

# Prediksi Spasial Perkembangan Lahan Terbangun Melalui Pemanfaatan Citra Landsat Multitemporal di Kota Bogor

Siti Zahrotunisa<sup>1</sup>, Prama Wicaksono<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Kartografi dan Penginderaan Jauh, Departemen Sistem Informasi Geografis, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta  
<sup>1</sup>siti.zahrotunisa95@gmail.com

**Abstrak**—Proses ekspansi lahan terbangun tanpa kontrol sering berimbas pada hilangnya lahan-lahan yang memiliki fungsi ekologis dan kemudian berdampak pada munculnya masalah lingkungan. Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk mencegah dampak buruk dari perkembangan lahan terbangun adalah memonitor dan memprediksi perkembangannya, sehingga dapat dicarikan solusi sebelum dampak buruk tersebut terjadi. Kota Bogor merupakan salah satu daerah yang mengalami ekspansi lahan terbangun daru waktu ke waktu. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi perkembangan lahan terbangun di Kota Bogor dan sekitarnya dengan memanfaatkan variabel-variabel yang mempengaruhi perkembangan kota. Data penginderaan jauh multitemporal memiliki keunggulan untuk keperluan monitoring yang lebih efektif dibandingkan dengan pengamatan langsung di lapangan. Data yang digunakan adalah citra Landsat multi temporal yaitu Landsat 8 OLI/TIRS perekaman 17 Agustus 2016 dan Landsat 7ETM+ perekaman 22 Oktober 2002. Pemodelan yang digunakan adalah Landuse Change Modeler pada perangkat lunak IDRISI. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, cubic trend menunjukkan arah perkembangan lahan non terbangun menjadi lahan terbangun yaitu ke arah selatan, dari tahun 2002 hingga 2016 lahan terbangun terus meningkat sedangkan lahan non terbangun terus berkurang, variabel yang paling berpengaruh dalam perkembangan lahan terbangun adalah jalan non utama, dan hasil prediksi pada tahun 2031 Kota Bogor dan sekitarnya mengalami peningkatan lahan terbangun yang pesat dibandingkan tahun 2016 kerarah selatan dan tenggaran dengan peluang perubahan lahan non terbangun menjadi terbangun sebesar 0.3241.

**Kata kunci**—Prediksi spasial, Kota Bogor

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan wilayah identik dengan lahan terbangun. Lahan terbangun adalah kenampakan di permukaan bumi yang telah mengalami campur tangan manusia dan memiliki fungsi tertentu bagi kehidupan manusia, dibatasi dengan kenampakan fisik terbangun seperti rumah, pabrik, aspal [1]. Sedangkan menurut Badan Standar Nasional, lahan terbangun ialah lahan yang telah mengalami substitusi penutup lahan alami atau semi alami dengan penutup lahan buatan yang bersifat buatan [2]. Penggunaan lahan berhubungan dengan kegiatan

manusia pada sebidang lahan, sedangkan penutupan lahan lebih merupakan perwujudan fisik obyek-obyek yang menutupi lahan tanpa mempersoalkan kegiatan manusia terhadap obyek-obyek tersebut [3].

Perkembangan kota sering dikaitkan dengan perkembangan lahan terbangun karena salah satu ciri fisik perkembangan area perkotaan adakah semakin meluas dan bertambah lahan terbangun. Hal tersebut sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa eksistensi perkembangan perkotaan dapat ditinjau dari berbagai matra, seperti matra morfologi perkotaan yang menekankan pada aspek fisik perkotaan yang tercermin dalam sistem jaringan jalan dan blok bangunan [4].

Identifikasi morfologi kota dapat dilakukan dengan memanfaatkan penginderaan jauh untuk menemukan trend arah perkembangan dan pembangunan wilayah yang berdasarkan kondisi penggunaan lahan dalam waktu tetentu yang dapat disajikan dalam peta sehingga dapat dibandingkan [5]. Penginderaan jauh adalah ilmu atau seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala, dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat, tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau gejala yang akan dikaji [3]. Perkembangan perkotaan yang sering terjadi adalah perkembangan lahan terbangun akibat proses ekspansi yakni perubahan tutupan lahan non terbangun menjadi lahan terbangun [6]. Proses ekspansi tersebut dapat berdampak pada hilangnya lahan yang memiliki fungsi lindung, budidaya, ekologis sehingga dapat mengakibatkan permasalahan lingkungan.

