

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK TUTUPAN LAHAN HIJAU PADA WILAYAH BOGOR BERDASARKAN DATA REMOTE SENSING

Cindy Maharani Ariesta¹, Dyah Erny Herwindiati², Manatap Dolok Lauro³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara,
Jln. Letjen S. Parman No.1, Jakarta 11440, Indonesia

E-mail: ¹cindy.535180039@stu.untar.ac.id, ²dyahh@fti.untar.ac.id, ³manataps@fti.untar.ac.id

Abstrak

Perubahan luas tutupan lahan hijau tanah pada wilayah Bogor perlu diperhatikan sebagai acuan tindakan preventif untuk mencegah fenomena alam yang merugikan masyarakat yang tinggal di wilayah sekitarnya. Aplikasi Sistem informasi geografis (SIG) untuk tutupan lahan hijau dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan Javascript dengan metode EVI yang memiliki tujuan untuk memberikan informasi luas tutupan lahan pada kelas impervious, hijau sebagian, dan hijau pada wilayah Bogor di tingkat kecamatan menggunakan data citra satelit Landsat 8 pada tahun 2014 hingga 2020. Preprocessing dilakukan pada citra satelit Landsat 8 dengan melakukan transformasi citra menjadi 8 bit dan pemotongan tiap wilayah kecamatan dalam wilayah Bogor terhadap band 2, 3, 4, 5, 6, dan 7. Data input yang digunakan pada SIG berupa nilai piksel dari citra Landsat 8 pada band 2, 4, dan 5. Output berupa citra pemetaan dan luas lahan setiap kelas tutupan lahan. Hasil penelitian dapat memberikan informasi untuk mempermudah instansi terkait dalam me-monitoring luas tutupan lahan pada setiap kelas di wilayah Bogor pada tingkat kecamatan.

Kata kunci - EVI, Sistem Informasi Geografis, Landsat 8, Tutupan Lahan

Abstract

Land Cover Change in Bogor District is important to be noticed as a references to the preventive action to prevent phenomena that make negative impact to local communities. Geographic Information System is made using PHP and JavaScript programming language with EVI method to provide information on land cover area in impervious, partially green, and green classes in the Bogor area at district level using Landsat 8 satellite image from 2014 to 2020. Preprocessing Landsat 8 satellite image will go by transforming image into 8 bit and split into each Bogor District for band 2, 3, 4, 5, 6, and 7. Geographic Information System is performed by Enhanced Vegetation Index Method with Landsat 8 satellite pixel value as the input. Output of application mapping images and land area of each land cover class. The results can provide information to facilitate the relevant institute in monitoring land cover area for each class in the Bogor area at the district level.

Keywords - EVI, Geographic Information System, Land Cover, Landsat 8

1. LATAR BELAKANG

Ruang Terbuka Hijau (RTH) merupakan wilayah/area yang memanjang atau berkelompok yang bersifat terbuka biasa digunakan untuk tempat bertumbuhnya tanaman-tanaman yang sengaja ditanam ataupun tumbuh secara alamiah [1]. Ketersediaan lahan hijau ini tidak terlepas dari faktor pembangunan kota yang dilakukan untuk mendukung dan meningkatkan sektor ekonomi yang dilakukan untuk menopang kehidupan masyarakat yang mengalami penambahan jumlah penduduk akibat urbanisasi yang dilakukan. Salah satu wilayah tujuan urbanisasi adalah DKI Jakarta dimana urbanisasi tersebut membuat kota DKI Jakarta disebut sebagai kota *megacity* yang angka pertumbuhan penduduk di Kota Jakarta telah melebihi 10,5 juta jiwa pada tahun 2020 [2]. Keterbatasan luas lahan pada wilayah DKI Jakarta membuat kota-kota yang berdekatan dengan Kota Jakarta pun seperti Bogor ikut mengalami dampak dari urbanisasi yang terjadi dengan ikut bertambahnya jumlah penduduk [3]. Fenomena ini mengakibatkan lahan pada wilayah Bogor mengalami perubahan terutama pada ketersediaan lahan hijau. Perubahan pada ketersediaan lahan memberikan dampak yang tidak baik seperti banjir, hal tersebut diakibatkan karena minimnya informasi mengenai luas tutupan lahan dan perubahan peruntukan perubahan lahan tersebut. Klasifikasi dan luas tutupan lahan didapatkan melalui rumus *Enhanced Vegetation Index* (EVI) yang membutuhkan citra satelit Landsat 8 dengan *band* 2, 4, dan 5 sebagai data input.

