

KERAPATAN TITIK PADA HASIL PENGUKURAN AIRBORNE LIDAR BATHYMETRY DI SALURAN IRIGASI, KEBUMEN, JAWA TENGAH

Yoanna Anita Christy¹, Istarno¹

Jalan Grafika No. 2, Bulaksumur, Yogyakarta. Indonesia 55281, email: yoannanita21@gmail.com

(Diterima 17 Mei 2019, Disetujui 8 Juli 2019)

ABSTRAK

Pemerintah telah mencanangkan rencana pembangunan infrastruktur pertanian yaitu rencana peningkatan dan pembangunan jaringan irigasi serta rehabilitasinya yang ditargetkan selesai pada tahun 2019. Pada tahun 2018, pemerintah melalui *Integrated Participatory Development and Management of Irrigation Program* (IPDMIP) telah melakukan *pilot project* untuk keperluan pengelolaan aset dan kinerja sistem irigasi. Kegiatan *pilot project* dilakukan di jaringan irigasi di Kabupaten Kebumen menggunakan metode *Airborne Lidar Bathymetry* (ALB). Pengukuran ALB ini merupakan pengukuran yang pertama kali di Indonesia sehingga perlu diketahui kemampuannya dalam pemetaan jaringan irigasi. Salah satu indikator kemampuan ALB adalah kerapatan titik hasil pengukuran. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kerapatan titik pada berbagai jenis saluran irigasi. Hasil kerapatan titik yang paling tinggi dengan sensor NIR dan hijau adalah pada saluran primer. Hal tersebut dapat dikarenakan dimensi saluran irigasi primer paling besar dibandingkan kedua jenis saluran lainnya. Hasil kerapatan titik dengan sensor hijau menunjukkan urutan kerapatan titik dari tinggi ke rendah yaitu saluran primer, tersier, dan sekunder. Hal tersebut dikarenakan pada saluran sekunder terdapat titik-titik bukan dasar perairan yang mempengaruhi daya tembus sinar hijau.

Kata kunci : irigasi, Kebumen, lidar bathymetri, sensor hijau, kerapatan titik

ABSTRACT

The government had planned agriculture infrastructure includes improvement, development, and rehabilitation for irrigation which targeted be done in 2019. In 2018, through a program named *Integrated Participatory Development and Management of Irrigation Program* (IPDMIP), started a project for asset management and performance of the irrigation system at Kebumen Regency using *Airborne Lidar Bathymetry* (ALB). A survey using ALB method is the first in Indonesia so the capability in irrigation networks mapping need to be explored. One of the indicators of ALB measurement is point density. This research attempt to explore the point density quantity in each type of irrigation system. The result shows the highest point density for NIR and green sensor was located in the primary canal. The dimension of the canal can be the reasons. Meanwhile, the quantity of point density for the green sensor from the highest to lowest sequentially is primary, tertiary, and secondary canals. This can be caused by the type of point clouds called bathy not bottom that located in the secondary canal which influenced green sensor while penetrating.

Keywords : irrigation, Kebumen, airborne lidar bathymetry, green signal, point density

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris apabila ditinjau dari segi ketenagakerjaan karena sektor pertanian menyerap tenaga kerja paling banyak. Faktanya penyumbang penduduk miskin terbesar juga berasal dari sektor pertanian (Susanto, 2018; BPS, 2018). Guna mengurangi potensi kemiskinan tersebut, pemerintah Indonesia telah mencanangkan rencana pembangunan infrastruktur pertanian, salah satunya adalah pengairan yang tepat yaitu irigasi. Menurut Bappenas (2013), telah disusun rencana peningkatan dan pembangunan

jaringan irigasi serta rehabilitasinya yang ditargetkan selesai pada tahun 2019.

