

PENGINDERAAN JAUH DAN SIG UNTUK PEMANTAUAN EKSPANSI LAHAN TERBANGUN KOTA BEKASI TAHUN 2008-2015

Atriyusri Hanafah
atriyusri.h@gmail.com

Barandi Sapta Widartono
barandi@geo.ugm.ac.id

Abstract

The method were used in this research are visual interpretation and spatial statistic. The purposes of this research are examining the capability of aerial photography and Quickbird imagery for analyzing the land expansion at Bekasi City in 2008-2015, analyzing the characteristic, and the driver factor of land expansion. The result from this research shows that aerial photography and Quickbird imagery can result the information of land use with excellent accuracy in 95.55% and 95.24%. The highest expansion happen at residential complex area, commercial area, education area, and roads with large around 509.9 Ha, 143.01 Ha, 29.78Ha and 230.20 Ha. The characteristic of land expansion show with invisible cluster pattern except the class of random institutional. The direction of each classes expansion did not show a specific trend because it was happened at all area equally with speed rate for residential city an 1.61%, commercial area an 3.21%, institutional an 1.87%, and transportation area an 2.34% in each summary of are in every class of built up area. Based on the driver factors that have been used, there was no factors that give influence significantly.

Keywords: Expansion, Aerial Photography, Quickbird, Spatial Statistic

Abstrak

Metode penelitian ini berupa interpretasi visual dan statistik spasial. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kemampuan foto udara dan citra Quickbird dalam menganalisis ekspansi lahan terbangun di Kota Bekasi tahun 2008-2015, menganalisis karakteristiknya, dan menganalisis faktor yang diduga mempengaruhi ekspansi lahan terbangun. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa foto udara dan Quickbird menghasilkan informasi penggunaan lahan dengan ketelitian 95,55% dan 95,24%. Ekspansi paling tinggi terjadi pada lahan kompleks permukiman, perdagangan jasa, pendidikan, serta jalan, masing-masing seluas 509,9Ha; 143,01Ha; 29,78Ha; dan 230,20Ha. Karakteristik ekspansi menunjukkan pola mengelompok yang tidak terlihat secara jelas kecuali lahan kelembagaan yang random. Arah setiap kelas ekspansi lahan terbangun tidak menunjukkan kecenderungan ke arah tertentu karena terjadi merata di semua wilayahnya dengan kecepatan ekspansi lahan permukiman kota sebesar 1,61%, lahan perdagangan jasa dan industri 3,21%, lahan kelembagaan 1,87%, serta lahan transportasi 2,34%. Berdasarkan faktor penduga yang digunakan, tidak ada faktor yang memberikan pengaruh secara signifikan.

Kata Kunci: Ekspansi, Foto Udara, Citra Quicbird, Statistik Spasial

PENDAHULUAN

Teknologi penginderaan jauh dianggap cukup efektif dan efisien untuk menganalisis berbagai permasalahan di kawasan perkotaan, karena penginderaan jauh memiliki kelebihan dapat menghemat waktu, dan biaya serta datanya mempunyai tingkat ketelitian yang memadai (Sutanto, 1986). Penginderaan jauh juga dapat menghasilkan data secara luas dalam waktu singkat sehingga kajian kewilayahan yang membutuhkan data temporal akan terbantu dengan teknologi tersebut.

Salah satu bentuk pertumbuhan kawasan perkotaan adalah fenomena ekspansi lahan terbangun. Proses ekspansi tersebut berupa pertambahan luas lahan terbangun yang terjadi pada lahan nonterbangun (Suharyadi, 2011). Analisis ekspansi di kawasan perkotaan masih belum banyak dilakukan padahal perkembangan kawasan perkotaan di Indonesia terjadi semakin cepat. Informasi terbaru mengenai perkembangan wilayah dan karakteristiknya adalah hal yang penting sebagai pertimbangan pemerintah dalam menentukan serta mengevaluasi kebijakan pembangunan selanjutnya dan sebagai bahan perhatian bagi masyarakat.

