

PENGATURAN DAN PEMANFAATAN ORTOMOSAIK UAV PADA PENGUKURAN BIDANG TANAH TERINTEGRASI

Kharisudin Fahmi^{1*}, Mohammad Rizqi Safirul Kamal², Muh. Arif Suhattanto³

¹Kantor Wilayah Badan Pertanahan Nasional Provinsi Kalimantan Timur

Jl. M. Yamin No.14, Gn. Kelua, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur

²Kantor Pertanahan Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur

Jl. Propinsi No.Km 09, Nipah-Nipah, Penajam, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur

³Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional

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

kharisfahmi06@gmail.com

Vol 3, No. 1

April 2023

Received

Mar 20th, 2023

Accepted

May 28th, 2023

Published

May 31st, 2023

ABSTRACT

To speed up land registration, a geospatial data collecting method must be developed to meet the nation's and state's growing requirement for land information. Photogrammetry-based land parcel surveying and mapping is more efficient than terrestrial approaches. However, rules, data gathering methods, wind, and data processing make photogrammetric methods difficult to utilize. This article examines UAV geographic data collecting regulations and data quality criteria. Qualitative literature study and descriptive analysis are used in this study. The study found that the surveyor must draw the measured land parcels on an orthophoto map so they may be identified and their position, borders, area, form, and boundary points rebuilt in the field. Surveyors must additionally lead UAV flying arrangements provided by the Ministry of ATR/BPN and the Ministry of Transportation. No-fly zones, flying height limitations, recording sensors, wind, and geographic data quality are the main factors. To avoid cancellation, land registration technical and juridical procedures must follow the law and fulfill the essential rules.

Keywords: *Effect of wind shear, land registration, UAV*

INTISARI

Meningkatnya kebutuhan akan informasi pertanahan oleh masyarakat bangsa dan negara, memerlukan pengembangan pendekatan akuisisi data geospasial yang cocok untuk percepatan pendaftaran tanah secara lengkap. Metode survei dan pemetaan dengan metode fotogrametris terbukti lebih efektif dan efisien dalam mengumpulkan data fisik bidang tanah daripada metode terestris. Namun, penggunaan metode fotogrametris tersebut memiliki beragam tantangan terkait regulasi, teknis akuisisi data, keberadaan angin dan pengolahan datanya. Makalah ini bertujuan untuk menganalisis dinamika regulasi akuisisi data geospasial menggunakan wahana *unmanned aerial vehicle (UAV)* dan spesifikasi teknis kualitas data yang dihasilkan. Kajian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan studi pustaka dan menganalisisnya secara deskriptif. Hasil kajian menyebutkan bahwa secara teknis, surveyor harus memetakan bidang-bidang tanah yang telah terukur di atas peta *orthophoto* agar bidang tanah tersebut dapat diketahui letak, batas, luas, bentuk dan dapat direkonstruksikan titik batasnya di lapangan. Secara regulasi, surveyor juga harus memedomani pengaturan penerbangan *uav* yang telah dikeluarkan oleh Kementerian ATR/BPN dan Kementerian Perhubungan. Utamanya terkait adanya zona larangan terbang, batasan ketinggian terbang dan sensor perekaman, pengaruh angin dan kualitas data geospasial. Pemenuhan prosedur teknis dan yuridis pendaftaran tanah harus mendasarkan pada hukum dan memenuhi tujuan peraturan dasarnya agar tidak berakibat batal atau di batalkan.

Kata Kunci : Pengaruh *wind shear*, pendaftaran tanah, *uav*

A. Pendahuluan

Terdapat sebuah pilar utama pada sistem administrasi pertanahan modern, dan pilar utama itu adalah informasi pertanahan (Budiyono & Aditya, 2022). Pilar informasi pertanahan berfungsi sebagai landasan yang menopang empat pilar

lainnya. Kepemilikan tanah (*land tenure*), penilaian tanah (*land value*), penggunaan tanah (*land use*), dan pembangunan tanah (*land development*) adalah pilar-pilar lain yang mendukung struktur administrasi pertanahan modern tersebut. Pengintegrasian kelima pilar berimplikasi memudahkan pengambil keputusan, pembuat kebijakan, pelaku usaha, masyarakat, serta pemangku kepentingan lainnya dalam pemanfaatan dan penggunaan tanah secara optimal (Ferdiansyah dkk., 2022; Pradipta & Rani, 2020; Altmann & Gabriel, 2018; Indrajit dkk., 2021; Musinguzi dkk., 2020). Oleh karenanya, dalam rangka memperoleh salah satu pilar penting yaitu informasi pertanahan yang lengkap dan akurat, pemerintah pada suatu negara berusaha mengintegrasikan data fisik dan yuridis berbasis bidang-bidang tanah.

Di Indonesia, kegiatan pendaftaran tanah dimaksudkan untuk mengadministrasikan data fisik dan data yuridis bidang tanah yang dikuasai oleh masyarakat maupun instansi pemerintah (Irawan & Junarto, 2022). Dengan kata lain, melalui pendaftaran tanah pemerintah memberikan jaminan kepastian hukum mengenai subjek dan objek hak atas tanah yang telah terdaftar (Gunanegara, 2022; Sapardiyono & Pinuji, 2022). Sejarah mencatat bahwa pelaksanaan pendaftaran tanah telah berlangsung sejak jaman penjajahan hingga saat ini. Tentunya dengan memedomani aturan yang terkini seperti: Undang-Undang (UU) No. 5/1960, khususnya Pasal 19 (1) dan peraturan pelaksanaannya seperti: Peraturan Pemerintah (PP) No. 24/1997 dan PP. 18/2021 (Rifandhana, 2022). Prosedur dan pendanaannya pun tercatat cukup bervariasi, mulai dari pendaftaran tanah sporadis, pendaftaran tanah sistematis dengan pendanaan melalui APBN, APBD, hibah, maupun dana pribadi masyarakat. Beberapa alasan yang berkontribusi pada bervariasinya prosedur dan pendanaan pendaftaran tanah karena berbagai keadaan geografis dan iklim, kualitas sumber daya manusia dan kecakapan teknologi (Avivah dkk., 2022; Duijs dkk., 2021; Mustofa, 2020).

