

IDENTIFIKASI SALURAN IRIGASI MENGGUNAKAN TEKNOLOGI DRONE LIDAR DENGAN METODE *OBJECT-BASED IMAGE ANALYSIS* (OBIA)

(Identification Of Irrigation Channels Using Lidar Drone Technology Using Object-Based Image Analysis Method (OBIA))

Erlyna N. Arrofiqoh¹, Ni P. P. Chintya¹, Waljiyanto¹

¹Teknologi Survei dan Pemetaan Dasar, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada
E-mail: erlyna_na@mail.ugm.ac.id

Diterima 16 Januari 2022, Disetujui 14 Maret 2022

ABSTRAK

Infrastruktur irigasi merupakan struktur fasilitas yang dapat mendukung keseluruhan aktivitas yang berhubungan dengan irigasi. Pemeliharaan terhadap infrastruktur irigasi merupakan salah satu upaya dalam perlindungan terhadap lahan pertanian pangan. Pengawasan terhadap kondisi aset yang mendukung fungsi dari infrastruktur jaringan irigasi secara berkala perlu dilakukan. Pemantauan kondisi fisik dari saluran irigasi berperan penting karena saluran irigasi merupakan sistem keberlanjutan persediaan air ke banyak area pertanian. Selain itu, saluran irigasi juga dapat berfungsi untuk melindungi tanaman pertanian dari terjadinya banjir dan genangan karena kelebihan air. Teknologi pesawat tanpa awak atau drone dapat menjadi salah satu alternatif untuk melakukan pemantauan saluran irigasi. Citra resolusi tinggi yang diperoleh dari teknologi ini dapat memberikan hasil yang jelas dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Selain dapat membawa sensor kamera, penambahan sensor LiDAR pada drone dapat menambah informasi penting tentang kondisi fisik untuk kepentingan pemantauan saluran irigasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi dari drone LiDAR dalam mengidentifikasi saluran irigasi yang memiliki dimensi ukuran yang berbeda-beda. Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan analisis dengan OBIA (Object Based Image Analysis). Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa adanya penambahan informasi dari LiDAR dapat meningkatkan akurasi untuk identifikasi saluran irigasi yaitu meningkat sebanyak 11% untuk overall accuracy dan 14% untuk Kappa Indeks of Agreements.

Kata Kunci: saluran irigasi, drone, lidar, citra resolusi tinggi, OBIA

ABSTRACT

Irrigation infrastructure is a facility structure that can support all activities related to irrigation. Maintenance of irrigation infrastructure is one of the efforts to protect food agricultural land. Monitoring of the condition of assets that support the function of the irrigation network infrastructure on a regular basis needs to be carried out. Monitoring the physical condition of irrigation canals plays an important role because irrigation canals are a sustainable system for supplying water to many agricultural areas. In addition, irrigation canals can also function to protect agricultural crops from flooding and inundation due to excess water. Unmanned aerial vehicle or drone technology can be an alternative to monitoring irrigation channels. High-resolution images obtained from this technology can provide clear results with a high level of detail. Besides being able to carry camera sensors, the addition of LiDAR sensors on drones can add important information about physical conditions for the benefit of monitoring irrigation canals. This study was conducted to determine the potential of LiDAR drones for identification of irrigation canals that have several dimensions. The method used in this study uses analysis with OBIA (Object Based Image Analysis). The results of the study indicate that the addition of information from LiDAR can increase the accuracy for the identification of irrigation canals, namely increasing by 11% for the overall accuracy and 14% for the Kappa Index of Agreements.

Keywords: irrigation canal, drone, lidar, high resolution image, OBIA

PENDAHULUAN

Sektor pertanian di Indonesia memiliki peran yang penting dalam pembangunan perekonomian, yaitu berfungsi sebagai penyedia pangan bagi masyarakat. Ketersediaan air untuk mendukung keberlangsungan hidup tanaman pertanian perlu diperhatikan. Ketersediaan air dengan mengandalkan turunnya air dari hujan kurang dapat mencukupi kebutuhan air pertanian. Adanya efek perubahan iklim akibat pemanasan global menyebabkan pergantian musim semakin sulit untuk diprediksi. Oleh karena itu perlu adanya irigasi yang dapat menopang ketersediaan air untuk aktivitas pertanian.