Data berupa citra satelit Landsat 8 diproses terlebih dahulu dengan tahap *preprocessing* yaitu dengan melakukan *transformasi* nilai menjadi 8 bit dan melakukan pemotongan citra pada tingkat kecamatan. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem informasi geografis untuk tutupan lahan pada wilayah Bogor dilakukan menggunakan metode *Enhanced Vegetation Index* (EVI) dari citra hasil *preprocessing* dan menghasilkan luas dari tutupan lahan pada setiap kelas pada tingkat kecamatan di wilayah Bogor dan citra hasil pemetaan.

Tujuan dari perancangan ini adalah untuk memberikan informasi dan *me-monitoring* luas tutupan lahan dan perubahan tutupan lahan sehingga dapat memberikan dampak positif untuk instansi terkait dalam hal membantu menangani masalah yang diakibatkan perubahan tutupan lahan hijau.

2. SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

2.1. Pembuatan Rancangan

Sistem informasi geografis untuk tutupan lahan hijau pada wilayah Bogor dirancang berbasis website untuk memberikan informasi dan *me-monitoring* luas tutupan lahan pada wilayah Bogor. Pengolahan data dilakukan dengan mengekstrakan nilai *band* 2, 4, dan 5 pada Landsat 8 dan melakukan proses perhitungan dengan metode EVI untuk menghasilkan luas tutupan lahan pada setiap kelasnya yaitu *impervious*, hijau sebagian, dan hijau. Dengan data input pengguna yang berupa data tahun dan wilayah yang dituju maka sistem dapat memproses data tersebut dan menampilkan data citra tersebut sebagai output dalam sistem website sistem informasi geografis yang dirancang. Citra input merupakan citra satelit Landsat 8 yang didapatkan melalui website *United States Geological Survey* melalui tautan <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Citra satelit Landsat 8 memiliki rentang nilai 16 yang setiap pikselnya mewakili daerah dengan ukuran 30x30 meter dan terdiri dari 11 *band* dengan panjang *wavelength* rekaman yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini digunakan *band* 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 untuk dilakukan pengolahan data. Citra satelit Landsat 8 perlu dilakukan tahap *preprocessing* terlebih dahulu sebelum dapat diolah yaitu dengan melakukan transformasi nilai 16 bit menjadi 8 bit, sehingga citra dapat dibaca dan digunakan dalam menghitung nilai EVI, serta melakukan pemotongan citra menjadi batas

kecamatan pada wilayah Bogor menggunakan *shapefile* sehingga hasil output dapat disajikan pada tingkat kecamatan.

2.2. Satelit Landsat Sebagai Data Input Rancangan

Landsat merupakan satelit tertua di bumi yang diluncurkan oleh Amerika Serikat. Citra satelit Landsat dimulai pada tahun 1972 dengan meluncurkan satelit generasi pertama yaitu Landsat 1 diluncurkan 23 Juli 1972, sedangkan Landsat 8 diluncurkan yang berfungsi untuk menyempurnakan satelit generasi yang sudah diluncurkan sebelumnya yang digunakan untuk mengambil citra bumi dari luar angkasa. Citra satelit Landsat 8 yang mempunyai sensor Onboard Operational Land Imager (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS). Landsat 8 memiliki 11 band, dimana 9 band diantaranya berada di OLI dan 2 band lainnya berada di TIRS. Pengambilan citra bumi dilakukan dengan *cycle* orbit bumi selama 16 hari. Spesifikasi kanal (*band*) yang dimiliki oleh Landsat 8 dapat dilihat pada Tabel 1. [5]

