

## Pemanfaatan *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* Untuk Pemetaan Penggunaan Lahan di Sekitar Waduk Pondok Ranggon, Provinsi DKI Jakarta

Nadhi Sugandhi<sup>1</sup>, Heinrich Rakuasa<sup>2\*</sup>, Zainudin<sup>3</sup>, Wulan Abdul Wahab<sup>4</sup>, Kamiludin<sup>5</sup>, Ahmad Jaelani<sup>6</sup>, Ramdhani<sup>7</sup>, Muhamad Rinaldi<sup>8</sup>

Unit Pengelola, Penyelidikan, Pengukuran dan Pengujian, Dinas Sumber Daya Air, DKI Jakarta

E-mail: [nadhi.sugandhi@ui.ac.id](mailto:nadhi.sugandhi@ui.ac.id)

### Article History:

Received: 28 Mei 2023

Revised: 04 Juni 2023

Accepted: 06 Juni 2023

**Keywords:** *Pemetaan, Penggunaan Lahan, Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Waduk Pondok Ranggon*

**Abstract:** *Pemanfaatan UAV dalam pemetaan penggunaan lahan di sekitar Waduk Pondok Ranggon memberikan manfaat yang beragam. Pertama, pemetaan UAV dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pola penggunaan lahan di sekitar waduk. Informasi ini penting dalam perencanaan dan pengelolaan wilayah, serta membantu dalam pengambilan keputusan terkait pembangunan infrastruktur, pelestarian lingkungan, dan perlindungan sumber daya alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) untuk pemetaan penggunaan lahan di sekitar Waduk Pondok Ranggon, Provinsi DKI Jakarta. Penelitian ini menggunakan Drone DJI- Zenmuse L1 LiDAR dan GPS RTK (Real-Time Kinematic) untuk melakukan pemetaan penggunaan lahan dengan bantuan software DJI Tera, Pix4D, Agisoft Metashape dan Arc GIS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jalan memiliki luas 1.12 ha, lahan kosong memiliki luas 3.65 ha, lapangan memiliki luas 0.12 ha, permukiman memiliki luas 5.92 ha, semak memiliki luas 10.19 ha, setapak memiliki luas 11.38 ha, sungai memiliki luas 1.54 ha, tambak memiliki luas 0.83 ha dan waduk memiliki luas 6.01 ha. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah dalam memonitoring penggunaan lahan di sekitar Waduk Pondok Ranggon kedepannya.*

### PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi UAV atau drone telah menjadi sebuah terobosan yang signifikan dalam bidang pemetaan, terutama dalam pemetaan penggunaan lahan (Comert et al., 2019). Pemetaan penggunaan lahan adalah salah satu aspek penting dalam pengelolaan wilayah, terutama di sekitar waduk atau area perairan. Provinsi DKI Jakarta memiliki Waduk Pondok Ranggon yang merupakan sumber air penting dan juga memiliki nilai ekologis yang tinggi.

Dalam konteks ini, pemanfaatan *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* dalam pemetaan penggunaan lahan di sekitar Waduk Pondok Ronggon menjadi topik yang menarik untuk dieksplorasi.

Penggunaan UAV untuk pemetaan penggunaan lahan di sekitar Waduk Pondok Ronggon memiliki kepentingan yang signifikan. Pertama, UAV memungkinkan pengumpulan data yang lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan metode pemetaan konvensional (Andrio, 2019). Dengan kemampuan terbangnya, UAV dapat mencapai wilayah yang sulit dijangkau oleh manusia, sehingga memberikan cakupan pemetaan yang lebih luas dan akurat (Iizuka et al., 2018). Kedua, UAV dilengkapi dengan kamera dan sensor yang canggih, yang mampu menghasilkan data visual dengan resolusi tinggi (Wicaksono & Hernina, 2021). Hal ini memungkinkan pemetaan yang lebih detail, mengungkapkan pola penggunaan lahan dengan lebih akurat dan memberikan informasi penting dalam pengambilan keputusan (Iwahashi et al., 2022).

