

Perbandingan Hasil *Block Adjustment* Pada Bidang Tanah Menggunakan Plugin Perekat dan Plugin Adumanis Pada Quantum GIS

Mohammad Rizki Nadiyanto*, Indrianawati

Program Studi Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional, Bandung

*Koresponden email: mohammad.rizki@mhs.itenas.ac.id

Diterima: 30 Juni 2025

Disetujui: 06 Juli 2025

Abstract

The PTSL program aims to accelerate land certification; however, spatial inconsistencies, such as gaps and overlaps between land parcels, are still frequently encountered. This study seeks to enhance the quality of spatial data using a block adjustment method based on ISO 19157:2013, utilizing the Adumanis and Perekat plugins in Quantum GIS. A comparative quantitative approach was adopted by analyzing changes in area and topological consistency across 2,197 land parcels and 1,310 control points in Mutisari Village, Watumalang District, Wonosobo Regency. The results indicate that the Perekat plugin is more effective in preserving parcel area, with only 0.96% of parcels exceeding the tolerance threshold, compared to 9.83% when using the Adumanis plugin. Regarding topological consistency, the Perekat plugin also outperforms Adumanis, with 94.76% of parcels free from spatial errors, while Adumanis achieved 92.17%. These findings demonstrate that the Perekat plugin delivers better spatial and topological accuracy in land parcel adjustments than the Adumanis plugin.

Keywords: *area change, topology, block adjustment*

Abstrak

Program PTSL mendorong percepatan sertifikasi tanah, namun masih ditemukan ketidaksesuaian *spasial* berupa *gap* dan *overlap* antar bidang tanah. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas data *spasial* melalui metode *block adjustment* berbasis ISO 19157-2013, menggunakan *plugin* Adumanis dan perekat pada Quantum GIS. Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif komparatif, dengan menganalisis perubahan luas dan konsistensi topologi pada 2.197 bidang tanah dan 1.310 titik kontrol di Desa Mutisari, Kecamatan Watumalang, Kabupaten Wonosobo. Hasil menunjukkan bahwa *plugin* perekat lebih efektif dalam mempertahankan luas bidang tanah, dengan hanya 0,96% bidang melebihi batas toleransi, dibandingkan dengan 9,83% pada *plugin* Adumanis. Dalam aspek konsistensi topologi, *plugin* perekat juga lebih baik dengan 94,76% bidang bebas dari kesalahan *spasial*, sedangkan Adumanis hanya 92,17%. Dengan demikian, *plugin* perekat lebih unggul dalam mempertahankan akurasi *spasial* dan topologi bidang tanah dibandingkan *plugin* Adumanis.

Kata Kunci: *perubahan luas, topologi, block adjustment*

1. Pendahuluan

Dalam Petunjuk Teknis tentang Peningkatan Kualitas Data Pertanahan yang disusun oleh Tim *Project Management Office* (2023), disebutkan dalam Pasal 19 Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria (UUPA) bahwa untuk memastikan kepastian hukum hak atas tanah oleh Pemerintah, dilakukan program pendaftaran tanah di seluruh wilayah Republik Indonesia [1]. Kepastian hukum yang dijamin dalam UUPA pasal 19 tersebut berupa kepastian mengenai letak, batas, luas tanah, status tanah, orang yang berhak atas tanah dan pemberian surat berupa sertipikat [2]. Pemberian sertipikat tanah secara besar-besaran melalui kegiatan Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) mendapat respon positif dari masyarakat. Program ini merupakan penggambaran hasil pengukuran bidang tanah secara sistematis maupun sporadis dengan media tertentu agar letak dan ukurannya dapat diketahui [3]. Program ini tidak hanya dapat meningkatkan nilai aset, tetapi juga memungkinkan sertipikat tanah dapat digunakan sebagai jaminan pinjaman ke bank untuk menambah modal usaha.