Tabel 1 Spesifikasi *Band* Landsat 8

Landsat 8	<i>Band</i>	Panjang Gelombang (μm)	Resolusi (m)
<i>Onboard Operational Land Imager (OLI)</i>	<i>Band 1 - Coastal Aerosol</i>	0.43 - 0.45	30
	<i>Band 2 – Blue</i>	0.450 - 0.51	30
	<i>Band 3 – Green</i>	0.53 – 0.59	30
	<i>Band 4 – Red</i>	0.64 – 0.67	30
	<i>Band 5 Near-Infrared (NIR)</i>	0.85 – 0.88	30
	<i>Band 6 - SWIR 1</i>	1.57 - 1.65	30
	<i>Band 7 – SWIR 2</i>	2.11 - 2.29	30
<i>Onboard Operational Land Imager (OLI)</i>	<i>Band 8 - Panchromatic (PAN)</i>	0.50 - 0.68	15
	<i>Band 9 – Cirrus</i>	1.36 - 1.38	30
<i>Thermal Infrared Sensor (TIRS).</i>	<i>Band 10 – TIRS 1</i>	10.6 - 11.19	100
	<i>Band 11 – TIRS 2</i>	11.5 - 12.51	100

2.3. *Enhanced Vegetation Index* (EVI)

Enhanced Vegetation Index (EVI) merupakan pengembangan dari metode penentuan indeks vegetasi NDVI yang bertujuan untuk mengukur konsentrasi vegetasi hijau yang tersebar di permukaan bumi. NDVI memiliki nilai dinatara -1 sampai dengan +1, dimana daerah yang merepresentasikan vegetasi yang sehat akan berkisar pada nilai 0.2 dan 0.8 yang mendekati 0 akan merepresentasikan tanah yang tidak bervegetasi dan dihitung dengan menggunakan *band blue*, *band near-infrared*, dan *band red* pada citra satelit. Rumus menghitung EVI dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 adalah sebagai berikut: [5]

$$EVI = 2.5 \frac{(NIR-Red)}{(NIR+(6 \times Red)-(7.5 \times Blue)+1)} \quad (1)$$

Keterangan:

- Blue = Citra Band 2 pada Landsat 8
- NIR = Citra Band 5 pada Landsat 8
- Red = Citra Band 4 pada Landsat 8

