

Akurasi dan Efektivitas *Block Adjustment* Menggunakan Titik Kontrol Peta Foto untuk Peningkatan Kualitas Data Bidang Tanah Studi Kasus di Kabupaten Sleman

Desga Perkasa,^{1*} Tanjung Nugroho², Susilo Widiyantoro³

¹ Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional

Jalan Tata Bhumi No. 5 Banyuraden, Gamping, Sleman, Yogyakarta

* Koresponden email: desga48@gmail.com

Vol 3 No.1

May 2025

Received

July 13rd 2025

Accepted

September 3rd
2025

Published

September 3rd
2025

ABSTRACT

This study analyzes the accuracy and effectiveness of block adjustment in improving cadastral data quality by comparing two sources of control points: field measurements using GNSS Real Time Kinematic (RTK) and the interpretation of high-resolution aerial photomaps. The main issue addressed is the inconsistency of parcel coordinates in the PTSL program, particularly in areas that are difficult to access. This research fills the gap by evaluating the use of photomap control points as a practical alternative. The study was conducted in Banyuraden Village, Sleman Regency, involving 72 land parcels across three blocks. Data were quantitatively processed using the PEREKAT plugin in QGIS. Photomap control points had a resolution of $GSD \leq 0.12$ m and positional accuracy of $CE90 \leq 0.4$ m. Distance and area accuracy tests referred to PMNA/KBPN No. 3/1997 and ATR/BPN Regulation No. 21/2019, while effectiveness was assessed using a tolerance of 5% of the survey plan area. The results indicate that validation effectiveness using photomap control points reached 86.57%, compared to 88.06% with field-based control points. Both values fall within the "highly effective" category (ratio $\geq 80\%$). The small difference in effectiveness highlights that photomap control points can serve as an efficient alternative for cadastral mapping in hard-to-reach areas and support the acceleration of digital land administration services.

Keywords: Block Adjustment, Photomap Accuracy, GNSS RTK, PTSL, Digital Land Administration

INTISARI

Penelitian ini menganalisis akurasi dan efektivitas *block adjustment* untuk meningkatkan kualitas data pertanahan dengan membandingkan dua sumber titik control, yaitu pengukuran lapangan berbasis GNSS *Real Time Kinematic* dan interpretasi peta foto udara resolusi tinggi. Permasalahan yang diangkat adalah ketidaksesuaian koordinat bidang tanah dalam program PTSL, khususnya pada wilayah yang sulit dijangkau. Penelitian ini mengisi *gap* dengan mengevaluasi penggunaan titik kontrol peta foto sebagai alternatif. Studi dilakukan di Kalurahan Banyuraden, Kabupaten Sleman, melibatkan 72 bidang tanah pada tiga blok. Data dianalisis secara kuantitatif menggunakan *plugin* PEREKAT pada QGIS. Titik kontrol peta foto memiliki resolusi $GSD \leq 0,12$ m dan ketelitian $CE90 \leq 0,4$ m. Uji akurasi jarak dan luas mengikuti ketentuan PMNA/KBPN No. 3/1997 dan Permen ATR/BPN No. 21/2019, sedangkan uji efektivitas menggunakan toleransi 5 % luas surat ukur. Hasil menunjukkan bahwa efektivitas validasi dengan titik kontrol peta foto mencapai 86,57%, sedangkan dengan kontrol lapangan 88,06%. Keduanya masuk kategori "sangat efektif" (rasio $\geq 80\%$). Selisih efektivitas yang kecil menegaskan bahwa titik kontrol peta foto dapat menjadi alternatif efisien dalam pemetaan bidang tanah di wilayah sulit diakses serta mendukung percepatan digitalisasi layanan pertanahan.

Kata Kunci: *Block Adjustment, Akurasi Peta Foto, GNSS RTK, PTSL, Digitalisasi Layanan Pertanahan*

A. Pendahuluan

Pendaftaran tanah di Indonesia merupakan bagian dari upaya strategis pemerintah untuk memastikan kepastian hukum dan tertib administrasi pertanahan. Melalui program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL), diharapkan seluruh bidang tanah di Indonesia terdaftar pada tahun 2025 (Putri, 2023). Salah satu tantangan utama dalam pelaksanaan program ini adalah memastikan kualitas data spasial yang akurat dan konsisten, mengingat banyaknya

bidang tanah yang belum terpetakan secara memadai (Muhammad dkk., 2022). Masalah ini juga ditambah oleh keberadaan kerangka acuan koordinat yang berbeda dalam survei kadastral, yang dapat menimbulkan *gap* dan *overlap* pada peta bidang tanah (Nugroho dkk., 2024). Untuk itu, metode *block adjustment* menjadi salah satu solusi, karena mampu menyatukan berbagai data pengukuran terdahulu ke dalam satu peta bidang tanah yang konsisten dan terstruktur, sehingga membantu mengatasi masalah tumpang tindih (*overlap*) dan *gap* pada data bidang tanah (Klebanov dan Doytsher, 2009). Di sisi lain, pemanfaatan teknologi UAV juga terbukti mampu meningkatkan kualitas data spasial pertanahan melalui pemetaan ortofoto berakurasi tinggi dengan waktu dan biaya yang lebih efisien (Fahrudin & Mujiburohman, 2024).