Program PTSL ini menjadi salah satu kegiatan pertanahan yang memperoleh tanggapan positif dari masyarakat. Namun dalam hasil kegiatan PTSL ini, masih terdapat bidang-bidang tanah yang belum sesuai dengan kondisi di lapangan. Hal ini terjadi akibat dari program digitalisasi peta pendaftaran pada sistem Komputerisasi Kantor Pertanahan (KKP) yang dimulai tahun 2010, dimana seluruh peta pendaftaran dalam

format analog yang dimiliki oleh masing-masing kantor pertanahan didigitalisasi dalam satu sistem referensi yang sama. Selain itu, ketersediaan peta dasar yang dijadikan sebagai referensi *plotting* bidang tanah masih sangat minim, serta proses digitalisasi tidak dilakukan monitoring dan evaluasi secara ketat [1]. Oleh karena itu, digitalisasi bidang tanah yang belum sesuai dengan kondisi di lapangan tidak pernah dilakukan perbaikan data *spasial* secara keseluruhan. Namun, perbaikan data *spasial* dilakukan secara parsial ketika bidang tanah baru teridentifikasi *gap/overlap*. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan peningkatan kualitas data *spasial* bidang tanah agar sesuai dengan kondisi di lapangan, dengan demikian tidak ada keraguan dalam penyelenggaraan pelayanan pertanahan elektronik.

Untuk melakukan perbaikan bidang tanah dapat dilakukan dengan berbagai metode, baik dengan menggunakan mekanisme di studio maupun dengan pengukuran secara menyeluruh [4]. Untuk melakukan pengukuran secara menyeluruh, saat ini sering digunakan metode pengukuran ekstraterestris. Metode tersebut merupakan metode penentuan posisi titik di permukaan bumi dengan cara mengukur sinyal gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh benda-benda di luar angkasa, seperti satelit [5]. Adapun untuk perbaikan bidang tanah dengan cara studio dapat memanfaatkan topologi dengan metode *block adjustment*. Menurut Ostip [6], topologi adalah pendefinisian secara matematis yang menerangkan hubungan relatif antara objek yang satu dengan objek yang lain. Topologi dapat diartikan sebagai relasi antar *feature* yang berdampingan baik itu dalam bentuk titik, garis, maupun poligon [7].

