

Klasifikasi Tutupan Lahan Multitemporal Menggunakan Metode *Random Forest* di Kota Bekasi

Fadhul Razak*, Irland Fardani

Prodi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*fadhulrazak@gmail.com, irland.fardani@unisba.ac.id

Abstract. Bekasi City has experienced a very significant increase of built-up land expansion with the significant decrease proportion of the area of vegetation at once. This is due to its strategic location and directly adjacent to the capital, making Bekasi City a center of population settlement in Jabodetabek area. Remote sensing and Google Earth Engine software are used for the approach of this study. The aims of this study are to identify land cover expansion change in Bekasi City on 1988 - 2022. The data that used in this study consist of Landsat 5, Landsat 8, and Landsat 9 imagery. To identifying land cover, the random forest classification method was used, as well as the NDVI and NDBI methods to classify the level of vegetation density and built-up land density so the final result of land cover classification approaches the system of Local Climate Zone (LCZ) classification. The results showed that types of land cover that had a significant increase include high density built up land, medium & low density built up land. Whereas High density vegetation and shrubs had significant decrease in the last 34 years.

Keywords: *Random Forest, Land Cover, Local Climate Zone*

Abstrak. Kota Bekasi mengalami peningkatan perluasan lahan terbangun yang sangat signifikan yang selaras dengan penurunan proporsi luasan vegetasi yang signifikan. Hal ini disebabkan letaknya yang strategis karena berbatasan langsung dengan ibukota menjadikan Kota Bekasi sebagai pusat pemukiman penduduk pada area Jabodetabek. Penginderaan jauh dan perangkat lunak Google Earth Engine digunakan untuk pendekatan penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan perluasan tutupan lahan di Kota Bekasi tahun 1988 - 2022. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari citra Landsat 5, Landsat 8, dan Landsat 9. Untuk mengidentifikasi tutupan lahan digunakan metode klasifikasi hutan secara acak, serta metode NDVI dan NDBI untuk mengklasifikasikan tingkat kerapatan vegetasi dan kerapatan lahan terbangun sehingga hasil akhir klasifikasi tutupan lahan mendekati sistem klasifikasi Local Climate Zone (LCZ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis tutupan lahan yang mengalami peningkatan signifikan meliputi lahan terbangun dengan kepadatan tinggi, lahan terbangun dengan kepadatan sedang & rendah. Sedangkan vegetasi kerapatan tinggi dan semak belukar mengalami penurunan yang signifikan dalam 34 tahun terakhir.

Kata Kunci: *Random Forest, Tutupan Lahan, Local Climate Zone.*

A. Pendahuluan

Saat ini perkembangan yang terjadi pada suatu kawasan kota maupun perkotaan di Indonesia yang diakibatkan oleh adanya fenomena urbanisasi tidak dapat dihindarkan. Laju urbanisasi yang tidak terkontrol dapat menyebabkan ledakan jumlah penduduk dan peningkatan kepadatan kawasan perkotaan sehingga menyebabkan terjadinya ekspansi lahan terbangun ke kawasan pinggiran kota (Apriani dan Asnawi, 2015). Hal ini disebabkan karena peningkatan pertumbuhan penduduk selaras dengan adanya peningkatan permintaan terhadap kebutuhan lahan untuk membangun fasilitas kebutuhan seperti rumah, sekolah, rumah sakit, serta fasilitas penunjang lainnya (Singh dan Kalota, 2019). Kebutuhan lahan untuk pengadaan fasilitas-fasilitas pendukung tersebut akan menimbulkan alih fungsi lahan dari lahan non terbangun menjadi lahan terbangun.

Ibu Kota Indonesia telah berkembang secara spasial menjadi wilayah yang lebih besar yang disebut Jabodetabek. Nama Jabodetabek merupakan singkatan yang terbentuk dari suku kata pertama Provinsi DKI Jakarta dan kota/kabupaten sekitarnya, yaitu: Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi. Kota-kota tersebut menjadi penyangga DKI Jakarta untuk mendukung berbagai kebutuhan masyarakat terutama tempat tinggal. Kawasan terbangun Jabodetabek telah berkembang luas, tidak hanya pada Ibu Kota saja, tetapi juga di luar Ibu Kota. Hal ini mengakibatkan lahan terbangun di Kota sekitarnya ikut berkembang pesat (Danniswari et al., 2020). Perkembangan lahan perkotaan di kawasan sekitar ibu kota yang sangat pesat diakibatkan oleh angka pertambahan penduduk di ibu kota yang tinggi serta kenaikan harga rumah yang semakin tinggi, sehingga orang-orang yang bekerja di Jakarta menginginkan tinggal di lokasi yang lebih nyaman dengan harga yang lebih murah (Hermanto, 2017). Hal itu menyebabkan para pekerja tersebut mulai mencari tempat tinggal di luar Ibu Kota, dan Kota Bekasi merupakan salah satu Kota yang terletak di lokasi strategis yang jaraknya cukup dekat ke Jakarta. Faktor kedekatan jarak dari Jakarta menyebabkan Kota Bekasi mengalami pertumbuhan perekonomian yang relatif cepat. Letaknya yang strategis karena berbatasan langsung dengan ibukota menjadikan Kota Bekasi sebagai pusat pemukiman penduduk.

