

Pemanfaatan Peta Foto Tegak Sebagai Peta Dasar Untuk Evaluasi Pelaksanaan Rencana Tata Ruang

The Application of Orthophoto as A Basemap to Evaluate The Implementation of Spatial Planning

Sulastri*, Syafri, Rudi Latief

Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Program Pascasarjana, Universitas Bosowa

*E-mail: sulastricyj@gmail.com

Diterima: 12 September 2024/Disetujui 30 Desember 2024

Abstrak. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi Rencana Tata Ruang (RTR) pada potensi adanya ketidaksesuaian pola ruang terhadap existing keadaan di lapangan, sehingga lokasi penelitian yang dipilih terletak pada daerah yang memiliki kemungkinan terdapat pembangunan yang signifikan untuk mendeteksi kecocokan pemanfaatan ruang dan di wilayah yang relative sama atau sedikit pembangunan untuk evaluasi penyusunan pemanfaatan tanah sesuai pola ruang. Penelitian dilakukan di 2 wilayah administrasi Kelurahan/Desa yang keduanya berada di Kecamatan Barru, Kabupaten Barru. Area pertama adalah Kelurahan Coppo yang berada di Kecamatan Barru Kabupaten Barru. Hasil dari Penelitian ini menunjukkan bahwa (1) Peta Tegak yang dihasilkan dari pemotretan menggunakan wahana nir awak (PUNA) mempunyai hasil akurasi kurang dari 15 cm sehingga dapat digunakan untuk identifikasi batas bidang tanah sehingga dapat dijadikan peta dasar dalam pemetaan perbidang dan klasifikasi pemanfaatan ruangnya di lapangan, (2) Pemanfaatan foto udara yang direkam menggunakan wahana nirawak (PUNA) dapat menghasilkan foto tegak yang beresolusi tinggi dan akurat untuk membantu evaluasi pemanfaatan pola ruang sesuai Rencana tata Ruang (RTR). Data foto udara dapat diakuisisi dan diolah secara cepat sesuai dengan area yang akan dilakukan evaluasi RTR. Penggunaan foto tegak ini sangat tepat dan efisien untuk digunakan pada pemantauan pelaksanaan RTR yang areanya tidak terlalu luas dan membutuhkan data terkini secara cepat dan murah. Sumber daya yang dibutuhkan juga sedikit tetapi ahli dalam bidangnya sehingga hasil foto tegak dapat dijadikan peta dasar dalam kegiatan evaluasi dan pemantauan RTR, (3) Hasil evaluasi pemanfaatan lahan yang menggunakan overlay data peta tegak sebagai peta dasarnya dibandingkan pola ruang RTRW Barru ditemukan banyak bangunan yang berada di pola ruang non bangunan. Terdapat banyak bangunan terutama di kelurahan Coppo yang berada di area pertanian lahan basah maupun perkebunan. Selain itu pada vektor pola ruang tidak sesuai dengan keadaan di lapangan sehingga perlu dilakukan updating/pembaharuan pola ruang. Hal ini disebabkan pada saat penyusunan penggunaan peta dasarnya tidak memenuhi syarat yang ditentukan karena kekurangan data pada saat itu. Hasil identifikasi bangunan yang terindikasi bangunan liar dapat dilakukan peninjauan secara langsung karena terlihat jelas di peta foto. (4) Peta dasar yang dipakai mempunyai akurasi yang lebih tinggi daripada peta dasar yang digunakan saat penyusunan RTRW sehingga bisa dipakai untuk pembuatan atau koreksi pola ruang yang lebih detail, dan (5) Ketersediaan peta dasar yang memenuhi standar yang ditentukan merupakan hal yang sangat penting dalam perencanaan ruang, selain pemantauan dan valuasi peta dasar dapat dijadikan acuan penyusunan RDTR. Hal itu dikarenakan ketelitian peta dasar yang dipakai mempengaruhi keakuratan vektor pola ruang.

Kata Kunci: Peta Foto Tegak, Peta Dasar, Pelaksanaan Rencana Tata Ruang

Abstract. The purpose of this study is to evaluate the Spatial Plan (RTR) on the potential for spatial pattern inconsistencies with existing conditions in the field, so that the selected research location is located in an area that has the possibility of significant development to detect the suitability of spatial use and in an area that is relatively the same or has little development to evaluate the arrangement of land use according to spatial patterns. The study was conducted in 2 administrative areas of the Village/Kelurahan, both of which are in Barru District, Barru Regency. The first area is Coppo Village which is in Barru District, Barru Regency. The results of this study indicate that (1) The Vertical Map produced from photography using an unmanned aerial vehicle (PUNA) has an accuracy of less than 15 cm so that it can be used to identify land boundaries so that it can be used as a base map in mapping per field and classifying its spatial use in the field, (2) Utilization of aerial photos recorded using an unmanned aerial vehicle (PUNA) can produce high-resolution and accurate vertical photos to help evaluate the use of spatial patterns according to the Spatial Plan (RTR). Aerial photo data can be acquired and processed quickly according to the area to be evaluated for RTR. The use of vertical photos is very appropriate and efficient for use in monitoring the implementation of RTR which is not too large and requires up-to-date data quickly and cheaply. The resources needed are also few but experts in their fields so that the results of vertical photos can be used as basic maps in RTR evaluation and monitoring activities, (3) The results of land use evaluation using vertical map data overlay as the basic map compared to the Barru RTRW spatial pattern found many buildings in the non-building spatial pattern. There are many buildings especially in Coppo sub-district which are located in the wetland agricultural area or plantations. In addition, the vector spatial pattern does not match the conditions in the field so that updating/renewing the spatial pattern needs to be done. This is because at the time of preparation the use of the base map did not meet the specified requirements due to lack of data at that time. The results of the identification of buildings indicated as illegal buildings can be reviewed directly because they are clearly visible on the

photo map. (4) The base map used has higher accuracy than the base map used when compiling the RTRW so that it can be used to create or correct more detailed spatial patterns, and (5) The availability of base maps that meet the specified standards is very important in spatial planning, in addition to monitoring and evaluating base maps that can be used as a reference for compiling the RDTR. This is because the accuracy of the base map used affects the accuracy of the spatial pattern vector.