Di Indonesia, metode *block adjustment* untuk penataan bidang tanah mulai diterapkan pada tahun 2021 melalui *pilot project* yang dilaksanakan di wilayah Kota Jakarta Barat. Pelaksanaan metode ini diatur dalam Surat Edaran Direktorat Jendral Survei dan Pemetaan Pertanahan dan Ruang Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional nomor 3/SE-300.UK.01.01/VI/2023, yang memberikan arahan terkait peningkatan kualitas data pertanahan secara menyeluruh berbasis blok, baik melalui metode *block adjustment* maupun metode lainnya. Surat Edaran tersebut menjelaskan bahwa untuk pelaksanaan *block adjustment*, dibutuhkan data titik kontrol, yang berupa titik batas yang dapat diidentifikasi di peta maupun di lapangan, sebagai referensi dalam penentuan titik batas bidang tanah pada blok yang akan dilakukan perataan. Selain metode *block adjustment*, *improvement* data spasial blok bidang tanah juga dapat melalui penggunaan peta foto, dengan ketentuan resolusi GSD maksimal $\leq 0,15$ meter dan ketelitian horizontal (CE 90) $\leq 0,5$ meter, guna meningkatkan kualitas data spasial bidang tanah.

Kegiatan peningkatan kualitas data pertanahan bertujuan untuk memperbaiki data dan meningkatkan akurasi informasi pertanahan. Salah satu indikator utama kualitas data pertanahan yang baik dapat dilihat dari jumlah bidang tanah yang tervalidasi dalam peta pendaftaran, serta kemampuan data tersebut dalam menggambarkan kondisi sebenarnya di lapangan (Suhattanto dkk., 2021). Selain itu, peningkatan kualitas data spasial juga berperan penting dalam penyelesaian sengketa pertanahan dengan cara memperbaiki batas tanah, mengurangi tumpang tindih, dan memberikan bukti kepemilikan yang valid (Yudanto & Mujiburohman, 2024). Dalam proses ini, dilakukan penataan peta bidang tanah dan validasi menyeluruh terhadap bidang tanah tersebut. Kualitas data pertanahan saat ini masih dianggap kurang akurat, terbukti dengan adanya bidang tanah yang belum terpetakan dan tumpang tindih pada peta, meskipun tidak ada tumpang tindih yang nyata di lapangan (Kusmiarto, 2017). Selain itu, terdapat ketidaksesuaian luas bidang tanah baik di peta pendaftaran, surat ukur, maupun di lapangan (Handono dkk., 2020). Hal ini disebabkan oleh pengukuran dan pemetaan bidang tanah pada masa lalu yang tidak menggunakan metode dan konsep yang tepat (Suhattanto dkk.,

2021). Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan langkah-langkah peningkatan kualitas data pertanahan melalui penataan menyeluruh terhadap bidang tanah, sehingga menghasilkan data pertanahan yang akurat dan peta pendaftaran yang lengkap dengan akurasi tinggi.

Akurasi dalam proses penataan peta bidang tanah merupakan aspek krusial dalam mendukung peningkatan kualitas dan keandalan hasil pemetaan. Salah satu metode yang dapat meningkatkan akurasi tersebut adalah pemrosesan *bundle adjustment* menggunakan *plugin* PEREKAT pada perangkat lunak QGIS, yang mencakup proses *block transformation* dan *block adjustment*. *Block transformation* bertujuan untuk memperoleh titik-titik batas bidang tanah yang mendekati kondisi lapangan saat ini berdasarkan nilai parameter transformasi.

Transformasi koordinat dalam metode *block adjustment* dapat dilakukan melalui mekanisme transformasi *konform* dan transformasi *affine*. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Klebanov dan Doytsher (2009), metode transformasi *konform* digunakan dalam proses *block adjustment*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi penentuan titik batas bidang tanah dengan metode ini mencapai 3-4 kali lebih baik dibandingkan metode penentuan titik batas menggunakan pendekatan rata-rata titik (Klebanov dan Doytsher, 2009).

Dalam implementasinya, akurasi *block adjustment* dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jumlah, posisi titik kontrol, kualitas data awal, metode transformasi koordinat yang digunakan, serta kondisi geografis wilayah yang diukur (Wicaksono, 2024). Titik kontrol lapangan, yang berasal dari pengukuran langsung di lokasi, umumnya dianggap lebih akurat. Namun, metode ini membutuhkan sumber daya manusia, waktu, dan biaya. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek tersebut, optimalisasi proses *block adjustment* membutuhkan kombinasi data yang berkualitas tinggi.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Agustina dan Tjahjadi (2021) membandingkan akurasi data ortofoto yang dihasilkan dari teknik pemotretan tegak dan miring (*oblique*) berdasarkan standar ketelitian planimetris Badan Pertanahan Nasional (BPN). Studi ini menunjukkan bahwa ortofoto yang dihasilkan melalui pemotretan tegak lebih akurat dan presisi dibandingkan dengan pemotretan miring. Uji akurasi dilakukan dengan menganalisis nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) serta membandingkan hasil pengukuran terestris dengan GPS metode RTK (*Real Time Kinematic*) terhadap deliniasi batas pada ortofoto. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ortofoto dengan teknik pemotretan tegak memenuhi standar ketelitian titik uji yang dikeluarkan BPN untuk peta dasar skala 1:1000, dengan RMSE sebesar 0,084 m, sedangkan pemotretan miring tidak memenuhi standar dengan RMSE sebesar 0,302 m. Namun, kedua teknik memenuhi standar ketelitian jarak dan luas yang ditetapkan oleh BPN. Dengan demikian, teknik pemotretan tegak lebih disarankan dalam pemetaan ortofoto untuk menghasilkan data yang lebih akurat dan sesuai dengan standar yang berlaku (Tjahjadi dkk., 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Angger Dewi Ayuningsih (2020) di Desa Tegalrejo, Kecamatan Grabag, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah, menyoroti pentingnya penggunaan metode delineasi pada foto udara untuk pemetaan bidang tanah dalam rangka percepatan Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL). Dengan memanfaatkan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau *drone*, mereka menghasilkan orthofoto yang diolah menggunakan perangkat lunak *Agisoft Photoscan Professional*. Hasil pengolahan menunjukkan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) horizontal sebesar 0,0207975meter dan *Circular Error 90* (CE90) sebesar 0,03156meter, yang memenuhi standar ketelitian skala 1:1000 sesuai dengan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018.