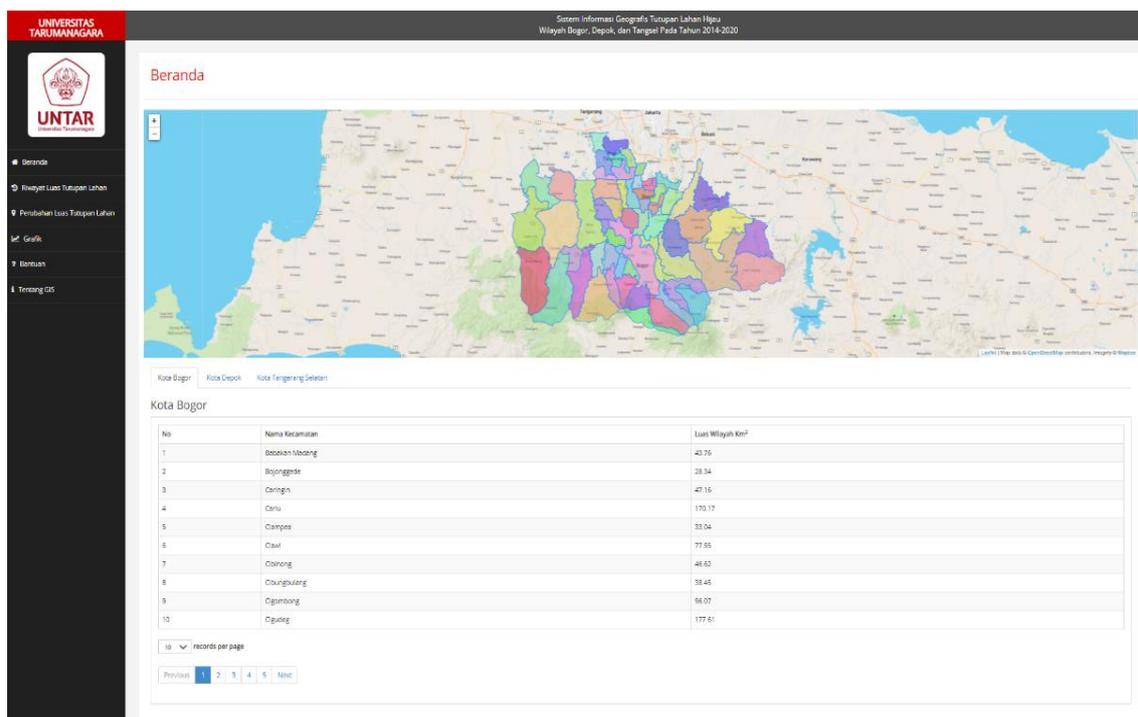
2.4. Tutupan Lahan

Tutupan lahan dapat diartikan permukaan fisik pada suatu lahan [6]. Kelas tutupan lahan terbagi menjadi dua, yaitu kelas tutupan lahan *impervious* dan lahan non-*impervious*. Lahan *impervious* adalah daerah yang telah mengalami substitusi penutup lahan alamiah ataupun semi alamiah, penutup lahan buatan yang biasanya bersifat kedap air dan biasanya bersifat permanen, seperti pemukiman, bangunan yang merupakan industri, dan jalan [7]. Sedangkan lahan non-*impervious* merupakan lahan yang belum mengalami penutupan lahan baik yang bersifat alami, semi alami, maupun tidak alami seperti hutan, perkebunan, taman, ruang terbuka hijau, dan lain-lain.

3. HASIL RANCANGAN SISTEM GEOGRAFIS TUTUPAN LAHAN BOGOR

3.1. Interface Website

Perancangan sistem geografis tutupan lahan ini dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan *Javascript*. Contoh *interface* untuk halaman beranda pada website sistem informasi geografis dapat dilihat pada Gambar 1. Pada halaman beranda berisikan halaman yang memuat informasi mengenai kecamatan pada wilayah Bogor beserta luas kecamatan tersebut.



Gambar 1 Interface Halaman Beranda

3.2. Informasi Pada Website Tentang Riwayat Luas Tutupan Lahan

Sistem informasi geografis yang dirancang memuat informasi mengenai klasifikasi dan luas tutupan lahan pada suatu wilayah pada tahun tertentu. Contoh hasil klasifikasi dan luas tutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Klasifikasi dan Riwayat Luas Tutupan Lahan

No.	Kecamatan Atau Kota	Tanggal	Luas Lahan <i>Impervious</i> (m ²)	Luas Lahan Hijau Sebagian (m ²)	Luas Lahan Hijau (m ²)
1	Babakan Madang	03-07-2017	53,885,700	24,903,000	13,178,700
2	Bojonggede	03-07-2017	13,014,900	11,782,800	3,616,200
3	Caringin	03-07-2017	63,694,800	6,597,000	7,225,200
4	Cariu	03-07-2017	23,760,900	46,305,000	14,721,300
5	Ciampea	03-07-2017	21,583,800	6,372,900	4,981,500
6	Ciawi	03-07-2017	40,900,500	2,558,700	3,429,000