Keywords: Orthophoto, Basemap, The Implementation of Spatial Planning



This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

Pendahuluan

Penataan ruang merupakan suatu sistem proses yang terdiri atas penataan ruang, pemanfaatan ruang, dan pengelolaan pemanfaatan ruang (UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang). Indonesia, sebagai negara dengan wilayah yang sangat luas, memiliki tantangan dalam tata ruang yang kompleks, yang melibatkan tingkat nasional, provinsi, dan kabupaten/kota. Dalam konteks ini, peta menjadi elemen esensial karena memberikan representasi ruang yang akurat untuk mendukung perencanaan, pemantauan, dan evaluasi tata ruang. Peta, termasuk peta dasar, peta wilayah, dan peta tematik, menjadi alat penting dalam menyediakan informasi spasial yang terperinci (González-García *et al.*, 2021).

Teknologi penginderaan jauh, terutama yang menggunakan Pesawat Udara Nirawak (PUNA) atau Unmanned Aerial Vehicle (UAV), telah berkembang pesat dan memberikan solusi efektif untuk survei dan pemetaan wilayah. UAV memungkinkan akuisisi data dengan resolusi tinggi hingga tingkat sentimeter dalam waktu singkat, yang sangat berguna dalam perencanaan tata ruang dan monitoring penggunaan lahan (Wang *et al.*, 2020). Teknologi ini juga mendukung pengolahan data lebih lanjut, seperti pembuatan model digital dan orthophoto, dengan akurasi tinggi melalui sistem Global Navigation Satellite System-Post Processing Kinematic (GNSS-PPK) (Gómez *et al.*, 2019).

Program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) yang diinisiasi pada tahun 2023 oleh Pemerintah Indonesia memanfaatkan teknologi UAV untuk menghasilkan peta foto udara sebagai dasar pemetaan bidang tanah. Dibandingkan dengan metode pengukuran terestris, UAV menawarkan biaya dan waktu yang lebih efisien, dengan hasil data yang lebih detail dan akurat (Kukko *et al.*, 2022). Teknologi ini menjadi solusi penting dalam pemantauan dan evaluasi pemanfaatan ruang, termasuk untuk menilai kesesuaian penggunaan lahan dengan rencana tata ruang yang telah ditetapkan (Li *et al.*, 2021).

RDTR (Rencana Detail Tata Ruang) menjadi salah satu instrumen utama dalam pelaksanaan tata ruang di tingkat kabupaten/kota. RDTR menyediakan panduan yang mendetail, termasuk peraturan zonasi (PZ) yang mengatur pemanfaatan ruang secara spesifik. Dengan adanya teknologi UAV dan penginderaan jauh, proses pemantauan evaluasi terhadap RDTR dapat dilakukan secara lebih cepat melalui analisis data spasial, seperti overlay data pola ruang

dengan hasil digitasi interaktif dari citra satelit atau orthophoto (Castellanos *et al.*, 2023).

Teknologi fotogrametri yang berbasis UAV juga memberikan kontribusi signifikan dalam klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode deep learning. Metode ini memungkinkan analisis otomatis yang lebih cepat dan konsisten dibandingkan pendekatan manual, terutama untuk area yang luas. Penerapan deep learning dalam pengolahan citra orthophoto telah terbukti meningkatkan efisiensi dalam pemantauan tata ruang (Zhang *et al.*, 2020). Dengan pendekatan ini, akurasi hasil evaluasi pemanfaatan ruang dapat ditingkatkan, sekaligus mendukung pengambilan keputusan yang lebih berbasis data.

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi Rencana Tata Ruang (RTR) pada potensi adanya ketidaksesuaian pola ruang terhadap existing keadaan di lapangan, sehingga lokasi penelitian yang dipilih terletak pada daerah yang memiliki kemungkinan terdapat pembangunan yang signifikan untuk mendeteksi kecocokan pemanfaatan ruang dan di wilayah yang relative sama atau sedikit pembangunan untuk evaluasi penyusunan pemanfaatan tanah sesuai pola ruang.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada lokasi yang telah ditetapkan dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dan difokuskan pada area yang tidak diperbolehkan untuk pendirian bangunan (non-bangunan). Persiapan penelitian dimulai dengan menentukan Area of Interest (AOI), di mana penentuan AOI ini penting untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi kritis sesuai dengan kebijakan tata ruang (Ardiansyah *et al.*, 2021). Penelitian difokuskan pada dua lokasi dengan karakteristik yang berbeda guna memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

Lokasi pertama adalah Kelurahan Coppo, Kecamatan Barru, yang terletak di pusat Kabupaten Barru. Wilayah ini diperkirakan mengalami perubahan pemanfaatan lahan yang pesat karena letaknya yang strategis. Selain itu, area ini memiliki lahan pertanian basah yang dominan serta kawasan lindung seperti zona mangrove dan sempadan pantai. Wilayah pesisir dengan ekosistem mangrove memainkan peran penting dalam pelestarian lingkungan dan sering menjadi fokus penelitian tata ruang (Kumar *et al.*, 2022).

Lokasi kedua adalah Desa Tompo, Kecamatan Barru. Zonasi non-bangunan di wilayah ini didominasi oleh kawasan budidaya pertanian pangan berkelanjutan (LP2B). LP2B memiliki fungsi penting dalam mendukung ketahanan

pangan dan mempertahankan produktivitas lahan pertanian dalam jangka panjang, terutama di tengah tekanan perubahan penggunaan lahan yang sering terjadi di daerah berkembang (Rahman & Hossain, 2021). Pemilihan dua lokasi ini didasarkan pada representasi karakteristik yang beragam, yang memungkinkan analisis mendalam terhadap implementasi kebijakan tata ruang dan dampaknya pada pemanfaatan lahan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini mencakup survei lapangan, analisis spasial, dan interpretasi data geospasial. Data spasial diperoleh melalui foto udara hasil penginderaan jauh menggunakan teknologi UAV (Pesawat Udara Nirawak) yang dilengkapi dengan perangkat GNSS-PPK (Global Navigation Satellite System-Post Processing Kinematic). Teknologi UAV saat ini dianggap sebagai alat yang efisien untuk pengumpulan data geospasial karena keakuratannya yang tinggi dan efisiensi dalam waktu pengumpulan data (Zhang *et al.*, 2023). Data ini selanjutnya diintegrasikan dengan data RTRW untuk melakukan analisis kesesuaian pemanfaatan ruang. Proses analisis melibatkan overlay antara data spasial yang dihasilkan dengan zonasi RTRW untuk mengidentifikasi ketidaksesuaian pemanfaatan ruang.

Pembagian pola ruang kedua AOI berdasarkan RTRW Kabupaten Barru bias dilihat pada table dan Gambar 1. Berikut.