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa 70% sampel luasan bidang tanah memenuhi toleransi, dengan koordinat X sebesar 96,66% dan koordinat Y sebesar 86,66% yang keduanya memenuhi toleransi. Temuan ini menegaskan bahwa metode *general boundary* pada orthofoto dapat diandalkan untuk kebutuhan bentuk, luas, dan posisi geometrik bidang tanah, sehingga efektif dalam mendukung percepatan PTSL (Ayuningsih, 2020). Penggunaan teknologi terbaru, seperti peta foto udara yang dihasilkan oleh UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), telah membuka peluang untuk mempercepat pemetaan dan meningkatkan akurasi data bidang tanah. Teknologi ini memungkinkan pembuatan orthophoto dengan akurasi tinggi, yang dapat digunakan sebagai referensi dalam proses *block adjustment* (Hao dkk., 2024).

Dengan mempertimbangkan berbagai faktor tersebut, Penelitian ini dilakukan di Kalurahan Banyuraden, Sleman, dengan pertimbangan bahwa wilayah tersebut memiliki permasalahan yaitu adanya *gap/overlap* antar bidang tanah. Berdasarkan data yang diperoleh, luas wilayah Kalurahan Banyuraden 394,87 Ha, dengan luas bidang tanah tumpang tindih mencapai 13,99 Ha. Dengan kata lain, sekitar 3,54% dari luas wilayah tersebut mengalami tumpang tindih, yang menjadi salah satu fokus utama dalam penelitian ini, sehingga menjadi lokasi ideal untuk menguji efektivitas metode *block adjustment*. Selain itu, Kalurahan Banyuraden telah dilengkapi dengan peta foto beresolusi tinggi (GSD $\leq 0,15$ meter), memungkinkan proses analisis dilakukan secara optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji akurasi hasil *block adjustment* menggunakan titik kontrol yang diperoleh dari peta foto dengan *block adjustment* penggunaan titik kontrol dari hasil pengukuran pengamatan satelit. Studi ini diharapkan memberikan kontribusi dalam memilih metode yang paling efektif untuk digunakan dalam konteks yang berbeda, serta memberikan rekomendasi yang berbasis data bagi para pemangku kepentingan di sektor pertanahan. Penelitian ini juga berpotensi menjadi dasar bagi pengembangan lebih lanjut dalam implementasi teknologi dan metode *block adjustment* di Indonesia.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif komparatif untuk membandingkan akurasi dan efektivitas dua metode *block adjustment* bidang tanah:

menggunakan titik kontrol hasil pengukuran GNSS metode RTK dan titik kontrol hasil interpretasi peta foto udara beresolusi tinggi. Penelitian dilaksanakan di Kalurahan Banyuraden, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, yang memiliki 72 bidang tanah tersebar dalam tiga blok (Blok 1: 16 bidang, Blok 2: 22 bidang, Blok 3: 34 bidang).

Data primer berupa koordinat batas bidang tanah diperoleh dari pengukuran GNSS RTK dan hasil *block adjustment* menggunakan plugin PEREKAT di QGIS. Data sekunder berupa peta foto udara ($GSD \leq 0,12$ m; $CE90 \leq 0,4$ m) dan peta pendaftaran dari GeoKKP. Pengumpulan data dilakukan melalui tiga tahap: persiapan alat (GNSS, QGIS, Excel, AutoCAD), pengukuran lapangan menggunakan GNSS RTK dengan referensi InaCORS, dan pengolahan data *block adjustment* menggunakan transformasi konform. Masing-masing blok dianalisis menggunakan 20 titik kontrol. Uji signifikansi dilakukan dengan metode Z-test terhadap posisi batas bidang, sedangkan uji akurasi dilakukan terhadap sisi dan luas bidang tanah, mengacu pada PMNA/KBPN No. 3 Tahun 1997 dan Permen ATR/BPN No. 21 Tahun 2019. Efektivitas diukur berdasarkan rasio jumlah bidang tervalidasi (perbedaan luas $\leq 5\%$ dari Surat Ukur) terhadap total sampel, dan diklasifikasikan berdasarkan tabel efektivitas Litbang Depdagri (1991). Metode ini dirancang agar dapat direplikasi pada lokasi lain dengan kondisi data dan tujuan yang serupa.