Dengan adanya permasalahan yang disebutkan diatas maka menimbulkan pertanyaan penelitian: “Bagaimana perubahan luasan tutupan lahan yang terjadi di Kota Bekasi?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini adalah teridentifikasinya perubahan luasan tutupan lahan Kota Bekasi pada tahun 1988 hingga tahun 2022.

B. Metodologi Penelitian

Metode pendekatan yang diterapkan dalam studi ini adalah pendekatan kuantitatif, yaitu sejenis perhitungan yang digunakan dengan tujuan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya (Hidayat, 2020), dan dibantu dengan metode penginderaan jarak jauh. Penginderaan jarak jauh merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan penggunaan lahan (Fardani, 2020). Proses pengklasifikasian tutupan lahan dalam penelitian ini menggunakan algoritma random forest (RF). Software yang digunakan untuk membantu penelitian ini adalah platform Google Earth Engine.

Wilayah Studi dan Data Penelitian

Wilayah yang dikaji dalam penelitian ini adalah keseluruhan wilayah dari Kota Bekasi, sebagaimana dapat dilihat dalam gambar 1. Dalam penelitian ini, data batas administrasi Kota Bekasi digunakan untuk mendefinisikan wilayah Kota Bekasi secara spasial. Batas administrasi Kota Bekasi digunakan untuk memotong data citra satelit sehingga nantinya hasil analisis klasifikasi tutupan lahan hanya akan menampilkan data wilayah penelitian saja. Batas administrasi Kota Bekasi memiliki format shapefile, yang dapat dilihat dalam gambar 1.

Selanjutnya, citra satelit Landsat digunakan untuk mendukung penelitian ini. Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Landsat, sedangkan untuk jenisnya, citra Landsat yang digunakan dalam penelitian ini terdapat 3 jenis yang memiliki tahun yang berbeda. Selain itu, data citra satelit yang diambil terletak dalam path 122 dan row 64, hal ini dikarenakan

wilayah studi Kota Bekasi terletak dalam posisi tersebut. Citra satelit ini digunakan untuk melakukan analisis tutupan lahan. Adapun citra satelit Landsat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Citra Landsat 5 tahun 1988, 1990, 1993, 1998, 2004, 2006 dan 2009;
2. Citra Landsat 8 tahun 2013 dan 2018;
3. Citra Landsat 9 tahun 2022.



Gambar 1. Batas Administrasi Kota Bekasi

Sumber : Badan Informasi Geospasial, 2023

Selain itu, Penelitian ini juga menggunakan data kondisi eksisting tutupan lahan yang akan digunakan untuk memvalidasi *training point* yang digunakan dalam analisis klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode klasifikasi *random forest*, sehingga hasil dari analisis klasifikasi tutupan lahan akan semakin akurat. Data ini diperoleh langsung dari lapangan dengan cara survey lapangan pada tahun 2023. Adapun kondisi eksisting tutupan lahan Kota Bekasi pada tahun 2023 dapat dilihat dalam dilihat dalam gambar 2. berikut.



Gambar 2. Kondisi Eksisting Tutupan Lahan Kota Bekasi Tahun 2023

Pemotongan Citra Satelit

Pemotongan citra dilakukan untuk membatasi citra landsat agar sesuai dengan batas administrasi wilayah kajian. Data yang dibutuhkan untuk proses pemotongan citra ini meliputi data citra satelit yang memiliki format TIF serta batas administrasi wilayah penelitian yang memiliki format SHP. Dengan adanya hal ini, maka nantinya hasil klasifikasi tutupan lahan hanya akan menampilkan wilayah penelitian saja, yaitu Kota Bekasi

Local Climate Zone

Sistem pengklasifikasian tutupan lahan dalam penelitian ini mengacu pada sistem klasifikasi *local climate zone* (LCZ). Local Climate Zone (LCZ) didefinisikan sebagai wilayah yang memiliki karakteristik tutupan lahan, struktur permukaan, dan bahan bangunan yang sama dalam ratusan meter hingga beberapa kilometer di skala horizontal (Pradhesta et al., 2019).