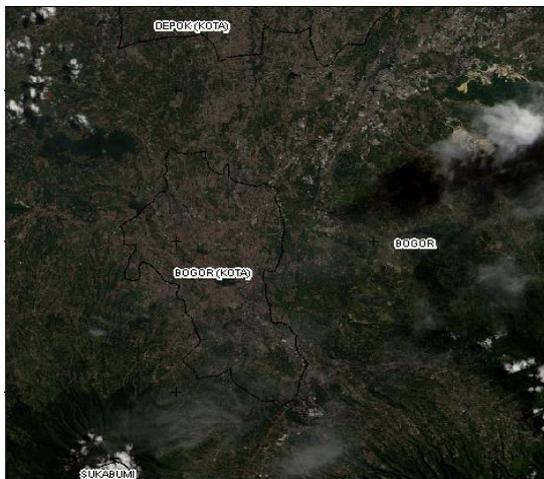
Analisis multitemporal dengan data penginderaan jauh dapat membantu dalam pemantauan secara terus menerus dari perkembangan kota sehingga dapat digunakan untuk keperluan prediksi perkembangan lahan terbangun. Interpretasi citra landsat ETM+ dilakukan dengan melihat karakteristik dasar kenampakan masing-masing penggunaan/penutupan lahan pada citra yang dibantu dengan unsur-unsur interpretasi [3] [7]. Metode yang dapat digunakan untuk prediksi lahan terbangun adalah markov chain. Markov chain adalah metode yang mempelajari sifat- sifat suatu variabel di masa sekarang berdasarkan sifat- sifat di masa lalu dalam usaha menaksir sifat- sifat variabel tersebut di masa mendatang [8]. Adanya informasi perediksi perkembangan lahan terbangun dapat dimanfaatkan untuk keperluan pertimbangan dalam perencanaan suatu wilayah. Kota Bogor menarik untuk diprediksi perkembangan lahan

terbangunnya karena dari tahun ke tahun ekspansi yang terjadi terus meningkat.

## II. METODOLOGI

### A. Lokasi Kajian

Lokasi kajian yang dipilih adalah Kota Bogor dan sekitarnya. Kota Bogor sebagai pusat pertumbuhan merupakan salah satu dari tiga kota besar di Provinsi Jawa Barat terletak ± 50km di sebelah selatan Jakarta dan ± 120km sebelah barat kota Bandung. Secara geografis terletak di antara 106° 43' - 106° 51' Bujur Timur dan 6° 31' - 6° 40' Lintang Selatan. Secara administratif Kota Bogor yang dikelilingi sepenuhnya oleh Kabupaten Bogor dan dikelilingi oleh bentangan alam pegunungan, mulai dari Gunung Pancar, Gunung Gede Pangrango, Gunung Salak dan Gunung Halimun.



Gambar 1. Citra Landsat 8 OLI/TIRS Komposit 432 Kota Bogor dan Sekitarnya

### B. Alat dan Bahan

#### 1. Alat

- a. Laptop Lenovo G480
- b. Printer Canon MP230
- c. Perangkat lunak ArcGis 10.2
- d. Perangkat lunak IDRISI
- e. Perangkat lunak Microsoft Word
- f. Perangkat lunak Microsoft Excel

#### 2. Bahan

- a. Citra Landsat 8 OLI/TIRS Kota Bogor dan Sekitarnya tahun 2016
- b. Citra Landsat 7 ETM+ Kota Bogor dan Sekitarnya tahun 2002

### C. Tahapan Penelitian

#### 1. Konversi data penutup lahan

Konversi data dilakukan pada data penutup lahan hasil klasifikasi *maximum likelihood* tahun 2002 dan 2016. Tujuan dari konversi ini adalah untuk menyamakan format data karena perangkat lunak IDRISI harus menggunakan data dengan format yang sama. Data di konversi ke raster karena perangkat lunak IDRISI membaca perubahan berdasarkan piksel.