Capaian pendaftaran tanah secara nasional per Maret 2023 yaitu terdaftar sebanyak 101,1 juta bidang tanah dan 85 juta bidang tanah di antaranya tersertifikasi (Kementerian ATR/BPN, 2023). Berdasarkan capaian tersebut menegaskan bahwa kegiatan pendaftaran tanah setara dengan 80,23% dari total 126 juta bidang tanah. Selain itu, berdasarkan Supadno & Junarto (2022), pemerintah masih memiliki beban kerja dalam hal memetakan ulang bidang tanah yang terdaftar namun belum terpetakan maupun belum benar posisinya. Padahal ketersediaan *basemap* untuk kemudahan pemetaan bidang-bidang tanah tersebut sangat kurang dan memerlukan *updating* (Junarto dkk., 2020). Pada sisi lain, pemerintah juga terbebani dengan rutinitas dan pekerjaan rumah melayani kegiatan pemeliharaan data pendaftaran tanah. Berdasarkan permasalahan tersebut dan mengingat pemerintah memiliki penganggaran terbatas, maka pemerintah perlu melakukan perubahan *mindset* dan arah kebijakan dalam pekerjaan pendaftaran tanah.

Sebagai upaya dalam memberikan pelayanan prima kepada masyarakat, Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN) terus melakukan percepatan pemetaan tanah sekaligus mendukung digitalisasi layanan

pertanahan menjadi layanan berbasis elektronik (Heryanto, 2022). Perubahan pola pikir dan arah kebijakan percepatan pemetaan bidang tanah lengkap menjadi salah satu alternatifnya (Junarto & Suhattanto, 2022). Selain itu, pendaftaran tanah harus mengorientasikan pada *outcome* berupa informasi bidang tanah yang berwujud peta. Kemudian, pendaftaran tanah tidak lagi berorientasi pada bidang tetapi pada titik batas bidang tanah. Terakhir, kualitas hasil pengukuran dan pemetaan dapat diinformasikan ke publik dalam bentuk akurasi ketelitian, sehingga data pertanahan *up-to-date* dan *reliable*. Perubahan *mindset* dalam rangka mengumpulkan data fisik dan yuridis harus segera terealisasi karena berpeluang mempercepat pendaftaran tanah. Namun demikian, setiap perubahan *mindset* tersebut membutuhkan landasan hukum, karena setiap perbuatan/pekerjaan pendaftaran tanah merupakan perbuatan hukum. Oleh karena itu, setiap persyaratan, standar dan prosedur kegiatan pendaftaran tanah harus mengikuti aturan yang berlaku. Apabila tidak menurut prosedur berdasarkan hukum dan peraturan, maka perbuatan hukum pemerintah dalam melakukan pendaftaran tanah berakibat batal atau dibatalkan.

Pemerintah sedang dan terus berupaya mendorong beberapa kegiatan yang bertujuan untuk menyediakan informasi bidang tanah dengan menerapkan beberapa metode pengukuran dan pemetaan bidang tanah terintegrasi, seperti: penggunaan metode terestris, ekstra-terestris, pemetaan partisipatif berbasis masyarakat dan fotogrametris menggunakan teknologi pesawat tanpa awak (*UAV*) (Budisusanto dkk., 2018; Budisusanto & Prabawati, 2019; Maulana & Basyid, 2021; Utomo, 2018). Metode fotogrametris menggunakan wahana *UAV* mampu mengumpulkan data fisik bidang tanah sekaligus menginformasikan pemetaan bidang-bidang tanah yang dimohon secara *realtime*, *up-to-date* dan efisien. Bahkan, seiring dengan adanya pembaharuan jenis, keberagaman spesifikasi dan fitur teknologi *UAV*, metode fotogrametris mampu mengakuisisi posisi sekaligus mengekstrak data semantik bidang tanah dengan luas maksimum 5.000 ha dalam satu blok dengan ketelitian horizontal <5cm dan ketelitian vertikal <10 cm (Utama & Anwar, 2021). Kelebihan-kelebihan metode fotogrametris lainnya juga mampu *landing*-kan data-data bidang tanah yang telah terukur sebelumnya ke atas peta dasar (*basemap*) ortomosaik dan karenanya mampu mempercepat pendaftaran bidang tanah yang belum terdaftar (Mardiansyah dkk., 2022). Namun demikian, analisis kebijakan dalam hal penggunaan metode fotogrametris yang dikaitkan dengan standar dan prosedur serta pembatasan-pembatasan penerbangan *UAV* dalam mengakuisisi data fisik bidang tanah memerlukan kajian lebih lanjut. Bagaimana teknis pengaturan yang melandasi perubahan *mindset* pengukuran dan pemetaan menggunakan teknologi *UAV* tersebut saat ini?

Kajian-kajian terdahulu telah meninjau secara yuridis dengan baik terkait penggunaan pesawat udara tanpa awak atau *UAV* untuk tujuan pemetaan daerah perbatasan dan pergerakan terorisme (Firmansyah & Puspitasari, 2021; Rambe, 2016). Namun kajian tersebut tidak meninjau bagaimana regulasi penerbangan *UAV* untuk pemetaan bidang-bidang tanah pada wilayah yang lebih luas. Kajian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya dan lebih *up-to-date* dalam hal pembahasan

regulasi pemanfaatan *UAV* pada kementerian ATR/BPN, daripada kajian Ramadhani dkk., (2018) dan Junarto dkk. (2020). Mengingat dan mempertimbangkan dinamika regulasi yang mengatur survei dan pemetaan bidang tanah di Indonesia, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebijakan penerbangan *UAV* terbaru dalam rangka pemetaan bidang tanah terintegrasi. Selain itu, penelitian ini juga membahas masalah teknis yaitu keberadaan angin yang mengganggu wahana dalam mengakuisisi data fisik bidang tanah. Penelitian ini penting dalam rangka memberikan landasan kebijakan hukum pengukuran dan pemetaan bagi para surveyor dengan metode fotogrametris dan menginformasikan solusi terbaik adanya tekanan angin pada saat pemotretan.

B. Metode Penelitian

Kami menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan *library research* atau studi kepustakaan (Lumpkin, 2022; Z. Zhang dkk., 2021). Berdasarkan pendekatan tersebut kami juga menganalisis kebijakan-kebijakan terbaru yang memprioritaskan akuisisi data fisik bidang tanah dengan metode fotogrametris melalui *UAV*, termasuk standar dan prosedur serta pembatasan-pembatasan penerbangan (Creswell, 2016; Sari & Asmendri, 2018). Perolehan keseluruhan data sekunder berasal berbagai informasi pustaka, yaitu dari hasil penelitian, buku, jurnal, serta dokumen lain berbentuk *softcopy* yang telah kami saring berdasarkan kata kunci yaitu: *UAV*, pemetaan terintegrasi bidang tanah, pendaftaran tanah, dan regulasi penerbangan. Setelah data terkumpul, kami melakukan pengkajian dengan membuat catatan serta menyajikannya dalam bentuk tabel yang sistematis sehingga mampu menjawab tujuan kajian. Kami menggunakan analisis deskriptif untuk menyajikan temuan penelitian dengan menuliskan ulang atas catatan dan evaluasi penelitian maupun kebijakan yang telah lampau dan terkini (Cresswell dkk., 2019).

