

PENATAAN DAN REKONSTRUKSI BATAS BIDANG TANAH PTSL MENGGUNAKAN METODE *BLOCK ADJUSTMENT* DAN *PLUGIN PEREKAT*

Lalu Ubai Abdillah¹, Trias Aditya² *

¹ Mahasiswa Magister Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Indonesia

² Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Jalan Grafika No. 2, Teknik Geodesi, Fakultas Teknik UGM, Sinduadi, Mlati, Sleman, 52844

* Koresponden email: triasaditya@ugm.ac.id

Vol. 6, No. 1

April 2026

Received

Aug 14th, 2025

Accepted

March 26th, 2026

Published

April 16th, 2026

ABSTRACT

During the implementation of Complete Systematic Land Registration (PTSL), spatial discrepancies frequently arise between previously certified land data and new measurement results. These inconsistencies typically involve shifts in position, shape deformations, area differences, and overlapping parcels, necessitated by the need for precise spatial adjustment and arrangement. Traditional manual methods relying on basic repositioning, rotation, and translation are prone to human error and struggle to maintain spatial topology and consistency between adjacent parcels. This study evaluates the application of the Block Adjustment method using the PEREKAT plugin in QGIS to improve spatial data quality. The research was conducted in Suwaru Village, Tulungagung Regency, a designated 2023 PTSL site. The effectiveness of the arrangement was assessed through area accuracy and significance tests on 74 previously mapped certified parcels. The results demonstrate that 69 parcels (93%) fell within the area accuracy tolerance thresholds established by the 2022 PTSL Technical Guidelines. Furthermore, a significance test at a 95% confidence level yielded a Z_o value of 0.734, which is lower than the Z_a critical value of 1.96, indicating that the adjustments are statistically acceptable. These findings confirm that the PEREKAT plugin is an effective tool for automated land parcel rearrangement, ensuring high-quality spatial data in PTSL projects.

Keywords: *Block Adjustment, Certified Land Parcels, PTSL*

INTISARI

Dalam pelaksanaan kegiatan PTSL, sering ditemukan ketidaksesuaian spasial antara bidang tanah bersertifikat terpetakan dengan hasil pengukuran baru. Ketidaksesuaian ini mencakup perbedaan posisi, bentuk, luas, hingga tumpang tindih bidang tanah. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian dan penataan spasial. Saat ini, proses penataan umumnya dilakukan secara manual (reposisi, rotasi, dan translasi), namun metode tersebut rentan terhadap kesalahan dan sulit menjaga konsistensi spasial antarbidang. Penelitian ini menerapkan metode *Block Adjustment* menggunakan *plugin* PEREKAT pada perangkat lunak QGIS untuk menata bidang tanah sekaligus menguji efektivitasnya dalam mendukung peningkatan kualitas data spasial. Penelitian berlokasi di Desa Suwaru, Kabupaten Tulungagung, yang ditetapkan sebagai lokasi PTSL Tahun 2023. Evaluasi hasil penataan dilakukan melalui uji akurasi luas dan uji signifikansi terhadap 74 bidang tanah bersertifikat terpetakan. Hasilnya, 69 bidang (93%) memenuhi toleransi akurasi luas mengacu pada Petunjuk Teknis PTSL 2022. Hasil uji signifikansi pada taraf kepercayaan 95% menunjukkan nilai Z_o (0,734) lebih kecil dari Z_a (1,96), sehingga hasil penataan dapat diterima secara statistik. Hal ini membuktikan bahwa metode *Block Adjustment* dengan *plugin* PEREKAT pada QGIS efektif digunakan untuk penataan spasial bidang tanah pada kegiatan PTSL.

Kata Kunci : *Block Adjustment, Bidang Tanah Bersertifikat Terpetakan, PTSL*

A. Pendahuluan

Kualitas bidang tanah merupakan aspek fundamental dalam penyelenggaraan pendaftaran tanah karena menjadi dasar bagi tercapainya kepastian hukum serta

perlindungan hak atas tanah ([Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah, 1997](#)). Ketepatan posisi, bentuk, dan luas bidang tanah sangat menentukan validitas data spasial yang tercantum dalam sertifikat, sekaligus mengurangi potensi terjadinya sengketa, tumpang tindih, maupun ketidakpastian batas ([Junarto dkk., 2020](#)). Dalam konteks administrasi pertanahan, kualitas bidang tanah yang baik tidak hanya menjamin akurasi informasi pertanahan, tetapi juga mendukung fungsi administrasi dalam menyediakan data yang tertib, akurat, dan dapat diandalkan bagi kepentingan perencanaan pembangunan, penataan ruang, investasi, maupun pelayanan publik ([Enemark, 2004](#)). Sebaliknya, rendahnya kualitas bidang tanah berpotensi melemahkan fungsi administrasi pertanahan serta menimbulkan berbagai persoalan di kemudian hari. Oleh karena itu, peningkatan kualitas bidang tanah menjadi aspek krusial dalam mendukung keberhasilan program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) sekaligus memperkuat administrasi pertanahan secara berkelanjutan ([Junarto & Suhattanto, 2022](#); [Sutaryono dkk., 2023](#)).

Pada pelaksanaan Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL), masih sering ditemukan ketidaksesuaian antara data spasial bidang tanah yang telah bersertifikat dengan kondisi nyata di lapangan. Ketidaksesuaian tersebut mencakup perbedaan posisi, bentuk, dan luas bidang tanah, serta adanya tumpang tindih antar bidang tanah bersertifikat yang terpetakan pada peta pendaftaran. Variasi kualitas bidang tanah yang sudah terpetakan sebelumnya umumnya dipengaruhi oleh heterogenitas dalam *methods, measurements, materials, manpower, management, dan machines* (6M) yang digunakan dalam proses pendaftaran tanah ([Aditya dkk., 2021](#)). Perbedaan dalam penerapan metode dan teknik pengukuran memengaruhi tingkat ketelitian data spasial yang dihasilkan, sementara kualitas material seperti peta dasar dan data pendukung turut menentukan akurasi geometrik. Di sisi lain, kapasitas sumber daya manusia dan efektivitas manajemen memengaruhi konsistensi pelaksanaan serta pengendalian mutu. Variasi spesifikasi dan kondisi peralatan yang digunakan juga berkontribusi terhadap ketelitian hasil pengukuran. Oleh karena itu, ketidakhomogenan pada faktor-faktor tersebut berpotensi menimbulkan inkonsistensi spasial antar bidang tanah, baik dalam aspek posisi, bentuk, maupun luas. Kondisi ini berimplikasi serius, mengingat kasus pertanahan yang paling banyak terjadi di peradilan Indonesia berkaitan dengan tumpang tindih kepemilikan hak atas tanah, dengan persentase sebesar 30,65%, yang dalam banyak kasus menempatkan BPN pada posisi yang kalah ([Marryanti dkk., 2021](#)). Fenomena tersebut menunjukkan adanya kelemahan dalam pemenuhan aspek fisik maupun yuridis sebagaimana diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria ([Republik Indonesia, 1960](#)) dan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah ([Pemerintah Republik Indonesia, 1997](#)).