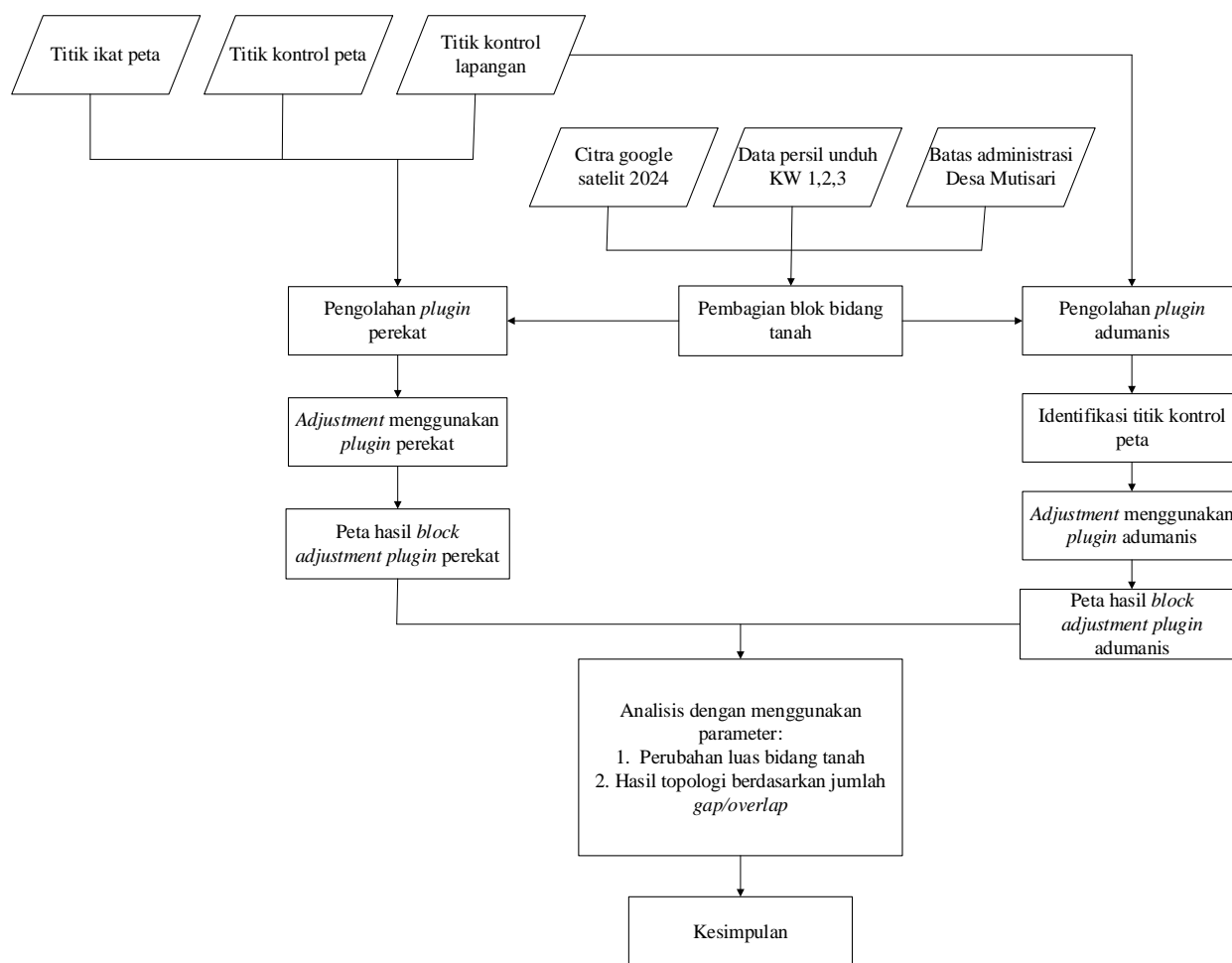
Di Indonesia sendiri, metode *block adjustment* untuk perbaikan bidang tanah belum lama digunakan, dimulai dari *pilot project* yang dilaksanakan di wilayah Kota Jakarta Timur tahun 2021. Arahan pelaksanaan perbaikan bidang tanah menggunakan metode *block adjustment* tersebut diterangkan dalam Surat 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 Tentang pelaksanaan *block adjustment* [8]. Dalam Surat Edaran tersebut disampaikan arahan untuk melakukan peningkatan kualitas data pertanahan secara menyeluruh berbasis blok baik menggunakan metode *block adjustment* maupun metode lainnya. Pengolahan *block adjustment* ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi QGIS, aplikasi ini dilengkapi dengan fitur *plugin* yang dirancang oleh pengembang QGIS untuk meningkatkan fungsionalitas utama QGIS [9]. Mengutip dari Tirta [10], dalam konteks penggunaan *block adjustment* tersedia dua *plugin* yang dapat digunakan yaitu *plugin* Adumanis dan *plugin* perekat.