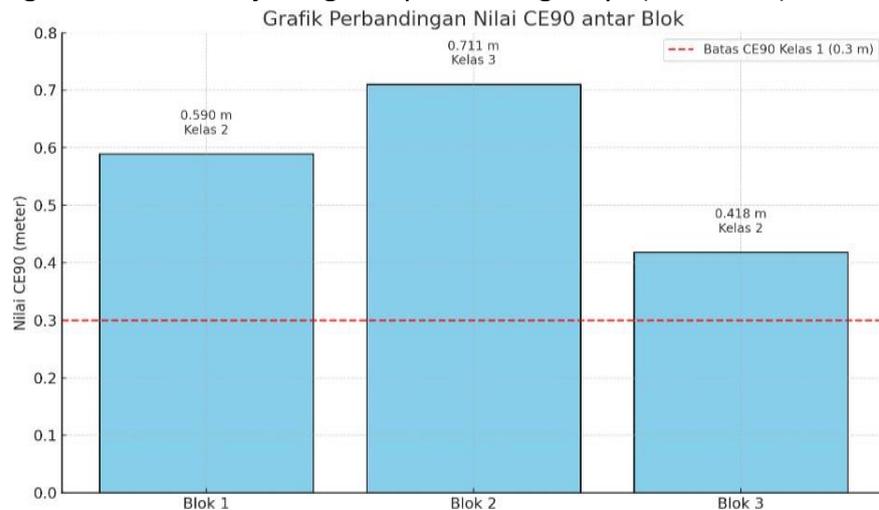
C. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan di Kalurahan Banyuraden, Kapanewon Gamping, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, yang dipilih karena memiliki sarana dan prasarana memadai serta relevan dengan permasalahan spasial data pertanahan, seperti overlap dan gap pada 5.943 dari total 8.728 bidang tanah. Tiga blok sampel yang dianalisis memiliki luas masing-masing 4.586,73 m², 4.902,03 m², dan 6.107,11 m². Tahapan penelitian mencakup persiapan alat seperti GNSS EFIX F7, peta foto, dan software QGIS dengan plugin PEREKAT; survei pendahuluan dan pengukuran koordinat base station dengan metode statik selama 2 jam; pengumpulan data lapangan melalui pengukuran titik kontrol pada batas bidang tanah dan pelaksanaan *block adjustment*; serta pengolahan data menggunakan AutoCAD, ArcGIS, dan Excel untuk menggambar bidang tanah, menghitung luas, dan mengekspor data koordinat hasil *block adjustment*. Titik kontrol diperoleh dari hasil pengukuran GNSS dan interpretasi peta foto, sementara titik ikat ditentukan pada area yang mengalami overlap atau gap. Proses *block adjustment* dilakukan untuk masing-masing metode, menghasilkan data terstruktur yang dianalisis lebih lanjut untuk uji akurasi dan efektivitas.

Analisis Signifikansi

Analisis ini mengevaluasi akurasi hasil *block adjustment* dengan membandingkan titik kontrol dari pengukuran GNSS dan interpretasi peta foto udara pada tiga blok di Kalurahan Banyuraden. Uji signifikansi menggunakan metode Z pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan

antara kedua metode, dengan seluruh nilai Zo (X, Y, dan XY) di bawah ambang batas $Z_a = 1,96$: Blok 1 (1,573; 1,370; 1,440), Blok 2 (1,329; 1,223; 1,288), dan Blok 3 (1,900; 1,652; 1,828). Rata-rata pergeseran koordinat berada dalam rentang 0,121–0,296 meter. Akurasi spasial berdasarkan nilai CE90 menunjukkan Blok 1 (0,590 m) dan Blok 3 (0,418 m) termasuk Kelas 2, sedangkan Blok 2 (0,711 m) Kelas 3 untuk skala 1:1000 sesuai Permen ATR/BPN No. 21 Tahun 2019. Faktor-faktor yang memengaruhi hasil meliputi kualitas data awal bidang tanah, distribusi titik kontrol, dan ketajaman visual peta foto. Dengan demikian, titik kontrol peta foto terbukti memiliki akurasi dan reliabilitas yang setara dengan titik kontrol lapangan, serta layak digunakan dalam penataan bidang tanah secara efisien, terutama di wilayah sulit dijangkau. Berikut disajikan grafik perbandingannya (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik Perbandingan Nilai CE 90 antar blok

Analisis Akurasi



Gambar 2. Persebaran Titik Kontrol Blok 1



Gambar 3. Kesesuaian Sisi Bidang Blok 1

Analisis akurasi jarak pada Blok 1 membandingkan hasil *block adjustment* dari titik kontrol lapangan dengan titik kontrol peta foto terhadap 58 sisi bidang tanah. Berdasarkan toleransi 0,1meter menurut PMNA/KBPN No. 3 Tahun 1997 untuk wilayah permukiman, hasil menunjukkan bahwa 30 sisi (51,72%) tergolong “sesuai” karena memiliki selisih jarak (Δd) $\leq 0,1$ meter, sementara 28 sisi (48,28%) dinyatakan “tidak sesuai” karena $\Delta d > 0,1$ meter. Selisih terbesar ditemukan pada ID 1 sebesar 0,565meter dan terkecil pada ID 41 sebesar 0,006 meter. Hasil interpretasi visual memperlihatkan bahwa sisi yang tidak sesuai umumnya terkonsentrasi di bagianbarat dan tepi luar blok, sedangkan sisi yang sesuai lebih merata di tengah blok. Hal ini menegaskan bahwa distribusi spasial titik kontrol dan kualitas visual peta foto sangat memengaruhi akurasi hasil *block adjustment*, terutama pada area dengan objek visual kompleks atau minimnya titik kontrol.