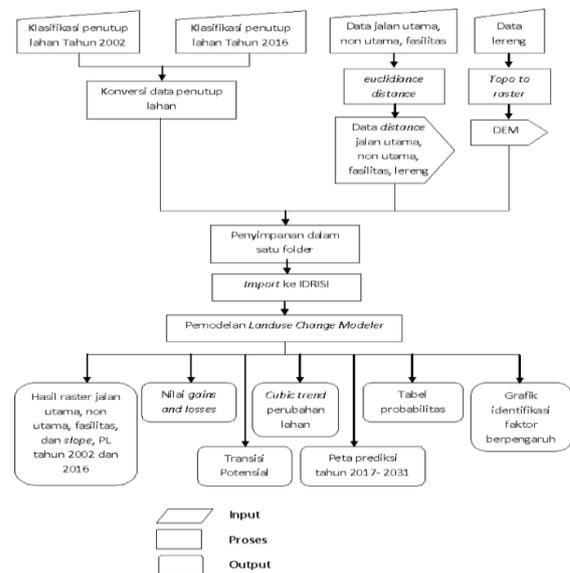
#### 2. Analisis *Euclidian Distance*

Analisis ini dilakukan pada data jalan utama, jalan non utama, fasilitas. Analisis ini terkait dengan jarak untuk mengetahui pengaruh jarak dari beberapa aspek yang mempengaruhi perkembangan kota.

#### 3. Pemodelan *Landuse Change Modeler*

*Landuse Change Modeler* dilakukan pada data penutup lahan tahun 2002 dan 2016. Pemodelan ini bertujuan untuk mengetahui perubahan dan prediksi perkembangan lahan terbangun pada tahun tertentu, dalam penelitian ini digunakan tahun 2031 untuk memprediksi perkembangan lahan terbangun. Hasil dari pemodelan ini yaitu nilai *gains and losses*, *cubic trend* perubahan lahan, tabel probabilitas, peta perubahan, transisi potensial, grafik identifikasi faktor, dan peta prediksi dari tahun 2017 hingga tahun 2031.

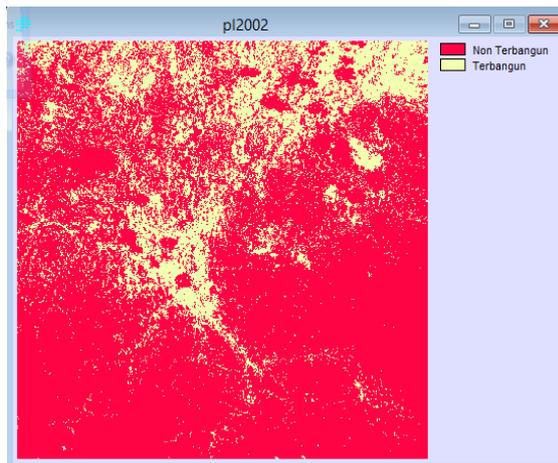
### D. Diagram Alir Penelitian



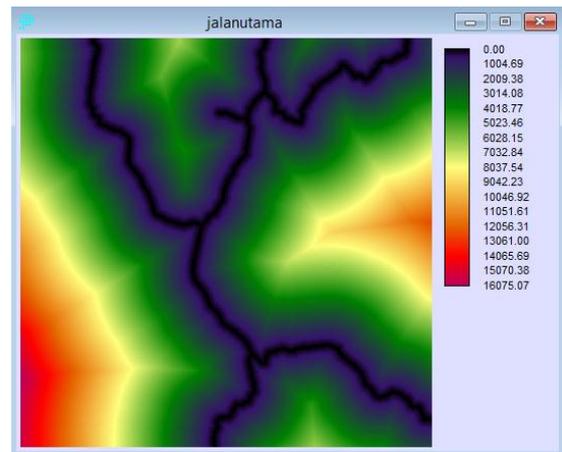
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