Local Climate Zone (LCZ) merupakan skema klasifikasi penutup lahan yang disesuaikan terhadap iklim lokal yang kemudian menjadi pendekatan terhadap morfologi kawasan perkotaan (Astuti dan Nucifera, 2021). Local climate zone terbagi kedalam 17 klasifikasi yang terbagi menjadi 2 jenis, yaitu tipe bangunan yang memiliki 10 klasifikasi, serta tipe tutupan lahan yang memiliki 7 klasifikasi. Adapun klasifikasi dari *local climate zone* lebih jelasnya adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Klasifikasi Local Climate Zone

Tipe Bangunan	Tipe Tutupan Lahan
1. Bangunan tinggi yang padat	A. Pepohonan Rimbun
2. Bangunan menengah yang padat	B. Pepohonan yang Tersebar
3. Bangunan rendah yang padat	C. Semak Belukar
4. Bangunan tinggi yang tersebar	D. Tanaman Kecil
5. Bangunan menengah yang tersebar	E. Bebatuan atau perkerasan
6. Bangunan rendah yang tersebar	F. Lahan kosong atau padang pasir
7. Bangunan ringan yang rendah	G. Perairan
8. Bangunan besar yang rendah	
9. Lahan Terbangun Jarang	
10. Industri Besar	

Sumber: Stewart & Oke, 2012

Dalam penelitian ini, tipe bangunan yang meliputi bangunan tinggi yang padat (LCZ 1), bangunan menengah yang padat (LCZ 2), hingga bangunan rendah yang padat (LCZ 3) akan dikelompokkan menjadi lahan terbangun kepadatan tinggi. Sedangkan untuk bangunan tinggi yang tersebar (LCZ 4), bangunan menengah yang tersebar (LCZ 5), serta bangunan rendah yang tersebar (LCZ 6) akan dikelompokkan menjadi lahan terbangun kepadatan sedang dan rendah. Jenis variabel lahan terbangun lainnya seperti bangunan industri, dan sebagainya tidak digunakan dalam penelitian ini. Hal ini dikarenakan adanya keterbatasan kualitas data citra satelit sehingga hasil analisis tidak dapat mengidentifikasi ketinggian bangunan dan untuk mengklasifikasikan kepadatan bangunan pun harus dibantu menggunakan metode NDBI. [Click or tap here to enter text.](#)

Selain lahan terbangun, pepohonan yang rimbun (LCZ A) dan pepohonan yang tersebar (LCZ B) dapat diidentifikasi menggunakan metode NDVI berdasarkan kerapatan vegetasi, dimana nantinya variabel pepohonan yang rimbun akan teridentifikasi sebagai vegetasi kerapatan tinggi, sedangkan untuk variabel pepohonan yang tersebar akan teridentifikasi sebagai vegetasi kerapatan sedang dan rendah. Semak belukar dan tanaman rendah akan diklasifikasikan menjadi 1 klasifikasi yaitu semak belukar saja, karena kualitas citra tidak dapat membedakan antara semak belukar dengan tanaman rendah. Selain itu, variabel perairan dan lahan kosong akan digunakan dalam penelitian ini karena kedua variabel tersebut masih dapat teridentifikasi pada data citra satelit. Dengan adanya hal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa variabel jenis tutupan lahan berdasarkan local climate zone yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Lahan terbangun kepadatan tinggi (meliputi LCZ 1, 2, dan 3)
2. Lahan terbangun kepadatan rendah dan sedang (meliputi LCZ 4,5, dan 6)
3. Pepohonan rimbun (LCZ A)
4. Pepohonan yang tersebar (LCZ B)
5. Semak belukar (LCZ C & D)
6. Lahan Kosong (LCZ F)
7. Perairan (LCZ G)