Keberhasilan pencapaian produksi pertanian harus diimbangi dengan infrastruktur irigasi yang memadai. Kondisi fisik infrastruktur harus dapat dipertahankan fungsinya. Adanya infrastruktur irigasi yang dapat berfungsi secara optimal dan efektif, khususnya untuk memenuhi kebutuhan air pertanian dapat meningkatkan produktivitas pertanian. Pemeliharaan terhadap infrastruktur irigasi merupakan salah satu upaya dalam perlindungan terhadap lahan pertanian pangan dan secara berkelanjutan dapat mendukung program ketahanan pangan nasional. Pengawasan terhadap kondisi aset yang mendukung fungsi dari infrastruktur jaringan irigasi secara berkala perlu dilakukan. Pemantauan kondisi fisik dari saluran irigasi berperan penting karena saluran irigasi merupakan sistem keberlanjutan persediaan air ke banyak area pertanian. Selain itu, saluran irigasi juga dapat berfungsi untuk melindungi tanaman pertanian dari terjadinya banjir dan genangan karena kelebihan air.

Dimensi ukuran dari saluran irigasi memiliki ukuran yang beragam, yaitu saluran primer, saluran sekunder, saluran tersier, dan saluran kuartar. Dimensi dari tiap saluran tersebut bervariasi dari besar ke kecil. Secara garis besar, dimensi ukuran saluran primer akan lebih besar dari saluran sekunder, dimensi ukuran saluran sekunder lebih besar dari saluran tersier, dan dimensi ukuran saluran tersier lebih besar dari saluran kuartar (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2013). Peta saluran irigasi perlu dibuat dalam skala besar agar tipe saluran irigasi yang dimensinya kecil dapat terlihat dengan jelas (Hidayah, Verawati, and Widjaja 2020; Direktorat Jendral Sumber Daya Air Kementerian PUPR 2018; Sambah, Kuncoro, and Anam 2017).

Trisakti et al. (2019) melakukan penelitian dengan menggunakan teknik penggabungan citra SPOT 7 dengan resolusi spasial 1,5 meter dan Pleiades dengan resolusi spasial 0,5 meter. Hasil dari penelitiannya Citra SPOT 7 dapat dimanfaatkan untuk identifikasi saluran dengan lebar lebih dari 4 m, dan citra Pleiades untuk saluran kurang dari 4 m.

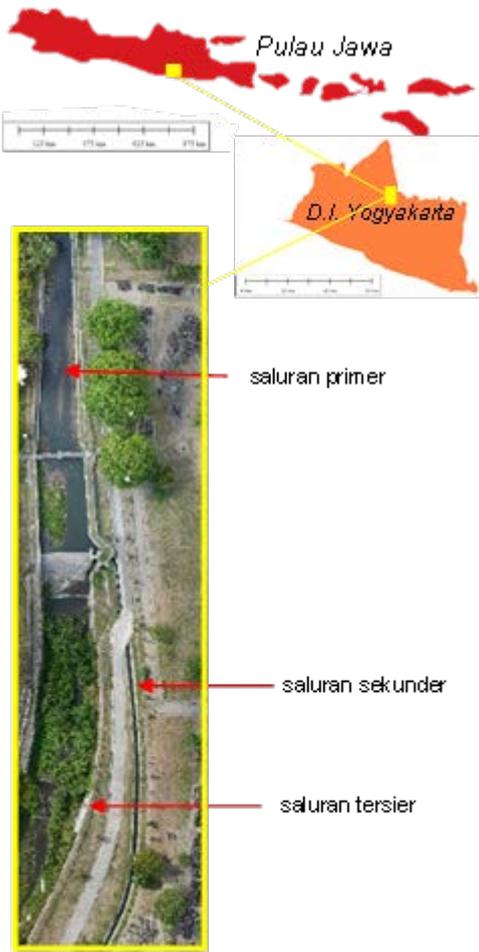
Pada penelitian ini menggunakan teknologi pesawat tanpa awak atau drone yang terbang dengan ketinggian lebih rendah sehingga dapat menghasilkan citra dengan resolusi spasial yang sangat tinggi. Teknologi ini dapat menjadi salah satu alternatif untuk melakukan