Berdasarkan data dari *dashboard* KKP Kementerian ATR/BPN pada tahun 2022, tercatat bahwa sejak pelaksanaan kegiatan PTSL pada tahun 2017, total pengajuan

deklarasi desa lengkap baru mencapai 2.203 desa/kelurahan dari seluruh wilayah Indonesia. Capaian ini menunjukkan bahwa masih terdapat banyak desa/kelurahan yang belum memenuhi persyaratan untuk memperoleh status deklarasi desa lengkap. Salah satu faktor utama yang menyebabkan keterlambatan tersebut adalah masih adanya tumpang tindih bidang tanah pada peta pendaftaran yang belum terselesaikan secara menyeluruh. Kondisi ini menegaskan perlunya upaya sistematis dalam penataan dan koreksi spasial bidang tanah, baik untuk memperbaiki kualitas data yang sudah ada maupun untuk mendukung keberhasilan program PTSL secara nasional.

Upaya peningkatan kualitas data spasial bidang tanah dalam pelaksanaan program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) telah menjadi bagian dari kegiatan PTSL, sebagaimana diatur dalam Petunjuk Teknis PTSL Tahun 2022, yang menegaskan bahwa kegiatan PTSL tidak hanya mencakup pengukuran dan pemetaan bidang tanah yang belum terdaftar, tetapi juga peningkatan kualitas bidang tanah yang telah terpetakan sebelumnya. Meskipun demikian, praktik yang selama ini diterapkan masih bersifat manual, yaitu melalui reposisi, rotasi, dan translasi bidang tanah secara individual. Pendekatan manual tersebut memiliki berbagai keterbatasan, antara lain rentan terhadap kesalahan teknis, kesulitan dalam menjaga konsistensi spasial antar bidang, serta memerlukan alokasi waktu dan sumber daya yang relatif besar. Kondisi tersebut menyebabkan efektivitas penataan spasial bidang tanah dalam mendukung pencapaian tujuan PTSL belum optimal. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih sistematis dan terukur, salah satunya melalui penerapan metode *Block Adjustment*.

Metode *Block Adjustment* memungkinkan dilakukannya koreksi spasial secara simultan terhadap sekumpulan bidang tanah, sehingga proses penataan menghasilkan data yang lebih konsisten, efisien, dan akurat. Dengan memanfaatkan prinsip *least squares adjustment*, metode ini mengolah peta pendaftaran tanah melalui pendekatan matematis untuk meminimalkan kesalahan spasial pada posisi bidang tanah. Proses penyesuaian tersebut tidak hanya mengurangi potensi terjadinya celah (*gap*) dan tumpang tindih (*overlap*), tetapi juga menghasilkan koordinat yang secara statistik lebih representatif dan mendekati kondisi sebenarnya di lapangan ([Yulaikhah dkk., 2023](#)).

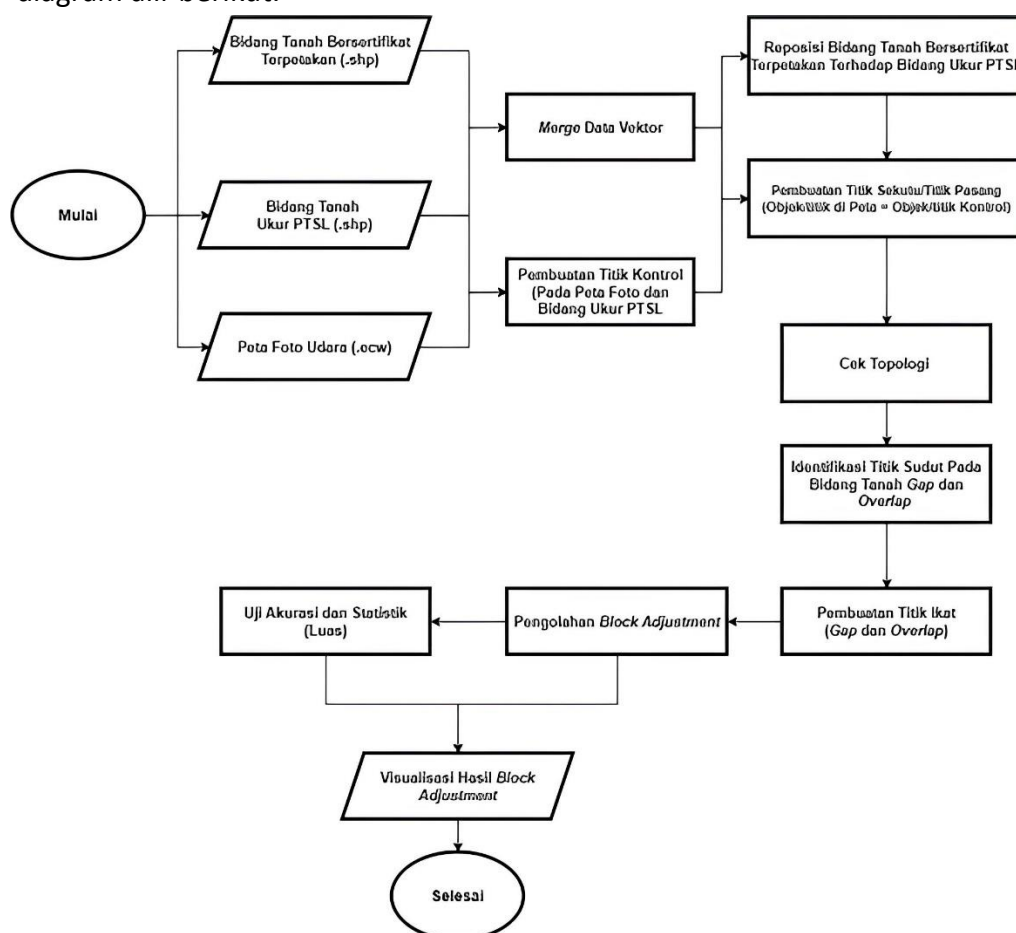
Penelitian ini dilaksanakan di Desa Suwaru, Kecamatan Bandung, Kabupaten Tulungagung, yang ditetapkan sebagai salah satu lokasi kegiatan Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) Tahun 2023. Proses penataan spasial dilakukan dengan menerapkan metode *Block Adjustment* menggunakan *plugin* PEREKAT pada perangkat lunak QGIS. *Plugin* ini dipilih karena memiliki kemampuan untuk melakukan koreksi spasial secara efisien, sistematis, dan dapat menyesuaikan dengan bentuk bidang tanah yang beragam atau tidak beraturan pada kegiatan penataan bidang tanah bersertifikat dengan bidang tanah hasil pengukuran PTSL.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menguji efektivitas penerapan metode *Block Adjustment* dalam mendukung kegiatan PTSL, khususnya dalam upaya meningkatkan kualitas spasial bidang tanah bersertifikat yang telah terpetakan.

Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi sekaligus masukan yang konstruktif bagi pengembangan standar teknis yang dapat dijadikan acuan oleh surveyor kadastral dalam proses perbaikan dan peningkatan kualitas data spasial bidang tanah.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Desa Suwaru, Kecamatan Bandung, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur yang ditetapkan sebagai lokasi kegiatan PTSL Tahun 2023. Jumlah sampel bidang tanah yang diteliti sebanyak 74 bidang tanah terpetakan yang bersumber dari GeoKKP Kantor Pertanahan Kabupaten Tulungagung tersebar pada empat blok pada peta bidang tanah PTSL Desa Suwaru (Blok A, Blok B, Blok C, dan Blok D) dan Peta Foto Udara di Desa Suwaru dalam format (.ecw). Pengolahan *Block Adjustment* menggunakan *plugin PEREKAT* pada perangkat lunak QGIS. Data dan tahapan pelaksanaan kegiatan dapat dilihat pada Gambar 1 diagram alir berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025

Pada Gambar 1, diagram alir menjelaskan tahapan pelaksanaan penelitian, namun dari tahapan-tahapan tersebut, terdapat tahapan yang perlu disesuaikan pada penerapan metode *Block Adjustment* untuk penataan bidang tanah

bersertifikat pada lokasi PTSL, yaitu pada proses reposisi bidang tanah dan identifikasi jumlah *vertex* pada bidang tanah yang akan diolah.

Reposisi bidang tanah perlu dilakukan karena berdasarkan hasil identifikasi sampel bidang tanah bersertifikat terpetakan di peta GeoKKP pada lokasi penelitian, menunjukkan bahwa posisi relatif bidang tanah bersertifikat terpetakan terhadap hasil pengukuran PTSL memiliki variasi akurasi penggambaran antara $\pm 0,3$ m hingga $\pm 78,22$ m, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sampel Hasil Identifikasi Akurasi Plotting Bidang Tanah

No	NIB	Bidang Tanah Bersertifikat GeoKKP		Bidang Tanah Hasil Pengukuran		Jarak D (m)
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
1	00115	120102,5842	596297,691	120101,838	596304,571	6,905
2	00117	121207,2473	595878,644	121205,857	595880,322	2,234
3	00120	120857,7798	595879,179	120855,895	595877,833	1,969
4	00122	120036,8512	596375,483	120035,512	596376,922	1,391
5	00123	120284,4895	596367,724	120278,234	596374,735	10,592
6	00124	119979,6792	596380,271	119983,96	596391,606	12,011
7	00125	119985,0384	596365,472	119989,319	596376,807	14,744
8	00126	120224,0037	596377,533	120206,867	596385,267	18,288
9	00127	119967,061	596504,323	119976,198	596503,56	9,192
10	00128	121241,4699	595598,936	121246,996	595617,649	11,058
11	00129	120192,4328	596485,215	120200,325	596489,003	9,47
12	00130	119984,4339	596319,281	119988,714	596330,616	11,665
13	00131	120734,169	596238,573	120739,244	596239,195	4,758
14	00132	120892,1036	595893,256	120889,95	595888,141	6,113
15	00133	119664,4224	596214,019	119668,433	596292,255	78,221

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025

Reposisi bidang tanah dilakukan dengan cara mengikatkan satu atau dua koordinat batas bidang tanah bersertifikat terpetakan yang teridentifikasi bersebelahan dengan bidang tanah hasil pengukuran PTSL. Reposisi bidang tanah tidak mengubah ukuran atau bentuk bidang tanah, hanya menempatkan ulang posisi bidang tanah bersertifikat terpetakan ke batas bidang yang bersebelahan.

Pembuatan titik sekutu/pasangan dilakukan dengan mengidentifikasi posisi atau objeknya di peta pendaftaran (GeoKKP) dengan posisi atau objek yang sama di lapangan atau pada peta foto. Terdapat dua jenis transformasi yang digunakan pada *plugin* PEREKAT, yaitu jenis transformasi konform menggunakan rumus persamaan (1) dan jenis transformasi affine menggunakan rumus persamaan (2). Proses pembuatan titik sekutu pada *plugin* PEREKAT dilakukan dengan cara menandai atau memberikan nomor ID yang sama pada kedua titik yang dipasang.

Pengolahan pada *Block Adjustment* terdiri dari dua proses perhitungan secara bersamaan yaitu proses transformasi koordinat dan proses penentuan koordinat batas bidang tanah yang optimal sehingga peta bidang tanah tersusun rapi tanpa *gap* dan *overlap* (Yulaikhah dkk., 2023). Algoritma *Block Adjustment* mengadopsi

Cadastral Triangulation. Algoritma ini menggunakan model matematika transformasi konform ([Klebanov & Doytsher, 2009](#)) sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} Y_t \\ X_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_o \\ X_o \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

Keterangan:

X_b, Y_t : koordinat target (koordinat batas bidang tanah hasil pengukuran lapangan yang akan dijadikan sebagai objek target transformasi)

X_o, Y_o : koordinat *origin* (koordinat batas bidang tanah GeoKKP yang akan ditransformasikan)

a, b : parameter skala dan rotasi pada sumbu X dan Y

c, d : parameter translasi (pergeseran) pergeseran pada sumbu X dan Y

Selain itu, transformasi affine dapat digunakan sebagai persamaan berikut ([Wolf & Dewitt, 2014](#)) :

$$\begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ d & e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_o \\ Y_o \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ f \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

Keterangan :

X_b, Y_t : koordinat target, yaitu koordinat batas bidang tanah hasil pengukuran lapangan yang digunakan sebagai acuan transformasi