Tingkat perkembangan lahan terbangun di Kota Bekasi semakin tinggi. Selain karena Kota Bekasi merupakan salah satu kota penyangga DKI Jakarta, Kota Bekasi juga terletak pada konsentrasi pusat pertumbuhan nasional. Jumlah penduduk yang tinggi, mencapai 2.382.689 jiwa (BPS, 2014) dan masih ditambah jumlah pendatang yang cukup banyak menyebabkan kebutuhan lahan terbangun semakin meningkat baik untuk tempat tinggal maupun penyedia kebutuhan akan barang dan jasa.

Jumlah migran risen Kota Bekasi mencapai 269.629 jiwa (sensus penduduk 2010) dan termasuk paling tinggi dibandingkan kota lainnya di Jawa Barat, dimana kebanyakan dari para migran tersebut bekerja di DKI Jakarta. Luas lahan nonterbangun yang masih cukup luas di Kota Bekasi dan kedekatan wilayahnya dengan DKI Jakarta menjadikan Kota Bekasi sebagai wilayah strategis untuk melakukan pembangunan baru khususnya kawasan permukiman dan komersial oleh para investor.

Kawasan perkotaan seperti Kota Bekasi memiliki penggunaan lahan yang kompleks sehingga analisis kewilayahannya memerlukan data penginderaan jauh yang dapat membedakan kenampakan objek dengan baik dan tepat dari waktu ke waktu. Foto udara dan Citra Quickbird merupakan data penginderaan jauh yang banyak digunakan untuk kajian kewilayahan kawasan perkotaan, karena dapat menyajikan informasi kenampakan permukaan bumi dengan detail, dimana

perekaman pada foto udara dilakukan pada cuaca yang baik serta Citra Quickbird memiliki resolusi temporal yang tinggi (1-2,5 hari).

Sistem Informasi Geografis atau SIG merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengolah data spasial atau melakukan pemetaan. SIG merupakan sebuah sistem untuk pengelolaan, penyimpanan, pemrosesan atau manipulasi, analisis, dan penayangan data yang secara spasial terkait dengan permukaan bumi (Suharyadi, 2004).

Analisis karakteristik dan faktor pengaruh terjadinya ekspansi juga perlu dikaji secara spasial dalam kajian geografi karena pentingnya posisi lokasi dari suatu aktivitas memungkinkan hubungannya dengan aktivitas lain dalam wilayah yang sama atau wilayah lain. Suatu observasi yang menggunakan informasi ruang atau spasial, analisis data tidak akan akurat jika hanya menggunakan analisis regresi sederhana (Anselin, 1988 dalam Rati, 2013), sehingga perlu dicoba menggunakan analisis regresi spasial statistik seperti OLS (*Ordinary Least Squares*) dan GWR (*Geographically Weighted Regression*)

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengkaji kemampuan foto udara dan citra Quickbird dalam menganalisis ekspansi lahan terbangun di Kota Bekasi tahun 2008-2015.
2. Menganalisis karakteristik ekspansi lahan terbangun di Kota Bekasi tersebut.
3. Menganalisis faktor yang diduga mempengaruhi terjadinya ekspansi lahan terbangun di Kota Bekasi tersebut.

METODE PENELITIAN

a. Data dan Cara Perolehannya

Data utama dalam penelitian ini berupa penggunaan lahan tahun 2008 dan 2015 yang diperoleh dari hasil interpretasi foto udara dan citra Quickbird. Data lainnya berupa data sekunder seperti jumlah penduduk dan jumlah kejadian bencana yang diperoleh dari data podes tahun 2008 dan 2014. Kedua data penggunaan lahan dioverlay untuk mendapatkan informasi lahan nonterbangun yang berubah menjadi lahan terbangun pada setiap kelasnya. Data tersebut merupakan data ekspansi lahan terbangun.