Klasifikasi Random Forest

Klasifikasi *random forest* diawali dengan pembuatan *training point* pada masing-masing jenis tutupan lahan terlebih dahulu. *Training point* adalah titik sampel yang menandakan jenis suatu tutupan lahan. *Training point* ini dibuat menggunakan platform *Google Earth Engine*. Setelah itu, *Training point* digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik statistik nilai piksel tutupan lahan dalam gambar multi-spektral yang tersedia, kemudian dari informasi tersebut digunakan untuk mengembangkan model yang mengkategorikan seluruh gambar ke dalam tipe tutupan lahan. Digitasi *Training point* hanya perlu dilakukan pada setiap kategori, karena keseluruhan area diklasifikasikan oleh algoritma *random forest classifier* berdasarkan training area yang ditentukan. Semakin banyak training area maka semakin akurat hasil klasifikasinya (Pradhesta et al., 2019). Menurut El-Hattab (2016), jumlah titik sampel minimal yang diambil dari tiap tutupan lahan adalah $n(n+1)$ dimana n merupakan jumlah dari klasifikasi tutupan lahan. Dikarenakan terdapat 7 jenis klasifikasi tutupan lahan yang digunakan dalam penelitian ini, maka jumlah minimal titik sampel untuk menjalankan algoritma klasifikasi *random forest* berjumlah 54 titik setiap jenis tutupan lahan.

Uji Akurasi

Uji akurasi bertujuan untuk menilai keakuratan dari suatu model. Penilaian ini dilakukan dengan cara membandingkan *training sample area* yang telah dibuat dengan hasil klasifikasi penggunaan lahan yang otomatis telah diproses oleh algoritma klasifikasi *random forest*, sehingga metode ini akan memperkuat keakuratan hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode *random forest*. Menurut Lillesand et al., (2015), uji akurasi terdiri dari beberapa tahapan yang meliputi *user's accuracy*, *producer's accuracy*, *overall accuracy*, serta *kappa accuracy*. Nilai yang digunakan untuk perhitungan akurasi tersebut termuat dalam matriks akurasi. Adapun rumus yang digunakan untuk perhitungan uji akurasi dapat dilihat dalam persamaan berikut.

1. User's Accuracy

$$\frac{x}{px} \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

x = total piksel yang benar dari tiap klasifikasi penggunaan lahan

px = total piksel (horizontal)

2. Producer's Accuracy

$$\frac{x}{p.x} \dots \dots \dots (2)$$

dimana :

x = total piksel yang benar dari tiap klasifikasi penggunaan lahan

3. $p.x$ = total piksel (vertikal)

Overall Accuracy

$$\frac{\text{Total Piksel benar}}{i} \dots \dots \dots (3)$$

dimana :

i = total piksel

4. Kappa Accuracy

$$\frac{(i \times \text{Total piksel benar}) - \varepsilon(\text{total kolom} \times \text{total baris tiap tutupan lahan})}{i^2 - \varepsilon(\text{total kolom} \times \text{total baris tiap tutupan lahan})} \times 100 \dots (4)$$

Klasifikasi Kerapatan Vegetasi (NDVI)

Nilai NDVI menunjukkan kerapatan vegetasi atau kondisi vegetasi. Setelah dilakukannya analisis klasifikasi random forest, maka jenis tutupan lahan vegetasi dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat kerapatannya menggunakan metode ini. Nilai NDVI dapat diperoleh dengan menggunakan reflektansi band merah dan reflektansi permukaan band inframerah-dekat. NDVI dapat dihitung menggunakan persamaan 5 berikut (Nurwanda and Honjo, 2018)

$$NDVI = \frac{NIR\ band - Red\ band}{NIR\ band + Red\ band} \dots\dots\dots(5)$$

dimana:

NDVI

= Normalized Difference Vegetation Index

NIR band = Near Infrared (band 4 pada landsat 5, serta band 5 pada Landsat 8 dan Landsat 9)

Red band = Visible (band 3 di landsat 5, serta band 4 pada Landsat 8 dan 9)

Tabel 2. Klasifikasi NDVI

No	Kelas	Nilai	Keterangan
1	Kelas 1	-1 – -0,03	Lahan Tidak Bervegetasi
2	Kelas 2	-0,03 – 0,25	Kehijauan Rendah
3	Kelas 3	0,25 – 0,35	Kehijauan Sedang
4	Kelas 4	0,36 – 1	Kehijauan Tinggi

Sumber : Adeanti & Harist 2019

Klasifikasi Kepadatan Bangunan (NDBI)

NDBI adalah salah satu metode algoritma yang menggunakan gelombang Inframerah tengah dan Inframerah dekat (NIR). Nilai rentang spektral NDBI berkisar -1 s/d 1 (Guha et al., 2021). NDBI dapat dihitung menggunakan persamaan 6 berikut:

$$NDBI = \frac{R\ Inframerah\ Tengah - R\ Inframerah\ Dekat}{R\ Inframerah\ Tengah + R\ Inframerah\ Dekat} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan dilakukannya analisis NDBI maka dapat diketahui bangunan kepadatan tinggi, sedang, dan rendah. Dengan adanya indeks NDBI maka jenis lahan terbangun berdasarkan kepadatannya dapat dibedakan, sehingga hasil klasifikasi random forest dapat mendekati sistem klasifikasi tutupan lahan berdasarkan local climate zone. Metode ini digunakan untuk memperkuat hasil analisis klasifikasi random forest yang digunakan untuk menjawab sasaran penelitian yang ketiga. Menurut (Ridwan et al., 2021), Adapun rentang kepadatan lahan terbangun berdasarkan NDBI dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 3. Klasifikasi NDBI