X_o, Y_o : koordinat asal (origin), yaitu koordinat batas bidang tanah pada peta GeoKKP yang akan ditransformasikan

a, b, d, e : parameter transformasi linear yang merepresentasikan skala, rotasi, dan *shear* (kemiringan)

c, f : parameter translasi (pergeseran) pada sumbu X dan Y

Pada penelitian ini, metode transformasi yang digunakan adalah transformasi konform. Transformasi konform dipilih karena mampu memperbaiki perbedaan translasi, rotasi, dan skala secara menyeluruh, sekaligus mempertahankan bentuk dan sudut objek agar tetap proporsional. Dengan demikian, bidang tanah hasil penataan tidak mengalami distorsi bentuk, meskipun dilakukan penyesuaian terhadap sistem koordinat. Proses transformasi koordinat ini dilakukan bersamaan dengan proses penataan bidang tanah yang menerapkan prinsip *least squares adjustment* untuk menghilangkan tumpang tindih antar bidang tanah ([Yulaikhah dkk., 2023](#)). Model matematika pada persamaan (1) dan (2) di atas dihitung dengan prinsip perataan kuadrat terkecil ([Ogundare, 2018](#)) menggunakan persamaan (3) dan (4) berikut:

$$Vx = aX_0 + bY_0 + d - X_0 \quad \dots(3)$$

$$Vy = aY_0 + b X_0 + c - X_0 \quad \dots(4)$$

Keterangan :

- Vx, Vy : residual koordinat pada sumbu X dan Y
 X_0, Y_0 : koordinat awal titik (origin) pada sumbu X dan Y
 a, b : parameter transformasi yang merepresentasikan skala dan rotasi
 c, d : parameter translasi pada sumbu X dan Y

Keberhasilan pengolahan *Block Adjustment* pada bidang tanah bersertifikat terpetakan di lokasi PTSL akan sangat ditentukan oleh pembuatan titik ikat. Kondisi bentuk bidang tanah yang sangat bervariasi dan sebagian besar bentuk yang tidak beraturan, maka diperlukan identifikasi jumlah titik sudut untuk memastikan tiap batas bidang tanah yang tumpang tindih memiliki titik pasang atau sekutu untuk diikatkan. Selanjutnya dapat dihitung koordinat perataannya menggunakan persamaan (3) dan (4).

Identifikasi titik sudut dilakukan menggunakan *tool Edit Vertex* pada perangkat lunak QGIS dengan menambahkan titik sudut pada poligon bidang tanah yang belum memiliki titik pasang atau sekutu. Penambahan titik sudut ini tidak mengubah ukuran maupun bentuk bidang tanah, melainkan hanya melengkapi titik sudut yang seharusnya ada pada poligon tersebut yang merepresentasikan batas antar bidang tanah riil di lapangan.

Uji akurasi pada peta merupakan proses evaluasi yang bertujuan untuk menilai kualitas spasial dari hasil penataan bidang tanah dengan membandingkan ukuran objek pada peta hasil *Block Adjustment* terhadap data acuan. Tujuan utama uji akurasi adalah memastikan bahwa peta yang dihasilkan dapat digunakan sesuai peruntukan, bebas dari kesalahan geometrik yang signifikan, serta memenuhi standar teknis yang berlaku ([Badan Informasi Geospasial, 2018](#)). Dalam konteks penelitian ini, uji akurasi dilakukan dengan membandingkan luas bidang tanah hasil penataan *Block Adjustment* dengan luasan hasil pengukuran lapangan. Penilaian akurasi luas mengacu pada dua standar, yaitu Petunjuk Teknis PTSL Tahun 2022, yang menetapkan selisih luas tidak boleh melebihi 5% dari luas asli, dan PMNA Nomor 3 Tahun 1997, yang menetapkan toleransi selisih luas tidak lebih dari $\frac{1}{2}$ vL. Selain itu, uji signifikansi diterapkan untuk mengetahui apakah perbedaan antara luas hasil pengolahan dan luas hasil pengukuran signifikan secara statistik. Dengan demikian, kombinasi uji akurasi luas dan uji signifikansi memberikan dasar yang kuat untuk menilai keandalan peta bidang tanah yang dihasilkan melalui metode *Block Adjustment* dalam mendukung administrasi pertanahan yang akurat dan sah secara hukum.

C. Hasil dan Pembahasan

C.1. Penataan Batas Bidang Tanah

Penataan batas bidang tanah merupakan bagian esensial dalam pelaksanaan kegiatan Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL). Menurut [Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN \(2022\)](#), peta bidang tanah desa lengkap hasil penataan harus diumumkan selama 14 hari dan mendapatkan persetujuan dari penunjuk batas serta pemilik bidang tanah. Apabila terdapat ketidaksesuaian, baik pada informasi spasial maupun data tekstual pemilik, pihak terkait diberikan kesempatan untuk mengajukan keberatan terhadap hasil pemetaan.

Proses penataan batas bidang tanah dapat mengakibatkan perubahan bentuk dan luas pada bidang tanah, baik pada bidang tanah yang telah bersertifikat terpetakan maupun pada bidang tanah hasil pengukuran PTSL. Perubahan tersebut dapat mengakibatkan penambahan atau pengurangan luas bidang tanah. Saat ini, proses penataan batas bidang tanah umumnya dilakukan secara manual oleh surveyor kadastral. Penataan batas bidang tanah yang dilakukan secara manual ini tidak memiliki standar yang jelas dan cenderung subjektif, bergantung pada surveyor yang melaksanakannya.

Metode *Block Adjustment*, yang diterapkan melalui *plugin* PEREKAT pada perangkat lunak QGIS, dapat dijadikan sebagai alat penataan batas bidang tanah. Menurut [Wolf dan Dewitt \(2000\)](#), *Block Adjustment* memungkinkan koreksi spasial yang konsisten dan optimal dengan mempertimbangkan hubungan antar titik, sehingga peta yang dihasilkan lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Tahapan yang paling menentukan dan memerlukan perhatian khusus dalam proses penataan menggunakan *plugin* PEREKAT adalah identifikasi jumlah titik sudut (*vertex*) dan pembuatan titik ikat (*tie points*). Setiap *vertex* pada poligon bidang tanah merepresentasikan batas bidang tanah di lapangan, sehingga pembuatan poligon bidang tanah di GeoKKP harus memperhatikan jumlah *vertex* yang sesuai. Setiap titik sudut pada poligon atau *vertex* pada bidang tanah yang bersebelahan harus memiliki pasangan yang nantinya akan dihitung koordinat perataannya menggunakan prinsip *least squares adjustment*.