pemantauan saluran irigasi. Citra resolusi tinggi yang diperoleh dari teknologi ini dapat memberikan hasil yang jelas dengan tingkat kedetilan yang tinggi. Selain dapat membawa sensor kamera, penambahan sensor LiDAR pada drone dapat menambah informasi penting tentang kondisi fisik untuk kepentingan pemantauan saluran irigasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi dari drone LiDAR untuk identifikasi saluran irigasi yang memiliki beberapa dimensi ukuran. Selain itu dapat untuk mengetahui kondisi saluran irigasi yang mengalami kerusakan atau yang memiliki sedimentasi tinggi sehingga ditumbuhi tanaman liar. Dengan cara ini pemantauan terhadap lokasi yang sulit untuk diakses pun dapat dilakukan tanpa harus mendatangi lokasi secara langsung. Metode yang digunakan untuk identifikasi saluran irigasi yaitu menggunakan metode analisis dengan OBIA (*Object Based Image Analysis*). Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan dalam penyediaan data untuk penilaian kinerja saluran irigasi dan pengawasan serta pengembangan lanjutan untuk pemetaan kondisi saluran irigasi.

METODE

Lokasi penelitian berada di Bendung Jonggrang, Desa Kranggan, Bokoharjo, Prambanan, D.I. Yogyakarta. Koordinat geografis dari lokasi penelitian yaitu 7° 45' 02.8650" LS dan 110° 29' 24.2169" BT sampai dengan 7° 45' 09.6020" LS dan 110° 29' 26.0107" BT. Gambar 1 menunjukkan lokasi kajian penelitian. Pada lokasi ini terdapat beragam tipe saluran irigasi yaitu saluran irigasi primer, saluran irigasi sekunder, dan saluran irigasi tersier. Data yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 2. Data terdiri dari citra ortofoto dari hasil pengolahan drone LiDAR dengan resolusi 8 milimeter dan *point cloud* dari LiDAR. Akuisisi data dengan drone LiDAR dilakukan pada tahun 2020 dan survei lapangan untuk verifikasi dan pengujian hasil identifikasi saluran irigasi dilakukan pada tahun 2021.

Secara umum, alur penelitian disajikan pada Gambar 3. Ortofoto dari hasil pengolahan foto udara dan data *point cloud* LiDAR dari drone digunakan sebagai input untuk kemudian diproses dengan metode OBIA pada perangkat lunak Ecognition. OBIA merupakan pendekatan yang proses klasifikasinya tidak hanya mempertimbangkan aspek spektral namun juga aspek spasial objek. Metode OBIA tidak hanya bergantung pada nilai spektral saja tapi juga mampu mengoptimasi fitur spasial dalam citra sesuai dengan unsur interpretasi seperti bentuk, ukuran tekstur dan informasi kontekstual lainnya (Hossain and Chen 2019). Data LiDAR yang berupa *point cloud* dijadikan raster terlebih dahulu sebelum dilakukan pemrosesan.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Tahapan awal metode OBIA yaitu membuat *rule* untuk menyeleksi objek berdasarkan nilai piksel, bentuk, dan kesamaan pola sehingga menghasilkan segmentasi objeknya. Metode segmentasi yang digunakan adalah *multiresolutional segmentation* dengan parameter skala yaitu 80, ukuran *shape* 0,3 dan nilai *compactness* yang digunakan adalah 0,8. Parameter tersebut diperoleh dari percobaan yang dilakukan secara berulang-ulang sehingga diperoleh parameter yang paling sesuai. Penentuan nilai skala berdasarkan pada tingkat kedetilan dari objek yang ingin diperoleh. Semakin kecil nilai skala, maka objek yang dihasilkan akan semakin detil, namun pemrosesan komputer akan semakin besar. Pemberian nilai parameter disesuaikan dengan karakteristik citra dan karakteristik daerah yang dikaji.