7	Cibinong	03-07-2017	20,731,500	19,025,100	5,949,900
8	Cibungbulang	03-07-2017	12,590,100	16,583,400	9,242,100
9	Cigombong	03-07-2017	22,058,100	16,164,900	10,026,000
10	Cigudeg	03-07-2017	101,546,100	25,427,700	49,488,300
11	Cijeruk	03-07-2017	13,780,800	20,079,000	13,278,600
12	Cileungsi	03-07-2017	28,661,400	33,618,600	7,953,300
13	Ciomas	03-07-2017	15,856,200	923,400	1,279,800
14	Cisarua	03-07-2017	27,919,800	33,145,200	8,698,500
15	Ciseng	03-07-2017	34,812,000	2,391,300	2,621,700
16	Citeureup	03-07-2017	22,362,300	36,981,900	9,413,100
17	Dramaga	03-07-2017	18,865,800	2,960,100	3,681,900
18	Gunung Putri	03-07-2017	27,086,400	22,574,700	6,306,300
19	Gunung Sindur	03-07-2017	26,704,800	12,362,400	9,765,900
20	Jasinga	03-07-2017	83,386,800	21,583,800	33,579,000
21	Jonggol	03-07-2017	26,915,400	88,718,400	9,839,700
22	Kemang	03-07-2017	16,056,900	10,779,300	6,982,200
23	Klapanunggal	03-07-2017	27,936,900	54,226,800	13,232,700
24	Leuwiliang	03-07-2017	46,070,100	21,195,900	24,678,000
25	Leuwisadeng	03-07-2017	10,924,200	12,412,800	12,094,200
26	Megamendung	03-07-2017	47,242,800	9,151,200	4,884,300
27	Nanggung	03-07-2017	110,068,200	20,747,700	26,525,700
28	Pamijahan	03-07-2017	85,501,800	21,036,600	18,201,600
29	Parung	03-07-2017	12,035,700	9,559,800	5,547,600
30	Parung Panjang	03-07-2017	26,327,700	26,454,600	17,671,500
31	Rancabungur	03-07-2017	17,015,400	2,466,000	3,011,400
32	Rumpin	03-07-2017	78,266,700	21,971,700	37,795,500
33	Sukajaya	03-07-2017	123,812,100	16,147,800	25,607,700
34	Sukamakmur	03-07-2017	45,225,900	130,085,100	13,947,300
35	Sukaraja	03-07-2017	23,187,600	12,797,100	8,217,900
36	Tajurhalang	03-07-2017	7,284,600	16,351,200	7,268,400
37	Tamansari	03-07-2017	22,133,700	8,212,500	8,387,100
38	Tanjungsari	03-07-2017	38,174,400	88,137,900	18,757,800
39	Tenjo	03-07-2017	32,144,400	21,911,400	27,307,800
40	Tenjolaya	03-07-2017	20,252,700	8,817,300	7,230,600
41	Kota Bogor	03-07-2017	76,866,300	21,327,300	13,139,100