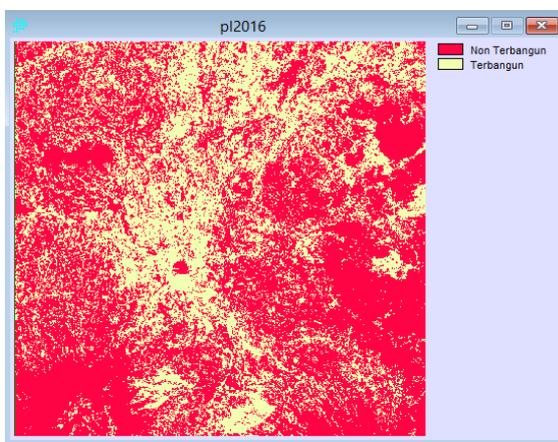
Permukiman atau lahan terbangun berkembang pesat di Kota Bogor khususnya dan sekitarnya karena memiliki kondisi relief yang dominan datar. Wilayah ini juga menjadi resapan air karena mendapat pasokan air dari pegunungan disekitarnya. Ekspansi lahan di Kota Bogor dan sekitarnya terus meningkat setiap tahun. Secara visual hal tersebut dapat dilihat dari kenampakan data penginderaan jauh. Selain itu, klasifikasi multispektral pada penutup lahan yang telah dilakukan yaitu mengelompokkan penutup lahan menjadi terbangun dan non terbangun pada citra Landsat 7 ETM+ tahun 2002 dan Landsat 8 OLI/TIRS tahun 2016 terlihat bahwa lahan terbangun terus bertambah dibandingkan dengan lahan non terbangun.



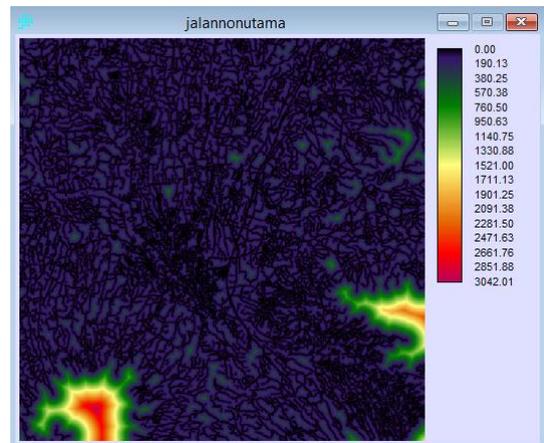
Gambar 3. Klasifikasi penutup lahan Kota Bogor dan sekitarnya tahun 2002