Gambar 4. Kesesuaian Sisi Bidang Blok 2



Gambar 5. Kesesuaian Sisi Bidang Blok 2

Analisis jarak pada Blok 2 dilakukan terhadap 72 sisi dari 22 bidang tanah dengan menggunakan hasil *block adjustment* titik kontrol lapangan sebagai acuan dan titik kontrol peta foto sebagai objek uji. Berdasarkan batas toleransi 0,1meter sesuai PMNA/KBPN No. 3 Tahun 1997, hanya 31 sisi (43,06%) yang dinyatakan “sesuai”, sedangkan 41 sisi (56,94%) melebihi batas dan tergolong “tidak sesuai”. Selisih jarak terbesar tercatat pada ID 6 sebesar 0,420 meter, sementara yang terkecil terdapat pada ID 69 sebesar 0,007 meter. Visualisasi hasil *block adjustment* menunjukkan bahwa sisi-sisi yang tidak sesuai (berwarna merah) tersebar secara acak namun cenderung terkonsentrasi di bagian tengah dan sisi utara blok, di antara sisi-sisi yang sesuai (berwarna kuning). Sebaran ini menunjukkan ketidakteraturan pola kesalahan, yang diduga dipengaruhi oleh kualitas geometri awal bidang tanah, ketepatan interpretasi titik kontrol dari peta foto, serta distribusi titik kontrol yang kurang merata pada area tersebut.



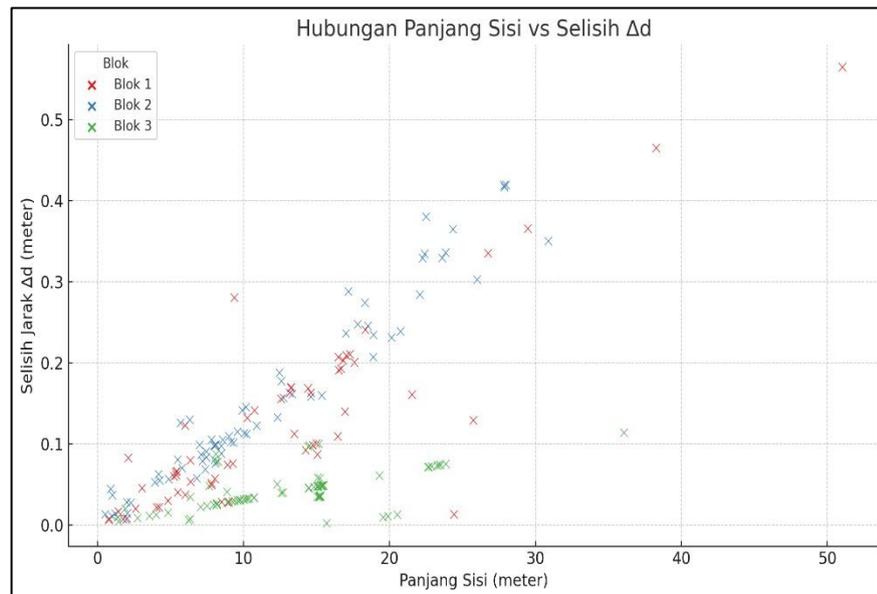
Gambar 6. Kesesuaian Sisi Bidang Blok 3



Gambar 7. Kesesuaian Sisi Bidang Blok 3

Pada Blok 3, analisis perbandingan jarak dilakukan terhadap 97 sisi dari 34 bidang tanah dengan titik kontrol lapangan sebagai acuan dan titik kontrol peta foto sebagai objek uji. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa 95 sisi (97,94%) memiliki selisih jarak (Δd) $\leq 0,1$ meter, memenuhi standar akurasi sesuai PMNA/KBPN Nomor 3 Tahun 1997. Hanya 2 sisi (2,06%) yang melampaui toleransi, dengan Δd tertinggi sebesar 0,114meter (ID 63) dan terkecil hanya 0,002 meter (ID 28). Visualisasi spasial memperlihatkan konsistensi tinggi distribusi sisi yang sesuai, ditandai warna kuning, sementara hanya dua sisi berwarna merah terletak di area padat bangunan di tengah blok. Pola ini menunjukkan keberhasilan proses interpretasi titik kontrol dari peta foto yang dilakukan dengan presisi tinggi. Tingkat kesesuaian yang hampir sempurna menjadikan Blok 3 sebagai representasi ideal penerapan metode *block adjustment* berbasis peta foto, dengan kualitas hasil yang sangat mendukung efisiensi dan akurasi dalam penataan bidang tanah.