Data ekspansi lahan terbangun digunakan untuk analisis ekspansi dan karakteristik ekspansi pada setiap kelas lahan terbangun. Analisis untuk faktor yang mempengaruhi menggunakan data ekspansi lahan terbangun sebagai variabel dependen serta data sekunder dan data perubahan luas permukiman, jalan, kelembagaan, serta perdagangan jasa dan industri sebagai variabel independen.

b. Interpretasi data penginderaan jauh

Ekstraksi citra Quickbird dan foto udara dilakukan melalui interpretasi visual dengan menggunakan kunci interpretasi untuk menghasilkan data kelas penggunaan lahan daerah kajian berdasarkan klasifikasi penggunaan lahan milik Suharyadi (2001) dengan perubahan yang dilakukan hingga tingkat III seperti pada Tabel 1. Sebelum proses tersebut berlangsung, citra Quickbird dikoreksi geometrik terlebih dahulu dengan menggunakan metode *image to map rectification* dan *image to image regristration*.

Tabel 1 Klasifikasi Penggunaan Lahan Suharyadi (2001)

Tingkat I	Tingkat II	Tingkat III	
1 Kawasan Permukiman dan Fungsi Kekotaan Lainnya	11 Permukiman Kota	111 Kompleks Perumahan	
		112 Kampung	
	12 Perdagangan, Jasa, dan industri	113 Kawasan Rumah Tinggal Lainnya	
		114 ... dan seterusnya	
		121 Kawasan Perdagangan Jasa	
	13 Kelembagaan	122 Kawasan Industri	
		131 Pendidikan	
		132 Perkantoran	
	14 Transportasi dan Utilitas	133 Peribadatan dan seterusnya	141 Jalan
			142 Rel Kereta Api
		143 Areal Parkir	
		144 Terminal	
		145 Stasiun	
	2 Lahan Pertanian	146 dan seterusnya	
1.5 Ruang Terbuka Hijau (RTH)			
3 Aktivitas berbasis perairan	2.1 Sawah		
	2.2 Kebun Campuran		
4 Lahan Kosong	3.1 Kolam Ikan Empang		
	3.2 Waduk		
	3.3 Sungai		
	3.4 Tubuh air lainnya		
	4.1 Rumput Lahan kosong		
	4.2 Kuburan		
	4.3 TPA/TPS		

Sumber : Suharyadi, 2001

Image to map rectification dilakukan dengan mengacu pada peta RBI (Rupa Bumi Indonesia) sedangkan *image to image regristration* mengacu pada citra Foto Udara karena memiliki resolusi spasial yang lebih tinggi. Foto udara yang digunakan merupakan foto orto, informasi geometriknnya telak sesuai dengan peta konvensional sehingga posisi objek pada foto udara tersebut sudah benar.

c. Kegiatan Lapangan

Hasil interpretasi penggunaan lahan selanjutnya diuji kebenarannya melalui kegiatan lapangan. Sebelumnya, dilakukan penentuan sampel. Metode penentuan sampel berupa Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah *proporsional sampling* yaitu sampel ditentukan secara proporsional berdasarkan luasan setiap anggota populasinya. Semakin luas suatu kelas penggunaan lahan maka sampel yang diambil semakin banyak. Penentuan jumlah sampelnya didasarkan pada teori Bolstad (2012) yang

menyatakan bahwa untuk penelitian yang besar sampel yang diambil setidaknya lebih dari 30.

d. Uji Ketelitian

Uji akurasi dalam penelitian ini menggunakan metode *Confusion Matrix*. Besar akurasi dinyatakan dalam presentase, semakin tinggi nilainya (mendekati 100%) dapat dikatakan bahwa akurasi semakin baik. Selain itu juga dilakukan perhitungan indeks kappa untuk mengetahui tingkat keakuratan data. Interpretasi dari nilai kappa didasarkan pada klasifikasi nilai kappa menurut Landis dan Koch (1997) dalam Wijaya (2013).

e. Analisis Ekspansi

Hasil informasi kelas penggunaan lahan Kota Bekasi tahun 2008 dan 2015 tingkat III (Tabel 1) yang sudah sesuai *dioverlay* untuk mengetahui besar ekspansi lahan terbangun yang terjadi melalui informasi perubahan penggunaan lahan yang telah terjadi dari kelas lahan non terbangun menjadi lahan terbangun.