Pembentukan kesamaan objek atau homogenitas objek didapatkan dari nilai bentuk (*shape*) dan kekompakan (*compactness*). Kriteria bentuk dapat diberi nilai hingga 0,9. Rasio ini menentukan sejauh mana kriteria bentuk mempengaruhi segmentasi dibandingkan kriteria warna. Semakin kecil nilai bentuk (*shape*), maka pengaruh bentuk dalam penentuan objek semakin kecil, namun pengaruh warna semakin besar. Sedangkan, semakin besar nilai *compactness* maka semakin banyak objek yang terikat setelah segmentasi. Kekompakan suatu objek dapat ditentukan dengan perkalian antara lebar dan panjang dengan jumlah piksel (El-naggar 2018).

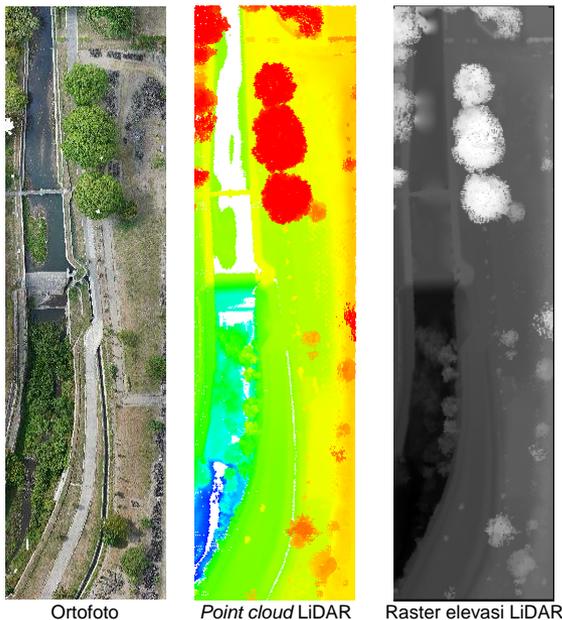
Pada penelitian ini data masukan pada proses segmentasi dibuat menjadi dua skema. Skema pertama adalah tidak memasukkan data LiDAR dan skema kedua dengan memasukkan data LiDAR. Objek yang telah tersegmentasi kemudian diklasifikasikan dengan menggunakan metode *nearest neighbour*. Algoritma *nearest neighbour* merupakan metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). *Nearest neighbour* mengklasifikasikan objek berdasarkan nilai sampel (*training data*). Algoritma ini menggunakan prinsip ketetanggaan sebagai prediksi saat proses pembelajaran pada sampel yang digunakan untuk *training* (Mugiraneza, Nascetti, and Ban 2019). Proses pelatihannya dengan menentukan nilai jarak berdasarkan nilai terkecil dan nilai ketetanggaan yang terdekat (Gan, Ma, and Wu 2007; Nugroho, Kushardono, and Dewi 2019).

$$d_i = \sqrt{\sum_{i=1}^p (x_{2i} - x_{1i})^2} \dots \dots \dots (1)$$

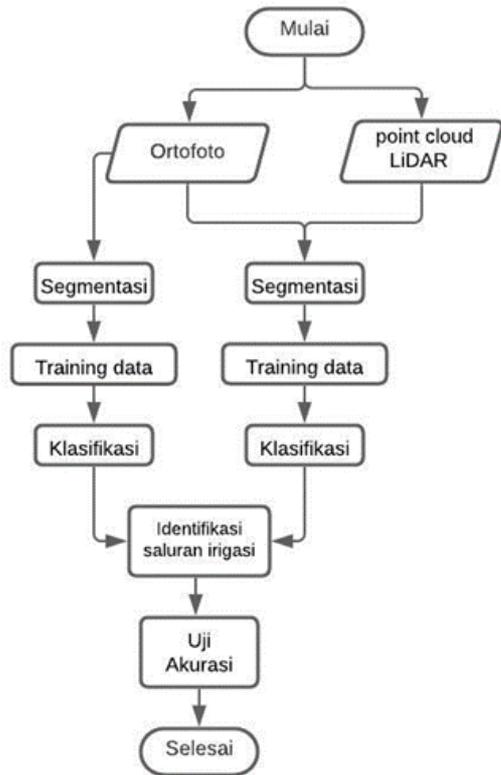
Keterangan :

- d_i = jarak ke -i
- i = variabel data
- x_1 = sampel data
- x_2 = data uji

Hasil dari klasifikasi menggunakan metode *nearest neighbour* di uji menggunakan matriks konfusi dengan referensi hasil interpretasi secara visual berdasarkan verifikasi lapangan.