Uji akurasi sisi bidang tanah bertujuan menilai perbedaan jarak sisi antara hasil *block adjustment* berbasis titik kontrol lapangan dan peta foto. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Blok 3 memberikan performa terbaik, dengan 97,94% sisi memenuhi batas toleransi akurasi 0,1meter sesuai PMNA/KBPN No. 3 Tahun 1997. Blok 1 mencatat akurasi sedang dengan 51,72% sisi sesuai, sementara Blok 2 menjadi yang terendah, hanya 43,06% sisi memenuhi syarat. Selisih jarak terbesar ditemukandi Blok 1 (0,565 meter), sedangkan selisih terkecil tercatat pada Blok 3 (0,002 meter). Perbedaan hasil ini mencerminkan pengaruh signifikan dari faktor lokal, seperti distribusi titik kontrol, kualitas geometri awal bidang tanah, serta ketajaman interpretasi visual peta foto yang digunakan dalam proses *block adjustment*.



Gambar 8. Grafik Panjang Sisi dan Selisih

Dari hasil grafik hubungan panjang sisi dan selisih (Δd), terlihat bahwa semakin panjang sisi bidang tanah, cenderung semakin besar pula nilai Δd -nya. Ini karena sisi yang panjang lebih rentan terhadap kesalahan, terutama jika titik kontrol tidak merata atau bentuk bidangnya tidak teratur.

Uji akurasi luas bidang tanah berdasarkan PMNA/KBPN No. 3 Tahun 1997 menunjukkan bahwa seluruh sampel pada Blok 1 (16 bidang), Blok 2 (22 bidang), dan Blok 3 (34 bidang) memenuhi toleransi selisih luas ($\Delta L \leq \frac{1}{2}VL$). Blok 3 menampilkan performa terbaik, dengan seluruh bidang menunjukkan ΔL rendah dan stabil, di mana lebih dari 60% berada di bawah 1 m^2 , dan selisih terkecil mencapai hanya $0,016 \text{ m}^2$ (ID 3). Blok 1 mencatat ΔL tertinggi sebesar $10,210 \text{ m}^2$, namun seluruh bidang tetap sesuai toleransi, menunjukkan bahwa kualitas pengukuran masih dalam batas aman meskipun distribusi titik kontrol belum optimal. Blok 2 memiliki hasil moderat dengan ΔL maksimum $2,854 \text{ m}^2$ dan mayoritas bidang menunjukkan selisih kecil ($<1 \text{ m}^2$). Secara keseluruhan, metode *block adjustment* berbasis titik kontrol dari peta foto terbukti memberikan ketelitian luas yang memadai, dengan faktor distribusi titik kontrol, kondisi topografi, dan kualitas data awal sebagai penentu utama keberhasilannya.

Perbedaan signifikan antarblok meskipun lokasi berdekatan dapat dijelaskan oleh variasi kondisi lokal. Misalnya, distribusi titik kontrol pada Blok 3 lebih merata sehingga menghasilkan transformasi yang stabil, sementara Blok 2 cenderung memiliki sebaran titik yang terkonsentrasi di area tertentu, menurunkan ketelitian di bagian lain. Selain itu, kualitas data awal bidang tanah di tiap blok kemungkinan berbeda; Blok 3 relatif lebih bersih dari gap/overlap sehingga mudah ditata ulang, sedangkan Blok 2 masih menyimpan ketidakteraturan geometri historis. Faktor lain yang mungkin berpengaruh adalah kondisi visual citra: area dengan tutupan bangunan padat atau vegetasi dapat menyulitkan interpretasi titik kontrol, sehingga memperbesar deviasi hasil. Dengan demikian, variasi akurasi antarblok tidak hanya

ditentukan oleh kedekatan geografis, tetapi juga oleh kualitas data awal dan karakteristik fisik masing-masing blok.

Analisis Efektivitas

Analisis efektivitas metode *block adjustment* dilakukan dengan membandingkan luas bidang tanah hasil pengolahan titik kontrol dari peta foto terhadap data luas dalam GeoKPP, dengan acuan toleransi maksimal sebesar 5% sesuai Petunjuk Teknis PTSL 2021. Dari total 72 bidang tanah yang diuji, sebanyak 67 bidang memiliki dokumen Surat Ukur yang valid dan digunakan dalam perhitungan. Validasi dilakukan dengan menghitung deviasi antara luas hasil *block adjustment* dan data resmi, serta menilai apakah selisih tersebut berada dalam batas toleransi. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar bidang memenuhi syarat efektivitas validasi, menandakan bahwa pendekatan dengan titik kontrol dari peta foto layak digunakan sebagai alternatif dalam proses percepatan PTSL, terutama pada wilayah dengan keterbatasan pengukuran lapangan secara langsung.

Tabel 1. Hasil perhitungan toleransi bidang tanah untuk validasi

Toleransi 5%	Jumlah Bidang Tanah Blok 1	Jumlah Bidang Tanah Blok 2	Jumlah Bidang Tanah Blok 3	Persentase
Masuk Toleransi (BA Peta Foto)	13	16	29	86.57%
Tidak Masuk Toleransi (BA Peta Foto)	3	4	2	13.43%
Masuk Toleransi (BA Lapangan)	13	16	30	88.06%
Tidak Masuk Toleransi (BA Lapangan)	3	4	1	11.94%

Efektivitas metode *block adjustment* menunjukkan hasil sangat baik, dengan validasi bidang tanah mencapai 86,57% untuk titik kontrol dari peta foto dan 88,06% untuk titik kontrol lapangan. Kedua nilai berada dalam kategori “sangat efektif” menurut klasifikasi Litbang Depdagri (1991), yang menetapkan ambang efektivitas pada 80%-100%. Selisih efektivitas yang kecil sebesar 1,49% menunjukkan bahwa metode menggunakan peta foto dapat mendekati akurasi metode lapangan. Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan titik kontrol dari peta foto merupakan alternatif yang layak dan efisien, terutama di lokasi dengan keterbatasan akses, waktu, dan sumber daya.

D. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa metode *block adjustment* menggunakan titik kontrol dari peta foto Kantor Pertanahan Kab. Sleman memiliki akurasi yang setara secara statistik dengan metode berbasis pengukuran lapangan GNSS. Hasil uji menunjukkan bahwa seluruh blok memiliki nilai Zo di bawah batas kritis 1,96, sehingga tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua pendekatan. Nilai CE90 juga mengindikasikan tingkat akurasi spasial yang memadai, terutama pada Blok 3 (0,418 m). Dari sisi ketelitian, Blok 3 menunjukkan hasil terbaik dengan 97,94% sisi memenuhi toleransi 0,1 meter, sementara seluruh bidang di ketiga blok dinyatakan lolos uji akurasi luas sesuai standar PMNA/KBPN No. 3 Tahun 1997. Dari sisi efektivitas, metode ini menunjukkan tingkat efektivitas validasi sebesar 86,57%, dikategorikan “sangat efektif” menurut Litbang Depdagri, menjadikannya alternatif andal untuk validasi data pertanahan. Temuan ini memberikan implikasi praktis bahwa Kantor Pertanahan dapat memanfaatkan titik kontrol dari peta foto sebagai alternatif efisien dalam peningkatan kualitas data, sehingga proses validasi bidang tanah lebih cepat dan tetap akurat, khususnya di wilayah yang sulit dijangkau.

E. Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran dapat disampaikan untuk mendukung implementasi metode *block adjustment* berbasis titik kontrol dari peta foto. Pertama, distribusi titik kontrol sebaiknya dilakukan secara merata dan mencakup seluruh area blok bidang tanah untuk menghindari distorsi geometri, terutama pada bagian tepi yang rawan kesalahan. Kedua, karena penelitian ini hanya membandingkan hasil *block adjustment* antara titik kontrol dari peta foto dan titik kontrol hasil pengukuran lapangan, maka disarankan agar penelitian selanjutnya melakukan perbandingan langsung antara hasil *block adjustment* peta foto dengan data pengukuran lapangan secara menyeluruh, guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terkait akurasi dan keandalannya. Ketiga, penggunaan metode gabungan antara GNSS dan peta foto juga perlu dieksplorasi dalam studi lanjutan untuk menilai potensi peningkatan akurasi yang bisa dicapai. Terakhir, metode *block adjustment* dengan titik kontrol dari peta foto dinilai layak untuk digunakan di lapangan, khususnya pada wilayah yang sulit dijangkau. Namun, kondisi tutupan lahan perlu menjadi perhatian utama karena dapat mempengaruhi keakuratan interpretasi batas bidang tanah dari citra foto, kemudian Perlunya dilakukan penelitian lanjutan untuk berbagai jenis peta foto dengan perbedaan nilai *Ground Sampling Distance* (GSD) dan *Circular Error 90%* (CE90) yang berbeda-beda, guna mengetahui pengaruh variasi spesifikasi teknis tersebut terhadap tingkat akurasi dan efektivitas metode *block adjustment* dalam peningkatan kualitas data bidang tanah.

Daftar Pustaka

- Aditya, T., Santosa, P. B., & Widjajanti, N. (2023). Modul Teori Workshop Pemanfaatan Plugin *Block adjustment* (Perekat). In *Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM*.
- Aisiyah, N., & Erawanta, T. T. (2010). Sistem informasi pertanahan sebagai alat untuk pengembangan. *Jurnal Magistra*, 72.
- Ayuningsih, A. D. (2020). *Pemetaan Bidang Tanah Metode Delineasi pada Foto Udara dalam Pembuatan Kadastral Lengkap (Studi Kasus: Sebagian Desa Tegalrejo, Kecamatan Grabag, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah)* [Universitas Gadjah Mada]. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/187692>
- Bywaran Panamuan, O., Syafei, M., & Pertanahan Kabupaten Kubu Raya, K. (2023). Penerapan Validasi Sertifikat Di Kantor Pertanahan Kabupaten Kubu Raya Menuju Pelayanan Elektronik. *Tanjungpura Journal of Law*, 2(1), 181–200. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/nestor>
- Fahrudin, M. F., & Mujiburohman, D. A. (2024). Pemanfaatan Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dalam Peningkatkan Kualitas Data Spasial Pertanahan. *Kadaster: Journal of Land Information Technology*, 2(1), 35–49. <https://doi.org/10.31292/kadaster.v2i1.29>
- Fauzan, R. D., Nugroho, T., & Suhattanto, M. A. (2019). Penggunaan Mobile Base Station South Tipe Galaxy G1 untuk Percepatan Pengukuran Bidang Tanah. *Tunas Agraria*, 2(1), 220–243. <https://doi.org/10.31292/jta.v2i1.24>
- Gay, L. R., Geoffrey E. Mills, & Peter Airasian. (2012). *Educational Research: Competencies for Analysis and Application, 10th edition, Inc, Pearson Education*.
- Ghilani, C. D., & Wolf, P. R. (2006). *Adjustment Computations: Spatial Data Analysis* (1st (ed.)). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470121498>
- Handono, A. B., Suhattanto, M. A., & Nugroho, A. (2020). Strategi Percepatan Peningkatan Kualitas Data Pertanahan di Kantor Pertanahan Kabupaten Karanganyar. *Tunas Agraria*, 3(3). <https://doi.org/10.31292/jta.v3i3.125>
- Hao, M., Yu, H., Li, J., Zhang, Z., & Wang, P. (2024). A Block Registration Strategy for Unmanned Aerial Vehicle Orthorectified Images with Whole First and Local Later. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 18, 1670–1680. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2024.3507276>
- Hertati, D. (2019). *Efektivitas Pelayanan Surat Izin Usaha Perdagangan Melalui Surabaya Single Windows Di Unit Pelayanan Terpadu Satu Atap Surabaya Pusat Kota Surabaya*.
- I Wayan, K. (2019). *Strategi dan Progres Pembangunan “Kota Lengkap” Di Kantor Pertanahan Kota Denpasar* [Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional]. <http://repository.stpn.ac.id/id/eprint/484>
- Kariyono. (2018). *Evaluasi Kualitas Data Spasial Peta Informasi Bidang Tanah Desa/Kelurahan Lengkap Hasil Pemetaan Partisipatif* [Universitas Gadjah Mada]. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/157736>
- Klebanov, M., & Doytsher, Y. (2009). *Cadastral Triangulation: A Block adjustment*