No	Nilai	Keterangan
1	< 0,000247	Kepadatan Bangunan Rendah
2	0,000247 – 0,079	Kepadatan Bangunan Sedang
3	> 0,08	Kepadatan Bangunan Tinggi

Sumber : Ridwan et al., 2021

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Klasifikasi Random Forest

Setelah dilakukannya analisis klasifikasi *random forest*, maka dapat diketahui luasan dari kelima jenis tutupan lahan yang telah ditetapkan. Adapun luasan dari tiap jenis tutupan lahan tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 4. Luas Tiap Jenis Tutupan Lahan Kota Bekasi Tahun 1988-2022

Luas Jenis Tutupan Lahan (km ²)						
Tahun	Lahan Terbangun	Vegetasi	Semak Belukar	Lahan Kosong	Perairan	Total
1988	36,76	87,54	86,19	0,1	3,5	214,09

Luas Jenis Tutupan Lahan (km ²)						
Tahun	Lahan Terbangun	Vegetasi	Semak Belukar	Lahan Kosong	Perairan	Total
1990	44,51	81,9	83,55	0,86	1,78	214,09
1993	41,54	90,98	78,21	1,32	2,04	214,09
1998	63,36	77,24	63,20	8,09	2,19	214,09
2004	103,90	46,76	57,52	3,17	1,67	214,09
2006	105,44	47,84	55,85	3,79	2,25	214,09
2009	124,49	35,53	50,75	1,31	2,01	214,09
2013	148,18	31,02	28,34	3,77	2,78	214,09
2018	151,76	31,28	23,74	4,90	2,42	214,09
2022	155,85	26,51	27,98	1,41	2,33	214,09

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2023.

Uji Akurasi

Penilaian akurasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar keakuratan dari hasil klasifikasi. Penilaian akurasi yang diterapkan dalam penelitian ini merujuk pada Lillesand et al., (2015) yang meliputi *producer's accuracy*, *user's accuracy*, *overall accuracy*, serta *kappa accuracy*. Adapun hasil dari penilaian akurasi dari klasifikasi tutupan lahan dapat dilihat dalam Tabel 5. sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Uji Akurasi

No	Tahun	Producer's Accuracy	User's Accuracy	Overall Accuracy	Kappa Accuracy
1	1988	0,81	0,78	0,77	0,69
2	1990	0,76	0,82	0,83	0,77
3	1993	0,86	0,90	0,87	0,83
4	1998	0,79	0,85	0,82	0,76
5	2004	0,86	0,92	0,89	0,86
6	2006	0,72	0,83	0,77	0,71
7	2009	0,86	0,88	0,88	0,85
8	2013	0,83	0,86	0,84	0,79
9	2018	0,81	0,81	0,80	0,75
10	2022	0,79	0,84	0,85	0,79

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2023.

Hasil dari penilaian akurasi menunjukkan bahwa overall accuracy atau akurasi keseluruhan dari klasifikasi tutupan lahan menggunakan algoritma random forest memiliki nilai antara 0,77 – 0,89 , sedangkan untuk kappa accuracy memiliki nilai antara 0,69 – 0,86. Nilai tersebut menunjukkan bahwa hasil dari klasifikasi tutupan lahan menggunakan algoritma random forest memiliki akurasi yang baik (Landis and Koch, 1977; Rwanga and Ndambuki, 2017). Dengan adanya hal ini, maka dapat dipastikan bahwa hasil klasifikasi tutupan lahan ini layak untuk digunakan.

Kerapatan Vegetasi Berdasarkan NDVI

Analisis NDVI ini dilakukan untuk menentukan tingkat kerapatan dari vegetasi. Jenis tutupan lahan yang dianalisis dalam tahapan ini adalah jenis tutupan lahan vegetasi. Dengan dilakukannya analisis ini, maka nantinya jenis tutupan lahan vegetasi dapat terbagi menjadi vegetasi kerapatan tinggi (*dense trees*) dan vegetasi kerapatan sedang dan rendah (*scattered trees*), sehingga hasil klasifikasi tersebut sesuai dengan *Local Climate Zone* menurut Stewart & Oke (2012). NDVI memiliki rentang nilai -1 sampai dengan 1. Adapun hasil analisis NDVI dapat dilihat dalam tabel 6. berikut.