C. Hasil dan Pembahasan

C.1. Regulasi pemanfaatan ortomosaik pada pengukuran bidang tanah terintegrasi

Kegiatan survei dan pemetaan batas bidang tanah merupakan bagian dari kegiatan pendaftaran tanah. Kegiatan tersebut telah mengalami sejumlah perubahan yang mendasar mengenai standar kegiatan dan metode pengukuran serta pemetaannya. Secara prinsip, standar kegiatan pengukuran dan pemetaan batas bidang tanah harus memenuhi kaidah teknis pengukuran dan pemetaan. Kaidah teknis tersebut mewajibkan bahwa bidang-bidang tanah yang telah terukur dapat dipetakan, diketahui letak dan batasnya di atas peta serta dapat direkonstruksikan titik batasnya di lapangan. Namun demikian, sebelum dilaksanakan pengukuran dan pemetaan bidang tanah, pemohon bertanggung jawab memasang tanda batas bidang tanah dengan persetujuan pemilik tanah yang berbatasan. Hal tersebut dibuktikan dengan kelengkapan foto batas, keterangan lokasi, dan koordinat. Setiap bidang tanah yang sudah ditetapkan batas-batasnya kemudian diberikan Nomor Identifikasi Bidang Tanah (NIB) yang terdiri atas 14 digit, yaitu 2 digit pertama merupakan kode provinsi; 2 digit berikutnya merupakan kode

kabupaten/kota; 9 digit berikutnya merupakan nomor bidang tanah dan 1 digit terakhir merupakan kode bidang tanah di permukaan, di ruang atas tanah, di ruang bawah tanah atau satuan rumah susun.

Berdasarkan metode pengukuran bidang tanahnya juga mengalami perubahan mendasar. Petugas ukur dapat melaksanakan pengukuran melalui metode terestrial, fotogrametris, satelit atau metode lainnya. Apabila terdapat kondisi bahwa suatu wilayah yang telah tersedia peta dasar pendaftaran yang memuat pencitraan bidang-bidang tanah melalui wahana UAV atau satelit (*orthophoto* atau citra), maka petugas ukur dapat mengidentifikasi titik-titik batas bidang tanah di atas pencitraan/foto tersebut. Berdasarkan ketentuan metode tersebut, sejatinya pemerintah telah memiliki dasar hukum untuk melaksanakan percepatan pendaftaran tanah di seluruh tanah air dengan menggunakan metode fotogrametris. Selanjutnya, untuk menguatkan argumen terkait dasar hukum perubahan paradigma pelaksanaan survei dan pemetaan batas bidang tanah, dapat melihat Tabel 1.

Tabel 1. Dasar hukum perolehan informasi batas bidang tanah

No.	Dokumen peraturan	Tentang	Relevansi
1.	UU Dasar Negara RI/1945 (Pasal 33 (3))	Hak menguasai negara atas sumber daya alam (SDA)	Prinsip-prinsip yang mengatur sistem pendaftaran tanah
2.	UUPA (Pasal 19 (2))	Dasar hukum pendaftaran tanah	seperangkat prosedur termasuk pengukuran tanah, pemetaan, dan pembukuan; pendaftaran dan pemindahan hak tanah; dan penerbitan surat-surat bukti hak yang dapat diterima sebagai alat bukti yang sah.
3.	UU No. 4/2011 (Pasal 4 huruf b)	Informasi Geospasial Dasar (IGD) dan Tematik (IGT)	IGT wajib mengacu pada IGD (Peta pendaftaran termasuk peta tematik)
4.	TAP MPR No. IX/MPR/2001	Pembaruan agraria dan pengelolaan SDA	Reforma agraria dilaksanakan dengan inventarisasi dan pendaftaran penguasaan, pemilikan, penggunaan, dan PTSL.
5.	PP. 24/1997	Pendaftaran tanah	Mengatur dan menjamin kepastian hukum antara subjek (penguasa/pemilik) dan objek (bidang tanah) serta hubungan hukum keduanya
6.	PP No. 18/2021	Hak Pengelolaan, HAT, Sarusun, dan Pendaftaran Tanah	Kepastian hukum penggunaan dan pemanfaatan teknologi
7.	Permen Agraria No. 3/1997	Ketentuan pelaksanaan pendaftaran tanah	Metode pengukuran sporadik dan sistematis
8.	Permen ATR/BPN No. 16/2021 (Pasal 26)	Perubahan ketiga ketentuan pelaksanaan pendaftaran tanah	Pengukuran bidang tanah di daerah yang telah tersedia peta dasar pendaftaran berupa peta foto atau citra dilaksanakan dengan cara identifikasi bidang tanah yang batasnya telah ditetapkan sesuai dengan ketentuan peraturan
9.	PerKaBPN No. 1/2010 jo Permen ATR/BPN No. 4/2017	Standar Pelayanan di Kementerian ATR/BPN	Standar prosedur pengukuran dan pemetaan bidang tanah

Sumber: Analisis data sekunder penulis, 2023

Berdasarkan Tabel 1, pemerintah (Kementerian ATR/BPN) telah mengatur pendekatan baru untuk menerapkan pekerjaan pendaftaran tanah, seperti pengukuran dan pemetaan yang berorientasi kepada hasil, mengutamakan metode fotogrametris, meningkatkan kualitas data terkini, hingga menampilkan kualitas data pada laman resmi kementerian. Namun pada sisi lain, pemerintah tetap harus memedomani pengaturan penerbangan *UAV* sesuai ketentuan Kementerian Perhubungan. Terkait pengaturan penerbangan *UAV*, Kementerian Perhubungan telah menyusun seperangkat peraturan setingkat Peraturan Menteri Perhubungan yaitu: No. 37 Tahun 2020, dan No. 27 Tahun 2021, No. 34 Tahun 2021, dan No. 63 Tahun 2021. Sesuai lampiran Permenhub Nomor 37 Tahun 2020, aturan pengoperasian *UAV* di wilayah udara harus mematuhi persyaratan *Civil Aviation Safety Regulation (CASR) Part 107*. Ketentuan *CASR Part 107* mencakup: persiapan penerbangan, ketinggian dan lokasi peluncuran. Selama persiapan penerbangan awal, inspeksi, dan prosedur pengoperasian pesawat pra-penerbangan, pilot *UAV* harus mengevaluasi lingkungan pengoperasian dengan mempertimbangkan bahaya terhadap orang-orang dan properti di permukaan tanah dan wilayah udara di sekitarnya. Selain itu, pilot *UAV* harus memastikan bahwa setiap orang yang terlibat langsung dalam pengoperasian *UAV* telah menerima informasi mengenai kondisi operasi, prosedur darurat, tugas dan tanggung jawab, serta potensi bahaya. Selain itu, pilot *UAV* harus memastikan bahwa semua jaringan kontrol antara stasiun kontrol darat dan wahananya berfungsi penuh.