Approach for Joining Numerous Cadastral Blocks Cadastral Triangulation: A Block adjustment Approach for Joining Numerous Cadastral Blocks. October.
<https://journal.fi/njs/article/view/2554>

- Kusmiarto. (2017). Problematika Pembetulan Data Spasial Bidang Tanah di Kementerian Agraria dan Tata Ruang/ Badan Pertanahan Nasional. *Prosiding Seminar: Problematika Pertanahan Dan Strategi Penyelesaiannya*, 179–187. <http://repository.stpn.ac.id/185/>
- Kusyaeri, A. (2019). *Partisipasi Masyarakat Dalam Penyiapan Peta Kerja Untuk Mendukung Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap Di Kabupaten Karang Anyar* [Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional]. <http://repository.stpn.ac.id/id/eprint/472>
- Mahmudi. (2015). *Manajemen Kinerja Sektor Publik Edisi 3*. Unit Penerbitan dan Percetakan Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN.
- Marbawi. (2015). Survei Pendahuluan Deformasi Muka Tanah Dengan Pengamatan GPS Di Kabupaten Demak (Studi Kasus: Pesisir Pantai Kecamatan Sayung). *Jurnal Geodesi Undip Oktober 2015*, 4, 316–324. <https://www.neliti.com/publications/84920>
- McLauchlan, P., & Jaenicke, A. (2002). *Image Mosaicing using Sequential Bundle Adjustments*. 62.1-62.10. <https://doi.org/10.5244/c.14.62>
- Muhammad, Y. F. W., Haryanto, H., Amiludin, & Ahmad, D. N. F. (2022). Hambatan Dalam Pelaksanaan Program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL). *Jurnal Inovasi Dan Kreativitas (Jika)*, 2(1), 49–68. <https://doi.org/10.30656/jika.v2i1.5082>
- Panca Wijaya, A. (2019). *Analisis Ketelitian Rektifikasi Citra Pleiades 1B Dan Foto Udara Dalam Pembuatan Peta Dasar RDTRK Skala Besar Daerah Perkotaan Padat Penduduk (Studi Kasus: Kecamatan Simokerto, Surabaya)*.
- Ridwan, M. (2018). *Pemetaan Indeks Grafis Dalam Penanganan Kluster 4 PTSL Untuk Terwujudnya Desa Lengkap (Di Desa Tukum Kecamatan Tekung Kabupaten Lumajang)*. <http://repository.stpn.ac.id/id/eprint/915>
- Suhattanto, M. A., Sarjita, S., Sukayadi, S., & Mujiburohman, D. A. (2021). Kualitas Data Pertanahan Menuju Pelayanan Sertifikat Tanah Elektronik. *Widya Bhumi*, 1(2), 100–114. <https://doi.org/10.31292/wb.v1i2.11>
- Nugroho, T., Suharto, E., Sunarto, Febriantoro Wibowo, F., & Ajie, K. (2024). Analisis Jamaknya Kerangka Acuan Koordinat dalam Survei dan Pemetaan Kadastral : Studi di Daerah Magelang dan Sleman. *Kadaster: Journal of Land Information Technology*, 2(1), 50–65. <https://doi.org/10.31292/kadaster.v2i1.32>
- Wolf, P. R. (1993). *Elemen Fotogrametri Dengan Interpretasi Foto Udara dan Penginderaan Jauh, Edisi Kedua*, Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- Yudanto, D. C., & Mujiburohman, D. A. (2024). Peningkatan Kualitas Data Spasial sebagai Upaya Penyelesaian Sengketa Pertanahan. *Kadaster: Journal of Land Information Technology*, 2(1), 1–13. <https://doi.org/10.31292/kadaster.v2i1.28>