., Wahyono, E. B., & Suyudi, B. (2019). Hasil Pemotretan Unmanned Aerial Vehicle Pada Variasi Topografi Untuk Pengukuran dan Pemetaan. *Tunas Agraria*, 2(1). <https://doi.org/10.31292/jta.v2i1.16>

- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52(3/4). <https://doi.org/10.2307/2333709>
- Sianturi, R. (2025). Uji normalitas sebagai syarat pengujian hipotesis. *Jurnal Pembelajaran dan Matematika SIGMA (JPMS)*, 11(1), 1–14. <https://doi.org/10.36987/jpms.v11i1.7091>
- Spasial, Zona. (2019). Penentuan Posisi pada Survei Foto Udara dengan Pesawat Nirawak. 30 October. <https://zonaspasial.com/tag/postmark/>.
- Stöcker, C., Nex, F., Koeva, M., & Gerke, M. (2020). High-quality UAV-based orthophotos for cadastral mapping: Guidance for optimal flight configurations. *Remote Sensing*, 12(21), 3625. <http://doi.org/10.3390/rs12213625>
- Sucipta Abdi, B. (2020). Uji Akurasi Peta Foto Drone dan Peta Foto GeoKKP di Kantor Pertanahan Kota Kendari. Skripsi STPN Yogyakarta, 21(1).
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung, Alfabeta.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Manajemen*. Bandung, Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung, Alfabeta.
- Supranto, J. (2001). *Statistik: Teori dan Aplikasi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Susanto, (1994). *Penginderaan Jauh Jilid II, Edisi 2*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Susilo, H., Bani, M. N., & Fajarwati, A. N. (2023). Analisis pengaruh jumlah GCP (Ground Control Point) terhadap akurasi peta *orthofoto* pada jalan yang berkarakter curam dengan tikungan tajam hasil pemotretan udara metode UAV-Fotogrametri. *Jurnal Qua Teknika*, 13(1), 61–74. <https://ejournal.unisbablitar.ac.id/index.php/qua/article/view/2723>
- Suyudi, B., & Subroto, T. (2014). *Fotogrametri dan penginderaan jauh* (Edisi revisi, Cet. ke-2). Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional. Yogyakarta
- Taherdoost, H. (2018). Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3205035>
- Terra Drone Indonesia. (2023, July 20). *Terra Drone Indonesia lakukan pemetaan PTSL menggunakan drone di Sumatera Barat*. <https://terra-drone.co.id/terra-drone-indonesia-lakukan-pemetaan-ptsl-menggunakan-drone-di-sumatera-barat/>
- Tjahjadi, ME & Vicard, J. (2019). Kualitas *Orthophoto* terhadap Perbedaan Tinggi Terbang. *Jurnal Geodesi ITN Malang*.

- Ummah, N. I. F., Ruchlihadiana, A., & Mustafa, H. (2023). *Uji akurasi horizontal hasil foto udara metode Post Processing Kinematic (PPK) (Studi kasus Desa Sanggrong, Kecamatan Jatiroto, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah)*. Universitas Winaya Mukti. <https://repo.unwim.ac.id/id/eprint/461>
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probability & Statistics for Engineers & Scientists* (9th ed.). Prentice Hall.
- Wardani, A. K., Cahyono, A. B., & Martono, D. B. (2016). Analisis Metode Delineasi Bidang Tanah Pada Citra Resolusi Tinggi Dalam Pembuatan Kadaster Lengkap. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17173>.
- Warsito, S., & Basyid, M. A. (2025). Uji Kualitas Peta Dasar Metode Fotogrametri untuk Peta Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) (Studi di Desa Mandalasari, Kecamatan Cikalong Wetan, Kabupaten Bandung Barat). *FTSP Series: Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir 2025*, 571–585. Institut Teknologi Nasional Bandung. <https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/ftsp/article/view/4100>
- Wolf, P. R., Dewitt, B. A., & Wilkinson, B. E. (2014). *Elements of photogrammetry with applications in GIS* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Yam, J. H., & Taufik, R. (2021). Hipotesis Penelitian Kuantitatif. *Perspektif : Jurnal Ilmu Administrasi*, 3(2). <https://doi.org/10.33592/perspektif.v3i2.1540>.
- Yaman, A., & Yılmaz, H. M. (2025). Accuracy Investigation on Orthophotos Produced from Digital Aerial Imagery Recorded from Different Altitudes. *Turkish Journal of Geosciences*, 5(1). <https://doi.org/10.48053/turkgeo.1517771>
- Yamin, M., & Zaidar, Z. (2018). Pendaftaran Tanah Dalam Mewujudkan Kepastian Hukum Atas Kepemilikan Tanah Dan Upaya Meminimalisir Konflik Pertanahan. *Jurnal Hukum Samudra Keadilan*, 13(2). <https://doi.org/10.33059/jhsk.v13i2.911>
- Yunus, H.S. (2010). *Metode Penelitian Wilayah Kontemporer*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Yuwono, B. D., & Apsandi, O. A. (2018). Analisis Pengukuran Gns Metode Statik Dengan Variasi Sampling Rate. *Elipsoida : Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 1(02). <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2018.3697>
- Zainul, M., & Atunggal, D. (2023). *Analisis Hasil Penentuan Posisi Metode Rapid Static Dan RTK NTRIP Untuk Titik Kontrol Orde 3 Dan 4 [Skripsi, Universitas Gadjah Mada]*. Universitas Gadjah Mada Repository. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- Zhong, H., Duan, Y., Tao, P., & Zhang, Z. (2025). Influence of ground control point reliability and distribution on UAV photogrammetric 3D mapping accuracy.

Peraturan Perundang-Undangan

Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1960 Nomor 104, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 2043).Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah

Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1997 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3696).

Indonesia. Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 1997.

Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2019 tentang Peta Dasar Pertanahan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2019 Nomor 1066).