C.2. Kendala penerbangan *UAV* dan kualitas informasi geopsasial

Berdasarkan argumen pada C.1, pemerintah Indonesia telah memprioritaskan pendaftaran tanah di seluruh negeri, dan kementerian ATR/BPN bertanggung jawab untuk mengembangkan dan melaksanakan survei dan pemetaan bidang-bidang tanah. Memperoleh data batas bidang tanah pada seluruh area NKRI memerlukan kegiatan-kegiatan berikut, sebagaimana digariskan dalam PP. 24 Tahun 1997 *jo* PP. 18 Tahun 2021: pemetaan dasar pendaftaran; delineasi batas bidang tanah; survei dan pemetaan batas bidang; pendaftaran tanah; dan pembukuannya. Namun demikian, berdasarkan Permenhub No. 37 Tahun 2020 tentang pengoperasian pesawat udara tanpa awak di ruang udara, terdapat beberapa ketentuan yang harus diikuti dalam pengoperasian *UAV*:

a) Pembatasan penerbangan *UAV* di wilayah tertentu

Pilot yang bertugas dari jarak jauh harus mengetahui batasan operasional *UAV*, yang meliputi kecepatan terbang maksimum 87 knot, atau 161 ribu kilometer per jam; *UAV* berada pada ketinggian penerbangan maksimum 120 meter di atas tanah. Dilihat dari lokasi *ground control station*, maka pilot *UAV* harus memiliki jarak pandang terbang minimum tidak boleh kurang dari 4,8 kilometer. Selain itu, wahana *UAV* memiliki jarak antara *UAV* dan awan setidaknya 150 meter di bawah awan dan 600 meter secara horizontal jauh dari awan.

b) Ketentuan khusus

Dengan izin dan koordinasi dari unit navigasi penerbangan yang bertanggung jawab atas operasi tersebut, sistem pesawat udara tanpa awak diperbolehkan

menerbangkan sistem pesawat tanpa berawak di wilayah udara tak terkendali di atas 500 kaki atau 150 meter pada acara-acara khusus yang melibatkan kepentingan pemerintah. Permohonan izin terbang harus diajukan ke Kementerian Perhubungan sekurang-kurangnya empat belas hari kerja sebelum pengoperasian *uav*, dan setiap perubahan harus dikomunikasikan selambat-lambatnya tujuh hari sebelum pengoperasian. Informasi yang disampaikan harus mencakup: nama dan informasi kontak operator *uav*, spesifikasi sistem udara, spesifikasi sistem darat, maksud dan tujuan operasi, rencana penerbangan, prosedur darurat, dokumen asuransi, operasi kendali jarak jauh, dan pengalaman dan kompetensi pilot. Rencana penerbangan juga harus mencakup identifikasi lintas udara, peraturan penerbangan dan jenis penerbangan, perlengkapan, titik keberangkatan, perkiraan waktu operasi, kecepatan jelajah, tingkat jelajah, rute penerbangan, titik kedatangan dan perkiraan waktu berlalu total, titik keberangkatan/kedatangan alternatif, masa pakai baterai, jarak jelajah, dan area operasi manuver.

c) Pembatasan terhadap peralatan *UAV*

UAV yang dilengkapi dengan kamera dilarang terbang dalam jarak 500 meter dari batas zona. Setiap penggunaan sistem udara tanpa berawak untuk pengambilan gambar bergerak atau pembuatan peta di yurisdiksi mana pun memerlukan izin atau surat pengantar dari otoritas terkait.

d) Hukuman

Hukuman untuk pelanggaran akan diberikan sesuai dengan ketentuan Undang-Undang Penerbangan No.1 tahun 2009. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa mayoritas survei batas bidang tanah masih dilakukan dengan metode survei lapangan dan relatif sedikit dengan metode fotogrametris yaitu memanfaatkan peta foto atau citra. Padahal penggunaan metode fotogrametris berdasarkan peraturan perundang-undangan pada Tabel 1 sudah *clear* dan *clean* boleh. Selain itu, seiring dengan masifnya penggunaan *UAV* untuk menghasilkan peta dasar/*basemap* maka pengukuran dan pemetaan bidang tanah sekarang ini sangat mungkin dilakukan percepatan agar seluruh bidang tanah di NKRI terpetakan. Tentunya peta dasar tersebut harus memiliki ketelitian sesuai dengan skala yang ditetapkan. Namun demikian, proses akuisisi informasi batas bidang tanah tersebut harus mengindahkan peraturan yang telah dikeluarkan oleh Kementerian Perhubungan, karena Kementerian tersebut berwenang memberikan izin dan pengelolaan *UAV* di Indonesia. Beberapa pengaturan tersebut menguraikan hal-hal seperti: zona larangan terbang, zona terbang, dan zona terbatas lainnya serta ketinggian di mana sistem *UAV* dapat digunakan.

e) Pengaruh Angin

Salah satu faktor berpengaruh yang menggagalkan penerbangan *UAV* adalah karena faktor angin (H. Zhang dkk., 2022). Kegagalan penerbangan tersebut terjadi karena sifat angin yang mengalami perubahan arah secara tiba-tiba dan mengingat faktor fisik dari *UAV* yang cenderung ringan (Siqueira, 2017). Secara garis besar, angin yang mempengaruhi penerbangan *UAV* dapat dikategorikan

menjadi 3 kelompok yaitu: *constant wind*, aliran turbulensi, dan *wind shear* (Kavari dkk., 2019; Ryu dkk., 2022; Yelun & Changjiang, 1993).