Gambar 1. Zona Pola Ruang Desa Tompo berdasar RTRW

Untuk melakukan verifikasi dan pemantauan pada pelaksanaan Rencana Tata Ruang (RTR), diperlukan data kondisi pemanfaatan ruang sebenarnya di lapangan pada waktu terkini. Untuk memperoleh data secara cepat pada area yang tidak terlalu luas, digunakan foto udara yang diakuisisi menggunakan wahana UAV. Akuisisi dilakukan pada 2 lokasi AOI yang telah ditentukan. AOI Kelurahan Barru dan Desa Tompo diakuisisi pada bulan November tahun 2023 oleh Kantor Pertanahan Kabupaten Barru melalui pihak ketiga yaitu PT. Blakasuta Hiperspektral Survey. Tahapan yang dilakukan setelah akuisisi dilakukan adalah

pembuatan orthomosaic image. Proses ini dilakukan untuk menggabungkan foto – foto yang telah diakuisisi menjadi 1 image utuh sesuai AOI yang ditentukan. Proses akuisisi foto udara yaitu sebagai berikut:

a. Tahap Pra Akuisisi

1) Koordinasi dengan pihak terkait

Pada tahap ini dilakukan koordinasi tim dengan Pemerintah Kelurahan Coppo dan Desa Tompo tanggal 2 November. Pada bulan Oktober team dari Kantah BPN Kabupaten Barru juga telah menyampaikan sosialisasi PTSL termasuk adanya kegiatan foto udara ini. Hasil dari koordinasi antara lain diperoleh dokumen data batas administrasi berbentuk shapefile, AOI Desa Tompo dan Kelurahan Coppo yang berada di Area Penggunaan Lain (APL) serta data kawasan hutan.

2) Persiapan Persiapan Kegiatan Pemasangan GCP dan ICP

Standar pembuatan Tugu GCP adalah sebagai berikut:

- tugu dari pipa paralon ukuran 2 inchi dengan panjang 50 cm
- paku payung atau baut pada bagian tengah cor semen
- Pipa paralon diisi dengan cor semen dicampur batu dan pasir
- 10 cm dibagian atas tugu dicat warna jingga
- Pipa dipasang dengan ditanam sedalam 30 cm, dan muncul dipermukaan setinggi 20 cm.

Standar pembuatan Patok ICP adalah sebagai berikut:

- Patok dari kayu sepanjang 30 cm
- Patok diberi paku payung atau baut sebagai tanda titik sentering alat
- Patok bagian atas 5cm dicat orange
- Patok ditanam sedalam 20 cm, dan muncul dipermukaan setinggi 10 cm

Standar pembuatan Premark adalah sebagai berikut:

- Premark GCP dibuat dengan bentuk 4 sayap, dimana tiap sayap panjangnya sekitar 1 meter (lebih besar dari 10 piksel), lebar 30 cm (lebih besar dari 3 piksel).
- Premark ICP dibuat dengan bentuk 4 sayap, dimana tiap sayap panjangnya sekitar 50 cm (lebih besar dari 10 X resolusi piksel), lebar 30 cm (lebih besar dari 5 X resolusi piksel).

Titik GCP Kelurahan Coppo ditentukan sejumlah 9 buah dengan ICP sejumlah 12 buah dan titik GCP Desa Tompo ditentukan sejumlah 10 buah dengan ICP sejumlah 12 buah, jumlah GCP ditentukan berdasar luas, semakin luas wilayah foto udara maka semakin banyak jumlah GCP. Jumlah ICP berdasar Juknis pekerjaan ini adalah table berikut ini:

Tabel 1. Ketentuan titik uji (ICP)

Luasan (km ²)	Jumlah Titik Uji untuk Ketelitian Horizontal	Jumlah Titik Uji untuk Ketelitian Vertikal	Jumlah Total Titik
≤250	12	Area Non-Vegatasi: 12 Area Vegetasi: 0	12
251–500	20	Area Non-Vegatasi: 20 Area Vegetasi: 0	20
501–750	25	Area Non-Vegatasi: 25 Area Vegetasi: 10	35
751–1.000	30	Area Non-Vegatasi: 30 Area Vegetasi: 15	45
1.001–1.250	35	Area Non-Vegatasi: 35 Area Vegetasi: 20	55
1.251–1.500	40	Area Non-Vegatasi: 40 Area Vegetasi: 25	65
1.501–1.750	45	Area Non-Vegatasi: 45 Area Vegetasi: 30	75
1.751–2.000	50	Area Non-Vegatasi: 50 Area Vegetasi: 35	85
2.001–2.250	55	Area Non-Vegatasi: 55 Area Vegetasi: 40	95
2.251–2.500	60	Area Non-Vegatasi: 55 Area Vegetasi: 45	100

3) Kegiatan Pemasangan GCP dan ICP

Kegiatan pemasangan GCP dilakukan dengan ketentuan tugu dari pipa paralon yang disemen dengan panjang total 60 cm. Tugu GCP di tanam didalam tanah sedalam 40 cm, dan sisanya 20 cm diatas permukaan tanah seperti pada Gambar 2. dan Gambar 3. berikut.



Gambar 2. Pemasangan Tugu GCP



Gambar 3. Pemasangan Premark Pada Lokasi GCP

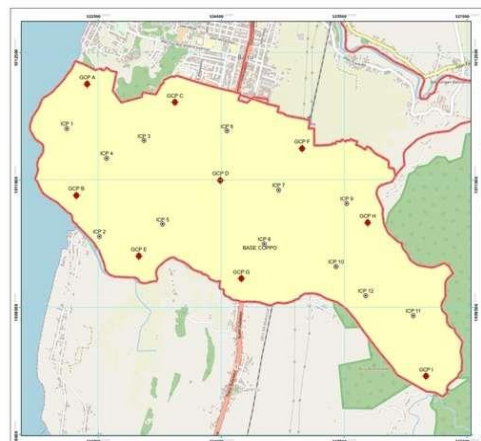
Pengukuran titik GCP dan ICP foto udara telah memenuhi standar berikut ini:

- Titik Uji terletak tersebar merata di blok area pekerjaan;
- Titik Uji dapat berupa Premark maupun Postmark;
- Titik Uji berupa Premark harus dipastikan berada di tempat terbuka dan dapat terlihat dari berbagai posisi pemotretan, sedangkan Titik Uji berupa