f. Karakteristik Ekspansi

Karakter ekspansi dilakuakn dengan menggunakan data dan peta ekspansi setiap kelas lahan terbangun. Analisis tersebut berupa analisis pola menggunakan metode *Spatial Autocorrelation Moran's I* dan *High/Low clustering* dengan H0 adalah tidak terdapat pengelompokan spasial pada suatu wilayah, analisis arah menggunakan pendekatan bidang elip standar deviasi (*Directional Distribution-Standard Deviatonal Ellipse*), serta analisis kecepatan ekspansi dengan menghitung nilai rata-rata dan persentase ekspansi pertahunnya. Perhitungan persentase menggunakan rumus yang terapkan oleh Ma dan Ruisong (2009):

$$LUDI = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

Dimana LUDI adalah nilai persentase rata-rata ekspansi lahan terbangun per tahunnya, $U_b - U_a$ merupakan luas kelas lahan terbangun pada tahun a dan tahun b yang mengalami ekspansi, dan T adalah rentan waktu antara tahun a ke tahun b (dalam tahun).

g. Analisis Fakator yang Mempengaruhi

Analisis faktor yang diduga mempengaruhi ekspansi dilakukan dengan menggunakan analisis statistik spasial yaitu regresi spasial dengan *Ordinary Least Squares (OLS)* dan *Geographically Weighted Regression (GWR)* karena suatu observasi yang menggunakan informasi ruang, analisis data tidak akan akurat jika hanya menggunakan analisis regresi sederhana (Anselin, 1988 dalam Rati, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Interpretasi visual dilakukan dengan menggunakan kunci interpretasi pada citra Quickbird

dan foto udara untuk mendapatkan informasi penggunaan lahan Kota Bekasi tahun 2008 dan tahun 2015 yang kemudian diuji kebenarannya di lapangan pada 294 dan 292 titik sampel yang dipilih sebelumnya. Hasil uji ketelitian interpretasi untuk tahun 2008 sebesar 95,24% sedangkan untuk tahun 2015 sebesar 95,55%. Nilai tersebut sudah mendekati 100% sehingga dapat dikatakan bahwa peta yang dihasilkan dapat diterima dan menyajikan informasi penggunaan lahan secara benar sesuai kondisi di lapangan serta dapat digunakan untuk analisis karena diperoleh nilai keakuratan data

(indeks kappa) yang tinggi pula yaitu 1,06 untuk tahun 2008 dan 1,04 untuk tahun 2015, dimana nilai-nilai tersebut masuk kedalam kelas sangat dipercaya menurut klasifikasi kelas indeks kappa Landis dan Koch (1997).

Perhitungan ketelitian dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 sedangkan peta penggunaan lahan tahun 2008 dan tahun 2015 dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Luas setiap penggunaan lahan yang diperoleh dari hasil interpretasi dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 2 Confussion Matrix Uji Ketelitian Interpretasi Penggunaan Lahan tahun 2008

No	Interpretasi Citra	Lapangan																			Total	User Accuracy	Error Comission		
		Kp	Kmp	Pi	Pj	In	Sk	Ktr	Mj	Gj	Sw	RTH	Kc	R/Lk	Wd	Kl	Em	P	St	Tml				Kb	TPA
1	Kp	36	1						1														38	94,74	5,26
2	Kmp		42		1																		43	97,67	2,33
3	Pi			3																			3	100	0,00
4	Pj			1	33	1																	35	94,29	5,71
5	In				1	12																	13	92,31	7,69
6	Sk						20	1															21	95,24	4,76
7	Ktr						1	10															11	90,91	9,09
8	Mj								5														5	100	0
9	Gj									4													4	100,00	0
10	Sw										25			2									27	92,59	7,41
11	RTH											12		1									13	92,31	7,69
12	Kc												26										26	100	0
13	R/Lk										1			25									26	96	4
14	Wd														1								1	100	0
15	Kl															3	1						4	75	25
16	Em																8						8	100	0
17	P														1			5					6	83,33	16,67
18	St																		3				3	100	0
19	Tml																			1			1	100	0
20	Kb																				5		5	100	0
21	TPA																					1	1	100	0
	Total	36	43	4	35	13	21	11	6	4	26	12	26	29	1	3	9	5	3	1	5	1	294		
	Producer Accuracy	100	97,67	75	94,29	92,31	95,24	90,91	83,33	100	96	100	100	86,21	100	100	89	100	100	100	100	100	Overall Accuracy		95,24
	Error Omission	0	2,33	25	5,71	7,69	4,76	9,09	16,67	0	4	0	0,00	13,79	0	0	11	0	0	0	0	0	Indeks Kappa		1,06