Constant wind atau angin konstan merupakan kecepatan angin rata-rata pada lingkungan tertentu yang memiliki variasi nilai berdasarkan temporal dan spasialnya. Angin konstan hanya merupakan nilai yang dijadikan referensi dan bukan merupakan angin sebenarnya (Hasan dkk., 2023). Waktu dan lokasi yang berbeda akan menghasil nilai *constant wind* yang berbeda pula, sehingga faktor temporal dan spasial akan berpengaruh terhadap tinggi atau rendahnya kecepatan angin rata-rata (B. H. Wang dkk., 2019). *Constant wind* sering digunakan dalam simulasi penerbangan *UAV* untuk mengetahui pengaruh angin ketika mengudara. Namun, *constant wind* tidak menggambarkan lingkungan sebenarnya dan hanya merupakan hitungan matematis perataan kecepatan angin yang terjadi pada suatu kondisi lingkungan dan waktu tertentu.

Selain itu, terdapat aliran turbulensi yang terdiri atas partikel-partikel yang bergerak secara acak dan tidak stabil yang memiliki karakteristik kecepatan yang berubah-ubah (tidak stabil) (Webster & Raspert, 2015). Adapun faktor yang menyebabkan terjadinya aliran turbulensi adalah pergeseran angin, pertukaran panas, faktor topografi, dan vortisitas pesawat lain (Yelun & Changjiang, 1993). Terakhir terdapat pula *wind shear*. *Wind shear* merupakan fenomena perubahan cepat pada arus angin yang dihasilkan oleh perubahan arah atau kecepatan angin pada jarak tertentu (ANAC, 2020). Pergeseran angin pada pesawat *UAV* yang terbang pada ketinggian rendah termasuk dalam klasifikasi *wind shear* (Sheih, 1984; B. Wang dkk., 2020; Yang dkk., 2023). Penyebab dan karakteristik pada setiap klasifikasi *wind shear* terdapat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Jenis, Penyebab dan Karakteristik *Wind Shear*

No.	Jenis	Penyebab	Karakteristik
1	<i>Frontal Wind Shear</i>	Perbedaan suhu pada massa udara dengan karakteristik fisik yang berbeda.	Muncul secara horizontal dan vertikal (Dapat dideteksi sejak dini)
2	<i>Nocturnal Jet Wind Shear</i>	Pendinginan radiasi (maksimum) pada malam hari dan terdapat tekanan (gradien) pada permukaan bumi yang cukup besar	Sering terjadi pada musim semi dan musim panas, selain itu juga mempengaruhi proses lepas landas dan pendaratan <i>UAV</i>
3	<i>Wind Shear</i> yang disebabkan oleh Topografi	Karena adanya perubahan topografi	Dampaknya pada <i>UAV</i> sangat berbahaya dan kemunculannya tidak dapat diprediksi
4	<i>Microdownburst</i>	Adanya hentakan ke arah bawah yang disebabkan oleh presipitasi	Aliran radiasi bergerak dari atas ke bawah, mulanya <i>UAV</i> menghadapi hembusan angin dari arah depan, kemudian dari arah sebaliknya.

Sumber: Meier dkk. (2022); Richardson (2015); B. Wang dkk. (2020) dengan modifikasi

Berdasarkan karakteristik pada Tabel 2, dapat diketahui bahwa *wind shear* merupakan kecepatan angin diskrit atau deterministik, yang sering terjadi dalam waktu yang singkat dan merupakan gangguan atmosferik yang sangat kuat (Yelun & Changjiang, 1993). Dalam uji simulasi *UAV*, *wind shear* dimunculkan dengan mengubah kecepatan angin konstan secara mendadak (Federal Aviation

Administration, 1990). Pada umumnya, Semua jenis angin mampu mengubah kecepatan penerbangan *UAV*, yang mengakibatkan berubahnya sudut *frontlap* dan sudut *sidelap* yang pada akhirnya menyebabkan gangguan pada gaya resultan dan torsi resultan *UAV*. Dengan adanya torsi resultan *UAV* dapat memberikan gaya dorong yang mengakibatkan *UAV* dapat mengalami rotasi. Namun dalam berbagai kondisi dan klasifikasi angin, kecepatan angin tidak selalu bernilai konstan dan bagian *UAV* yang diterjang angin cenderung berbeda-beda. Dalam hal penerbangan *UAV* yang menghadapi *wind shear* kemungkinan besar dapat berpotensi mengalami lepas kendali. Sehingga solusi terbaik untuk mengatasi medan angin tersebut adalah dengan cara menghindarinya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh B. H. Wang dkk. (2019) penulis mendapatkan beberapa pemahaman mengenai kondisi penerbangan ketika terkena ketiga jenis angin. Angin konstan akan membuat *UAV* menjauh dari jalur terbang yang diharapkan sesuai dengan rencana terbang. Ketika kita berbicara terkait penggunaan *UAV* yang membutuhkan tingkat ketelitian tinggi seperti dalam bidang fotogrametris, tentu pengaruh tersebut akan menyebabkan kurangnya akurasi pada hasil pemotretan foto udara mengingat penentuan jalur terbang menjadi kunci utama agar seluruh cakupan area atau lahan yang hendak dilakukan pemotretan dapat tercakup seluruhnya. Adapun tingkat akurasi yang kurang, tentu dapat mengakibatkan analisis yang nantinya dilakukan dengan data peta foto tersebut akan menjadikannya kurang maksimal serta tidak sesuai terhadap kaidah kartografis (Setyabawana Putra dkk., 2016).

Kaidah fotogrametris sangat dibutuhkan, terlebih apabila kita berbicara dalam aspek pertanahan. Hal tersebut dikarenakan salah satu produk yang dapat berasal dari data foto udara seperti halnya dalam pembuatan peta dasar pendaftaran tanah yang salah satunya dapat dilakukan dengan metode fotogrametris sebagaimana Pasal 1 Ayat 1 Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/ Badan Pertanahan Nasional Nomor 21 Tahun 2019 tentang Peta Dasar Pertanahan.

Dari peta dasar pertanahan yang dihasilkan, nantinya akan digunakan sebagai dasar dalam rangka kegiatan pendaftaran tanah, tata ruang, dan penyediaan peta-peta tematik pertanahan lainnya. Dalam hal ini, penulis dapat mencontohkannya pada pemanfaatan data *UAV* dijadikan sebagai data awal untuk pembuatan peta dasar pendaftaran tanah. Lebih lanjut, kegiatan Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) membutuhkan peta dasar pendaftaran sebelum pelaksanaan kegiatan PTSL (Mujiati & Aisyah, 2022).

Pada contoh tersebut dapat diketahui bahwa tingkat kepentingan dari data foto udara hasil perekaman yang salah satunya dapat dipergunakan pada kegiatan pada bidang pertanahan dan merupakan data dasar. Dalam hal akurasi pada data dasar yang tidak sesuai dengan ketentuan, tentu akan mengakibatkan berbagai kesalahan, terlebih menyangkut dalam hal kepastian letak dan batas atas suatu bidang tanah yang telah terpetakan yang tentunya bertentangan dengan maksud dari kegiatan pendaftaran tanah sebagaimana tertuang pada Pasal 19 Undang-Undang Nomor 5

Tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria dalam rangka menjamin kepastian hukum.