Langkah nyata pemerintah diwujudkan dengan *Integrated Participatory Development and Management of Irrigation Program* (IPDMIP). Cakupan wilayah IPDMIP pada periode 2017-2022 yaitu tersebar di 74 kabupaten pada 16 provinsi di Indonesia (IPDMIP, 2019). Salah satu kegiatan IPDMIP adalah mendukung pengelolaan aset dan kinerja sistem irigasi. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pemetaan dan perolehan data yang efisien dan tepat guna. Tujuannya adalah percepatan pemetaan dengan hasil yang akurat

(Kementerian PUPR, 2019). Kegiatan pemetaan tersebut dapat diwujudkan menggunakan metode dalam bidang geodesi, seperti metode terestris, *Light Detection and Ranging* (Lidar) dan fotogrametri, serta ekstraterestris. Dalam prakteknya, pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Pekerjaan Rakyat (PUPR) telah melakukan *pilot project* pengukuran jaringan irigasi di Kebumen, Jawa Tengah menggunakan metode *Airborne Lidar Bathymetry* (ALB) pada tahun 2018.

Metode ALB memanfaatkan spektrum gelombang hijau dan *Near Infrared*/NIR (Quadros, 2015). Gelombang NIR berguna untuk mendeteksi permukaan perairan sedangkan gelombang hijau untuk mendeteksi permukaan bawah perairan (Guenther, 2001). Pengukuran ALB telah banyak dilakukan di Eropa dan Amerika. Realitanya di Indonesia sendiri, pengukuran ALB merupakan pengukuran yang pertama kali dilakukan. Sejauh ini penelitian yang telah dilakukan terfokus di area pesisir dan sungai-sungai di negara-negara Amerika dan Eropa yang kondisi perairan dan topografinya sangat berbeda dengan Indonesia.

Kebupaten Kebumen merupakan daerah datar hingga berbukit dengan kelerengan < 3%. Tanah di Kabupaten Kebumen dikelompokkan menjadi tanah yang terbentuk di daerah *lowland* dan *upland*. Keadaan tanah di daerah *lowland* berasal dari aluvium dan vulkan sering tergenang (jenuh air), sehingga karakteristik tanahnya banyak dipengaruhi oleh air. Tanah di daerah *upland*, berkembang dari bahan vulkan dan sedimen (batuliat berkapur), yang didominasi oleh proses pencucian dan pengendapan (Kementerian Pertanian, 2015). Oleh karena itu, sungai-sungai di Kabupaten Kebumen mengalami sedimentasi dan erosi (Balai Besar Wilayah Serayu Opak, 2017).

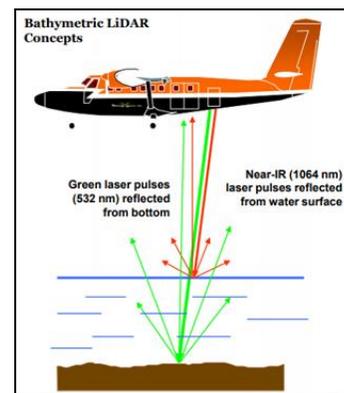
Menurut Balsa-Barreiro (2012), salah satu parameter teknologi lidar adalah kerapatan titik. Kerapatan titik sangat berkaitan dengan hasil akurasi hasil pengolahan seperti *Digital Terrain Model* (DTM). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengecekan terhadap kerapatan titik terhadap hasil pengukuran ALB, utamanya pada saluran irigasi. Kemampuan pengukuran ALB pada jaringan irigasi di Kebumen perlu dikaji pada berbagai jenis saluran irigasi yang ada yaitu primer, sekunder, dan tersier. Hal tersebut dilakukan guna mengetahui kualitas hasil pengukuran ALB di perairan Indonesia terutama di saluran irigasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Airborne Lidar Bathymetry* (ALB)