Pemanfaatan UAV dalam pemetaan penggunaan lahan di sekitar Waduk Pondok Ronggon memberikan manfaat yang beragam. Pertama, pemetaan UAV dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pola penggunaan lahan di sekitar waduk. Informasi ini penting dalam perencanaan dan pengelolaan wilayah, serta membantu dalam pengambilan keputusan terkait pembangunan infrastruktur, pelestarian lingkungan, dan perlindungan sumber daya alam (Sugandhi & Rakuasa, 2023). Kedua, UAV memungkinkan pemantauan yang berkala terhadap perubahan penggunaan lahan seiring waktu (Sugandhi et al., 2023). Dengan membandingkan data pemetaan dari waktu ke waktu, dapat terdeteksi perubahan signifikan seperti deforestasi, urbanisasi, atau perubahan aktivitas manusia lainnya yang dapat berdampak pada ekosistem dan kualitas air di sekitar waduk (Sugandhi et al., 2023).

Pemanfaatan UAV dalam pemetaan penggunaan lahan di sekitar Waduk Pondok Ronggon memiliki dampak yang positif dalam pengelolaan lahan dan lingkungan. Pertama, data pemetaan yang diperoleh dari UAV dapat digunakan sebagai dasar untuk perencanaan pengembangan wilayah yang berkelanjutan. Informasi tentang penggunaan lahan yang akurat dan terkini membantu dalam mengidentifikasi area yang perlu dijaga, dikonservasi, atau dikembangkan secara bijaksana. Kedua, pemantauan yang berkala menggunakan UAV membantu dalam mendeteksi perubahan cepat dalam penggunaan lahan dan perubahan kondisi lingkungan sekitar waduk. Dengan demikian, dapat diambil langkah-langkah preventif atau korektif yang diperlukan untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan keberlanjutan waduk. Berdasarkan uraian di atas penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* untuk pemetaan penggunaan lahan di sekitar Waduk Pondok Ronggon, Provinsi DKI Jakarta.

## **LANDASAN TEORI**

### **Pemetaan**

Pemetaan adalah proses pengumpulan, analisis, dan representasi data geografis tentang suatu wilayah atau lokasi tertentu (Sugandhi et al., 2022). Tujuan utama pemetaan adalah untuk menghasilkan peta yang menyajikan informasi spasial tentang fitur-fitur fisik, sosial, atau ekonomi dari suatu area (Mehdil et al., 2022). Pemetaan melibatkan penggunaan teknologi dan metode yang beragam, termasuk penggunaan UAV atau *drone*.

### **Penggunaan Lahan**

Penggunaan lahan merujuk pada cara bagaimana suatu area atau wilayah tertentu digunakan oleh manusia untuk berbagai keperluan (Latue & Rakuasa, 2023). Ini mencakup aktivitas seperti pertanian, perumahan, industri, komersial, transportasi, rekreasi, konservasi, dan lain sebagainya. Penggunaan lahan berdampak signifikan terhadap ekologi, lingkungan, ekonomi,

sosial, dan kualitas hidup masyarakat di suatu wilayah (Letedara et al., 2023). Penggunaan lahan adalah hasil dari keputusan dan interaksi manusia dengan lingkungan sekitarnya (Somae et al., 2023). Faktor-faktor seperti kondisi geografis, iklim, ketersediaan sumber daya, kebijakan pemerintah, pertimbangan ekonomi, dan kebutuhan masyarakat mempengaruhi pola penggunaan lahan (Latue et al., 2023) . Misalnya, lahan yang subur mungkin digunakan untuk pertanian, sedangkan area yang dekat dengan pusat kota mungkin dikembangkan menjadi kawasan perumahan atau komersial (Pertuack et al., 2023).

### ***Unmanned Aerial Vehicle (UAV)***

Unmanned Aerial Vehicle (UAV), atau yang sering disebut juga drone, adalah sebuah pesawat tanpa awak yang dikendalikan dari jarak jauh (Comert et al., 2019). UAV dirancang untuk terbang secara mandiri atau dengan bantuan pilot jarak jauh, menggunakan sistem kontrol yang terpasang di darat atau di kendaraan pengendali lainnya. UAV biasanya dilengkapi dengan kamera, sensor, dan perangkat lainnya untuk mengumpulkan data dari udara. Pemanfaatan UAV telah berkembang pesat dalam berbagai bidang, termasuk pemetaan penggunaan lahan (Gopalakrishnan et al., 2020). UAV dapat digunakan untuk mengambil gambar atau merekam video dari ketinggian yang sulit dijangkau oleh manusia. Dengan bantuan kamera dan sensor yang canggih, UAV dapat menghasilkan data spasial dengan resolusi tinggi, termasuk pemetaan visual, pemetaan termal, pemetaan 3D, dan lain sebagainya (Otto et al., 2018).