Ketika ditinjau lebih lanjut, apabila terjadi permasalahan karena faktor angin, tentu dapat menjadi kendala dalam pengoperasian *UAV*, sehingga penerbangan *UAV* tidak dapat berjalan sesuai dengan maksud dan tujuan pengoperasiannya sebagaimana dijelaskan sebelumnya antara lain terjadinya penyimpangan jalur terbang, ketidakstabilan tinggi terbang *UAV*, dan dalam kasus yang parah dapat menyebabkan *UAV* tidak terkendali. Tentunya hasil foto yang didapatkan pada proses tersebut akan menjadi kendala dalam proses pengolahan data foto udara yang mana merupakan salah satu tahapan dalam pengolahan peta dasar pendaftaran dengan cara pemotretan sebagaimana Pasal 11 Ayat 3 huruf d Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/ Badan Pertanahan Nasional Nomor 21 Tahun 2019 tentang Peta Dasar Pertanahan.

Dalam hal ini, potensi permasalahan yang ditimbulkan seperti tidak terpotretnya cakupan areal secara keseluruhan dari bidang tanah yang hendak terpetakan karena penyimpangan jalur terbang, ketidakstabilan tinggi terbang *UAV* yang menyebabkan adanya kemungkinan terjadinya distorsi (Syauqani dkk., 2017), dan dalam hal yang parah menyebabkan *UAV* tidak terkendali serta berpotensi mengalami kecelakaan.

f) Kualitas data geospasial

Pendeskripsian kualitas data spasial dari suatu data digunakan suatu standar yang menjelaskan elemen kualitas data spasial. Uji jarak dan luas bidang tanah pada Kementerian ATR/BPN telah termaktub pada Juknis PMNA No. 3/1997. Namun pada standar tersebut tidak dijelaskan secara rinci untuk menjelaskan elemen kualitas data spasial. SNI-ISO 19113:2011 telah menetapkan suatu set pendeskripsian hingga ke sub elemen kualitas data, termasuk data spasial. Deskripsi ISO tersebut tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Elemen kualitas data spasial berdasarkan SNI-ISO 19113:2011

Elemen kualitas data	Sub elemen	Keterangan
Kelengkapan	komisi omisi	terdapat data berlebih pada sekumpulan data Ketiadaan data pada sekumpulan data
Konsistensi logis	konseptual domain format topologi	Keterikatan pada aturan skema konseptual Keterikatan pada domain nilai Struktur fisik penyimpanan data Karakteristik atau kode data
Akurasi posisi	absolut relatif Grid	Kedekatan posisi yang dilaporkan terhadap posisi sebenarnya Kedekatan posisi relatif <i>dataset</i> terhadap posisi sebenarnya Kedekatan posisi dalam <i>grid</i> terhadap posisi sebenarnya
Akurasi temporal	Referensi konsistensi validitas	Kebenaran pelaporan kesalahan pengukuran waktu laporan kejadian-kejadian berdasar urutan waktu Validitas data mengacu waktu
Akurasi tematik	klasifikasi kualitatif kuantitatif	Perbandingan kelas/atribut terhadap data referensi lapangan Kebenaran atribut non kuantitatif Kebenaran atribut kuantitatif

Sumber: SNI-ISO 19113:2011

D. Kesimpulan

Berbagai pendekatan metode pengukuran dan pemetaan yang tersedia dalam mengakuisisi data geospasial, penggunaan ortomosaik UAV mampu menghasilkan batas umum bidang-bidang tanah. Ortomosaik UAV telah muncul sebagai salah satu alat yang mampu menjawab tantangan dalam usaha percepatan pendaftaran tanah secara lengkap di Indonesia. Selain mampu memproduksi peta skala besar, sehingga berbagai fitur dapat terlihat dengan mudah, ortomosaik UAV dapat diproduksi secara cepat dan dapat digunakan untuk memperbarui peta dasar yang telah tersedia. Selain itu, berdasarkan regulasi yang telah dikaji, pengoperasian UAV dengan kapasitas sensor pencitraannya untuk mendapatkan ortomosaik, terbukti lebih fleksibel. Meskipun terdapat pembatasan-pembatasan penerbangan, pengaruh angin dan adanya standar kualitas data geospasial berdasarkan SNI-ISO 19113:2011.

Berdasarkan *review* atas regulasi terkini mengungkapkan bahwa penggunaan metode fotogrametris melalui ortomosaik dalam akuisisi data batas bidang tanah, telah diatur secara tegas oleh pemerintah (Kementerian ATR/BPN dan Kementerian Perhubungan). Tentunya hal ini menegaskan bahwa pengoperasian UAV untuk keperluan pendaftaran tanah dapat digunakan tidak hanya sebatas untuk pembuatan peta kerja, tetapi lebih luas lagi yaitu untuk pengukuran bidang tanah terintegrasi. Namun demikian, wahana UAV selama penerbangan dapat terganggu oleh adanya angin yang berakibat pada gagalnya pembuatan peta dasar pertanahan, peta bidang tanah dan peta pendaftaran. Wahana UAV lebih rentan terhadap gangguan angin (*wind shear*) karena kecepatan terbangnya yang lebih lambat, tinggi terbangnya yang relatif rendah, bobot lepas landas yang ringan dan ukurannya yang cenderung lebih kecil dari pesawat konvensional. Terkait kualitas data fisik bidang tanah, saat ini Kementerian ATR/BPN mendasarkan pada uji jarak dan uji luas bidang tanah. Padahal SNI-ISO 19113:2011 telah menetapkan suatu set pendeskripsian kualitas data spasial berdasarkan elemen kelengkapan, konsistensi logis, akurasi posisi, akurasi temporal, akurasi tematik. Oleh karena itu, kajian ini menyarankan agar Kementerian ATR/BPN menggunakan SNI-ISO 19113:2011 untuk meningkatkan kualitas data geospasial terkait batas bidang tanah.

E. Ucapan Terima kasih

Kami sebagai penulis mengucapkan terima kasih kepada segenap pihak yang terlibat dalam penulisan makalah ini. Semoga Allah SWT menerima amal dan budi baik bapak ibu sekalian. Kami dengan tangan terbuka menerima saran dari setiap pembaca demi kebaikan penulisan karya kami di kemudian hari.