Airborne Lidar Bathymetry merupakan metode penentuan kedalaman pada perairan jernih

dan relatif dangkal seperti dekat pantai dan danau, menggunakan wahana seperti pesawat dengan tinggi terbang rendah serta memancarkan pulsa laser (Guenther, 2001). Teknik pengukuran lidar batimetri memanfaatkan sinar hijau dan NIR. Panjang gelombang sinar hijau berkisar antara 520 – 565 nm, sedangkan NIR berkisar antara 1000-1500 nm (Malacara, 2011; Nayegandhi, 2018). Guna keperluan ALB, panjang gelombang hijau yang sering digunakan adalah 532 nm dan NIR sebesar 1064 nm (Quadros, 2015). Sinar hijau digunakan untuk mendeteksi permukaan bawah perairan karena sinar hijau mampu menembus air dengan atenuasi yang minim. Adapun sinar merah digunakan untuk mendeteksi permukaan perairan karena keterbatasannya menembus air (Sharma, 2018). Gambar 1 merupakan prinsip pengukuran kedalaman menggunakan lidar batimetri secara umum.

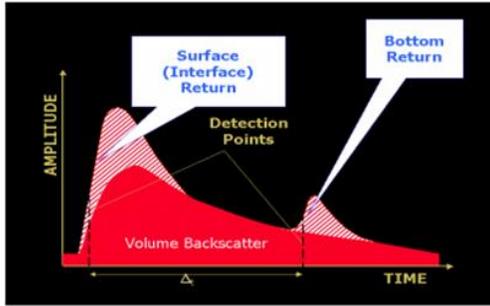


Gambar 1. Prinsip pengukuran kedalaman menggunakan lidar batimetri secara umum (Chang dkk., 2013)

2.2. Karakteristik Gelombang Hijau dan NIR Terhadap Perairan

Guenther (2001) menyebutkan bahwa gelombang hijau dapat digunakan untuk pendeteksian permukaan bawah perairan karena panjang gelombang tersebut memiliki daya tembus air yang tinggi dengan nilai perlambatan/ atenuasi yang minim. Lain halnya dengan gelombang NIR yang memiliki daya tembus rendah sehingga gelombang ini digunakan untuk penentuan permukaan perairan. Konsep dari respon gelombang hijau terhadap air dinamakan *return waveform* yaitu pengidentifikasian perairan dengan parameter amplitudo dan waktu. *Return waveform* menghasilkan tiga buah hasil antara lain *surface return*, *volume backscatter return*, dan *bottom return*. *Volume backscatter* merupakan hasil dari gelombang yang dipancarkan kembali dari partikel

di kolom air. Adapun skema *return waveform* dari gelombang hijau ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema *return waveform* dari gelombang hijau (Guenther, 2001)

2.3. Kerapatan Titik

Kerapatan titik merupakan jumlah titik per unit area. Kerapatan titik tergantung pada tujuan pengukuran Lidar, misalnya untuk pemodelan tiga dimensi daerah perkotaan, peta risiko banjir, analisis tutupan vegetasi, dan sejenisnya. Nilai kerapatan titik menentukan tingkat kedetailan data yang dapat diekstraksi dari hasil pengukuran Lidar (Triglav-Cekada dan Crosilla, 2009). Kerapatan titik sangat penting untuk pengukuran Lidar. Hal tersebut tidak hanya terkait dengan akurasi tetapi juga biaya dan penghematan (Balsa-Barreiro, 2012).

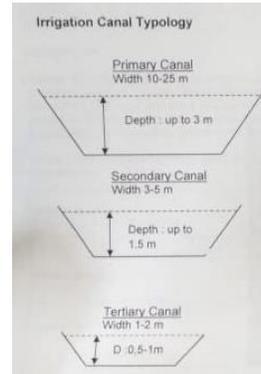
2.4. Saluran Irigasi

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2006 tentang irigasi, irigasi merupakan usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk keperluan pertanian seperti irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. Pengaturan air irigasi terdiri atas tiga kegiatan yaitu pembagian, pemberian, dan penggunaan air irigasi. Pembagian air irigasi adalah kegiatan membagi air di bangunan bagi dalam jaringan primer dan/ atau jaringan sekunder. Pemberian air irigasi adalah kegiatan menyalurkan air dengan jumlah tertentu dari jaringan primer atau jaringan sekunder ke petak tersier. Penggunaan air irigasi adalah kegiatan memanfaatkan air dari petak tersier untuk mengairi lahan pertanian.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan proses pemilihan area sampel irigasi. Pemilihan area sampel irigasi dilakukan dengan bantuan ortofoto. Pemilihan area sampel terdiri atas 2 tahap. Tahap pertama dilakukan pemilihan area sampel berdasarkan jenis irigasi. Penentuan lokasi sampel irigasi berdasarkan jenis saluran disesuaikan dengan standar Kementerian PUPR yang ditunjukkan pada

Gambar 3. Adapun jenis saluran terbagi menjadi kelas primer, sekunder, dan tersier.