Gambar 5. Euclidean distance jalan utama Bogor dan sekitarnya

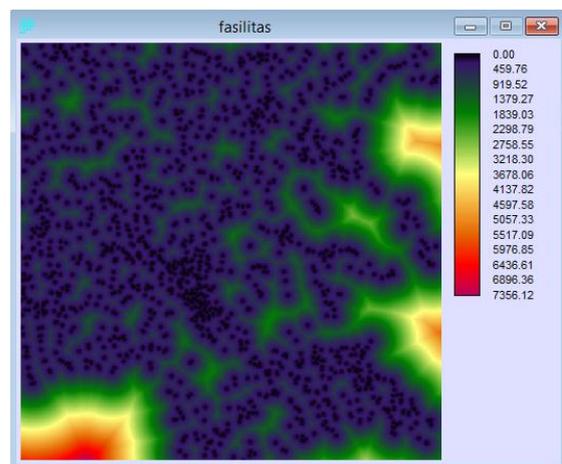


Gambar 4. Klasifikasi penutup lahan Kota Bogor dan sekitarnya tahun 2006

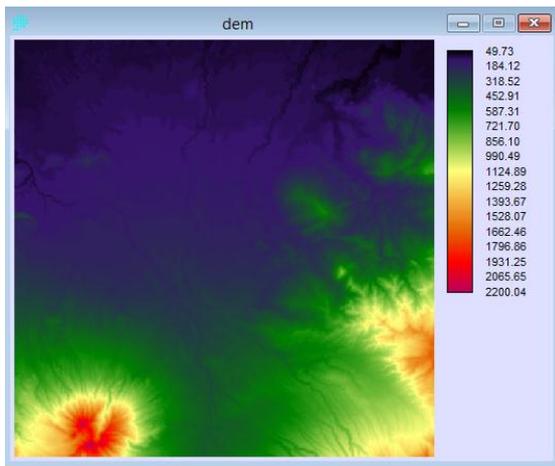


Gambar 6. Euclidean distance jalan non utama Bogor dan sekitarnya

Analisis perkembangan lahan terbangun dapat dilakukan dengan analisis faktor menggunakan pemodelan. Faktor- faktor yang digunakan adalah faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan suatu wilayah, seperti jalan utama, jalan non utama, *central business district* yang dianalisis dari fasilitas umum, dan kemiringan lereng suatu wilayah. Pengaruh jarak digunakan pada faktor jalan dan fasilitas, dengan asumsi bahwa makin dekat dengan faktor tersebut maka pengaruh terhadap perkembangan kota akan semakin besar.

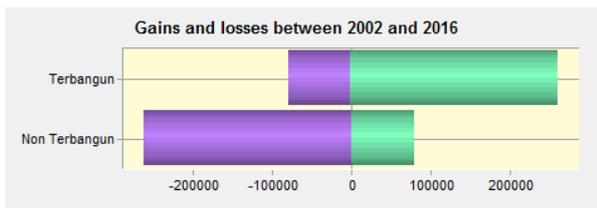


Gambar 7. Euclidean distance titik fasilitas Bogor dan sekitarnya



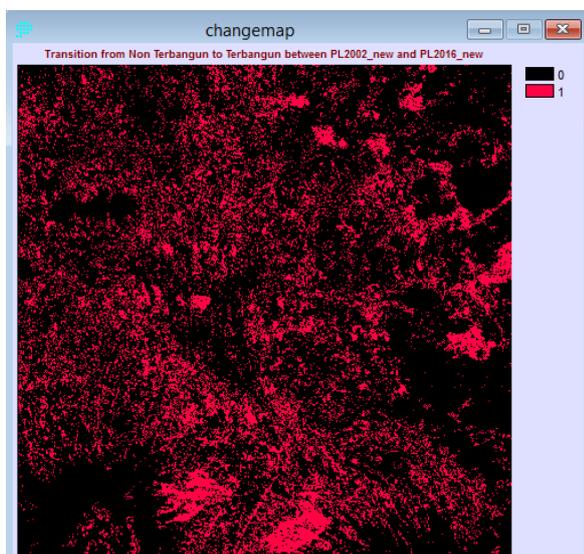
Gambar 8. DEM Kota Bogor dan sekitarnya

Pemodelan yang digunakan adalah *Landuse Change Modeler* pada perangkat lunak IDRISI dengan metode *Markov Chain*. Hasil dari *gains and losses* untuk penutup lahan Kota Bogor dan sekitarnya di tahun 2002 hingga 2016 menunjukkan bahwa besarnya kehilangan lahan non terbangun sama dengan meningkatnya lahan terbangun yaitu sebesar 200000.



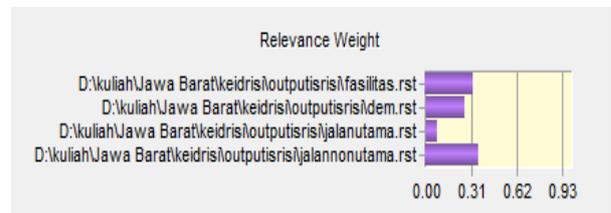
Gambar 9. Gains and losses Kota Bogor dan sekitarnya tahun 2002 – 2016

Perubahan dari lahan non terbangun ke lahan terbangun dari tahun 2002 hingga 2016 dapat dilihat dari peta perubahan. Peta perubahan menunjukkan bahwa lahan terbangun terus meningkat dan tersebar hampir ke seluruh wilayah kajian, sedangkan lahan non terbangun terus berkurang.