Salah satu aplikasi yang dapat digunakan untuk proses *block adjustment* bidang tanah adalah Adumanis. Aplikasi Adumanis adalah salah satu hasil kerjasama antara Masyarakat Ahli Survey Kadaster Indonesia (MASKI) dan Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian Institut Teknologi Bandung (FITB – ITB). Pada prinsipnya metode *block adjustment* melakukan dua proses sekaligus yaitu proses transformasi koordinat dan proses perataan koordinat titik batas bidang tanah [11]. Selain itu, aplikasi yang dapat digunakan untuk melakukan proses *block adjustment* adalah perekat (Penataan dan Rekonstruksi Kadaster berbasis Hitung Kuadrat Terkecil) yang disusun oleh Tim Peneliti Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM. Perekat disusun dengan menerapkan konsep Kadaster Indonesia, transformasi koordinat, *bundle adjustment*, dan hitung perataan kuadrat terkecil [12]. Pengguna aplikasi dapat menyesuaikan posisi geometri bidang tanah ke koordinat yang benar dengan merujuk pada koordinat titik kontrol lapangan yang telah divalidasi menggunakan citra google satelit. Selain itu, penataan bidang tanah dalam aplikasi perekat telah menggunakan konsep konsistensi logis *spasial*. Dalam hal ini, geometri bidang tanah dapat berubah setelah dilakukan *block adjustment*. [13], telah mengembangkan algoritma *block adjustment* menjadi 2 metode yaitu transformasi koordinat dengan menggunakan metode konform dan transformasi koordinat dengan menggunakan metode affine.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil perbandingan *block adjustment* pada bidang tanah dengan menggunakan *plugin* Adumanis dan perekat yang mengacu pada standar internasional mengenai kualitas data geospasial yang telah diatur pada ISO 19157-2013. Adapun parameter kualitas data geospasial yang dianalisis meliputi konsistensi hasil topologi berdasarkan jumlah *gap/overlap* dan perubahan luas bidang tanah setelah dilakukan *block adjustment*.

2. Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan adalah penelitian dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Penelitian ini dilakukan di Desa Mutisari, Kecamatan Watumalang, Kabupaten Wonosobo, Provinsi Jawa Tengah dengan luas wilayah sekitar 583 ha [14]. Adapun tahapan dalam penelitian ini meliputi tahap pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian hingga melakukan pengolahan, analisis, dan kesimpulan. Setiap tahapan diuraikan secara lebih detail dalam subbab berikutnya untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang keseluruhan proses penelitian. Tahapan pelaksanaan yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

a) Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang digunakan. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data unduh persil KW 1-3, citra google satelit, batas administrasi desa, titik kontrol peta, titik kontrol lapangan dan titik ikat peta.

b) Pengolahan Bidang Tanah Dengan Metode *Block Adjustment*

Pada tahap ini dimulai dengan membagi blok bidang tanah dari data unduh persil KW 1,2,3. selanjutnya dilakukan pengolahan data *block adjustment* dengan menggunakan 2 *plugin* yakni *plugin* adumanis dan *plugin* perekat. Untuk pengolahan pada *plugin* Adumanis dimulai dengan membuat titik kontrol peta yang akan menjadi titik acuan pergeseran bidang tanah kemudian tahapan selanjutnya dilakukan identifikasi titik kontrol peta. Tahap ini dilakukan untuk memvalidasi titik geometri pada bidang tanah yang akan dilakukan pergeseran. Langkah terakhir adalah *adjustment* bidang tanah sesuai dengan blok yang telah dibagi dengan menetapkan nilai toleransi sebesar 0,3 meter agar pergeseran geometri bidang tanah dapat lebih detail. Sementara itu, untuk pengolahan pada *plugin* perekat, dimulai dengan membuat titik kontrol peta yang berfungsi sebagai titik geometri bidang tanah yang akan dilakukan pergeseran, selain itu hal lain yang perlu disiapkan adalah titik kontrol lapangan yang berfungsi sebagai titik acuan pergeseran pada peta, dan yang terakhir adalah titik ikat peta yang berfungsi sebagai titik yang menyatukan bidang sehingga terhindar dari *gap/overlap*. Langkah terakhir adalah *adjustment* bidang tanah sesuai dengan blok yang telah dibagi. Adapun metode *adjustment* yang dilakukan pada *plugin* perekat ini adalah dengan menggunakan metode transformasi koordinat affine. Sehingga *output* dari pengolahan ini adalah berupa peta hasil *block adjustment* dengan menggunakan *plugin* Adumanis dan peta hasil *block adjustment* dengan menggunakan *plugin* perekat.