Gambar 3. Dimensi berbagai jenis saluran irigasi (PT. Map Tiga Internasional, 2019)

Selanjutnya 3 kelas yang sudah ada dibagi lagi berdasarkan luasan area pengambilan sampel. Hal ini dilakukan guna mengetahui pengaruh tingkat luasan area pada jenis saluran yang sama terhadap kerapatan titik. Empat kriteria luasan area yang dipilih adalah 50 m², 100 m², 150 m², dan 200 m². Dari pembagian tersebut diperoleh 12 model area sampel. Kerapatan titik lalu dihitung sesuai area sampel. Kerapatan titik dihitung dari hasil *point cloud* yang telah dilakukan klasifikasi baik dari sensor NIR dan hijau.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Kerapatan Titik pada Berbagai Jenis Saluran

Adapun lokasi sampel pada masing-masing jenis saluran ditunjukkan pada Tabel 1.

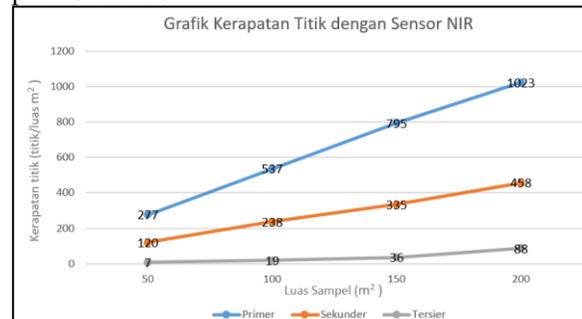
Tabel 1. Lokasi Sampel

Jenis Saluran	Lebar Saluran	Gambar/Lokasi (mT; mU)
Primer	±12 m	 362927.38384; 9148642.03626
Primer	±16 m	 364386.99895; 9153137.47856

Primer	±10 m	 362206.41497; 9151603.09097
Sekunder	±6 m	 364084.93001; 9146419.43661
Sekunder	±5.5 m	 362532.83652; 9148260.36397
Sekunder	±6.5 m	 363037.77076; 9148071.7225
Tersier	±1.5 m	 363345.10739; 9142785.69955
Tersier	±1.8 m	 364625.49945; 9141446.98003

Tersier	±1.3 m	 363374.71582; 9142589.61291
---------	--------	--

Area sampel seluas 50 m², 100 m², 150 m², dan 200 m² tersebar pada masing-masing lokasi sampel. Perhitungan sampel kerapatan titik dilakukan pada hasil pengukuran sensor NIR dan hijau. Adapun grafik kerapatan titik dengan sensor NIR dapat dilihat pada Gambar 4 dan grafik kerapatan titik dengan sensor hijau dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Grafik Kerapatan Titik dengan Sensor NIR



Gambar 5. Grafik Kerapatan Titik dengan Sensor Hijau

Berdasarkan grafik kerapatan titik dengan sensor NIR dan hijau, kerapatan titik yang paling tinggi berada di saluran primer. Hal ini dapat disebabkan karena dimensi saluran primer sendiri yang paling lebar dan paling dalam apabila dibanding dua jenis saluran lainnya, sehingga sinar NIR maupun hijau menyiam ke area perairan yang lebih luas.