Gambar 2. Image saluran pembawa di lokasi penelitian



Gambar 3. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses penentuan nilai parameter untuk segmentasi dilakukan dengan percobaan secara berulang-ulang sehingga diperoleh hasil segmentasi yang terbaik. Pada penelitian ini objek diklasifikasikan menjadi 5 objek yaitu; air, permukaan keras, batu, tanah, dan vegetasi. Hasil segmentasi dengan penambahan data LiDAR dan tanpa penambahan data LiDAR disajikan pada Tabel 1.

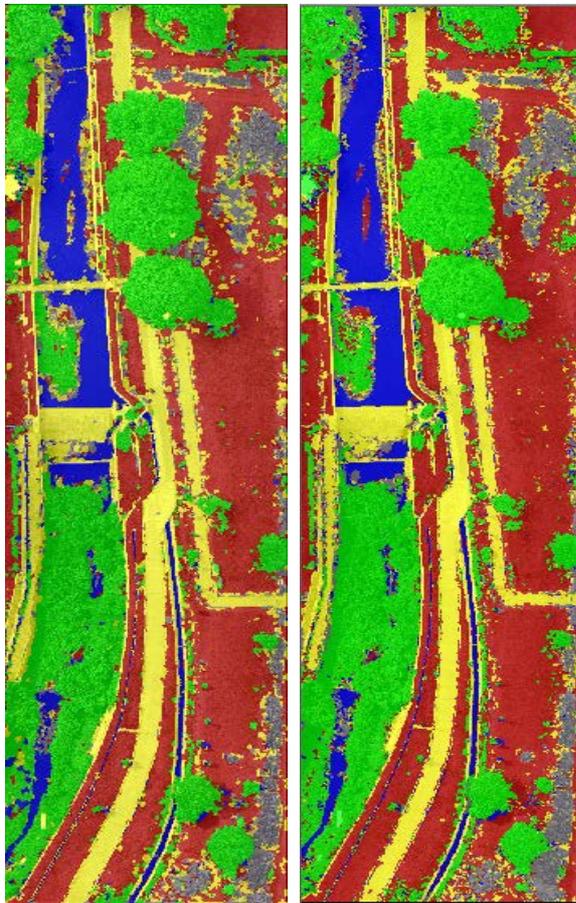
Tabel 1. Hasil segmentasi

Objek	Dengan data LiDAR	Tanpa data LiDAR
Saluran primer		
Bendung		

Objek	Dengan data LiDAR	Tanpa data LiDAR
Saluran sekunder		
Ujung saluran sekunder		
Saluran tersier		

Hasil segmentasi pada saluran irigasi yang memiliki dimensi berbeda-beda menunjukkan bahwa penambahan data elevasi dari LiDAR dapat meningkatkan ketepatan segmentasi. Objek yang memiliki kesamaan jenis dan pola dapat tersegmentasi dengan lebih baik dibandingkan dengan hasil segmentasi tanpa memasukkan data LiDAR.

Hasil klasifikasi dengan metode *nearest neighbour* diperoleh setelah membuat data sampel untuk proses pelatihan algoritmanya. Hasil klasifikasi secara keseluruhan disajikan pada gambar 4. Pada saluran irigasi primer terdapat banyak sedimentasi tanah dan batuan, serta ditumbuhi tanaman liar yang cukup lebat. Pada saluran irigasi sekunder kondisi saluran tergolong baik karena tidak ada tanaman yang menghambat jalannya air. Pada saluran irigasi tersier terdapat rerumputan kering yang menutupi saluran.