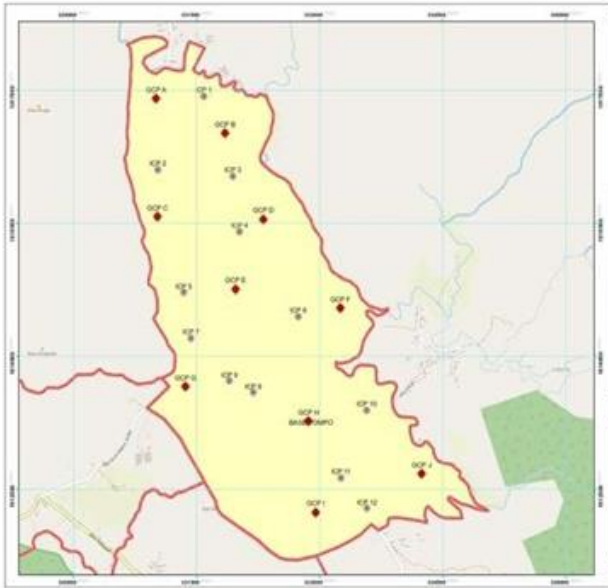
Postmark harus dapat diidentifikasi dengan jelas pada Peta Foto;

- Titik Tetap (base station) digunakan untuk pengikatan pengukuran Titik Uji (ICP), diukur menggunakan pengamatan satelit (survei GNSS) metode static yang diolah secara post processing;
- Jarak baseline (antar Titik Tetap/base station dengan Titik Uji/ICP), tidak melebihi 10 km;
- Setiap Desa ada Titik Tetap tambahan yang diikatkan terhadap CORS atau TDT;
- Waktu pengamatan pengukuran titik uji (ICP) minimal 30 menit, dengan interval waktu pengamatan adalah 1 detik;
- Titik Uji menggunakan sistem koordinat geodetik (Lintang, Bujur dan tinggi) pada spheroid WGS-84, dan transformation pada sistem TM-3.

Sebaran titik GCP dan ICP dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Persebaran Titik GCP dan ICP Kelurahan Coppo



Gambar 5. Persebaran Titik GCP dan ICP Desa Tompo

4) Persiapan Kegiatan Foto Udara dengan PUNA (pesawat udara nir-awak)

- a) Pengurusan Izin Terbang ke Airnav

Persyaratan pengajuan ijin terbang, hasil Assesment merupakan tanggapan dari Direktorat Navigasi Udara dan Airnav MATC di Maros. Dokumen yang telah dikirimkan melalui aplikasi SiDopi adalah sebagai berikut:

 - i. Formulir permohonan ijin operasi udara
 - ii. Surat permohonan ijin operasi udara ke Airnav Matc di maros
 - iii. Surat permohonan ijin operasi ke Direktorat Navigasi Udara
 - iv. Dokumen Prosedur Kedaruratan
 - v. Dokumen Prosedur Operasional
 - vi. Dokumen Asuransi PUNA
 - vii. Lisensi / sertifiat Remote Pilot
 - viii. Lisensi / sertifikat PUNA (sUAV)
 - ix. Dokumen isian area pengajuan ijin operasional udara

b) Perencanaan Misi Udara (Jalur Terbang)

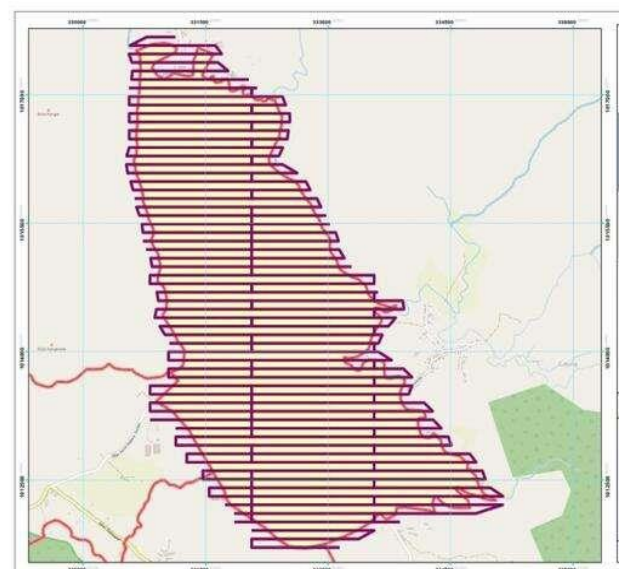
Jalur terbang pada misi udara di Kelurahan Coppo dan Desa Tompo dibuat dengan arah terbang Barat ke Timur, hal ini ditentukan agar kemungkinan arah angin lembah dan angin laut tidak menabrak langsung pada arah terbang pesawat. Jalur terbang dibuat lebih lebar dari AOI / Batas APL desa, senilai 100 meter dari batas terluar atau 2 foto overlap 80%.

Jalur terbang sesuai petunjuk teknis dibuat forward overlap sebesar 80% dan side overlap sebesar 60%. Tinggi terbang memanfaatkan area udara bebas, jadi tinggi terbang yang ditentukan adalah 120 meter. Dengan ketentuan overlap dan

tinggal terbang tersebut diperoleh hasil foto udara dengan resolusi 4 cm, dan lebar cakupan foto udara adalah sebesar 548,7 meter X 364,2 meter. Rencana Jalur terbang PUNA di Kelurahan Coppo dan Desa Tompo bias dilihat pada Gambar 6. Berikut.



Gambar 6. Peta Jalur Terbang Foto Udara Kelurahan Coppo



Gambar 7. Peta Jalur Terbang Foto Udara Desa Tompo

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Sinjai yang wilayah administratifnya terfokus di Kecamatan Sinjai Timur. Kecamatan Sinjai Timur adalah salah satu kecamatan yang terletak di Kabupaten Sinjai. Wilayah Kecamatan Sinjai Timur adalah 71,88 km² atau sekitar 8,77 persen dari wilayah Kabupaten Sinjai. Desa Sanjai merupakan desa paling luas di Kecamatan Sinjai Timur, mencakup sekitar 8,20 km² atau sebesar 11,41

persen dari luas total Kecamatan Sinjai Timur. Berdasarkan kondisi geografis, Kecamatan Sinjai Timur berada pada ketinggian antara 300 sampai 700 meter diatas permukaan laut.