4.2. Kajian Kerapatan Titik pada Saluran Sekunder dan Tersier

Perhitungan kerapatan titik dengan sensor NIR dan hijau menunjukkan hasil yang berbeda. Urutan kerapatan titik dengan sensor NIR dari tinggi ke rendah adalah saluran primer, sekunder, dan tersier. Sensor NIR mempunyai sifat tidak dapat menembus air sehingga hanya diperoleh permukaan air saja. Kerapatan titik dengan sensor NIR dapat berkaitan dengan dimensi saluran yaitu semakin besar dimensi saluran maka permukaan airnya semakin luas. Oleh karena itu, kerapatan titik dari sensor NIR menunjukkan hasil yang tinggi pada dimensi saluran yang besar.

Adapun urutan kerapatan titik dengan sensor hijau dari tinggi ke rendah yaitu saluran primer, tersier, dan sekunder. Sensor hijau memiliki kemampuan untuk menembus air sehingga diperoleh titik-titik yang berada di bawah permukaan air. Area di bawah permukaan diklasifikasikan menjadi dua yaitu dasar perairan dan bukan dasar perairan. Dasar perairan didefinisikan sebagai sesuatu yang menjadi dasar perairan. Dasar perairan belum tentu merupakan *ground/* tanah atau dasar saluran irigasi. Bukan dasar perairan merupakan segala sesuatu yang berada diantara permukaan perairan dan dasar perairan. Bukan dasar perairan dapat didefinisikan sebagai *noise* yang menghalangi sinar hijau untuk menembus hingga ke dasar perairan. Kerapatan titik saluran tersier yang lebih tinggi dibanding dengan saluran sekunder dapat dilihat dari hasil penyajian titik dasar perairan dan bukan dasar perairannya. Adapun hasil kerapatan titik pada saluran tersier dan sekunder dengan sensor hijau menurut klasifikasinya ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kerapatan titik saluran sekunder dan tersier

Jenis saluran	No	Kerapatan Titik Bukan Dasar Perairan (titik/luas m ²)				Kerapatan Titik Dasar Perairan (titik/luas m ²)			
		50	100	150	200	50	100	150	200
Sekunder	1	16	33	43	55	56	108	154	180
	2	15	21	28	34	46	88	132	150
	3	20	31	38	45	142	288	398	490
Tersier	1	0	0	0	0	149	226	346	492
	2	0	0	0	0	107	218	309	395
	3	0	0	0	0	98	225	312	382

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa saluran tersier tidak memiliki titik pada area bukan dasar perairan, artinya tidak ada yang menghalangi gelombang hijau untuk menembus dasar perairan. Berbeda dengan saluran sekunder yang memiliki titik-titik pada area bukan dasar perairan sehingga

kemampuan gelombang hijau untuk menembus dasar perairan dapat menjadi lemah dan menyebabkan kerapatan titik dasar perairan menjadi lebih sedikit.

Selain itu, perolehan nilai kerapatan titik yang lebih tinggi pada saluran tersier dapat diakibatkan karena pengambilan area sampel. Saluran tersier memiliki dimensi yang paling kecil sehingga dalam pengambilan sampel dengan area 50 m², 100 m², 150 m², dan 200 m² mencakup area irigasi yang lebih besar dari segi dimensi panjang saluran. Hal tersebut dapat membuat kerapatan titik yang diperoleh lebih tinggi karena mencakup area dengan sebaran *point cloud/* titik-titik yang lebih beragam.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil kerapatan titik yang paling tinggi dengan sensor NIR dan hijau adalah pada saluran primer. Hal tersebut dapat dikarenakan dimensi saluran irigasi primer paling besar dibandingkan kedua jenis saluran lainnya. Hasil kerapatan titik dengan sensor NIR dan hijau juga berbeda pada masing-masing saluran. Adapun urutan kerapatan titik dengan sensor hijau dari tinggi ke rendah yaitu saluran primer, tersier, dan sekunder. Hal tersebut dikarenakan pada saluran sekunder terdapat titik-titik bukan dasar perairan yang mempengaruhi daya tembus sinar hijau.