Daftar Pustaka

Altmann, E., & Gabriel, M. (2018). Rights, restrictions and responsibilities in context. In *Multi-Owned Property in the Asia-Pacific Region: Rights, Restrictions and Responsibilities*. https://doi.org/10.1057/978-1-137-56988-2_1

- ANAC. (2020). *Wind Shear*. <https://www.anac.gov.br/en/safety/aeronautical-meteorology/conditions/wind-shear>
- Avivah, L. N., Sutaryono, S., & Andari, D. W. T. A. (2022). Pentingnya pendaftaran tanah untuk pertama kali dalam rangka perlindungan hukum kepemilikan sertifikat tanah. *Tunas Agraria*, 5(3). <https://doi.org/10.31292/jta.v5i3.186>
- Budisusanto, Y., & Prabawati, T. A. (2019). Analisa peta informasi bidang tanah menggunakan metode pemetaan partisipatif (studi kasus: Mejoyolosari, Jombang). *Geoid*, 14(2). <https://doi.org/10.12962/j24423998.v14i2.3904>
- Budisusanto, Y., Widodo, A. W., & Cahyono, A. B. (2018). Studi Pembuatan Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT) Dengan Partisipasi Masyarakat Menggunakan Peta Dasar Dari Pemetaan Fotogrametri Metode Foto Format Kecil. *Geoid*, 14(1). <https://doi.org/10.12962/j24423998.v14i1.3911>
- Budiyono, A. S. P., & Aditya, T. (2022). Desain Sistem Kadaster Multiguna (Studi Kasus Kecamatan Serengan, Kota Surakarta). *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 5(2). <https://doi.org/10.22146/jgise.75657>
- Cresswell, L., Hinch, R., & Cage, E. (2019). The experiences of peer relationships amongst autistic adolescents: A systematic review of the qualitative evidence. In *Research in Autism Spectrum Disorders*. 61. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2019.01.003>
- Creswell, J. W. (2016). *Research Design: Pendekatan Metode Kuantitatif, Kualitatif, dan Campuran* (A. F. & R. K. P. (Penerjemah), Ed.; Keempat). Pustaka Pelajar.
- Duijs, S. E., Baur, V. E., & Abma, T. A. (2021). Why action needs compassion: Creating space for experiences of powerlessness and suffering in participatory action research. *Action Research*, 19(3). <https://doi.org/10.1177/1476750319844577>
- Federal Aviation Administration. (1990). *Windshear Training Aid*. 1. <https://flightcrewguide.com/wp-content/>
- Ferdiansyah, D. F., Wahyono, E. B., & Widodo, S. (2022). Pemanfaatan Augmented Reality Dalam Membangun Sistem Informasi Pertanahan Pasca Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap. *Tunas Agraria*, 5(1). <https://doi.org/10.31292/jta.v5i1.172>
- Firmansyah, M. Z., & Puspitasari, P. (2021). Pemanfaatan Drone sebagai Bagian dari Kontra Terorisme: Tinjauan pada Regulasi dan Prosedur Tetap Pengamanan. *Nakhoda: Jurnal Ilmu Pemerintahan*, 20(1). <https://doi.org/10.35967/njip.v20i1.148>
- Gunanegara, G. (2022). Kebijakan negara pada pengaturan hak atas tanah pasca Undang-Undang Cipta Kerja. *Refleksi Hukum: Jurnal Ilmu Hukum*, 6(2). <https://doi.org/10.24246/jrh.2022.v6.i2.p161-184>
- Hasan, Y. J., Roeser, M. S., & Voigt, A. E. (2023). Evaluation of the controllability of a remotely piloted high-altitude platform in atmospheric disturbances based on pilot-in-the-loop simulations. *CEAS Aeronautical Journal*, 14(1). <https://doi.org/10.1007/s13272-022-00626-x>
- Heryanto. (2022, December 21). Menteri ATR/BPN Hadi Optimistis Partisipasi Masyarakat Jadi Terobosan Program PTSL, Diperlukan Perubahan Pola Pikir. *Semarak.Co*, 1–2. <https://semarak.co/menteri-atr-bpn-hadi-optimistis-partisipasi-masyarakat-jadi-terobosan-program-ptsl-diperlukan-perubahan-pola-pikir/>

- Indrajit, A., van Loenen, B., Suprajaka, Jaya, V. E., Ploeger, H., Lemmen, C., & van Oosterom, P. (2021). Implementation of the spatial plan information package for improving ease of doing business in Indonesian cities. *Land Use Policy*, 105. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105338>
- Irawan, Y., & Junarto, R. (2022). Persepsi dan Minat Masyarakat Pesisir Terhadap Sertipikat Tanah. *Widya Bhumi*, 2(2), 104-122. <https://doi.org/10.31292/wb.v2i2.44>
- Junarto, R., Djurdjani, Permadi, F. B., & Ferdiansyah, D. (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>
- Kavari, G., Tahani, M., & Mirhosseini, M. (2019). Wind shear effect on aerodynamic performance and energy production of horizontal axis wind turbines with developing blade element momentum theory. *Journal of Cleaner Production*, 219. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.073>
- Kementerian ATR/BPN. (2023). Rapat Kerja Nasional Kementerian ATR/BPN Tahun 2023
- Lumpkin, D. (2022). Visual Research Methods: An Introduction for Library and Information Studies. *Library Quarterly*, 92(1). <https://doi.org/10.3138/jelis-62-4-2021-0009>
- Mardiansyah, Susatya, A., Suhartoyo, H., Anwar, G., & Uker, D. (2022). pemanfaatan drone/ unmanned aerial vehicle dalam klasifikasi tutupan lahan taman wisata alam danau Dusun Besar Provinsi Bengkulu. *Naturalis*, 11, 49–57. <https://doi.org/10.31186/naturalis.11.1.20893>
- Maulana, R., & Basyid, M. A. (2021). Kajian Pembuatan Peta Bidang Tanah pada Pelaksanaan Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap di Kabupaten Bandung Barat. *Prosiding FTSP 2*. <https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/>
- Meier, K., Hann, R., Skaloud, J., & Garreau, A. (2022). Wind Estimation with Multirotor UAVs. *Atmosphere*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/atmos13040551>
- Mujiati, M., & Aisiyah, N. (2022). Peningkatan kualitas peta kerja dalam pendaftaran tanah sistematis lengkap. *Tunas Agraria*, 5(3), 182–196. <https://doi.org/10.31292/jta.v5i3.185>
- Musinguzi, M., Enemark, S., Kabanda, N., Antonio, D., & Mwesigye, S. P. (2020). A Country Implementation Strategy for Fit-For-Purpose Land Administration. The case of Uganda. *African Journal of Land Policy and Geospatial Sciences*, 3(1). <https://revues.imist.ma/index.php/AJLP-GS/issue/view/1172>
- Mustofa, F. C. (2020). Evaluation of Land Information System Development in the Ministry of ATR/BPN. *Bhumi: Jurnal Agraria Dan Pertanahan*, 6(2). <https://doi.org/10.31292/bhumi.v6i2.412>
- Pradipta, W., & Rani, U. (2020). Penerapan Sistem Informasi (Komputerisasi Kegiatan Pertanahan) Dalam Mencapai Good Governance Pada Kementerian Agraria dan Tata Ruang/ Badan Pertanahan Kota Magelang. *JEBA (Journal of Economics and Business Aseanomics)*, 5(2). <https://doi.org/10.33476/j.e.b.a.v5i2.1659>
- Ramadhani, S. A., Bennett, R. M., & Nex, F. C. (2018). Exploring UAV in Indonesian cadastral boundary data acquisition. *Earth Science Informatics*, 11(1), 129–146. <https://doi.org/10.1007/s12145-017-0314-6>