5) Pengukuran GNSS Statik GCP

Pengukuran GNSS dilakukan dengan melakukan pengikatan ke Titik JKG sebelum pengamatan titik GCP dan ICP di Kelurahan Coppo dan Desa Tompo, titik base yang diikatkan ke JKHN orde 1 terdekat yaitu JKHN nomor TTG.0168 sebagai titik Ikat Base pengamatan GNSS Desa Tompo dan Desa Palakka. JKHN orde 1 dengan nomor N1.4024 TTG.0462 digunakan untuk mengikat Base pengamatan GNSS Kelurahan Mattirowalie. JKHN - TTG.0168 terletak di halaman SD Inpres Lapao, sebelah kiri poros Jalan Barru - Pare Pare, KM.UPG.109+800. Sedangkan JKHN - N1.4024 TTG.0462 terletak di pinggir jalan sebelah kiri arah ke Pangkajene Kepulauan - Barru, di depan Madrasah Tsanawiyah Pesantren alm Maddo, pada KM. 93.950 Ujung Pandang.



Gambar 8. Pengukuran GNSS Statik JKHN TTG.0168



Gambar 9. Pengukuran GNSS Statik JKHN N1.4024 TTG.0462

6) Pengamatan GNSS Statik GCP dan ICP

Pengamatan GNSS dilakukan dengan GNSS Geodetik dengan metode pengamatan statik selama 1 jam untuk GCP dan 30 menit untuk ICP tiap titik terhadap titik base hasil turunan dari JKHN. Setiap titik diukur secara radial dengan jarak antara titik terhadap base tidak melebihi jarak 10 km.



Gambar 10. Proses Pengukuran GCP ICP

7) Tahap Akuisisi

Pemilihan lokasi lepas landas dan pendaratan UAV memerlukan ketelitian dan kejelian, terutama pada area yang terdapat bangunan, area berhutan, atau medan yang tidak rata. Lokasi harus terbuka agar sinyal jarak jauh ke pesawat tidak terganggu oleh benda-benda tinggi seperti gedung pencakar langit atau sinyal radio seperti menara BTS, jaringan WiFi, dan trafo tegangan tinggi. Lokasi ini sebaiknya berada di tengah-tengah setiap sesi rute penerbangan agar waktu dan daya baterai yang diperlukan untuk lepas landas dan mendarat efisien dan tetap menjaga kekuatan sinyal radio mudah dijangkau. Setelah semua persiapan akuisisi selesai, proses akuisisi dapat dilakukan sesuai dengan sesi pemotretan yang telah dibuat. Proses akuisisi ini dilakukan secara autopilot pada setiap sesi.

b. Uji Akurasi dan Validasi Hasil Kerja

Uji Akurasi dilakukan oleh tem verifikator dari Kantah Kabupaten Barru pada tanggal 13 November 2023. Uji akurasi dilakukan dengan menyampaikan pertanyaan sesuai formulir QC dan melakukan uji pengukuran terhadap ICP dan posisi titik pada foto udara terhadap pengukuran terestris secara langsung. Hasil uji akurasi menyatakan data foto udara Kelurahan Coppo dan desa Tomoi Kecamatan Barru Kabupaten Barru masuk toleransi. Kegiatan Uji Akurasi dilakukan secara simultan dan berkala selama proses akuisisi dan olah data lapangan dilakukan bersama Tim PT Blakasutha HS.

Pemantauan Pemanfaatan Ruang adalah kegiatan pengamatan secara langsung dan/atau tidak langsung terhadap upaya untuk mewujudkan program struktur dan pola ruang sesuai dengan rencana tata ruang yang telah ditetapkan, sedangkan Evaluasi Pemanfaatan Ruang adalah kegiatan penilaian terhadap upaya untuk mewujudkan program struktur dan pola ruang sesuai dengan rencana tata ruang yang telah ditetapkan (ATR/BPN, 2017).

Pada tahapan Pemantauan dan evaluasi kegiatan dimulai dengan pengadaan Foto Tegak dari penyedia jasa yang memerlukan waktu 14 hari kerja. Peta foto tegak/orthophoto dilakukan koreksi geometris terlebih dahulu agar posisinya akurat dan sama dengan peta rencana pola ruang. Hasil koreksi ini dilakukan digitasi interaktif untuk menghasilkan peta tutupan lahan eksisting sesuai dengan waktu akuisisi citra satelit. Peta tutupan lahan eksisting yang dihasilkan dilakukan overlay dengan peta rencana pola ruang.

1) Interpretasi Foto Tegak/Orthophoto dan Digitasi Interaktif

Pemetaan Metode Fotogrametris adalah kegiatan pemetaan bidang tanah yang dilakukan dengan cara melakukan identifikasi titik batas bidang-bidang tanah dengan menggunakan Peta Kerja berupa Peta Foto hasil pemotretan wahana pesawat udara berawak atau nir-awak (UAV/drone) dengan menarik garis ukur (delineasi) panjang batas bidang tanah yang dapat diidentifikasi dan secara visual terlihat jelas di atas Peta Foto. Untuk garis batas bidang tanah yang tidak dapat diidentifikasi dilakukan dengan pengukuran lapangan (suplesi). Pembuatan Peta Kerja dari peta Foto di overlay dengan Peta Batas Administrasi Desa atau AOI Penelitian yang ditentukan. Setelah dilakukan pengukuran dan pemetaan pada lokasi penelitian. Metode utama yang digunakan dalam kegiatan pengukuran dan pemetaan dalam kegiatan Pengumpulan Data Fisik Terintegrasi adalah metode fotogrametris dengan melibatkan partisipasi masyarakat. Apabila batas-batas bidang tanahnya tidak terlihat jelas pada Peta Kerja dari Peta Foto, maka dilakukan metode-metode lainnya seperti terestris, pengamatan satelit/survei GNSS, ataupun kombinasi. Pengumpulan data fisik menginventarisasi terhadap informasi Penggunaan dan Pemanfaatan Tanah.