Dalam proses pembuatan titik ikat, sangat penting memastikan bahwa batas yang diikat merupakan batas yang benar-benar bersebelahan di lapangan dan sesuai dengan dokumen bidang tanah (SU/GS). Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi terhadap bidang tanah yang memiliki celah atau tumpang tindih. Identifikasi ini bertujuan untuk membedakan celah atau tumpang tindih yang bersifat teknis pada gambar, misalnya batas bidang tanah yang bersebelahan dengan parit, selokan, atau irigasi sawah.

Hasil penataan bidang tanah bersertifikat terpetakan melalui metode *Block Adjustment* dapat dilihat pada Gambar 2, yang menunjukkan perbaikan konsistensi spasial serta penyesuaian titik *vertex* dan batas bidang tanah secara sistematis.



Gambar 2. Bidang Tanah Sebelum (A) dan Setelah (B) *Block Adjustment*
 Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025

Koordinat pergeseran arah sebelum dan setelah pengolahan *Block Adjustment* dapat dijadikan sebagai lampiran dalam berita acara kegiatan peningkatan kualitas data spasial bidang tanah terpetakan di lokasi PTSL. Daftar koordinat dapat dijadikan sebagai metadata riwayat perubahan data spasial yang memungkinkan untuk menelusuri kembali apabila di kemudian hari terdapat sanggahan terhadap permasalahan yang muncul akibat pergeseran batas bidang tanah dalam proses penataan batas bidang tanah.

Tabel 2. Sampel Koordinat Bidang Tanah Hasil *Block Adjustment*

ID	X1 (m) (Masukan)	Y1 (m) (Masukan)	X2 (m) (Hasil)	Y2 (m) (Hasil)	ΔX (m)	ΔX^2 (m)	ΔY (m)	ΔY^2 (m)
454	121261,126	596118,454	121261,11	596118,66	0,013	0,001	0,201	0,041
453	121246,347	596117,843	121246,32	596118,04	0,029	0,001	0,196	0,039
452	121248,062	596105,146	121248,04	596105,33	0,023	0,002	0,182	0,033
439	121393,546	596107,807	121393,68	596108,04	0,137	0,018	0,230	0,053
438	121384,957	596108,478	121385,08	596108,71	0,128	0,016	0,228	0,052
437	121384,131	596081,116	121384,27	596081,31	0,134	0,018	0,198	0,039
436	121394,874	596081,19	121395,02	596081,39	0,146	0,021	0,201	0,040
435	121394,548	596086,046	121394,69	596086,25	0,144	0,020	0,207	0,042
433	121401,702	596107,251	121401,85	596107,48	0,146	0,021	0,232	0,054
432	121394,311	596107,672	121394,45	596107,9	0,137	0,018	0,230	0,053
442	121383,649	596072,692	121383,79	596072,88	0,136	0,018	0,188	0,035
423	121414,53	596105,987	121414,69	596106,22	0,160	0,025	0,235	0,055
422	121427,898	596104,961	121428,07	596105,2	0,175	0,031	0,238	0,056
420	121416,586	596088,176	121416,75	596088,39	0,168	0,028	0,216	0,046

Sumber : Hasil Pengolahan Data Primer, 2025

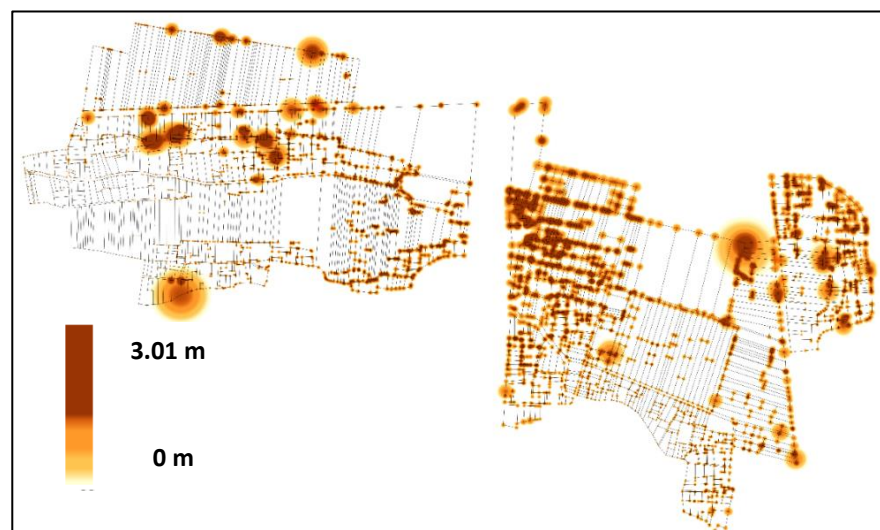
Pada Tabel 1. menunjukkan koordinat sebelum dan setelah proses pengolahan data beserta nilai selisih atau pergeseran koordinat sehingga dari data dapat dibuatkan visualisasi pergeseran arah batas bidang tanah pada Gambar 3.



Gambar 3. Pergeseran Arah Batas Bidang Tanah Bersertifikat Terpetakan.

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer, 2025

Rentan pergeseran titik batas bidang tanah setelah dan sebelum dilakukan *Block Adjustment* antara 0 hingga 3,01 meter pada batas-batas bidang tanah bersertifikat terpetakan dengan bidang tanah hasil pengukuran PTSL. Pada Gambar 4. menunjukkan posisi variasi pergeseran batas bidang tanah sebelum dan setelah dilakukan pengolahan *Block Adjustment* dalam bentuk peta *heatmap*.



Gambar 4. *Heatmap* Pergeseran Batas Batas-Bidang Tanah Hasil Pengolahan *Block Adjustment*. Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025

Standar deviasi menunjukkan seberapa jauh titik-titik hasil transformasi (seperti titik batas bidang tanah dan titik ikat) menyimpang dari rata-rata kesalahan

transformasi. Standar deviasi juga menunjukkan konsistensi dari hasil koreksi koordinat. Semakin kecil standar deviasi pada *Block Adjustment* maka semakin seragam dan stabil hasil transformasi yang dilakukan. Nilai RMSE pada *Block Adjustment* digunakan untuk mengukur akurasi geometrik dari hasil penyesuaian spasial. Nilai RMSE yang lebih kecil berarti hasil transformasi lebih mendekati kebenaran posisi aktual di lapangan. Hasil pengolahan *Block Adjustment* di Desa Suwaru nilai standar deviasi berkisar dari 0,026 m hingga 1,148 m pada sumbu absis dan ordinat (XY) sedangkan nilai RMSE mulai dari 0,1 m hingga 0,26 m pada sumbu absis dan ordinat (XY) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 3. Nilai Standar Deviasi dan RMSE Pengolahan *Block Adjustment*