Tabel 6. Klasifikasi Vegetasi Berdasarkan Nilai NDVI

No	Tahun	Luas Vegetasi (km ²)		
		Kerapatan Tinggi	Kerapatan Sedang & Rendah	Total
1	1988	81,84	5,7	87,54
2	1990	80,5	2,08	82,58
3	1993	74,87	7,29	82,16
4	1998	76,39	0,85	77,24
5	2006	42,36	4,40	46,76
6	2004	42,36	4,4	46,76
7	2009	34,40	1,13	35,53

No	Tahun	Luas Vegetasi (km ²)		
		Kerapatan Tinggi	Kerapatan Sedang & Rendah	Total
8	2013	28,61	2,41	31,02
9	2018	29,32	1,96	31,28
10	2022	20,41	6,10	26,51

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2023.

Kepadatan Lahan Terbangun Berdasarkan NDBI

Berdasarkan hasil analisis NDBI, maka lahan terbangun dapat diklasifikasikan kedalam dua jenis, yaitu kepadatan tinggi dan kepadatan sedang & rendah sehingga sesuai dengan klasifikasi Local Climate Zone. Adapun lebih jelasnya dapat dilihat dalam tabel 7. berikut.

Tabel 7. Klasifikasi Lahan Terbangun Berdasarkan Nilai NDBI

No	Tahun	Luas Lahan Terbangun (km ²)		
		Kepadatan Tinggi	Kepadatan Sedang & Rendah	Total
1	1988	0,55	36,21	36,76
2	1990	0,99	44,32	45,31
3	1993	1,29	51,55	52,84
4	1998	4,59	58,77	63,36
5	2004	14,64	89,25	103,90
6	2006	15,26	90,19	105,44
7	2009	17,23	107,26	124,49
8	2013	21,37	126,81	148,18
9	2018	33,19	118,57	151,76
10	2022	40,63	115,22	155,85

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2023.

Klasifikasi Tutupan Lahan Berdasarkan Local Climate Zone

Dengan adanya analisis NDBI dan NDVI, maka hasil analisis klasifikasi tutupan lahan menggunakan algoritma *random forest* dapat mendekati sistem klasifikasi *local climate zone*, dimana lahan terbangun serta vegetasi dapat diklasifikasikan tingkat kepadatan (lahan terbangun) serta tingkat kerapatannya (vegetasi). Adapun perkembangan tutupan lahan kota bekasi dari tahun 1988 hingga tahun 2022 dapat dilihat dalam gambar 3.



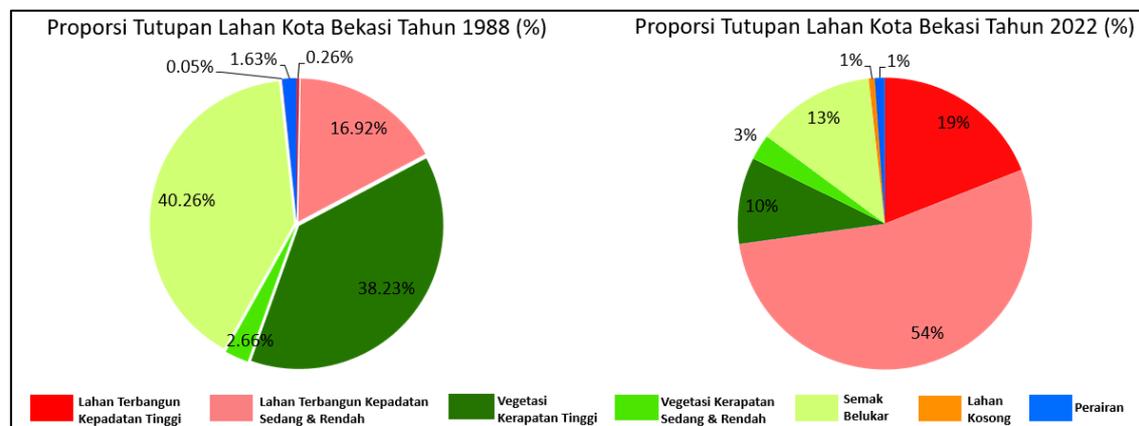
Gambar 3. Perkembangan Luasan Tutupan Lahan Kota Bekasi Tahun 1988 - 2022

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2023.