Pengumpulan data fisik dilaksanakan terhadap seluruh bidang tanah di Aoi kegiatan, baik bidang tanah yang sudah terdaftar maupun yang belum terdaftar dengan cara penunjukan titik tanda batas bidang tanah dilakukan oleh orang yang mengetahui batas atau disebut claimant. Program Pendaftaran tanah Sistematis Lengkap yang dilaksanakan oleh Kantor Pertanahan Kabupaten Barru mengakomodasi kegiatan dengan Identifikasi batas bidang tanah dilakukan bersama claimant dan Masyarakat Pengumpul Data Fisik dengan membawa Peta Kerja dan Peta Telaah di Balai Desa, Balai Warga, atau di tempat lain yang memungkinkan. Peta Telaah digunakan sebagai pembanding hasil identifikasi titik batas bidang tanah dengan data telaah yang ada. Proses identifikasi batas bidang tanah dapat dilakukan dengan media komputer, tablet, atau gawai lain, serta dengan bantuan proyektor untuk memudahkan proses identifikasi batasnya. Proses identifikasi batas bidang tanah dapat dilakukan juga dengan media cetak (Peta Kerja cetak). Jika batas bidang tanah tidak dapat diidentifikasi pada Peta Kerja,

maka dilakukan pengukuran suplesi di lapangan. Setiap fitur bidang tanah yang titik batasnya teridentifikasi pada peta foto harus dilakukan delineasi, berupa pematang sawah, batas bangunan yang merupakan batas bidang tanah, tembok, pagar, batas alam, dan batas buatan. Titik-titik batas bidang tanah tersebut dihubungkan menjadi garis batas dan membentuk bidang tanah. Hasil digitasi batas bidang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 11. Hasil Digitasi Batas Bidang Tanah Aoi Coppo

2) Analisis Spasial Evaluasi Pola Ruang

Analisis spasial digunakan untuk membandingkan pola ruang berdasarkan pemanfaatannya antara pola ruang di Rencana Tata Ruang dengan pemanfaatan real di lapangan untuk mendapatkan ketidaksesuaian penggunaan dan pemanfaatan ruang. Analisis spasial digunakan untuk menghasilkan data baru dari proses analisis beberapa data yang digunakan contohnya adalah operasi overlay. Overlay merupakan operasi analisis spasial dengan kombinasi 2 layer spasial atau lebih menjadi data baru. Overlay dilakukan dengan membandingkan data vector pola ruang yang ada pada shapefile RTRW Kabupaten Barru dengan bidang tanah hasil klasifikasi lapangan yang dilakukan pada PTSL 2024 di Kelurahan Coppo dan Desa Tompo. Proses pemantauan evaluasi tersebut dilakukan dengan menggunakan hasil overlay antara data pola ruang RDTR dengan data digitasi interaktif dari Peta Foto Tegak/Orthophoto.

Pada proses ini difokuskan pada bidang berdasarkan penguasaannya dan yang pemanfaatannya di lapangan terdapat bangunan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui ketidaksesuaian pemanfaatan ruang yang seharusnya pada pola ruang tidak diperbolehkan adanya bangunan tetapi di lapangan terdapat bangunan berdasarkan penguasaan subjeknya. Berikut hasil identifikasi pemanfaatan tanah yang terdapat bangunan di atasnya. Selanjutnya dilakukan analisis spasial dengan Clip bidang tanah serta intersect dengan pola ruang RTRW di Coppo dan Tompo dengan Aoi yang telah ditentukan. Bidang-bidang yang teridentifikasi terdapat bangunan di atasnya dilakukan proses intersect dengan pola ruang yang merupakan non bangunan atau pola

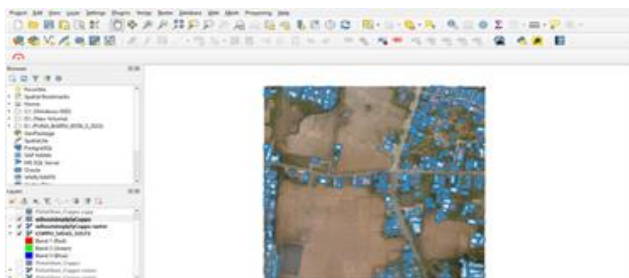
ruang pemanfaatan yang tidak boleh ada bangunan atauoun pemukiman diatasnya. Berikut hasil intersect bidang bangunan dengan pola ruang non pemukiman pada Aoi:



Gambar 12. Identifikasi Bidang Pemukiman Di Kelurahan Coppo

c. Evaluasi pemanfaatan dengan menggunakan Ekstraksi Tapak Bangunan dengan plugin Mapflow.

Identifikasi objek tapak bangunan dilakukan dengan menggunakan teknik matching berdasarkan definisi abstrak yang disebut sebagai model. Model dalam image space biasanya dideskripsikan sebagai bagian-bagian utuh yang tampak dan dapat diekstrak dari peta foto/orthophoto. Salah satu teknik ekstraksi otomatis dengan computer vision adalah menggunakan teknologi machine learning. Proses ekstraksi tapak bangunan/ building footprint menggunakan plugin opensource dapat dilihat pada gambar gambar III.28 berikut:



Gambar 13. Hasil Ekstraksi Building Footprint Menggunakan Plugin Mapflow Dengan Simplify

Hasil dan Pembahasan

Sumber data yang digunakan untuk mengolah penelitian ini adalah pola ruang yang bersumber dari RTRW Kabupaten Barru dan lokasi kegiatan di kelurahan Coppo dan Desa Tompo serta foto udara kedua wilayah tersebut yang diambil dengan UAV. Metode ini dipilih karena produk turunan hasil pengolahan citra udara tidak dimaksudkan untuk diolah menjadi informasi dasar

geospasial (IGD), melainkan untuk evaluasi atau pemantauan Rencana Tata Ruang (RTR). Hal ini bermaksud untuk memenuhi persyaratan evaluasi dengan pengambilan data dengan cepat dan hemat serta tidak membutuhkan Sumber Daya Manusia (SDM) yang banyak, pada pekerjaan kali ini, tim proyek terdiri dari 5 orang dengan rincian sebagai berikut.

- 1) Koordinator sebanyak 1 orang yang memiliki pengalaman kerja di bidang pemetaan foto udara selama 5 tahun sejak 2019 hingga sekarang, sesuai dengan yang disyaratkan dalam KAK proyek foto tegak.
- 2) Tenaga Ahli Olah Data sebanyak 1 orang yang merupakan praktisi pemetaan yang menguasai pengolahan data foto udara dan telah memiliki pengalaman dalam pekerjaan pemetaan foto udara sejak 2020;
- 3) Pilot Drone memiliki pengalaman dalam pekerjaan sebagai pilot Drone sejak tahun 2021 atau selama 2 tahun, dengan pengalaman sebelumnya sebagai navigator sejak 2020 hingga 2021.
- 4) Surveyor GNSS telah terlibat dalam pekerjaan pengukuran GNSS baik RTK maupun statik untuk GCP sejak 2020 bersama dengan team PT Blakasutha HS.
- 5) Tenaga lokal di Desa Tompo dan Kelurahan Coppo yang melibatkan Kepala Dusun sebagai penunjuk lokasi pekerjaan dan penunjuk batas Desa/Kelurahan.