3.3. Informasi Pada Website Tentang Perubahan Luas Tutupan Lahan

Sistem informasi geografis berbasis website yang dirancang akan memuat hasil perubahan luas tutupan lahan pada suatu wilayah berdasarkan interval tahun yang ditentukan. Contoh perubahan luas tutupan lahan pada wilayah Bogor dapat dilihat pada Tabel 5. Perubahan yang

Cindy Maharani Ariesta: Sistem Informasi Geografis Untuk Tutupan Lahan Hijau Pada Wilayah Bogor Berdasarkan Data Remote Sensing

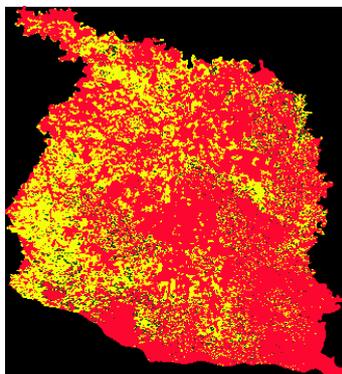
ditampilkan adalah luas daerah yang mengalami perubahan untuk setiap kelasnya, yaitu *impervious*, hijau sebagian, dan hijau.

Tabel 5 Hasil Perubahan Luas Tutupan Lahan

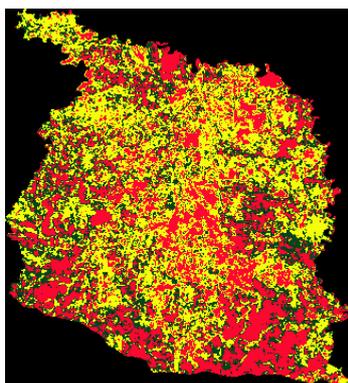
No.	Kecamatan Atau Kota	Tahun Awal	Tahun Akhir	Perubahan Impervious (m ²)	Perubahan Hijau Sebagian (m ²)	Perubahan Hijau (m ²)
1	Babakan Madang	2017	2020	-21,402,900	29,807,100	-7,910,100
2	Bojonggede	2017	2020	-264,600	2,141,100	-1,414,800
3	Caringin	2017	2020	-17,506,800	28,013,400	-10,039,500
4	Cariu	2017	2020	-18,606,600	24,995,700	-5,985,900
5	Ciampea	2017	2020	2,473,200	-2,205,900	-232,200
6	Ciawi	2017	2020	-12,214,800	16,678,800	-4,266,900
7	Cibinong	2017	2020	5,336,100	-1,867,500	-3,163,500
8	Cibungbulang	2017	2020	3,981,600	-2,600,100	-1,312,200
9	Cigombong	2017	2020	-9,672,300	13,234,500	-3,282,300
10	Cigudeg	2017	2020	-33,696,900	58,088,700	-23,151,600
11	Cijeruk	2017	2020	2,436,300	2,805,300	-5,010,300
12	Cileungsi	2017	2020	13,717,800	-5,728,500	-7,527,600
13	Ciomas	2017	2020	2,826,000	-1,324,800	-1,282,500
14	Cisarua	2017	2020	-28,926,900	28,188,000	716,400
15	Ciseng	2017	2020	8,514,000	-8,169,300	-276,300
16	Citeureup	2017	2020	6,865,200	-292,500	-6,264,000
17	Dramaga	2017	2020	6,010,200	-5,191,200	-774,000
18	Gunung Putri	2017	2020	11,618,100	-8,286,300	-2,982,600
19	Gunung Sindur	2017	2020	10,844,100	-5,583,600	-4,984,200
20	Jasinga	2017	2020	3,384,000	11,696,400	-13,041,000
21	Jonggol	2017	2020	-4,842,000	16,024,500	-10,698,300
22	Kemang	2017	2020	2,399,400	-1,065,600	-85,500
23	Klapanunggal	2017	2020	-28,169,100	34,391,700	-5,823,000
24	Leuwiliang	2017	2020	-9,740,700	14,091,300	-3,806,100
25	Leuwisadeng	2017	2020	3,002,400	-88,200	-2,756,700
26	Megamendung	2017	2020	-21,125,700	23,893,200	-2,587,500
27	Nanggung	2017	2020	-15,230,700	31,288,500	-15,088,500
28	Pamijahan	2017	2020	-34,201,800	37,098,900	-2,721,600
29	Parung	2017	2020	10,298,700	-7,812,000	-2,397,600
30	Parung Panjang	2017	2020	19,458,000	-15,292,800	-4,000,500
31	Rancabungur	2017	2020	5,702,400	16,366,500	-654,300
32	Rumpin	2017	2020	16,692,300	-3,061,800	-13,150,800
33	Sukajaya	2017	2020	-53,627,400	70,281,000	-15,927,300
34	Sukamakmur	2017	2020	43,591,500	-22,140,900	-20,787,300
35	Sukaraja	2017	2020	-303,300	3,635,100	-3,110,400
36	Tajurhalang	2017	2020	9,364,500	1,468,800	-440,100
37	Tamansari	2017	2020	-402,300	4,098,600	-3,520,800
38	Tanjungsari	2017	2020	55,696,500	87,885,000	-13,503,600
39	Tenjo	2017	2020	31,319,100	-25,880,400	-4,445,100
40	Tenjolaya	2017	2020	-5,168,700	7,053,300	-1,806,300
41	Kota Bogor	2017	2020	23,766,300	-14,166,000	-9,001,800

3.4. Gambaran Hasil Pemetaan Pada Riwayat Luas Tutupan Lahan

Sistem informasi geografis yang dirancang memuat gambaran dari pemetaan klasifikasi tutupan lahan pada tiap wilayah. Gambar hasil pemetaan tersebut adalah gambaran pemetaan tutupan lahan. Contoh gambaran pemetaan pada kecamatan Parung Panjang pada wilayah Bogor pada tanggal 13 Maret 2017 dapat dilihat pada Gambar 2 dan pada tanggal 3 Juli 2017 pada Gambar 3.



Gambar 2 Gambaran Pemetaan Kecamatan Parung Panjang Tanggal 13 Maret 2017



Gambar 3 Gambaran Pemetaan Kecamatan Parung Panjang Tanggal 3 Juli 2017

3.5. Pembahasan

Hasil riwayat luas tutupan lahan pada wilayah Bogor ditingkat kecamatan yang disajikan pada website dalam bentuk tabel untuk setiap tahun yang berisikan informasi luas tutupan lahan pada setiap kelas untuk setiap bulannya. Perubahan luas tutupan lahan pada wilayah Bogor ditingkat kecamatan pada website juga disajikan dalam bentuk tabel untuk interval waktu tertentu. Hasil tersebut tidak terlepas dari faktor *noise* yang terdapat pada data citra Landsat 8 seperti adanya awan, sinar matahari, dan lain-lain yang membuat hasil klasifikasi, riwayat, dan perubahan luas tutupan lahan tidak mendapatkan hasil yang akurat dikarenakan kekeliruan dalam proses perhitungan dan klasifikasi kelas lahan. Hasil yang dimiliki oleh kecamatan Parung Panjang pada gambar 2 dan gambar 3 mewakili adanya perbedaan yang signifikan terhadap klasifikasi tutupan lahan. Perbedaan tersebut juga berpengaruh pada luas lahan pada setiap kelas lahan.