- Rambe, M. B. (2016). Tinjauan yuridis terhadap penggunaan pesawat tanpa awak (UAV) dalam menjaga perbatasan negara. *Jurnal.Untan.Ac.Id*, 4(3). <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jmfh/article/view/15023>
- Richardson, P. L. (2015). Upwind dynamic soaring of albatrosses and UAVs. *Progress in Oceanography*, 130. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2014.11.002>
- Rifandhana, R. F. (2022). Sosialisasi Serta Praktek Sistem Pendaftaran Tanah. *AIWADTHU: Jurnal Pengabdian Hukum*, 2(1). <https://doi.org/10.47268/aiwadthu.v2i1.753>
- Ryu, G. H., Kim, D., Kim, D. Y., Kim, Y. G., Kwak, S. J., Choi, M. S., Jeon, W., Kim, B. S., & Moon, C. J. (2022). Analysis of Vertical Wind Shear Effects on Offshore Wind Energy Prediction Accuracy Applying Rotor Equivalent Wind Speed and the Relationship with Atmospheric Stability. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(14). <https://doi.org/10.3390/app12146949>
- Sapardiyono, S., & Pinuji, S. (2022). Konsistensi Perlindungan Hukum Kepemilikan dan Hak Atas Tanah melalui Sertipikat Tanah Elektronik. *Widya Bhumi*, 2(1). <https://doi.org/10.31292/wb.v2i1.19>
- Sari, M., & Asmendri. (2018). Penelitian Kepustakaan (Library Research) dalam Penelitian Pendidikan IPA. 2(1), 41–53. <https://ejournal.uinib.ac.id/jurnal/index.php/naturalscience/article/>
- Setyabawana Putra, A., Maulana, E., Rahmadana, A. D. W., Wulan, T. R., Mahendra, I. W. W. Y., & Putra Dharma, M. (2016). Uji Akurasi Foto Udara dengan Menggunakan Data UAV pada Kawasan Padat Pemukiman Penduduk (Studi Kasus: Kawasan Padat Sayidan, Daerah Istimewa Yogyakarta) Accuration. *Prosiding Seminar Nasional Pengindraan Jauh.*, 3(Juli), 103–111. <https://www.researchgate.net/publication/311715586>
- Sheih, C. M. (1984). A comparison of wind speed shears for frontal and undisturbed synoptic conditions. *Boundary-Layer Meteorology*, 28(3–4). <https://doi.org/10.1007/BF00121312>
- Siqueira, J. C. D. C. (2017). *Modeling of Wind Phenomena and Analysis of Their Effects on UAV Trajectory Tracking Performance*. <https://core.ac.uk/download/pdf/230477884.pdf>
- Supadno, & Junarto, R. (2022). Mengatasi permasalahan pertanahan dengan gotong royong dan mengangkat ekonomi kerakyatan dengan sertifikasi tanah. *Tunas Agraria*, 5(3), 268–285. <https://doi.org/https://doi.org/10.31292/jta.v5i3.193>
- Syauqani, A., Sawitri, S., & Suprayogi, A. (2017). Pengaruh Variasi Tinggi Terbang Menggunakan Wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Quadcopter DJI Phantom 3 Pro pada Pembuatan Peta Orthophoto. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 208–217. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/15388>
- Utama, A. B., & Anwar, S. (2021). Sejarah Penggunaan Pesawat Terbang Tanpa Awak (PTTA) Dalam Perang Modern Dan Persiapan Militer Indonesia, 11. <http://dx.doi.org/10.33172/jpbh.v11i3.1190>
- Utomo, B. (2018). Drone untuk percepatan pemetaan bidang tanah. *Media Komunikasi Geografi*, 18(2). <https://doi.org/10.23887/mkg.v18i2.12798>
- Venkaramanan, S., Dogan, A., & Blake, W. (2003). Vortex effect modelling in aircraft formation flight. *AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference and Exhibit*. <https://doi.org/10.2514/6.2003-5385>
- Wang, B., Ali, Z. A., & Wang, D. (2020). Controller for UAV to Oppose Different Kinds of Wind in the Environment. *Journal of Control Science and Engineering*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5708970>

- Wang, B. H., Wang, D. B., Ali, Z. A., Ting Ting, B., & Wang, H. (2019). An overview of various kinds of wind effects on unmanned aerial vehicle. *Measurement and Control (United Kingdom)*, 52(7–8), 731–739. <https://doi.org/10.1177/0020294019847688>
- Webster, J., & Raspet, R. (2015). Infrasonic wind noise under a deciduous tree canopy. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137(5). <https://doi.org/10.1121/1.4919340>
- Yang, Y., Liu, D., & Lu, L. (2023). A Study of Wind Shear Influences on the Aerodynamic Performances of a UAV Airfoil. *Applied Sciences*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/app13063764>
- Yelun, X., & Changjiang, J. (1993). Principle of Flight in Atmospheric Disturbances. *Defense Industry Press*.
- Zhang, H., Yin, J., He, Q., & Wang, M. (2022). The Impacts of Wind Shear on Spatial Variation of the Meteorological Element Field in the Atmospheric Convective Boundary Layer Based on Large Eddy Simulation. *Atmosphere*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/atmos13101567>
- Zhang, Z., Tam, W., & Cox, A. (2021). Towards automated analysis of research methods in library and information science. *Quantitative Science Studies*, 2(2). https://doi.org/10.1162/qss_a_00123