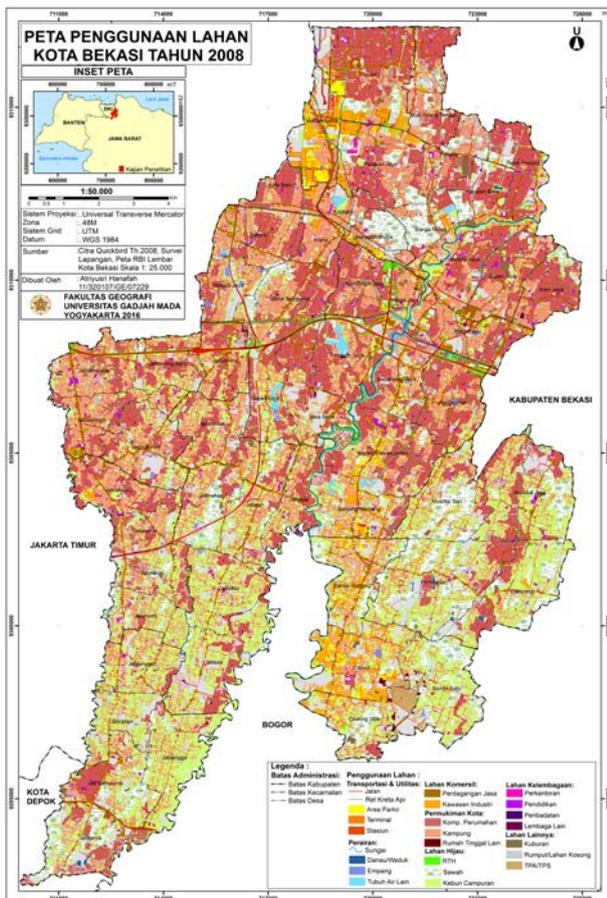
Sumber : Pengolahan data, 2016

Tabel 3 Confussion Matrix Uji Ketelitian Interpretasi Penggunaan Lahan tahun 2008