Tabel 8. Luas Tiap Jenis Tutupan Lahan Kota Bekasi Tahun 1988 - 2022

Tahun	Luas Jenis Tutupan Lahan (km ²)									
	Lahan Terbangun			Vegetasi			Semak Belukar	Lahan Kosong	Perairan	Total
	Kepadatan Tinggi	Kepadatan Sedang & Rendah	Total	Kerapatan Tinggi	Kerapatan Sedang & Rendah	Total				
1988	0.55	36.21	36.76	81.84	5.7	87.54	86.19	0.1	3.5	214.09
1990	0.99	44.32	45.31	80.5	2.08	82.58	83.55	0.86	1.78	214.09
1993	1.29	51.55	52.84	74.87	7.29	82.16	76.35	0.88	1.86	214.09
1998	4.59	58.77	63.36	76.39	0.85	77.24	63.16	8.10	2.21	214.09
2004	14.64	89.25	103.90	42.36	4.40	46.76	57.81	3.59	1.62	214.09
2006	15.26	90.19	105.44	42.36	4.4	46.76	55.85	3.79	2.25	214.09
2009	17.23	107.26	124.49	34.40	1.13	35.53	50.75	1.31	2.01	214.09
2013	21.37	126.81	148.18	28.61	2.41	31.02	28.34	3.77	2.78	214.09
2018	33.19	118.57	151.76	29.32	1.96	31.28	23.73	4.90	2.42	214.09
2022	40.63	115.22	155.85	20.41	6.10	26.51	27.98	1.41	2.33	214.09

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2023.



Gambar 4. Perbandingan Proporsi Luasan Tutupan Lahan Kota Bekasi Antara Tahun 1988 dan Tahun 2022

Sumber : Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2023.

Berdasarkan hasil analisis, Kota Bekasi mengalami perubahan tutupan lahan yang sangat signifikan, terutama pada lahan terbangun, vegetasi, serta semak belukar. Dimana dapat dilihat dalam tabel diatas bahwa Kota Bekasi mengalami perubahan lahan terbangun dari 41,54 km² (1,22 km² kepadatan tinggi & 40,32 km² kepadatan rendah dan sedang) menjadi 155,85 km² (40,63 km² kepadatan tinggi & 115,22 km² kepadatan sedang dan rendah), yang artinya, Kota Bekasi mengalami kenaikan luasan lahan terbangun kepadatan tinggi sebesar 39,41 km² dan lahan terbangun kepadatan sedang dan rendah sebesar 74,83 km² dengan total keseluruhan kenaikan luas lahan terbangun sebesar 114,24 km² dalam 34 tahun terakhir atau 282,77%. Selain lahan terbangun, vegetasi dan semak belukar mengalami perkembangan yang sebaliknya, dimana tutupan lahan vegetasi dan semak belukar di Kota Bekasi mengalami penurunan. Vegetasi mengalami penurunan sebesar 64,46 km² dalam 34 tahun terakhir atau sekitar 70,85%. Sedangkan untuk semak belukar, Kota Bekasi mengalami penurunan luas sebesar 50,15 km² atau sekitar 64,18%. Jenis tutupan lahan perairan dan lahan kosong memiliki tren yang tidak menentu setiap tahunnya.

Selain itu, berdasarkan hasil analisis juga dapat diketahui bahwa perluasan lahan terbangun cenderung bergerak dari arah barat yang langsung berbatasan dengan DKI Jakarta ke arah selatan dan timur, sebagaimana dapat dilihat pada gambar 3. Temuan tersebut selaras dengan penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa perkembangan lahan terbangun yang terjadi di Kota Bekasi merupakan dampak dari berkembangnya DKI Jakarta (Hermanto, 2017). Faktor utama penyebab dari masifnya perluasan lahan terbangun yang terjadi di Kota Bekasi

dikarenakan memiliki akses jaringan jalan yang mudah menuju DKI Jakarta (Sari et al., 2021)

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis klasifikasi tutupan lahan menggunakan algoritma *random forest*, maka dapat disimpulkan bahwa Kota Bekasi mengalami perubahan luasan tutupan lahan yang signifikan dalam 34 tahun terakhir sebagaimana dapat dilihat dalam gambar 5. dimana pada tahun 1988 Kota Bekasi didominasi oleh jenis tutupan lahan vegetasi & semak belukar, namun kedua jenis tutupan lahan tersebut mengalami penurunan luasan hingga tahun 2022. Di sisi lain, lahan terbangun mengalami kenaikan yang signifikan, dimana berdasarkan hasil analisis lahan terbangun kepadatan tinggi mengalami kenaikan sebesar 39,41 km² dan lahan terbangun kepadatan sedang dan rendah sebesar 74,83 km² dengan total keseluruhan kenaikan luas lahan terbangun sebesar 114,24 km² atau mengalami kenaikan sebesar 282,77% dalam 34 tahun terakhir.