NO	Desa/Blok	Jumlah Data	STD X (m)	STD Y (m)	STD XY (m)	RMSE X (m)	RMSE Y (m)	RMSE XY (m)
1	Suwaru A	131	0,017	0,020	0,026	0,038	0,096	0,104
2	Suwaru B	1474	0,043	0,059	0,073	0,073	0,116	0,137
3	Suwaru C	1477	0,069	0,131	0,148	0,110	0,240	0,264
4	Suwaru D	373	0,067	0,109	0,127	0,127	0,216	0,250

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025

C.2. Uji Akurasi Luas dan Uji Signifikansi

Uji akurasi luas dilakukan dengan membandingkan luas antara bidang tanah hasil pengolahan *Block Adjustment* dengan bidang tanah bersertifikat terpetakan yang dijadikan acuan. Bidang tanah yang telah dilakukan pengolahan *Block Adjustment* telah ditata dan disesuaikan dengan bidang tanah hasil pengukuran PTSL yang berbatasan sehingga mengalami perubahan luas. Tujuan dari uji akurasi luas ini adalah untuk mengetahui berapa besar selisih luas yang ada sebelum dan setelah pengolahan *Block Adjustment*. Hasilnya, dari total 74 sampel bidang tanah, sebanyak 56 bidang tanah lolos uji akurasi dengan toleransi $\frac{1}{2}VL$, 13 bidang lolos dengan toleransi selisih luas kurang dari 5%, dan terdapat 5 bidang tanah yang tidak lolos uji akurasi. Dengan demikian, jumlah bidang tanah yang lolos uji akurasi luas adalah sebanyak 69 bidang tanah (93%). Hasil perhitungan uji akurasi ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Uji Akurasi Luas Bidang Tanah

Parameter	Nilai
Jumlah Sampel	74 bidang
Rata-rata Perubahan Jarak (Δd)	12,01 m
Standar Deviasi (STDEV)	16,37 m
RMSE (<i>Root Mean Square Error</i>)	20,21 m

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2025

Berdasarkan hasil uji akurasi luas bidang tanah, diperoleh rata-rata perubahan jarak (Δd) sebesar 12,01 m, dengan standar deviasi (STDEV) sebesar 16,37 m, serta nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 20,21 m. Nilai RMSE ini menunjukkan

adanya variasi perubahan luas pada bidang tanah, bidang tanah yang mengalami pergeseran yang relatif besar terlihat pada bidang tanah NIB 00134, 00154, dan 00155 pada Tabel 5. Bidang tanah tersebut mengalami perubahan luas cukup signifikan akibat penyesuaian posisi dan bentuk terhadap bidang-bidang bersebelahan setelah dilakukan *Block Adjustment*. Dalam konteks PTSL evaluasi perbedaan luas bidang tanah mengacu Petunjuk Teknis PTSL Tahun 2022, yang menetapkan selisih luas maksimal tidak lebih dari 5%. Dengan demikian, selama perbedaan luas tiap bidang tanah masih berada dalam batas toleransi tersebut, peta hasil penataan dianggap memenuhi standar teknis dan diterima. Sampel hasil uji luas bidang tanah dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Akurasi Luas Bidang Tanah

NIB	Luas Acuan (m ²)	Luas Uji (m ²)	ΔL (m ²)	ΔL^2 (m ²)	Toleransi 5% (m ²)	Toleransi $1/2 \sqrt{L}$ (m ²)	Hasil Uji 5% (m ²)	Hasil Uji $1/2 \sqrt{L}$ (m ²)
00186	67,84	66,02	1,82	3,32	3,39	4,12	Lolos	Lolos
00129	2515,99	2516,03	0,05	0,01	125,80	25,08	Lolos	Lolos
00127	1301,81	1310,60	8,79	77,32	65,09	18,04	Lolos	Lolos
00146	1321,45	1328,82	7,37	54,31	66,07	18,18	Lolos	Lolos
00145	1335,08	1317,68	17,40	302,78	66,75	18,27	Lolos	Lolos
00134	2697,21	2633,62	63,59	4043,55	134,86	25,97	Lolos	Tidak Lolos
00153	2499,79	2531,66	31,88	1016,10	124,99	25,00	Lolos	Tidak Lolos
00189	450,43	450,51	0,08	0,01	22,52	10,61	Lolos	Lolos
00190	2001,59	1980,14	21,45	460,12	100,08	22,37	Lolos	Lolos
00187	106,75	104,33	2,42	5,85	5,34	5,17	Lolos	Lolos
00130	509,06	508,30	0,76	0,58	25,45	11,28	Lolos	Lolos
00154	300,42	334,21	33,79	1141,95	15,02	8,67	Lolos	Tidak Lolos
00155	488,10	540,86	52,77	2784,29	24,40	11,05	Lolos	Lolos
00126	961,32	988,47	27,15	737,14	48,07	15,50	Lolos	Tidak Lolos
00122	723,07	703,01	20,07	402,61	36,15	13,44	Lolos	Tidak Lolos

Sumber : Hasil Pengolahan Data Primer, 2025

Uji signifikansi dilakukan untuk mengetahui apakah perbedaan posisi spasial hasil *Block Adjustment* dengan hasil pengukuran lapangan bermakna secara statistik. Uji ini menggunakan pendekatan uji Z (*Zo test*) pada tingkat signifikansi 95%. Diketahui parameter hasil pengolahan sebagai berikut: nilai $Z_o = 0,733$; batas Z_o kritis (Z tabel 95%) = $\pm 1,96$. Karena nilai $Z_o < 1,96$, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik dan hasil dapat diterima.

Distribusi akurasi luas bidang tanah tidak selalu berdistribusi normal akibat variasi bentuk, ukuran, distorsi peta, dan keberadaan *outlier*. Namun, jumlah sampel sebanyak 74 bidang tanah memungkinkan penggunaan uji Z sebagai pendekatan yang sah secara statistik. Berdasarkan Teorema Limit Tengah (*Central Limit Theorem*), distribusi rata-rata sampel akan mendekati distribusi normal meskipun data individu tidak normal, terutama jika ukuran sampel lebih dari 30. Oleh karena

itu, uji Z dapat digunakan untuk menilai signifikansi perbedaan luas antara hasil *Block Adjustment* dan pengukuran lapangan.



Gambar 5. Hasil Uji Akurasi Luas Desa Suwaru.

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025

Secara keseluruhan, dengan 93% dari bidang tanah memenuhi kriteria uji akurasi luas, hasil ini menunjukkan bahwa penerapan metode *Block Adjustment* efektif untuk meningkatkan kualitas data spasial bidang tanah dalam kegiatan PTSL, sehingga memungkinkan pembuatan peta bidang tanah desa yang utuh tanpa *gap* atau *overlap*.