Dengan data LiDAR

Tanpa data LiDAR

Keterangan kelas :

- : air
- : permukaan keras
- : batu
- : tanah
- : vegetasi

Gambar 4. Hasil klasifikasi metode OBIA

Gambaran umum kondisi di lapangan dari saluran irigasi, yaitu dimensi saluran primer, saluran sekunder, dan saluran tersier disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kondisi lapangan saluran irigasi

Kondisi di lapangan



Saluran irigasi primer :

- Terdapat banyak sedimentasi tanah dan batuan
- Ditumbuhi banyak vegetasi
- Aliran air kurang lancar

Kondisi di lapangan



Saluran irigasi sekunder :

- Aliran air lancar
- Kondisi fisik saluran baik

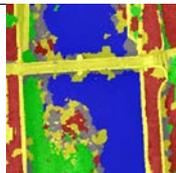
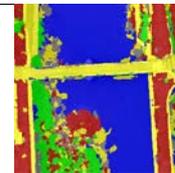


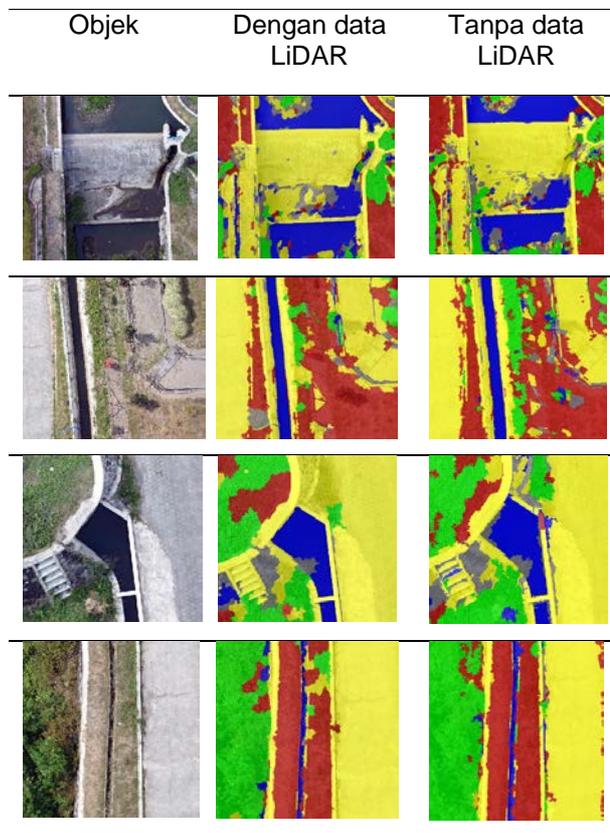
Saluran irigasi tersier :

- Kondisi fisik saluran masih baik
- Terdapat rerumputan kering dan sampah dedaunan

Identifikasi saluran irigasi dengan citra resolusi tinggi dari drone dapat mendeteksi dimensi ukuran saluran irigasi yang berbeda-beda, yaitu saluran primer, saluran sekunder dan saluran tersier dengan jelas dan detail sehingga bisa untuk mengetahui kondisi dari saluran irigasi, seperti adanya kerusakan pada infrastruktur saluran irigasi atau adanya masalah yang dapat menghambat jalannya aliran air karena vegetasi yang tumbuh di dalam saluran irigasi dan sampah atau tanah batuan yang mengendap. Sampel hasil klasifikasi pada saluran irigasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil klasifikasi pada beberapa objek di saluran irigasi

Objek	Dengan data LiDAR	Tanpa data LiDAR
		



Hasil klasifikasi keseluruhan kelas objek diuji menggunakan matriks konfusi. Matrik konfusi merupakan perhitungan matrik yang dapat mengidentifikasi setiap kesalahan dari hasil klasifikasi citra terhadap data referensi (Foody 2020). Penilaian akurasi hasil klasifikasi dapat dihitung dengan *overall accuracy* dan *kappa index of agreements*. Hasil akurasi dari klasifikasi ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil akurasi dengan matriks konfusi pada keseluruhan kelas objek

Akurasi	Dengan data LiDAR	Tanpa data LiDAR
Overall accuracy	89%	78%
Kappa Indeks of Agreements	86%	72%

Berdasarkan hasil klasifikasi dapat dilihat bahwa penggunaan metode OBIA untuk klasifikasi pada citra resolusi tinggi dari drone diperoleh hasil yang cukup baik. Ukuran piksel citra yang kecil membuat data menjadi lebih padat dan kompleks sehingga penambahan informasi elevasi dari data LiDAR dapat membantu meningkatkan hasil klasifikasi.