Acknowledge

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah membantu meluangkan waktu dan tenaga, serta pemikiran dalam penulisan artikel pada jurnal ini:

1. Irland Fardani S.Si., M.T. (Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Islam Bandung, Indonesia)

Daftar Pustaka

- [1] Adeanti, M., Harist, M.C., 2019. ANALISIS SPASIAL KERAPATAN BANGUNAN DAN PENGARUHNYA TERHADAP SUHU Studi Kasus di Kabupaten Bogor. SNG 3, 529. <https://doi.org/10.24895/SNG.2018.3-0.1005>
- [2] Apriani, V.I., Asnawi, 2015. TIPOLOGI TINGKAT URBAN SPRAWL DI KOTA SEMARANG BAGIAN SELATAN. Jurnal Teknik PWK 4, 405–416.
- [3] Danniswari, D., Honjo, T., Furuya, K., 2020. Land Cover Change Impacts on Land Surface Temperature in Jakarta and Its Satellite Cities. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 501, 012031. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/501/1/012031>
- [4] El-Hattab, M.M., 2016. Applying post classification change detection technique to monitor an Egyptian coastal zone (Abu Qir Bay). The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science 19, 23–36. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.02.002>
- [5] Fardani, I., 2020. Landuse change prediction model based on Cellular Automata (CA) method in Bandung City. J. Phys.: Conf. Ser. 1469, 012030. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012030>
- [6] Guha, S., Govil, H., Gill, N., Dey, A., 2021. A long-term seasonal analysis on the relationship between LST and NDBI using Landsat data. Quaternary International 575–576, 249–258. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.06.041>
- [7] Hermanto, 2017. The Evaluation Of The Urbanization Effects As Trigger Of Urban Sprawl In Bogor, West Java (Doctoral Dissertation). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [8] Hidayat, A.S., 2020. PENGGUNAAN WEBGIS DALAM ANALISIS PERUBAHAN URBAN HEAT ISLAND DI KABUPATEN BEKASI TAHUN 2008 – 2018 (Skripsi). UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SYARIF HIDAYATULLAH, Jakarta.
- [9] Landis, J.R., Koch, G.G., 1977. A One-Way Components of Variance Model for Categorical Data. Biometrics 33, 671. <https://doi.org/10.2307/2529465>
- [10] Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., Chipman, J.W., 2015. Remote Sensing and Image Interpretation, Seventh. ed. John Wiley & Sons, New York.
- [11] Nurwanda, A., Honjo, T., 2018. Analysis of Land Use Change and Expansion of Surface Urban Heat Island in Bogor City by Remote Sensing. IJGI 7, 165. <https://doi.org/10.3390/ijgi7050165>
- [12] Pradhesta, Y.F., Nurjani, E., Arijuddin, B.I., 2019. Local Climate Zone classification for

- climate-based urban planning using Landsat 8 Imagery (A case study in Yogyakarta Urban Area). *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 303, 012022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/303/1/012022>
- [13] Ridwan, Rasyidi, E.S., Syafri, Rahman, R., Okviyani, N., Jumadil, Ma'rief, A.A., 2021. Assessment of the relationship between building density and urban heat island using Landsat images in Makassar City. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 802, 012042. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/802/1/012042>
- [14] Rwanga, S.S., Ndambuki, J.M., 2017. Accuracy Assessment of Land Use/Land Cover Classification Using Remote Sensing and GIS. *IJG* 08, 611–622. <https://doi.org/10.4236/ijg.2017.84033>
- [15] Sari, D.P., Wartaman, A.S., Luru, M.N., 2021. The characteristic of urban sprawl in Bekasi City, Indonesia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 737, 012029. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/737/1/012029>
- [16] Singh, R., Kalota, D., 2019. Urban Sprawl and Its Impact on Generation of Urban Heat Island: A Case Study of Ludhiana City. *J Indian Soc Remote Sens* 47, 1567–1576. <https://doi.org/10.1007/s12524-019-00994-8>
- [17] Endasmoro, T. K., & Akliyah, L. S. (2023). Analisis Kesesuaian Pemanfaatan Ruang di Kecamatan Cianjur. *Jurnal Riset Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 39–46. <https://doi.org/10.29313/jrpwk.v3i1.1948>
- [18] Wijayakusuma, B. (2023). Faktor yang Mempengaruhi Alih Fungsi Lahan Daerah Resapan Air Kecamatan Cimenyan. *Jurnal Riset Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 29–38. <https://doi.org/10.29313/jrpwk.v3i1.1929>