Gambar 10. Peta perubahan lahan non terbangun menjadi terbangun tahun 2002—2016 Kota Bogor dan sekitarnya

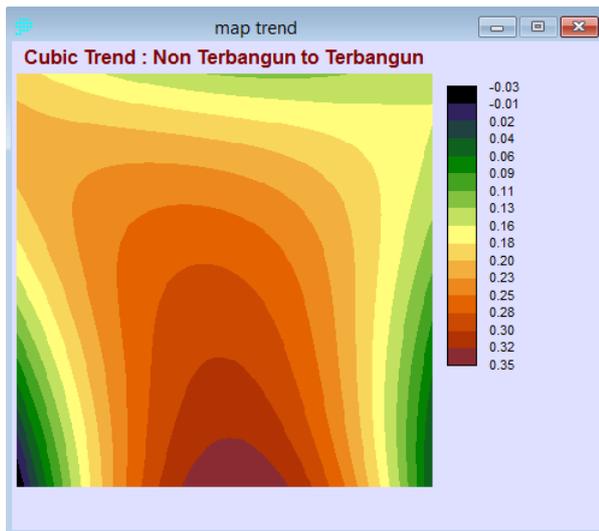
Faktor- faktor yang digunakan akan memberikan pengaruh yang berbeda pada perkembangan suatu wilayah. Besar pengaruh dari faktor tersebut dapat dilihat dari *Relevance Weight*, diperoleh bahwa faktor yang paling berpengaruh pada perkembangan lahan terbangun adalah jalan non utama, selanjutnya faktor fasilitas, kemiringan lereng, dan yang terakhir adalah jalan utama.



Gambar 11. Grafik Identifikasi Faktor pada perkembangan Kota Bogor dan Sekitarnya

Faktor jalan dapat menjadi faktor yang paling berpengaruh karena jalan menjadi kebutuhan penting manusia dalam melakukan pergerakan atau aktivitas. Jalan juga menghubungkan anantara daerah satu dengan yang lain. Apabila kondisi jalan baik dan mampu menjangkau banyak daerah maka aksesibilitas semakin baik sehingga perkembangan wilayah juga akan semakin cepat. Jalan non utama lebih berpengaruh dibandingkan jalan utama karena jalan non utama tersebar di Kota Bogor dan sekitarnya sedangkan jalan utama hanya menghubungkan antar kota atau Kabupaten saja sehingga tidak semua lokasi mampu menjangkau jalan utama, namun jalan non utama menjangkau segala lokasi dan berhubungan dengan jalan utama. Faktor yang kedua adalah fasilitas, hal tersebut dikarenakan Kota Bogor dan sekitarnya memiliki banyak fasilitas. Jumlah fasilitas yang banyak dan menyebar diakibatkan Kota Bogor merupakan pusat kegiatan dan lokasinya berdekatan dengan Kota Depok dan Kabupaten Bogor. Selain itu jumlah penduduk yang tinggi di daerah tersebut tentunya memerlukan fasilitas yang banyak, memadai, dan heterogen agar mampu memenuhi kebutuhan penduduknya. Faktor yang ketiga adalah kemiringan lereng. Kota Bogor dan sekitarnya cenderung memiliki relief yang datar—landai sehingga memudahkan mobilitas, aktivitas penduduk.. Namun, Kota Bogor sebenarnya dikelilingi oleh Gunung Pancar, Gunung Gede Pangrango, Gunung Salak dan Gunung Halimun, sehingga makin jauh dari Kota reliefnya akan bergelombang—curam. Meskipun demikian tidak menutup kemungkinan terjadi perkembangan wilayah kearah Gunung misalnya ke arah selatan karena semakin meningkatnya ekspansi dan daya tarik dari daerah itu sendiri, namun ketersediaan lahan tidak meningkat.

Perubahan penutup lahan dapat dimodelkan dengan cubic trend untuk mengetahui arah perkembangan Kota Bogor dan sekitarnya. Semakin tinggi nilai pada cubic trend dan warna semakin merah maka pemekaran yang terjadi semakin tinggi.