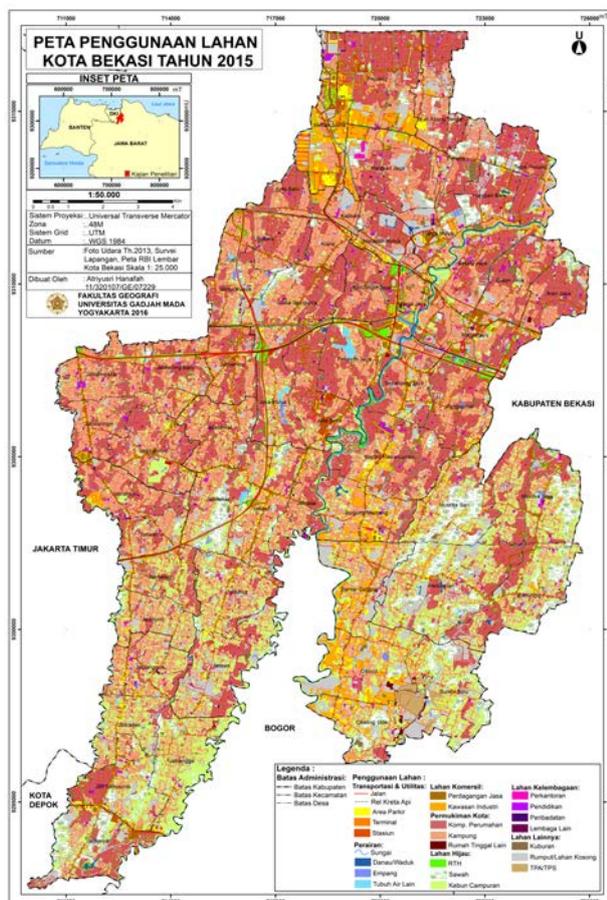
NO	Interpretaasi Citra	Lapangan																			Total	User Accuracy	Error Comission		
		Kp	Kmp	Pi	Pj	In	Sk	Ktr	Mj	Gj	Sw	RTH	Kc	R/Lk	Wd	Kl	Em	P	St	Tml				Kb	TPA
1	Kp	38	1						1														40	95,00	5,00
2	Kmp		41		1																		42	97,62	2,38
3	Pi			4																			4	100	0,00
4	Pj			1	33					1													35	94,29	5,71
5	In				1	11																	12	91,67	8,33
6	Sk						20	1															21	95,24	4,76
7	Ktr						1	10															11	90,91	9,09
8	Mj								6														6	100	0
9	Gj									4													4	100,00	0
10	Sw										12			2									14	85,71	14,29
11	RTH											14	1										15	93,33	6,67
12	Kc												26										26	100	0
13	R/Lk										1			25									26	96	4
14	Wd														3								3	100	0
15	Kl															4							4	100	0
16	Em																7						7	100	0
17	P													1				10					11	90,91	9,09
18	St																		3				3	100	0
19	Tml																				1		1	100	0
20	Kb																					5	5	100	0
21	TPA																					2	2	100	0
	Total	38	42	5	35	11	21	11	7	5	13	14	27	28	3	4	7	10	3	1	5	2	292		
	Producer Accuracy	100	97,62	80	94,29	100	95,24	90,91	85,71	80	92	100	96,30	89,29	100	100	100	100	100	100	100	100	Overall Accuracy		95,55
	Error Omission	0	2,38	20	5,71	0	4,76	9,09	14,29	20	8	0	3,70	10,71	0	0	0	0	0	0	0	0	Indeks Kappa		1,04

Sumber : Pengolahan data, 2016

Keterangan :			
Kp = Kompleks Perumahan	Ktr = Kantor	R/Lk = Rumput/Lahan Kosong	Tml = Terminal
Kmp = Kmapung	Mj = Masjid	Wd = Waduk	Kb = Kuburan
Pi = Tempat Tinggal Lain	Gj = Gereja	Kl = Tubuh Air Lain	TPA = Tempat Pembuangan Akhir
Pj = Perdagangan dan Jasa	Sw = Sawah	Em = Empang	
In = Industri	RTH = Ruang Terbuka Hijau	P = Area Parkir	
Sk = Sekolah	Kc = Kebun Campuran	St = Stasiun	



Gambar 1 Peta Penggunaan Lahan Kota Bekasi Tahun 2008



Gambar 2 Peta Penggunaan Lahan Kota Bekasi Tahun 2015

Luas lahan nonterbangun di Kota Bekasi pada tahun 2008 adalah 9269,04 Ha sedangkan di tahun 2015 mengalami penyusutan sebesar 7,74% atau 1642,54 Ha menjadi 7626,49 Ha. Luas lahan terbangun tersebut telah berubah menjadi lahan terbangun. Dibuktikan dengan telah terjadinya peningkatan luas lahan terbangun di Kota Bekasi, dimana pada tahun 2008 lahan terbangun yang ada seluas 11945,96 Ha kemudian di tahun 2015 menjadi 13588,51 Ha. Semua kelas lahan nonterbangun mengalami penyusutan luasan.

Tabel 4 Luas Penggunaan Lahan Nonterbangun

Penggunaan Lahan		Luas (Ha)		Persentase (%)	
		2008	2015	2008	2015
Bukan Lahan Terbangun	Ruang Terbuka Hijau	321,44	410,02	1,52	1,93
	Sawah	1734,99	1065,00	8,18	5,02
	Kebun Campuran	4227,25	3639,71	19,93	17,16
	Kolam Ikan/Empang	93,73	109,11	0,44	0,51
	Waduk	14,11	25,66	0,07	0,12
	Sungai	219,80	221,06	1,04	1,04
	Tubuh air lainnya	71,48	52,24	0,34	0,25
	Rumpuk/Lahan kosong	2420,86	1911,70	11,41	9,01
	Kuburan	113,79	118,86	0,54	0,56
TPA/TPS	51,59	73,14	0,24	0,34	
Total		9269,04	7626,49	43,69	35,95