## **METODE PENELITIAN**

### **2.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Waduk Pondok Ranggon DKI Jakarta. Waduk Pondok Ranggon merupakan salah satu infrastruktur penting dalam pengelolaan air di DKI Jakarta. Selain berfungsi sebagai penampung air hujan dan pengendali banjir, waduk ini juga dikelilingi oleh area perumahan, pemukiman, dan lahan yang digunakan untuk berbagai keperluan.

### **2.2 Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya Drone DJI- Zenmuse L1 LiDAR dan GPS RTK (Real-Time Kinematic). Drone digunakan dalam penelitian untuk menghasilkan foto udara yang beresolusi yang tinggi, akurasi gambar yang baik. Penggunaan drone dalam pemetaan penggunaan lahan memberikan solusi yang efisien, akurat, dan ekonomis untuk memperoleh informasi tentang kondisi lahan yang diperlukan dalam perencanaan kota, pengelolaan sumber daya alam, pemantauan lingkungan, dan berbagai aplikasi lainnya. Dalam pemetaan drone, GPS RTK memainkan peran krusial dalam meningkatkan akurasi posisi dan memastikan data yang dikumpulkan memiliki presisi spasial yang tinggi. Ini memungkinkan pemetaan dan pemodelan yang lebih akurat serta memberikan manfaat dalam berbagai aplikasi yang memerlukan informasi geografis yang tepat. Selengkapnya alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Software yang digunakan untuk pengolahan data drone diantaranya DJI Tera, Pix4D, Agisoft Metashape dan Arc GIS.



**Gambar 1. Drone DJI- Zenmuse L1 LiDAR**



**Gambar 2. GPS RTK (*Real-Time Kinematic*)**

### **2.3 Pengolahan Data**

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif untuk menjelaskan tipe-tipe penggunaan lahan yang ada di Sekitar Waduk Pondok Ranggon berdasarkan hasil foto udara. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi langsung dilapangan (Waduk Pondok Ranggon). Berikut adalah tahapan pemetaan penggunaan lahan menggunakan drone di Waduk Pondok Ranggon:

- 1) Perencanaan dan persiapan:
  - Identifikasi tujuan pemetaan: Tentukan tujuan pemetaan penggunaan lahan yang ingin dicapai, misalnya mengidentifikasi jenis penggunaan lahan, memantau perubahan penggunaan lahan, atau menganalisis pola penggunaan lahan.
  - Rencana penerbangan: Tentukan area pemetaan yang akan dilakukan di sekitar Waduk Pondok Ranggon. Pilih rute penerbangan yang meliputi area yang relevan dengan penggunaan lahan yang ingin dipetakan.
  - Pilih peralatan dan sensor: Tentukan jenis drone yang akan digunakan dan pastikan dilengkapi dengan sensor yang sesuai, seperti kamera multispektral atau termal, untuk mendapatkan data yang diperlukan.
  - Pemerolehan izin: Pastikan untuk memperoleh izin yang diperlukan dari otoritas terkait, seperti otoritas penerbangan sipil, jika diperlukan.
- 2) Pengumpulan data:
  - Persiapan drone: Siapkan drone dengan memastikan bahwa baterai terisi penuh, perangkat keras dan perangkat lunaknya berfungsi dengan baik
  - Pelaksanaan penerbangan: Terbangkan drone mengikuti rute penerbangan yang telah direncanakan. Pastikan untuk mengikuti aturan penerbangan yang berlaku dan memperhatikan faktor keamanan, seperti cuaca dan lingkungan sekitar
  - Pengumpulan data: Drone akan mengambil gambar atau merekam video dari ketinggian yang telah ditentukan. Pastikan cakupan area yang tepat dan usahakan untuk mendapatkan data dengan resolusi tinggi dan kualitas yang baik.
- 3) Pemrosesan data:
  - Transfer data: Setelah selesai penerbangan, transfer data yang dihasilkan oleh drone ke perangkat komputer atau sistem pemrosesan data.
  - Pemrosesan data: Gunakan perangkat lunak pemrosesan data atau sistem informasi geografis (SIG) untuk memproses dan menganalisis data yang telah dikumpulkan oleh drone. Hal ini meliputi proses stitching (penggabungan) gambar, ekstraksi informasi penggunaan lahan, dan pembuatan peta penggunaan lahan yang relevan.
  - Analisis data: Lakukan analisis lebih lanjut terhadap data yang diperoleh, seperti klasifikasi penggunaan lahan, analisis perubahan lahan dari waktu ke waktu, atau identifikasi pola penggunaan lahan yang menarik.
- 4) Interpretasi dan penggunaan hasil:
  - Interpretasi hasil: Interpretasikan data dan hasil pemetaan untuk memahami penggunaan lahan di sekitar Waduk Pondok Ranggon. Identifikasi jenis penggunaan lahan, luasnya masing-masing kategori penggunaan lahan, dan pola penggunaan lahan yang ada.
  - Pengambilan keputusan: Gunakan informasi yang diperoleh dari pemetaan penggunaan lahan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam pengelolaan dan perencanaan