c) Tahap Analisis Hasil *Block Adjustment*

Analisis hasil *block adjustment* dilakukan dengan mengacu pada 3 (tiga) parameter, yaitu perubahan luas bidang tanah, konsistensi topologi berdasarkan jumlah *gap/overlap*, dan kesesuaian posisi bidang tanah dengan mengacu pada citra google satelit. Untuk melakukan perhitungan perubahan luas bidang tanah dilakukan dengan menggunakan *tool calculate geometry* yang terdapat pada *software* ArcGIS dengan koordinat sistem TM-3 zone 49.1. Setelah itu dilakukan perhitungan untuk menghitung nilai toleransi dengan menggunakan *tool field calculator*. Adapun untuk menghitung nilai toleransi tersebut dengan menggunakan rumus (1).

$$\text{Toleransi (\%)} = \frac{\text{Luas Peta} - \text{Luas Surat Ukur}}{\text{Luas Surat Ukur}} \times 100\% \quad (1)$$

Analisis dilakukan berdasarkan petunjuk teknis PTSL 2022 yang menetapkan toleransi perbedaan luas sebesar 5%. Selain itu, untuk menganalisis hasil jumlah *gap/overlap*, dilakukan menggunakan *software* ArcGIS dengan memanfaatkan *tool* topologi, sehingga dapat terlihat jumlah bidang yang masih terdapat *gap/overlap*. Adapun untuk menganalisis kesesuaian posisi bidang tanah, dilakukan secara visual dengan mengacu pada citra google satelit.

3. Hasil dan Pembahasan

a) Luas Bidang Tanah

Dalam penelitian ini, pengolahan *block adjustment* dilakukan dengan jumlah total bidang sebanyak 2.197 bidang dan titik kontrol lapangan sebanyak 1.310 titik. Tahap analisis yang dilakukan dalam penelitian ini merujuk pada juknis PTSL 2022 yang menetapkan bahwa toleransi perbedaan luas yang diperkenankan tidak melebihi $\pm 5\%$ dari luas yang tertera pada Gambar Ukur (GU). Adapun untuk menghitung toleransi perbedaan luas tersebut dengan menggunakan rumus (1).

Hasil *block adjustment* pada penelitian ini menunjukkan bahwa masih terdapat bidang yang memiliki perbedaan luas dengan selisih $\pm 5\%$. Adapun hasil pengolahan dari *plugin* Adumanis ini terdapat 216 bidang tanah (9,83%) dari jumlah total keseluruhan bidang tanah yang memiliki selisih luasan melebihi batas toleransi luas bidang tanah, sedangkan pada *plugin* perekat terdapat 21 bidang tanah (0,96%) dari jumlah total keseluruhan bidang tanah yang memiliki selisih luasan melebihi batas toleransi luas bidang tanah. Perbedaan jumlah bidang tanah yang melebihi batas toleransi antara *plugin* Adumanis dan *plugin* perekat dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Perbandingan Jumlah Bidang Tanah Yang Luasnya Melebihi Batas Toleransi Antara Plugin Adumanis dan Perekat

Pada **Gambar 2** menunjukkan bahwa pada *plugin* perekat memiliki konsistensi yang lebih baik dalam hal mempertahankan luas bidang. Hasil pengolahan pada *plugin* perekat ini menunjukkan bahwa dari total 2.197 bidang tanah, sebanyak 2.176 bidang memiliki perbedaan luas dengan selisih $< 5\%$, sementara 21 bidang lainnya masih menunjukkan perbedaan luas $> 5\%$. Sementara itu, pada *plugin* Adumanis menunjukkan bahwa dari total 2.197 bidang, sebanyak 1.981 bidang memiliki perbedaan luas dengan selisih $< 5\%$, sementara 216 bidang lainnya masih menunjukkan perbedaan luas $> 5\%$.