Sumber : Pengolahan data, 2016

Tabel 5 Luas Penggunaan Lahan Terbangun

Penggunaan Lahan		Luas (Ha)		Persentase (%)		
		2008	2015	2008	2015	
Kawasan Permukiman dan Fungsi Kekotaan Lainnya	Kompleks Perumahan	3351,42	3877,01	15,80	18,27	
	Kampung	4413,09	4753,88	20,80	22,41	
	Tempat Tinggal Lain	20,87	27,79	0,10	0,13	
	Perdagangan Jasa	910,91	1116,99	4,29	5,27	
	Kawasan Industri	604,04	742,78	2,85	3,50	
	Tempat Peribadatan	79,67	88,04	0,38	0,41	
	Kantor Pemerintah	68,11	72,40	0,32	0,34	
	Pendidikan	195,35	225,96	0,92	1,07	
	Jalan	2012,97	2243,54	9,49	10,58	
	Area Parkir	285,52	436,16	1,35	2,06	
	Terminal	1,42	1,42	0,01	0,01	
	Stasiun	2,60	2,54	0,01	0,01	
	Total		11945,96	13588,51	56,31	64,05

Sumber : Pengolahan data, 2016

Peta penggunaan lahan tahun 2008 dan 2015 selanjutnya dioverlay untuk mendapatkan informasi perubahan penggunaan lahan yang terjadi di Kota Bekasi dari tahun 2008 hingga tahun 2015. Ekspansi lahan terbangun dalam penelitian ini diartikan sebagai berubahnya penggunaan lahan nonterbangun menjadi lahan terbangun sehingga untuk informasi perubahan penggunaan lahan selain itu tidak digunakan dalam analisis ekspansi. Dihasilkan empat peta ekspansi yaitu peta ekspansi kelas lahan permukiman kota, kelas lahan perdagangan jasa dan industri, kelas kelembagaan, serta kelas lahan transportasi dan utilitas.

Ekspansi lahan terbangun yang terjadi di Kota Bekasi salah satunya disebabkan akibat desakan dari wilayah sekitarnya terutama DKI Jakarta. Kota Bekasi yang letaknya berada di pinggiran Kota Jakarta telah menjadi kota peyangga DKI Jakarta sehingga Kota Bekasi menerima limpahan berbagai kegiatan baik itu dibidang ekonomi seperti perdagangan jasa dan industri, maupun penyedia kawasan hunian atau permukiman

dikarenakan wilayah DKI Jakarta yang sudah tidak sanggup lagi menampung perkembangan kegiatan-kegiatan tersebut. Hal tersebut didukung pula karena luas lahan nonterbangun di Kota Bekasi masih cukup luas. Kondisi topografi Kota Bekasi yang termasuk datar juga menjadikan kegiatan pembangunan menjadi lebih mudah dilakukan.