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Waduk Pondok Ranggon adalah sebuah waduk yang terletak di Provinsi DKI Jakarta, tepatnya di daerah Jakarta Timur. Waduk ini merupakan salah satu sumber air penting bagi wilayah sekitarnya. Waduk Pondok Ranggon memiliki peran yang signifikan dalam penyediaan air bersih, pengendalian banjir, dan pemeliharaan ekosistem di sekitarnya. Waduk Pondok

Ranggon memiliki sejarah panjang dalam pengelolaan air di Jakarta. Dibangun pada tahun 1932, waduk ini awalnya digunakan untuk menyuplai air ke kota Jakarta. Namun, seiring perkembangan kota dan kebutuhan akan air yang semakin meningkat, fungsi waduk ini juga berubah. Saat ini, Waduk Pondok Ranggon tidak hanya berperan sebagai sumber air minum, tetapi juga sebagai tempat rekreasi dan pengendalian banjir.

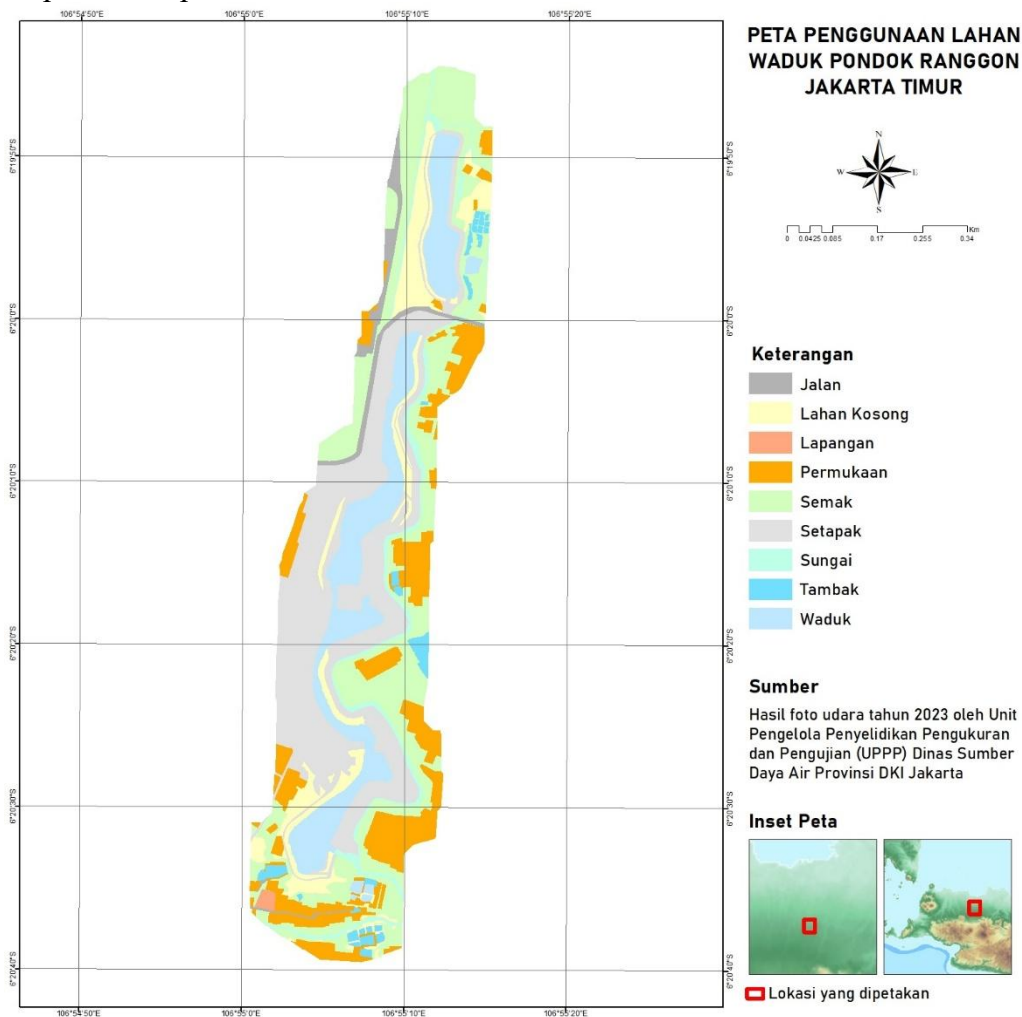
Keberadaan Waduk Pondok Ranggon memiliki manfaat yang beragam. Pertama, waduk ini berfungsi sebagai penampungan air hujan yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari penduduk sekitar. Selain itu, waduk ini juga berperan penting dalam pengendalian banjir di wilayah sekitarnya. Dengan menampung air hujan secara terkontrol, waduk ini dapat mencegah banjir yang dapat merendam pemukiman dan infrastruktur di sekitarnya. Selain itu, Waduk Pondok Ranggon juga memberikan manfaat ekologis. Wilayah sekitar waduk merupakan habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna. Lingkungan sekitar waduk, termasuk hutan, tumbuhan air, dan ekosistem perairan, memberikan tempat tinggal dan sumber makanan bagi beragam spesies. Oleh karena itu, perlindungan dan pelestarian ekosistem di sekitar waduk sangat penting untuk menjaga keseimbangan lingkungan dan kelangsungan hidup spesies yang ada.