3.6. Evaluasi Sistem Informasi Geografis yang Dirancang

Evaluasi yang dilakukan pada sistem informasi geografis yang dirancang dilakukan dengan membandingkan citra hasil pemetaan dengan data citra *band* 4, 3, dan 2 yang dikomposit untuk mendapatkan citra asli dengan warna natural. Contoh data citra asli yang dikomposit dan citra hasil pemetaan dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4 Gambaran Citra Asli Komposit Kecamatan Parung Panjang Tanggal 13 Maret 2017



Gambar 5 Gambaran Citra Asli Komposit Kecamatan Parung Panjang Tanggal 3 Juli 2017

Dari kedua citra tersebut dapat terlihat bahwa kekeliruan klasifikasi dan penghitungan luas lahan terjadi akibat dari *noise* yang dihasilkan pada citra asli. Pada gambar 4 terlihat bahwa kecamatan Parung Panjang pada tanggal 13 Maret 2017 terdapat *noise* awan yang terlihat banyak dan juga *noise* sinar matahari yang memungkinkan sistem mengklasifikasikan lahan pada wilayah tersebut menjadi keliru sehingga menghasilkan pemetaan lahan seperti pada gambar 2, sedangkan pada gambar 5 terlihat bahwa citra asli pada kecamatan Parung Panjang di tanggal 3 Juli 2017 memiliki *noise* awan dan sinar matahari yang lebih sedikit dan menghasilkan hasil pemetaan seperti pada gambar 3 dengan perbedaan yang cukup terlihat dari pewarnaan setiap pikselnya.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah sistem informasi geografis untuk tutupan lahan hijau dapat memberikan informasi luas dan klasifikasi tutupan lahan pada wilayah Bogor dengan melakukan proses perhitungan dengan metode EVI. Kelebihan metode EVI yang lebih sensitif pada wilayah yang bervegetasi tinggi dapat diklasifikasikan dengan baik dengan *noise* yang sedikit. Namun kekurangannya adalah adanya *noise* pada data citra yang berupa sinar matahari, deteksi awan, dan lain-lain yang membuat data citra tidak dapat dihitung dan diklasifikasikan dengan baik dan membuat penurunan pada tingkat akurasi data.

Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan melengkapi dataset citra dan melakukan *preprocessing* pada data citra untuk memperbaiki citra yang tertutup awan dan perbaikan akan *noise* lainnya untuk meningkatkan kepercayaan dan tingkat akurasi data yang disajikan oleh sistem informasi geografis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan narasumber Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) melalui Dr. A. Sulaiman yang membantu dengan memberikan *shapefile* untuk melakukan pemotongan citra satelit pada tingkat kecamatan untuk wilayah Bogor, oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. A. Sulaiman dan pihak BPPT atas bantuan yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Admindpu, Ruang Terbuka Hijau, <https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/105/ruang-terbuka-hijau>, diakses tanggal 15 Agustus 2021.
- [2] Lamijo, Gusti Ayu Ketut Surtiari, Akar Konflik dan Penyelesaian di Jakarta Sebagai Megacity, <http://lipi.go.id/publikasi/akar-konflik-dan-penyelesaiannya-di-jakarta-sebagai-megacity/35135>, diakses tanggal 25 Agustus 2021.
- [3] BPK RI, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, <https://jakarta.bpk.go.id/pemerintah-provinsi-dki-jakarta/>, diakses tanggal 25 Agustus 2021.
- [4] Parangtritis Geomaritime Science Park, Perkembangan Landsat, <https://pgsp.big.go.id/perkembangan-landsat/>, diakses tanggal 27 Agustus 2021.
- [5] L3HARRIS, Vegetation Analysis: Using Vegetation Indices in ENVI, <https://www.l3harrisgeospatial.com/Learn/Whitepapers/WhitepaperDetail/ArtMID/1781/ArticleID/16162/Vegetation-Analysis-Using-Vegetation-Indices-in-ENVI>, diakses tanggal 28 Agustus 2021.
- [6] Juniyanti, L., Prasetyo, L.B., Aprianto, D.P., Purnomo, H., dan Kartodihardjo, H., 2020 Perubahan Penggunaan dan Tutupan Lahan, Serta Faktor Penyebabnya di Pulau Bengkalis, Provinsi Riau (Periode 1990-2019), *Journal of Natural and Environmental Management*, Vol. 10(3), hal. 419-435
- [7] Olah, Christopher, 2015, Understanding LSTM Networks, <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>, diakses tanggal 14 Desember 2021.