PUNA yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah PUNA / Drone dengan jenis quadcopter dengan merk Autel Evo II Pro V3. Alasan utama pemilihan unit ini sebagai alat yang digunakan dalam proses akuisisi data adalah daya jelajah mencapai 100 ha sekali terbang. Drone ini telah memenuhi standar sesuai yang disyaratkan pada KAK pekerjaan yaitu jarak tempuh PUNA sejauh 25km dengan waktu terbang selama 40 menit (KAK disyaratkan 30 menit). Kemampuan terbang drone maksimal setinggi 7000 meter (syarat KAK 200m). Baterai yang disediakan untuk pekerjaan ini sejumlah 3 baterai (syarat KAK 2 buah) dengan jenis Lipo 3s 7000mah. Drone telah dilengkapi GNSS Navigasidan dan dilengkapi resolusi kamera mencapai 20 mpiksel.

Hasil Mosaik Ortofoto yang telah dibuat dalam format mbtiles telah diupload seluruhnya pada laman petadasar.atrbpn.go.id. Hasil upload ini dapat dicek langsung pada laman web tersebut. Proses tiling dan upload data foto udara Kelurahan Coppo dan Desa Tompo dilakukan pada tanggal 21 November 2023.



Gambar 14. Hasil Upload Mbtiles

Tutupan lahan di Indonesia mempunyai karakteristik yang berbeda-beda dari satu tempat ke tempat yang lain, termasuk karakteristik wilayah perkotaan. contohnya kelurahan Coppo memiliki bangunan dengan ciri khas atap berwarna merah tua dan sebagian beratap ringan, dengan banyak variasi di daerah lainnya. Karena beragamnya fitur ini, melakukan segmentasi bangunan memerlukan dataset pelatihan yang cukup beragam. Saat ini sumber data yang tersedia untuk beberapa lokasi di Indonesia adalah foto udara dengan resolusi 15 cm/piksel, namun hasil foto tegak di kelurahan Coppo dandesa Tompo memiliki akurasi di atas standar yaitu 3 cm. Foto udara dengan resolusi kurang dari 5 cm/piksel memberikan rincianutupan lahan yang cukup akurat. Resolusi ini cukup untuk mengenali objek sekecil 50 cm, memberikan tingkat detail yang lebih baik untuk elemen bangunan dengan dimensi lebih besar.

Uji Akurasi dilakukan oleh tem verifikator dari Kantah Kabupaten Barru pada tanggal 13 November 2023. Uji akurasi dilakukan dengan menyampaikan pertanyaan sesuai formulir QC dan melakukan uji pengukuran terhadap ICP dan posisi titik pada foto udara terhadap pengukuran terestris secara langsung. Hasil uji akurasi menyatakan data foto udara Kelurahan Coppo dan Desa Tompo masuk toleransi. Kegiatan Uji Akurasi dilakukan secara simultan dan berkala selama proses akuisisi dan olah data lapangan, hasil control kualitas dapat dilihat pada lampiran. Hasil dari pengolahan foto UAV ini disajikan pada Gambar 15. Berikut.

Selain dari sisi resolusi spasial yang baik, foto orthomosaic ini juga memerlukan posisi geometris yang akurat pada sehingga dilakukan transformasi 2D, transformasi hanya dilakukan pada koordinat 2D atau secara horizontal dengan koordinat referensi menggunakan CSRT yang digunakan juga sebagai sumber data untuk digitasi.



Gambar 15. Hasil Upload Mbtiles



Gambar 16. Hasil Upload Mbtiles



Gambar 17. Hasil Ekstraksi Building Footprint Yang Saling Menempel Di Area Perumahan



Gambar 18. Hasil Ekstraksi Building Footprint Terdeteksi Penggunaan Non Pemukiman

Akurasi segmentasi bangunan pada RTRW Kabupaten Barru dengan Area of Interest (AOI) yang mencakup sebagian Kelurahan Coppo dan Desa Tompo menunjukkan

nilai akurasi sebesar 30-40%. Nilai ini diperoleh dengan membandingkan luas hasil fungsi intersect antara data bangunan hasil segmentasi dan data hasil digitasi interaktif, yang kemudian dibagi dengan luas hasil fungsi union antara kedua data tersebut. Analisis ini dilakukan pada area pola ruang RTRW. Rendahnya akurasi ini dapat disebabkan oleh penggunaan data SHP rencana pola ruang Perda Nomor 4 Tahun 2012 tentang RTRW Kabupaten Barru Tahun 2011-2031 yang masih berbasis pada peta rupa bumi sebagai peta dasar, yang belum memenuhi standar minimal skala yaitu 1:5000. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa skala peta yang tidak memadai dapat menyebabkan ketidakakuratan dalam segmentasi dan analisis spasial (Mohd *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2021).

Hasil overlay menunjukkan ketidaksesuaian pemanfaatan pola ruang dengan kondisi aktual di lapangan. Pengecekan interaktif dengan membandingkan vektor bangunan liar terhadap foto udara pada lokasi tersebut mengungkapkan bahwa bangunan liar mencakup rumah, kandang, dan perkantoran. Namun, beberapa objek seperti pos jaga dan saung/gubuk di area persawahan atau tambak teridentifikasi secara keliru sebagai bangunan liar. Kesalahan ini kemungkinan terjadi akibat proses segmentasi yang kurang optimal, terutama pada objek dengan warna atau tekstur yang mirip dengan bangunan. Selain itu, kualitas foto udara yang kurang baik serta sampel data yang terbatas turut memengaruhi hasil segmentasi (Li *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 2022).

Ketidaksesuaian hasil identifikasi dapat diminimalkan dengan menggabungkan data tapak bangunan hasil segmentasi dengan data spasial hasil survei lapangan melalui program PTSL (Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap). Pendekatan ini memungkinkan pemilihan pemanfaatan yang sama antara dua data gabungan untuk meningkatkan keakuratan identifikasi (Zhang *et al.*, 2023). Metode integrasi data semacam ini telah terbukti efektif dalam penelitian lain untuk meningkatkan kualitas hasil analisis spasial pada data skala kecil hingga menengah (Rahman *et al.*, 2021).

Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa. Pemanfaatan Peta Foto Tegak/ Orthophoto sebagai Peta Dasar untuk Evaluasi Pelaksanaan Rencana Tata Ruang dengan metode verifikasi bangunan secara detail per bidang hasil survei langsung dan secara otomatis pada data foto udara UAV untuk pemantauan pelaksanaan dan evaluasi kesesuaian pemanfaatan pola ruang RTRW Barru, dapat memberikan hasil yang baik pada tahapan akuisisi, segmentasi, ekstraksi dan analisis area pemukiman dan bangunan yang dilakukan. Hasil penelitian ini berhasil menjawab tujuan umum maupun spesifik serta pertanyaan penelitian yang telah disampaikan pada bab pendahuluan. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan Peta Tegak yang dihasilkan dari pemotretan

menggunakan wahana nir awak (PUNA) mempunyai hasil akurasi kurang dari 15 cm sehingga dapat digunakan untuk identifikasi batas bidang tanah sehingga dapat dijadikan peta dasar dalam pemetaan perbidang dan klasifikasi pemanfaatan ruangnya di lapangan. Pemanfaatan foto udara yang direkam menggunakan wahana nirawak (PUNA) dapat menghasilkan foto tegak yang beresolusi tinggi dan akurat untuk membantu evaluasi pemanfaatan pola ruang sesuai Rencana tata Ruang (RTR). Data foto udara dapat diakuisisi dan diolah secara cepat sesuai dengan area yang akan dilakukan evaluasi RTR. Penggunaan foto tegak ini sangat tepat dan efisien untuk digunakan pada pemantauan pelaksanaan RTR yang areanya tidak terlalu luas dan membutuhkan data terkini secara cepat dan murah. Sumber daya yang dibutuhkan juga sedikit tetapi ahli dalam bidangnya sehingga hasil foto tegak dapat dijadikan peta dasar dalam kegiatan evaluasi dan pemantauan RTR. Hasil evaluasi pemanfaatan lahan yang menggunakan overlay data peta tegak sebagai peta dasarnya dibandingkan pola ruang RTRW Barru ditemukan banyak bangunan yang berada di pola ruang non bangunan. Terdapat banyak bangunan terutama di kelurahan Coppo yang berada di area pertanian lahan basah maupun perkebunan. Selain itu pada vektor pola ruang tidak sesuai dengan keadaan di lapangan sehingga perlu dilakukan updating/pembaharuan pola ruang. Hal ini disebabkan pada saat penyusunan penggunaan peta dasarnya tidak memenuhi syarat yang ditentukan karena kekurangan data pada saat itu. Hasil identifikasi bangunan yang terindikasi bangunan liar dapat dilakukan peninjauan secara langsung karena terlihat jelas di peta foto. Peta dasar yang dipakai mempunyai akurasi yang lebih tinggi daripada peta dasar yang digunakan saat penyusunan RTRW sehingga bisa dipakai untuk pembuatan atau koreksi pola ruang yang lebih detail. Ketersediaan peta dasar yang memenuhi standar yang ditentukan merupakan hal yang sangat penting dalam perencanaan ruang, selain pemantauan dan valuasi peta dasar dapat dijadikan acuan penyusunan RDTR. Hal itu dikarenakan ketelitian peta dasar yang dipakai mempengaruhi keakuratan vektor pola ruang

Daftar Pustaka

- Ardiansyah, R., Putra, D. W., & Prabowo, H. (2021). Land use change detection and its implications for spatial planning policies: A case study in Central Java, Indonesia. *Journal of Urban and Regional Planning*, 35(3), 210-223.
- Castellanos, S., Díaz, P., & Ramos, D. (2023). UAV-based geospatial data for urban planning and zoning: A review of methodologies and applications. *Journal of Urban Planning and Development*, 149(2), 1-15.
- Gómez, C., & Aguilar, F. J. (2019). Remote sensing for large-scale environmental monitoring: UAV systems and applications. *Remote Sensing of Environment*, 224, 20-36.
- González-García, J., Silva, M. F., & Fernández, M. A. (2021). The role of maps in spatial planning:

- Enhancing participatory approaches with geospatial tools. *Land Use Policy*, 108, 105527.
- Kukko, A., Kaartinen, H., & Hyyppä, J. (2022). High-resolution UAV photogrammetry for cadastral mapping: A cost-effective alternative to traditional methods. *Survey Review*, 54(389), 237-247.
- Kumar, R., Sharma, A., & Singh, P. (2022). The role of mangroves in coastal ecosystem conservation: Insights from spatial planning. *Environmental Science and Policy*, 138, 25-36.
- Li, X., Liu, J., & Wang, Z. (2023). Improving segmentation accuracy in remote sensing imagery through hybrid deep learning methods. *Remote Sensing*, 15(4), 1132.
- Li, Y., Li, S., & Li, C. (2021). Integration of UAV photogrammetry and GIS for urban land use planning. *International Journal of Remote Sensing*, 42(18), 6927-6943.
- Mohd, N. A., Hamid, Z., & Aziz, S. A. (2022). Challenges in urban spatial planning using low-scale maps: A case study in Southeast Asia. *Journal of Urban Planning and Development*, 148(2), 05022015.
- Rahman, A., Kumar, P., & Singh, R. (2021). Integration of survey and remote sensing data for enhanced spatial analysis in land use planning. *International Journal of Geographical Information Science*, 35(6), 1123-1140.
- Rahman, M. A., & Hossain, M. (2021). Sustainable agricultural land use planning: Challenges and opportunities in developing regions. *International Journal of Agricultural Policy Research*, 9(1), 15-30.
- Silva, R. M., Costa, J. P., & Nogueira, H. (2022). Errors in building segmentation due to texture similarity: Implications for urban planning. *Urban Science*, 6(3), 55.
- Wang, T., Zhou, L., & Chen, Y. (2021). Spatial scale challenges in land use planning: A multi-resolution perspective. *Land*, 10(7), 716.
- Wang, W., Zheng, Z., & Zhang, H. (2020). UAV-based remote sensing for rapid urban land-cover mapping: A case study. *Remote Sensing*, 12(14), 2263.
- Zhang, H., Li, F., & Sun, J. (2023). Combining field survey and remote sensing for enhanced building footprint mapping in urban environments. *Geospatial Information Science*, 26(1), 89-105.
- Zhang, L., Zhao, H., & Sun, J. (2020). Deep learning for UAV orthophoto classification: An evaluation of accuracy and efficiency. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 167, 337-349.
- Zhang, Y., Li, Q., & Chen, W. (2023). Advances in UAV-based photogrammetry for high-resolution spatial data acquisition. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 29, 100723