**Gambar 3. Hasil Orthomosaic Foto Udara**

Pemetaan dilakukan di daerah sekitar Waduk Pondok Ranggon menggunakan Drone DJI-Zenmuse L1 LiDAR, setelah itu lakukan Orthomosaic. Orthomosaic adalah produk pemetaan

yang dihasilkan dari pengolahan citra udara atau satelit (Andrio, 2019). Orthomosaic adalah gambar yang terdiri dari serangkaian citra udara yang disatukan dan disesuaikan secara geometris untuk menghilangkan distorsi perspektif dan kemiringan yang biasa terjadi dalam citra udara (Otto et al., 2018). Proses ini melibatkan pemotongan, perekaman, dan penyusunan kembali citra udara menjadi satu gambar yang tampak seperti peta atau foto udara yang diambil dari sudut pandang vertikal. Secara spasial Hasil Orthomosaic Foto Udara daerah sekitar Waduk Pondok Ranggon dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan Daerah Sekitar Waduk Pondok Ranggon**

Berdasarkan Gambar 4 Hasil analisis dan digitasi menunjukkan bahwa jalan memiliki luas 1.12 ha, lahan kosong memiliki luas 3.65 ha, lapangan memiliki luas 0.12 ha, permukiman memiliki luas 5.92 ha, semak memiliki luas 10.19 ha, setapak memiliki luas 11.38 ha, sungai memiliki luas 1.54 ha, tambak memiliki luas 0.83 ha dan waduk memiliki luas 6.01 ha. Pemetaan penggunaan lahan yang ada di sekitar Waduk Pondok Ranggon dapat memberikan manfaat yang beragam, antara lain:

1. Pengelolaan Sumber Daya Air: Pemetaan penggunaan lahan dapat membantu dalam pengelolaan sumber daya air di sekitar Waduk Pondok Ranggon. Dengan mengetahui