Gambar 12. Cubic Trend Kota Bogor dan Sekitarnya

Hasil *cubic trend* menunjukkan bahwa arah perkembangan lahan non terbangun ke terbangun cenderung dari arah barat laut menuju selatan. Arah tersebut mengikuti jalan utama dari barat laut ke selatan. Selain itu memang pada tahun 2002 bagian timur laut, dan utara sudah banyak lahan terbangun sehingga kemungkinan terjadi ekspansi adalah pada lahan non terbangun di bagian lainnya. Arah perkembangan tidak menuju timur karena pada bagian timur reliefnya lebih curam dibandingkan dengan bagian selatan yang lebih datar dan titik fasilitas juga lebih banyak di bagian selatan.

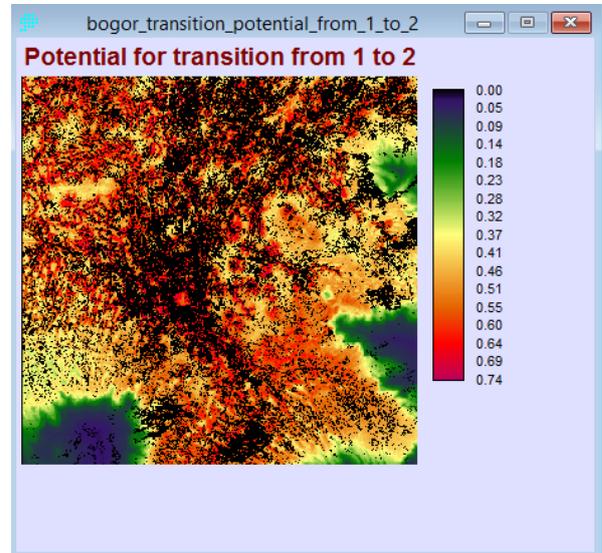
Prediksi lahan terbangun dapat dilakukan untuk mengetahui apakah *cubic trend* sudah sesuai. Waktu prediksi yang digunakan adalah tahun 2031 yaitu 15 tahun kemudian setelah tahun 2016. Hasil prediksi yang pertama adalah nilai probabilitas perubahan. Peluang perubahan lahan terbangun menjadi non terbangun di tahun 2031 adalah 0.3241.

Given :	Probability of changing to :	
	Non Terbang	Terbangun
Non Terbangun	0.6759	0.3241
Terbangun	0.3373	0.6627

Gambar 13. Nilai Probabilitas Perubahan di Kota Bogor dan Sekitarnya Tahun 2031

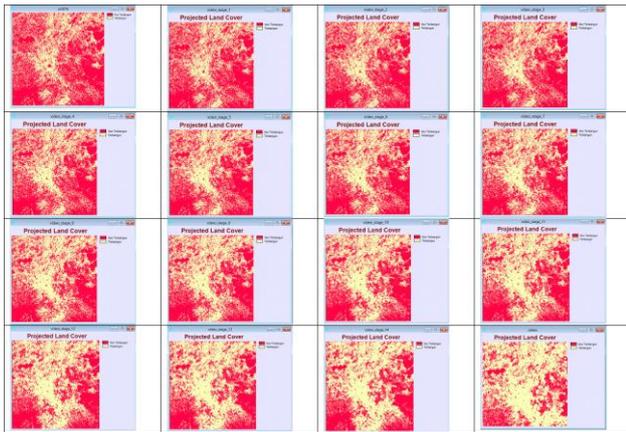
Lokasi yang berpotensi untuk mengalami perubahan dari lahan non terbangun menjadi terbangun dapat dilihat dari peta potensi perubahan. makin besar nilainya dan berwarna merah maka berpotensi untuk menjadi lahan terbangun. Warna hitam tidak berpotensi untuk menjadi lahan terbangun karena pada tahun 2016 dan 2002

merupakan lahan terbangun, sehingga asumsinya tetap menjadi lahan terbangun. Potensi perubahan juga mempertimbangkan faktor- faktor yang sebelumnya digunakan. Hasil potensi perubahan sesuai dengan *cubic trend* dimana lahan terbangun berkembang di bagian selatan.