b) Konsistensi Topologi Berdasarkan Jumlah *Gap/Overlap*

Berdasarkan standar internasional terkait kualitas data geospasial (ISO 19157-2013) disebutkan adanya ketentuan mengenai batas bidang tanah tidak boleh ada *gap/overlap* dan sebagaimana disampaikan sebelumnya bahwa kondisi peta pendaftaran eksisting masih belum tertata baik sebagaimana yang

diharapkan. Melalui *plugin* Adumanis dan *plugin* perekat ini diharapkan permasalahan *gap/overlap* dapat terselesaikan dengan cepat. Berdasarkan hasil pengolahan *block adjustment* pada penelitian ini, menunjukkan bidang tanah masih terdapat *gap* dan *overlap*. Namun, beberapa bidang tanah yang masih terdapat *gap* tersebut diakibatkan oleh keberadaan jalan. Bidang *gap* dan *overlap* tersebut diidentifikasi menggunakan *software* ArcGIS dengan memanfaatkan *tool* topologi. Aturan topologi yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada aturan ESRI [15], yang menyebutkan Suatu poligon tidak boleh tumpang tindih dengan poligon yang lain pada layer yang sama (*must not overlap*) dan ruang kosong tidak boleh ada di antara dua poligon pada satu layer (*must not have gaps*). Adapun hasil identifikasi topologi bidang tanah dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Rule	Errors	Exceptions
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	0	0
Must Not Have Gaps topology_adumanis	109	0
Must Not Overlap topology_adumanis	63	0
Total	172	0

Rule	Errors	Exceptions
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	0	0
Must Not Have Gaps topology_Perekat	76	0
Must Not Overlap topology_Perekat	39	0
Total	115	0

Gambar 3. Hasil Identifikasi Topologi Bidang Tanah


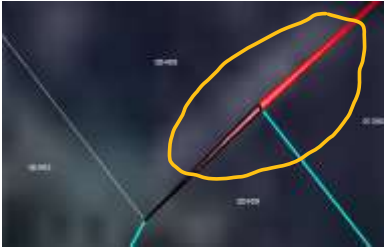

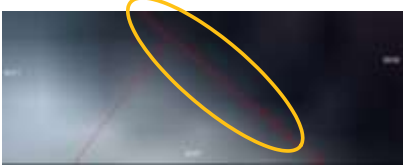

Berdasarkan **Gambar 3** diperoleh informasi bahwa hasil pengolahan pada *plugin* Adumanis menunjukkan bahwa masih terdapat 109 bidang yang teridentifikasi *gap* dan 63 bidang teridentifikasi *overlap*, sedangkan pada *plugin* perekat teridentifikasi bidang *gap* sebanyak 76 bidang dan 39 bidang teridentifikasi *overlap*. Adapun perbandingan jumlah bidang tanah hasil topologi dari kedua *plugin* tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Perbandingan Jumlah Bidang Tanah Hasil Topologi Setelah Dilakukan *Block Adjustment* Pada *Plugin* Adumanis dan Perekat

Plugin	Gap	Overlap	Bebas dari <i>gap/overlap</i>	Total Bidang
Adumanis	109	63	2.025	2.197
Perekat	76	39	2.082	

Pada **Tabel 1** menunjukkan bahwa bidang yang dihasilkan oleh *plugin* perekat memiliki konsistensi topologi yang lebih baik. Hal ini dapat dilihat dari Jumlah bidang tanah yang bebas dari *gap/overlap* pada *plugin* Adumanis tercatat sebanyak 2.025 bidang (92,17%) dari total keseluruhan bidang tanah. Angka ini lebih rendah dibandingkan dengan *plugin* perekat, yang memiliki 2.082 bidang tanah (94,76%) dari total bidang tanah yang terbebas dari *gap/overlap*. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi adanya bidang *gap/overlap* pada *plugin* Adumanis ini diantaranya karena adanya perbedaan blok antar bidang, tidak ada titik kontrol lapangan, tidak adanya titik bantu pada bidang, dan jalan yang dianggap sebagai *gap*. Beberapa contoh faktor adanya *gap/overlap* tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2**.