- jenis penggunaan lahan seperti pertanian, pemukiman, atau industri, dapat dilakukan perencanaan yang lebih efektif terkait penanganan limbah, pengendalian erosi, dan upaya konservasi air.
2. Pengendalian Banjir: Pemetaan penggunaan lahan dapat menjadi dasar untuk perencanaan pengendalian banjir di sekitar Waduk Pondok Ranggan. Dengan mengetahui pola penggunaan lahan seperti area rawa, hutan, atau pemukiman, dapat dikembangkan strategi pengendalian banjir yang lebih efektif, termasuk pembangunan tanggul atau drainase yang sesuai dengan kebutuhan.
  3. Perencanaan Pengembangan Wilayah: Informasi mengenai penggunaan lahan yang tepat dan akurat sangat penting dalam perencanaan pengembangan wilayah yang berkelanjutan. Pemetaan dapat membantu dalam identifikasi area yang cocok untuk pembangunan infrastruktur, pengembangan pemukiman, atau kawasan rekreasi, serta menjaga keseimbangan antara fungsi lingkungan dan penggunaan lahan manusia.
  4. Perlindungan Lingkungan: Pemetaan penggunaan lahan juga dapat memberikan informasi penting dalam perlindungan lingkungan di sekitar Waduk Pondok Ranggan. Dengan mengetahui lokasi hutan, daerah konservasi, atau ekosistem yang sensitif, dapat dilakukan upaya perlindungan yang lebih baik, seperti pengawasan terhadap aktivitas ilegal, pemulihan ekosistem, atau pengendalian polusi.
  5. Pengambilan Keputusan yang Tepat: Informasi yang diperoleh melalui pemetaan penggunaan lahan dapat menjadi dasar yang kuat untuk pengambilan keputusan yang lebih baik. Data dan peta yang dihasilkan dapat digunakan sebagai acuan dalam pembuatan kebijakan, perencanaan infrastruktur, pengelolaan sumber daya alam, dan upaya mitigasi bencana.

Pemanfaatan teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dalam pemetaan penggunaan lahan di sekitar Waduk Pondok Ranggan dapat meningkatkan akurasi, efisiensi, dan kecepatan pengumpulan data. Hal ini akan memberikan manfaat yang lebih besar dalam pengelolaan sumber daya alam, perlindungan lingkungan, dan pengembangan wilayah yang berkelanjutan (Rakuasa & Latue, 2023).

## **KESIMPULAN**

Hasil penelitian memberikan informasi yang berharga bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan terkait pengelolaan lahan dan perencanaan wilayah. Data pemetaan dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan terkait penggunaan lahan yang berkelanjutan dan efektif. Penerapan teknologi UAV dalam pemetaan penggunaan lahan juga memberikan keuntungan seperti pengumpulan data yang lebih cepat, akurat, dan efisien. Hal ini memungkinkan pemantauan perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu, yang sangat berguna dalam perencanaan dan pengambilan keputusan yang berkelanjutan. Secara keseluruhan penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi UAV dalam pemetaan penggunaan lahan di sekitar Waduk Lebak Bulus adalah solusi yang efektif dan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pola penggunaan lahan dan perubahan yang terjadi di wilayah tersebut. Teknologi ini memiliki potensi besar dalam pengelolaan lahan dan perencanaan wilayah di DKI Jakarta dan dapat menjadi acuan bagi pengambilan keputusan yang lebih baik dan berkelanjutan di masa depan.