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan memperbanyak jumlah sampel irigasi sehingga dapat diperoleh informasi dengan berbagai dimensi saluran. Selain itu, tidak hanya berfokus pada faktor dimensi saluran, tetapi juga faktor lainnya seperti tingkat kekeruhan air. Analisis hasil pengukuran sensor hijau selanjutnya dapat dibuktikan menggunakan skema *return waveform*-nya serta membandingkan kerapatan titik setelah klasifikasi dan sebelum klasifikasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada civitas akademika Program Magister Teknik Geomatika Universitas Gadjah Mada, segenap jajaran Direktorat Operasi dan Pemeliharaan Direktorat Sumber Daya Air Kementerian PUPR, *Asian Development Bank*, PT. Map Tiga Internasional, PT. Leica Geosystems yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini baik penyediaan data, maupun sumber daya.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2013, *Buku Pegangan Perencanaan*

- Pembangunan Daerah, Jakarta: Bappenas.
- Badan Perencanaan Statistik, 2018, *Keadaan Angkatan Kerja di Indonesia Agustus 2018*, Jakarta: BPS RI.
- Balai Besar Wilayah Serayu Opak, 2017, *Analisis Data dan Kajian Pengelolaan Sumber Daya Air*.
- Balsa-Barreiro, J., Avariento, J. P., Lerma, J. L., 2012, *Airborne light detection and ranging (LiDAR) point density analysis*. *Academic Journals*, No. 33, Vol. 7, https://www.researchgate.net/publication/236027826_Airborne_light_detection_and_ranging_LiDAR_point_density_analysis.
- Chang, E., Sung, H. H., Roh, J., Kim, E., 2013, *Rock and Reef Survey and Service with Airborne Lidar*. Seoul: Korean Hydrographic and Oceanographic Administration Geostroy INC.
- Direktorat Operasi dan Pemeliharaan Kementerian PUPR, 2019, *Topography and Bathymetry Light Detection Ranging (LiDAR) and Digital Aerial Photography (DAP) For an Irrigation Bathymetry Pilot Project in Kebumen, Java, 2018*.
- Guenther, G. C., 2001, *Airborne Lidar Bathymetry*. <https://pdfs.semanticscholar.org/a3a3/3880cd50e88b65f49c7c86e84526eaa3398d.pdf>.
- Integrated Participatory Development and Management of Irrigation Program, 2019, Sekilas IPDMIP*, <https://www.ipdmip.org/komponen-ipdmip-copy>, diakses tanggal 29 April 2019.
- Kementerian Pertanian, 2015, *Peta Pengembangan Kawasan Padi dan Kedelai Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah*, Jakarta.
- Malacara, D, 2011, *Nature of Color, Color Vision and Colorimetry: Theory and Applications*, Second Edition, https://spie.org/publications/pm105_11_color.
- Nayegandhi, A., 2018, *Green, waveform lidar in topo-bathy mapping – Principles and Applications Airborne Lidar System Components*, St. Petersburg: US Geological Survey.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2006 Tentang Irigasi.
- PT. Map Tiga Internasional, 2019, *Pilot Demonstration Activity: Aerial/ Lidar Survey for Irrigation Asset Management*. Jakarta.
- Quadros, N. D., 2015, *Unlocking the Characteristics of Bathymetric LiDAR Sensors*, *LiDAR Magazine*, No. 6, Vol. 3, http://lidarmag.com/wp-content/uploads/PDF/LiDARMagazine_Quadros-BathymetricLiDARSensors_Vol3No6.pdf.
- Sharma, S., 2018, *LiDAR Bathymetry for Nautical Charting*, <http://www.iicacademy.com/docs/LiDARBathymetryforNauticalCharting.pdf>.
- Susanto, Dedy, 2018, *Masihkah Indonesia Negara Agraris?*, <https://news.detik.com/kolom/d-4304718/masihkah-indonesia-negara-agraris>, diakses tanggal 19 April 2019.
- Triglav-Cekada M, Crosilla F., 2009, *A simplified analytical model for a-priori LiDAR point-positioning error estimation and review of LiDAR error sources*, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, No. 12.