C.3. Keunggulan Penataan Bidang Tanah Menggunakan *Block Adjustment* (PEREKAT)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan *Block Adjustment* melalui plugin PEREKAT pada perangkat lunak QGIS memberikan peningkatan dalam proses penataan bidang tanah dibandingkan pendekatan manual yang selama ini banyak digunakan oleh petugas pertanahan. Pada pendekatan manual, penyesuaian posisi bidang tanah dilakukan dengan reposisi, rotasi, atau translasi secara visual berdasarkan interpretasi operator terhadap peta acuan. Cara ini sangat bergantung pada pengalaman operator, sehingga tingkat akurasi dan konsistensi hasil antar bidang tanah cenderung bervariasi (Kusmiarto, 2017). Sebaliknya, metode *Block Adjustment* bekerja melalui pendekatan matematis berbasis least squares adjustment yang menyesuaikan seluruh bidang tanah secara simultan berdasarkan titik kontrol yang telah ditentukan, sehingga kesalahan posisi dapat diminimalkan secara statistik (Ogundare, 2018; Yulaikhah dkk., 2023).

Tabel 6. Perbandingan Penataan Bidang Tanah Secara Manual VS *Block Adjustment*

Aspek Perbandingan	Penataan Bidang Tanah Manual	Penataan Bidang Tanah dengan <i>Block Adjustment</i> (PEREKAT – QGIS)
Metode Penyesuaian	Dilakukan secara manual dengan memindahkan titik atau garis batas pada peta, mengandalkan perkiraan visual operator.	Dilakukan secara otomatis melalui perhitungan transformasi koordinat, mengacu pada titik kontrol (<i>Ground Control Points</i>) yang telah ditentukan.
Tingkat Akurasi	Bervariasi, bergantung pada keterampilan operator dan kualitas peta referensi.	Akurasi lebih konsisten karena seluruh data disesuaikan secara matematis dengan model transformasi yang terukur.
Konsistensi Data	Rentan terjadi ketidaksesuaian antar bidang, terutama jika dilakukan oleh lebih dari satu operator.	Konsistensi tinggi karena seluruh bidang diproses dalam satu tahap penyesuaian secara simultan.
Efisiensi Waktu	Proses lebih lama, khususnya pada jumlah bidang tanah yang banyak.	Lebih cepat karena semua bidang dapat disesuaikan sekaligus dalam satu kali eksekusi.
Jejak dan Riwayat Perubahan Data	Umumnya tidak terdokumentasi secara rinci, sehingga sulit menelusuri perubahan di masa mendatang.	Riwayat perubahan terdokumentasi dari hasil <i>file report</i> pengolahan dan dapat dijadikan sebagai metadata untuk dilampirkan bersama berita acara perbaikan kualitas data.
Integrasi dengan Peta Dasar	Integrasi dilakukan secara visual, sehingga rentan terjadi perbedaan posisi relatif.	Mengkoreksi posisi relatif bidang tanah terhadap peta dasar atau peta foto secara terukur.
Kesesuaian Standar Teknis	Potensi ketidaksesuaian dengan standar teknis PTSL dan peraturan pertanahan (PMNA No. 3 Tahun 1997 dan Petunjuk Teknis PTSL 2022).	Memenuhi prinsip penyesuaian koordinat sesuai standar teknis pengukuran dan pemetaan bidang tanah pada PTSL.

Sumber : Hasil Pengolahan Data Primer dan Sekunder, 2025

Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6, metode *Block Adjustment* memiliki keunggulan pada beberapa aspek utama. Pertama, dari sisi akurasi, penyesuaian koordinat dilakukan dengan model transformasi terukur sehingga menghasilkan posisi bidang tanah yang lebih konsisten dibandingkan penyesuaian visual manual. Temuan ini sejalan dengan penelitian [Klebanov dan Doytsher \(2009\)](#) yang menyatakan bahwa pendekatan penyesuaian blok mampu meningkatkan kualitas spasial pada sekumpulan bidang kadaster dengan tetap mempertahankan hubungan topologis antar bidang. Kedua, dari sisi konsistensi data, seluruh bidang tanah diproses dalam satu sistem penyesuaian sehingga mengurangi risiko pergeseran relatif antar bidang yang sering muncul pada penataan manual. Hal ini penting

karena konsistensi spasial merupakan prasyarat utama dalam mewujudkan sistem administrasi pertanahan yang andal dan berkelanjutan ([Enemark, 2004](#)).

Selain itu, dari sisi efisiensi waktu, metode ini terbukti lebih cepat dibandingkan penataan manual karena koreksi dapat dilakukan terhadap banyak bidang sekaligus dalam satu kali proses. Kondisi ini mendukung kebutuhan percepatan peningkatan kualitas bidang tanah dalam program PTSL yang memiliki target cakupan luas setiap tahun ([Junarto & Suhattanto, 2022](#)). Dalam praktik manual, semakin banyak jumlah bidang tanah yang harus diperbaiki maka semakin besar pula kebutuhan waktu dan tenaga teknis yang diperlukan. Dengan penggunaan plugin PEREKAT, proses tersebut menjadi lebih terstruktur karena sistem secara otomatis menghasilkan laporan perubahan koordinat yang dapat digunakan sebagai metadata perbaikan data spasial. Dokumentasi perubahan tersebut penting untuk menjamin akuntabilitas proses pemeliharaan data pertanahan sebagaimana prinsip *good land administration* ([Aditya, 2023](#)).

Keunggulan lain terlihat pada aspek integrasi dengan peta dasar. Pada metode manual, kecocokan antara bidang tanah dan peta dasar sering hanya didasarkan pada pendekatan visual sehingga masih berpotensi menghasilkan perbedaan posisi relatif. Sementara itu, *Block Adjustment* memungkinkan penyesuaian dilakukan terhadap citra dasar atau peta referensi secara terukur sehingga posisi bidang tanah menjadi lebih representatif terhadap kondisi aktual di lapangan. Hal ini sejalan dengan prinsip validasi spasial kolaboratif yang menekankan pentingnya sinkronisasi antara data pendaftaran dan kondisi nyata untuk meningkatkan kualitas data pertanahan ([Aditya dkk., 2021](#)). Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *Block Adjustment* bukan hanya meningkatkan kualitas geometrik bidang tanah, tetapi juga memperkuat fungsi administrasi pertanahan dalam menyediakan data spasial yang lebih akurat, konsisten, dan dapat dipertanggungjawabkan.