---

**DAFTAR REFERENSI**

- Andrio, A. (2019). Development of UAV technology in seed dropping for aerial revegetation practices in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 308(1), 012051. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/308/1/012051>
- Comert, R., Avdan, U., Gorum, T., & Nefeslioglu, H. A. (2019). Mapping of shallow landslides with object-based image analysis from unmanned aerial vehicle data. *Engineering Geology*, 260(July), 105264. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2019.105264>
- Gopalakrishnan, R., Seppänen, A., Kukkonen, M., & Packalen, P. (2020). Utility of image point cloud data towards generating enhanced multitemporal multisensor land cover maps. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 86(October 2019), 102012. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.102012>
- Iizuka, K., Itoh, M., Shiodera, S., Matsubara, T., Dohar, M., & Watanabe, K. (2018). Advantages of unmanned aerial vehicle (UAV) photogrammetry for landscape analysis compared with satellite data: A case study of postmining sites in Indonesia. *Cogent Geoscience*, 4(1), 1498180. <https://doi.org/10.1080/23312041.2018.1498180>
- Iwahashi, Y., Sigit, G., Utoyo, B., Lubis, I., Junaedi, A., Trisasongko, B. H., Wijaya, I. M. A. S., Maki, M., Hongo, C., & Homma, K. (2022). Drought Damage Assessment for Crop Insurance Based on Vegetation Index by Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Multispectral Images of Paddy Fields in Indonesia. *Agriculture*, 13(1), 113. <https://doi.org/10.3390/agriculture13010113>
- Latue, P. C., Septory, J. S. I., & Rakuasa, H. (2023). Perubahan Tutupan Lahan Kota Ambon Tahun 2015, 2019 dan 2023. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, 10(1), 177–186. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20527/jpg.v10i1.15472>
- Latue, P. C., & Rakuasa, H. (2023). Spatial Dynamics of Land Cover Change in Wae Batu Gantung Watershed, Ambon City, Indonesia. *International Journal of Scientific Multidisciplinary Research*, 1(3), 117–130. <https://doi.org/10.55927/ijsmr.v1i3.3623>
- Letedara, R., Rakuasa, H., & Latue, P. C. (2023). (2023). Cellular Automata Markov Chain Application For Prediction Of Land Cover Changes In The Wae Batu Gantung Watershed, Ambon City, Indonesia. *Journal of Multidisciplinary Science*, 2(2), 113-122. <https://doi.org/https://doi.org/10.58330/prevenire.v2i2.191>
- Mehdil, M. C., Rakuasa, H., Sihasale, D. A., & Riry, R. B. (2022). Pemetaan Sebaran Objek Wisata Bahari Di Pulau Ambon Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Environmental Science*, 4(2). <https://doi.org/10.35580/jes.v4i2.32464>
- Otto, A., Agatz, N., Campbell, J., Golden, B., & Pesch, E. (2018). Optimization approaches for civil applications of unmanned aerial vehicles (UAVs) or aerial drones: A survey. *Networks*, 72(4), 411–458. <https://doi.org/10.1002/net.21818>
- Pertuack, S., Latue, P.C., & Rakuasa, H. (2023). Analisis Spasial Daya Dukung Lahan Permukiman Kota Ternate. *ULIL ALBAB : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(6), 2084–2090. <https://doi.org/https://doi.org/10.56799/jim.v2i6.1574>
- Rakuasa, H., & Latue, P. C. (2023). Analisis Spasial Daerah Rawan Banjir Di Das Wae Heru, Kota Ambon. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 10(1), 75–82. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.8>
- Somae, G., Supriatna, S., Rakuasa, H., & Lubis, A. R. (2023). Pemodelan Spasial Perubahan Tutupan Lahan Dan Prediksi Tutupan Lahan Kecamatan Teluk Ambon Baguala Menggunakan Ca-Markov. *Jurnal Sains Informasi Geografi (J SIG)*, 6(1), 10–19.

- <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31314/jsig.v6i1.1832>
- Sugandhi, N., & Rakuasa, H. (2023). Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia Pada Bidang Geospasial di Unit Pengelola, Penyelidikan, Pengukuran dan Pengujian Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(5), 1765-1771. <https://doi.org/https://doi.org/10.56799/jim.v2i5.1490>
- Sugandhi, N., Rakuasa, H., Zainudin, Z., Abdul Wahab, W., Kamiludin, K., Jaelani, A., Ramdhani, R., & Rinaldi, M. (2023a). Pemodelan Spasial Limpasan Genangan Banjir dari DAS Ciliwung di Kel. Kebon Baru dan Kel. Bidara Cina DKI Jakarta. *ULIL ALBAB : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(5), 1685–1692. <https://doi.org/https://doi.org/10.56799/jim.v2i5.1477>
- Sugandhi, N., Rakuasa, H., Zainudin, Z., Abdul Wahab, W., Kamiludin, K., Jaelani, A., Ramdhani, R., & Rinaldi, M. (2023b). Pemodelan Spasial Limpasan Genangan Banjir dari DAS Ciliwung di Kel. Kebon Baru dan Kel. Bidara Cina DKI Jakarta. *ULIL ALBAB : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(5), 1685–1692. <https://doi.org/https://doi.org/10.56799/jim.v2i5.1477>
- Sugandhi, N., Supriatna, S., Kusratmoko, E., & Rakuasa, H. (2022). Prediksi Perubahan Tutupan Lahan di Kecamatan Sirimau, Kota Ambon Menggunakan Celular Automata-Markov Chain. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, 9(2), 104–118. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20527/jpg.v9i2.13880>
- Wicaksono, A., & Hernina, R. (2021). Urban tree analysis using unmanned aerial vehicle (uav) images and object-based classification (case study: university of indonesia campus). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 683(1), 012105. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/683/1/012105>