Gambar 14. Potensi Peubahan menjadi lahan terbangun di Kota Bogor dan Sekitarnya Tahun 2031

Hasil prediksi yang kedua adalah peta penutup lahan tahun 2017 hingga tahun 2031. Ekspansi terus meningkat setiap tahunnya. Bahkan Kota Bogor di tahun 2031 hampir seluruhnya menjadi lahan terbangun. Tahun 2031 hanya sedikit lahan non terbangun yang tersisa di wilayah kajian yaitu dibagin timur dan barat daya karena merupakan gunung dengan relief curam dan tidak tersedianya jaringan jalan dan fasilitas untuk mendukung ekspansi di area tersebut. Perkembangan lahan terbangun yang jelas terlihat dibandingkan dengan tahun 2016 berada di bagian tenggara dan selatan. Bagian tenggara dan selatan sebenarnya juga mendekati gunung seperti halnya pada bagian timur, namun perkembangan justru tidak terjadi di bagian timur. Hal tersebut dikarenakan pada bagian timur tidak dilalui jalan utama, relief datarnya lebih sedikit, fasilitas lebih sedikit, sedikitnya pengaruh dari daerah sekitar. Berbeda dengan bagian selatan yang masih mendapat pengaruh dari perkembangan Sukabumi. Hasil prediksi dapat digunakan untuk perencanaan pembangunan suatu wilayah dan keperluan evaluasi RTRW tiap 5 tahunnya. Bagian barat daya pada area kajian merupakan gunung, namun dari tahun ke tahun di kawasan gunung ini juga terjadi ekspansi. Informasi ini penting bagi pihak yang memiliki kebijakan untuk mempertahankan fungsi kawasan gunung sebagai kawasan lindung karena ketika pemerintah tidak tegas dan nantinya terjadi ekspansi maka ditakutkan akan timbul risiko karena kawasan lindung tersebut juga merupakan kawasan rawan bencana. Pentingnya mempertahankan kawasan lindung juga untuk mengimbangi ekspansi yang terjadi terus menerus sehingga tidak memperburuk kualitas lingkungan.



Gambar 15. Perubahan penutup lahan di Kota Bogor dan Sekitarnya Tahun 2016—2031

#### IV. KESIMPULAN

Perkembangan lahan terbangun di Kota Bogor dan Sekitarnya dari tahun 2002 hingga 2016 mengalami peningkatan lahan terbangun yang dipengaruhi oleh faktor dominan jalan non utama. Hasil prediksi perkembangan lahan terbangun pada tahun 2031 menunjukkan bahwa peluang ekspansi sebesar 0.3241 dengan arah pemekaran dari barat laut menuju selatan dan tenggara. Perkembangan tersebut terlihat dari peta penutup lahan tahun 2031 dimana terjadi perkembangan yang pesat pada lahan terbangun bagian tenggara dan selatan di bandingkan dengan kondisi pada tahun 2016.

#### V. REFERENSI

- [1] D. Nurwati, "Analisis Citra Penginderaan Jauh Multitemporal untuk Mengetahui Trend Lahan Terbangun di Daerah Surakarta dan Sekitarnya," Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Skripsi 2010.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2010) Klasifikasi penutup lahan. [Online]. [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- [3] T.M. Lillesand and R.W. Kiefer, *Remote Sensing and Image Interpretation*, 2nd ed. Toronto, USA: John Wiley and Sons, Inc., 1987.
- [4] H. S. Yunus, *Struktur Ruang Kota*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2000.
- [5] C.P. Lo, *Penginderaan Jauh Terapan*. Jakarta: UI Press, 1996.
- [6] Suharyadi, "Interpetasi Hibrida Citra Satelit Resolusi Spasial Menengah Untuk Kajian Densifikasi Bangunan Daerah Perkotaan Di Daerah Perkotaan Yogyakarta," Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Ringkasan Disertasi 2010.
- [7] T.E. Avery, *Fundamental of Remote Sensing and Air-Photo Interpretation*, 5th ed. New Jersey, USA: Prentice-Hall, Upper Sadle River., 1992.
- [8] P. Siagian, *Penelitian Operasional Teori dan Praktek*. Jakarta: UIP, 2003.