D. Kesimpulan

Penerapan metode *Block Adjustment* menggunakan *plugin* PEREKAT pada QGIS terbukti efektif dalam menata bidang tanah bersertifikat terpetakan dengan bidang tanah hasil pengukuran PTSL. Dari 74 bidang tanah yang dianalisis di Desa Suwaru, sebanyak 69 bidang (93%) memenuhi uji akurasi luas, menunjukkan bahwa meskipun terjadi perubahan spasial, hasil penyesuaian masih dapat diterima secara statistik.

Secara teknis, metode ini lebih unggul dibandingkan pendekatan manual karena memungkinkan koreksi koordinat dilakukan secara sistematis, konsisten, dan terdokumentasi, sehingga meminimalkan kesalahan, mengurangi tumpang tindih, serta mempercepat proses penataan. Selain itu, *Block Adjustment* memungkinkan pencatatan riwayat perubahan data yang dapat dijadikan metadata untuk perubahan spasial bidang tanah.

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan metode *Block Adjustment* melalui *plugin* PEREKAT dapat digunakan sebagai pendekatan yang sistematis dan

terstandar dalam penataan ulang batas bidang tanah, baik pada hasil pengukuran PTSL maupun bidang tanah bersertifikat yang telah terpetakan. Metode ini terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas data spasial secara konsistensi antar bidang tanah, sehingga menghasilkan peta yang lebih akurat, terintegrasi, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah maupun administratif.

Daftar Pustaka

- Aditya, T. (2023). *Visualizing title uncertainty and quality issues in the digital era of land administration* [Paper presentation]. FIG Commission 7 Annual Meeting 2023, FIG–International Federation of Surveyors, Indonesia. https://fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/7_2023/papers/se02/SE02_aditya_12363.pdf
- Aditya, T., Santosa, P. B., Yulaikhah, Y., Widjajanti, N., Atunggal, D., & Sulistyawati, M. (2021). Validation and collaborative mapping to accelerate quality assurance of land registration. *Land Use Policy*, 109, Article 105689. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105689>
- Badan Informasi Geospasial. (2018). *Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 tentang perubahan atas Peraturan Kepala BIG Nomor 15 Tahun 2014 tentang pedoman teknis ketelitian peta dasar*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/269444/peraturan-big-no-6-tahun-2018>
- Enemark, S. (2004, October). Building land information policies. In *Proceedings of the Special Forum on Building Land Information Policies in the Americas* (pp. 1–20). Aguascalientes, Mexico. https://www.fig.net/resources/proceedings/2004/mexico/papers_eng/ts2_enemark_eng.pdf
- Indonesia. (1960). *Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria*. <https://peraturan.bpk.go.id/>
- Junarto, R., Djurjani, D., Permadi, F. B., Ferdiansyah, D., Admaja, P. K., Sholikin, A. R., & Rahmansani, R. (2020). Pemanfaatan teknologi unmanned aerial vehicle (UAV) untuk pemetaan kadaster. *BHUMI: Jurnal Agraria dan Pertanahan*, 6(1), 105–118. <https://doi.org/10.31292/jb.v6i1.428>
- Junarto, R., & Suhattanto, M. A. (2022). Kolaborasi menyelesaikan ketidaktuntasan program strategis nasional (PTSL-K4) di masyarakat melalui Praktik Kerja Lapangan (PKL). *Widya Bhumi*, 2(1), 21-38. <https://doi.org/10.31292/wb.v2i1.24>
- Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional. (2023). *Petunjuk teknis pelaksanaan pendaftaran tanah sistematis lengkap*. Direktorat Jenderal Survei dan Pemetaan Pertanahan dan Ruang.
- Klebanov, M., & Doytsher, Y. (2009). Cadastral triangulation: A block adjustment approach for joining numerous cadastral blocks. *Nordic Journal of Surveying and Real Estate Research*, 4(1), 45–60. <https://journal.fi/njs/article/view/2554>

- Kraak, M.-J., & Ormeling, F. (2007). *Kartografi dan visualisasi data geospasial* (Alih Bahasa). Gadjah Mada University Press.
- Kusmiarto. (2017). Problematika pembenahan data spasial bidang tanah di Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional. In *Prosiding Seminar Nasional Problematika Pertanahan dan Strategi Penyelesaiannya* (pp. 10–25). Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional & Pusat Studi Hukum Agraria Universitas Trisakti.
- Kusyaeri, A., Suyudi, B., & Martanto, R. (2020). Partisipasi masyarakat dalam penyiapan peta kerja untuk mendukung pendaftaran tanah sistematis lengkap (Studi Kantor Pertanahan Kabupaten Karanganyar). *Tunas Agraria*, 3(1), 145–162. <https://doi.org/10.31292/jta.v3i1.102>
- MacEachren, A. M. (1995). *How maps work: Representation, visualization, and design*. Guilford Press.
- MacEachren, A. M., & Kraak, M.-J. (1997). Exploratory cartographic visualization: Advancing the agenda. *Computers & Geosciences*, 23(4), 335–343. [https://doi.org/10.1016/S0098-3004\(97\)00018-6](https://doi.org/10.1016/S0098-3004(97)00018-6)
- Marryanti, S., & Nurrokhman, A. (2021). Kepastian hukum hak atas tanah: Pelajaran dari kekalahan perkara pertanahan di pengadilan. *Jurnal Pertanahan*, 11(2), 120–135. <https://doi.org/10.53686/jp.v11i2.111>
- Mawadah, M. (2021). Peningkatan kualitas data bidang tanah di Kantor Pertanahan Kota Administrasi Jakarta Selatan. *Tunas Agraria*, 4(2), 168–174. <https://doi.org/10.31292/jta.v4i2.143>
- Ogundare, J. O. (2018). *Understanding least squares estimation and geomatics data analysis*. John Wiley & Sons.
- Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah. (1997). Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia.
- Sutaryono, S., Junarto, R., Pinuji, S., Mahasari, J., & Mujiburohman, D. A. (2024). Land rights and agrarian reform in forest areas: A basis for sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & Planning*, 19(1), 211–220. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.190122>
- Wolf, P. R., & Dewitt, B. A. (2014). *Elements of photogrammetry: With applications in GIS* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Yulaikhah, Aditya, T., Santosa, P. B., Widjajanti, N., Sulistyawati, M. N., Sari, T. W., Aly, A. N., Setyanagara, S., & Afifah, A. N. (2023). Development of block adjustment application for the spatial data quality improvement purpose of registered land parcel. *GeoLandSEA*, 47–54.