Tabel 2. Faktor Bidang *Gap/Overlap* Pada *Plugin* Adumanis

No	Faktor	Gambar
1	Adanya perbedaan blok	
2	Tidak adanya titik bantu pada bidang	
3	Tidak ada titik kontrol lapangan	
4	Tidak adanya titik bantu pada bidang	
5	Jalan yang dianggap sebagai <i>gap</i>	

Sementara itu, pada *plugin* perekat terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi adanya bidang *gap/overlap* ini diantaranya karena adanya perbedaan blok antar bidang, tidak ada titik kontrol lapangan, hasil titik kontrol lapangan bergeser/titik tidak berada pada posisi yang sudah ditetapkan, dan jalan yang dianggap sebagai *gap*. Beberapa contoh faktor adanya *gap/overlap* tersebut dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Faktor Bidang *Gap/Overlap* Pada *Plugin* Perekat

No	Faktor	Gambar
1	Adanya perbedaan blok	

No	Faktor	Gambar
2	Titik kontrol lapangan bergeser/ titik tidak berada pada posisi yang sudah ditetapkan	
3	Tidak ada titik kontrol lapangan	
4	Tidak adanya titik ikat	
5	Jalan yang dianggap sebagai gap	

c) **Ringkasan Perbandingan Hasil *Block Adjustment* Antara *Plugin* Adumanis Dengan *Plugin* Perekat**

Ringkasan hasil pengolahan *block adjustment* pada bidang tanah dengan menggunakan *plugin* Adumanis dan perekat ini diuraikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Perbandingan Hasil *Block Adjustment* Antara *Plugin* Adumanis dengan *Plugin* Perekat

No	Parameter	<i>Plugin</i> Adumanis	<i>Plugin</i> Perekat
1	Luas bidang tanah	Pada <i>plugin</i> Adumanis menunjukkan bahwa dari total 2.197 bidang tanah, terdapat 1.981 bidang tanah yang memiliki perbedaan luas dengan selisih <5%, sementara 216 bidang lainnya masih menunjukkan perbedaan luas >5%.	Pada <i>plugin</i> perekat menunjukkan bahwa dari total 2.197 bidang tanah, terdapat 2.176 bidang tanah yang memiliki perbedaan luas dengan selisih <5%, sementara 21 bidang lainnya masih menunjukkan perbedaan luas >5%.
2	Konsistensi topologi berdasarkan jumlah <i>gap/overlap</i>	Hasil pengolahan pada <i>plugin</i> Adumanis menunjukkan bahwa masih terdapat 109 bidang yang teridentifikasi <i>gap</i> , 63 bidang teridentifikasi <i>overlap</i> , dan 2.025 bidang (92,17%) dari total keseluruhan bidang tanah yang terbebas dari kesalahan <i>gap/overlap</i> .	Hasil pengolahan pada <i>plugin</i> perekat menunjukkan bahwa masih terdapat 76 bidang yang teridentifikasi <i>gap</i> , 39 bidang teridentifikasi <i>overlap</i> , dan 2.082 bidang (94,76%) dari total keseluruhan bidang tanah yang terbebas dari kesalahan <i>gap/overlap</i> .

4. Kesimpulan

Dalam hal efektivitas mempertahankan luas bidang tanah, *plugin* perekat menunjukkan hasil yang lebih baik dengan hanya 0,96% dari jumlah total bidang tanah yang melebihi batas toleransi, dibandingkan dengan 9,83% pada *plugin* Adumanis. Selain itu, dalam aspek konsistensi topologi, *plugin* Adumanis menunjukkan 92,17% dari total keseluruhan bidang tanah terbebas dari kesalahan *gap/overlap*, sementara pada *plugin* perekat terdapat 94,76% dari total bidang tanah terbebas dari kesalahan *gap/overlap*. Hal ini menunjukkan bahwa *plugin* perekat lebih mampu mengurangi kemungkinan terjadinya *gap/overlap* pada bidang tanah. Dengan demikian, *plugin* perekat lebih unggul dalam mempertahankan luas dan konsistensi topologi jika dibandingkan dengan *plugin* Adumanis.

5. Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini terlaksana dengan dukungan berupa data bidang tanah yang didapatkan dari Badan Pertanahan Nasional (BPN) Kabupaten Wonosobo, Provinsi Jawa Tengah. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu penelitian ini berlangsung.

6. Referensi

- [1] Tim Project Management Office (PMO). (2023). *Modul Pelaksanaan Kegiatan Peningkatan Kualitas Data Spasial KW1,2,3. Kementerian ATR/BPN*, Jakarta.
- [2] Ramdani, M.F., (2016). Pengukuran Dan Pemetaan Bidang Tanah Markas Batalyon Bekang 1 Kostrad Cibinong Bogor. Tugas Akhir SAIG UPI, Bandung.
- [3] ATR/BPN, (2023). *Petunjuk Teknis Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap*. Jakarta
- [4] Suhattanto, M.A., Sarjita., Sukayadi., Mujiburohman, D.A., (2021). Kualitas Data Pertanahan Menuju Pelayanan Sertipikat Tanah Elektronik. *Jurnal Widya Bhumi*, Yogyakarta.
- [5] Pamungkas, G.B., Sudarsono, B., & Kahar. S., (2014). Verifikasi Batas Wilayah Antara Kabupaten Sukoharjo dan Kabupaten Karanganyar. *Jurnal Geodesi UNDIP*, Semarang.
- [6] Sudarsono, B., Lutfina, M.A.W., & Suprayogi, A., (2019). Analisis Kesesuaian Penggunaan Lahan Terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah Tahun 2010-2030 Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Pati. *Jurnal Geodesi UNDIP*, Semarang.
- [7] Irwansyah, E., (2013). *Sistem Informasi Geografis : Prinsip Dasar Dan Pengembangan Aplikasi*. Yogyakarta.
- [8] Wicaksono, K.A., (2024). *Analisis Akurasi dan Efektivitas Peningkatan Kualitas Data Pertanahan Dengan Metode Block Adjustment dan Pengukuran Ekstraterestris*. Skripsi, Yogyakarta : Program Studi Pertanahan STPN Yogyakarta.
- [9] Astrini, R., (2012). Modul Pelatihan Quantum GIS Tingkat Dasar. Mataram.
- [10] Tirta, S.B.A.Z., (2024). *Perbandingan Hasil Block Adjustment Menggunakan Plugin Perekat dan Plugin Adumanis*. Skripsi, Yogyakarta : Program Studi Pertanahan, STPN Yogyakarta.
- [11] Suwardhi, D., Satwika., Naufal., Ihsan, M., (2023) *Modul Praktik Perbaikan dan Penanganan Anomali Bidang Tanah Dengan Metode Block Adjustment*. Bandung.
- [12] Aditya, T., Santosa, P.B., Widjajanti, N., Yulaikhah., (2023). *Modul Teori Workshop Pemanfaatan Plugin Block Adjustment (Perekat) 2023*. Yogyakarta.
- [13] Klebanov, M., & Doytsher, Y., (2009). *Cadastral Triangulation: A Block Adjustment Approach for Joining Numerous Cadastral Blocks Nordic Journal of Surveying and Real Estate Research, Special Series*, Vol. 6 (2009) 53-68
- [14] Badan Pusat Statistik Kab. Wonsobo (2018). *Kecamatan Watumalang Dalam Angka 2018*. Wonosobo.
- [15] ESRI, (2010). *ArcGIS Geodatabase Topology Rules*. Jakarta.