KESIMPULAN

Data dari drone LiDAR dapat berpotensi digunakan untuk mengidentifikasi saluran irigasi dengan berbagai macam dimensi ukuran. Data klasifikasi saluran irigasi dapat digunakan untuk mendeteksi kondisi kerusakan saluran irigasi karena adanya vegetasi yang dapat menghambat

aliran air.

Hasil klasifikasi berdasarkan metode OBIA dengan algoritma *nearest neighbour* menunjukkan bahwa penambahan data LiDAR dapat meningkatkan akurasi dibandingkan hasil klasifikasi tanpa penambahan data LiDAR. Nilai *overall accuracy* dengan penambahan data LiDAR meningkat sebanyak 11% dan nilai *Kappa Index of Agreements* meningkat sebanyak 14%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Gadjah Mada atas bantuan hibah dana penelitian tahun 2021. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada PT Geotronics Indonesia dan Microdrones yang telah memberikan bantuan fasilitas dalam akuisisi data lapangan.

REFERENSI

Direktorat Irigasi dan Rawa. (2013). *Standar Perencanaan Irigasi—Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan (KP-03)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum.

Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementerian PUPR. (2018). *Program Pengembangan Dan Pengelolaan Sistem Irigasi Di Indonesia*.

Ei-naggar, Aly M. (2018). "Determination of Optimum Segmentation Parameter Values for Extracting Building from Remote Sensing Images." *Alexandria Engineering Journal* 57(4):3089–97. doi: 10.1016/j.aej.2018.10.001.

Foody, Giles M. (2020). "Explaining the Unsuitability of the Kappa Coefficient in the Assessment and Comparison of the Accuracy of Thematic Maps Obtained by Image Classification." *Remote Sensing of Environment* 239(December 2019):111630. doi: 10.1016/j.rse.2019.111630.

Gan, Guojun, Chaoqun Ma, and Jianhong Wu. (2007). "Data Clustering: Theory, Algorithms, and Applications." *Data Clustering: Theory, Algorithms, and Applications* (January 2007). doi: 10.1137/1.9780898718348.

Hidayah, F. F., L. Q. A. Verawati, and H. Widjaja. (2020). "Pemetaan Saluran Irigasi Sebagai Upaya Penyediaan Air Bagi Kebutuhan Pertanian (Studi Kasus: Desa Sindangsari, Kecamatan Ciranjang, Kabupaten Cianjur)." *Jurnal Pusat Inovasi ...* 2(4):627–31.

Hossain, Mohammad D., and Dongmei Chen. (2019). "Segmentation for Object-Based Image Analysis (OBIA): A Review of Algorithms and Challenges from Remote Sensing Perspective." *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 150(November 2018):115–34. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2019.02.009.

Mugiraneza, Theodomir, Andrea Nascetti, and Yifang Ban. (2019). "WorldView-2 Data for Hierarchical Object-Based Urban Land Cover

Classification in Kigali: Integrating Rule-Based Approach with Urban Density and Greenness Indices.” *Remote Sensing* 11(18). doi: 10.3390/rs11182128.

Nugroho, Udhi C., Dony Kushardono, and Esthi K. Dewi. (2019). “Identifikasi Kawasan Pertambangan Timah Menggunakan Data Satelit Sentinel – 1 Dengan Metode Object Based Image Analysis (OBIA).” *Jurnal Ilmu Lingkungan* 17(1):140. doi: 10.14710/jil.17.1.140-148.

Sambah, Abu, Dwi Kuncoro, and Syaiful Anam. (2017). “Pemetaan Trase Jaringan Irigasi Melalui

Analisis Geospasial (Studi Kasus Daerah Irigasi Cibuluh, Jawa Barat).” *Jurnal Irigasi* 12:1. doi: 10.31028/ji.v12.i1.1-10.

Trisakti, Bambang, Udhi Nugroho, Hanhan A. Sofiyuddin, and Naufal Syauqi. (2019). “Teknik Identifikasi Saluran Irigasi Pada Citra Satelit Resolusi Tinggi Technique for Identification of Irrigation Canal Using High Resolution Satellite Image By Means of Combining Rgb Composite , Canal Index ,.” *Jurnal Irigasi* 14(2):55–62.

Halaman ini sengaja dikosongkan