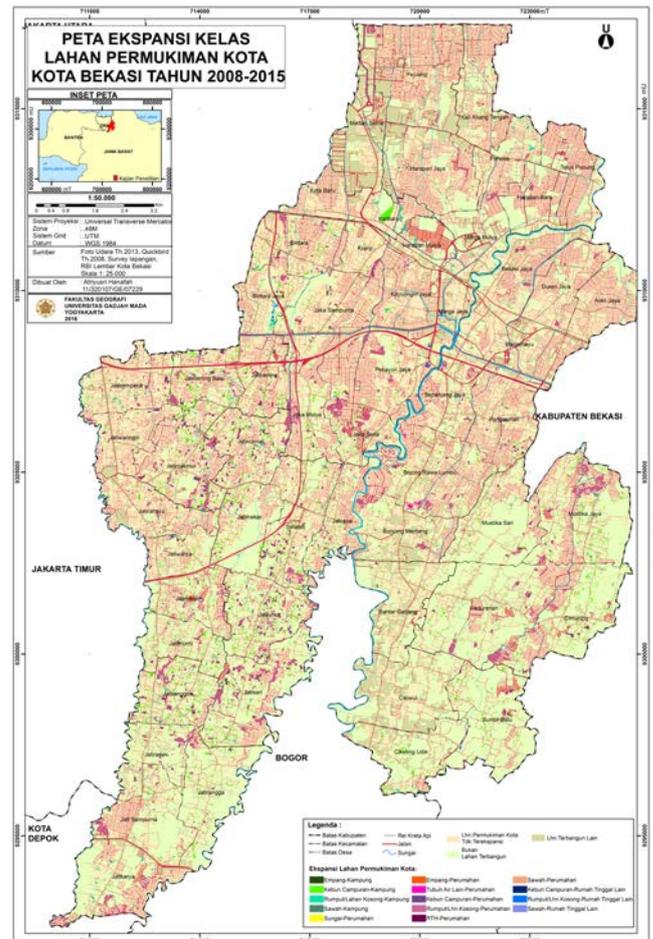
Kegiatan ekspansi di Kota Bekasi terjadi pada semua kelas lahan terbangun walaupun tidak begitu luas. Hasil overlay menunjukkan ekspansi pada kelas lahan permukiman kota yang terjadi dari tahun 2008-2015 seluas 879,72 Ha dengan ekspansi paling luas terjadi pada lahan kompleks permukiman seluas 509,9 Ha; kelas lahan perdagangan jasa dan industri seluas 197,69 Ha dengan ekspansi paling besar terjadi pada lahan perdagangan jasa seluas 197,69 Ha; kelas lahan kelembagaan seluas 29,78 Ha dengan ekspansi paling besar terjadi pada lahan pendidikan seluas 29,78 Ha; serta kelas lahan transportasi dan utilitas seluas 372,28 Ha dengan ekspansi paling besar pada lahan jalan seluas 230,20 Ha.

Permintaan akan lahan terbangun seperti hunian mengakibatkan tekanan kebutuhan lahan semakin tinggi sehingga segala jenis lahan nonterbangun dapat berubah fungsi menjadi lahan terbangun, seperti penggunaan lahan sawah yang cukup banyak memberikan kontribusi dalam ekspansi lahan terbangun hingga penggunaan lahan tubuh air yang juga mengalami perubahan fungsi. Kontribusi paling besar terdapat pada penggunaan lahan rumput/lahan kosong dan kebun campuran yang paling banyak berubah menjadi lahan permukiman. Perubahan rumput/lahan kosong dan sawah menjadi lahan permukiman sebagian besar berubah menjadi kompleks perumahan yang biasanya dilakukan oleh para investor sedangkan pada kebun campuran lebih bersifat individual. Lebih jelas mengenai ekspansi setiap kelas dapat dilihat pada Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9 sedangkan peta ekspansi pada Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.

Tabel 6 Luas Ekspansi Lahan Permukiman Kota

No	Ekspansi Permukiman Kota	Luas (Ha)	Total (Ha)
1	Empang-Kampung	0,36	
2	Empang-Perumahan	2,32	2,68
3	Kebun Campuran-Kampung	293,74	
4	Kebun Campuran-Perumahan	125,21	
5	Kebun Campuran-Rumah Tinggal Lain	1,90	420,85
7	Ruang Terbuka Hijau-Perumahan	0,81	0,81
8	Rumput/Lahan Kosong-Kampung	63,06	
9	Rumput/Lahan Kosong-Perumahan	293,56	
10	Rumput/Lahan Kosong-Rumah Tinggal Lain	6,59	363,21
11	Sawah-Kampung	3,33	
12	Sawah-Perumahan	86,03	
13	Sawah-Rumah Tinggal Lain	0,82	90,18
14	Sungai-Perumahan	0,45	0,45
15	Tubuh Air Lain-Kampung	0,03	
17	Tubuh Air Lain-Perumahan	1,52	1,54

Sumber : Pengolahan data, 2016



Tabel 7 Luas Ekspansi Lahan Perdagangan Jasa dan Industri

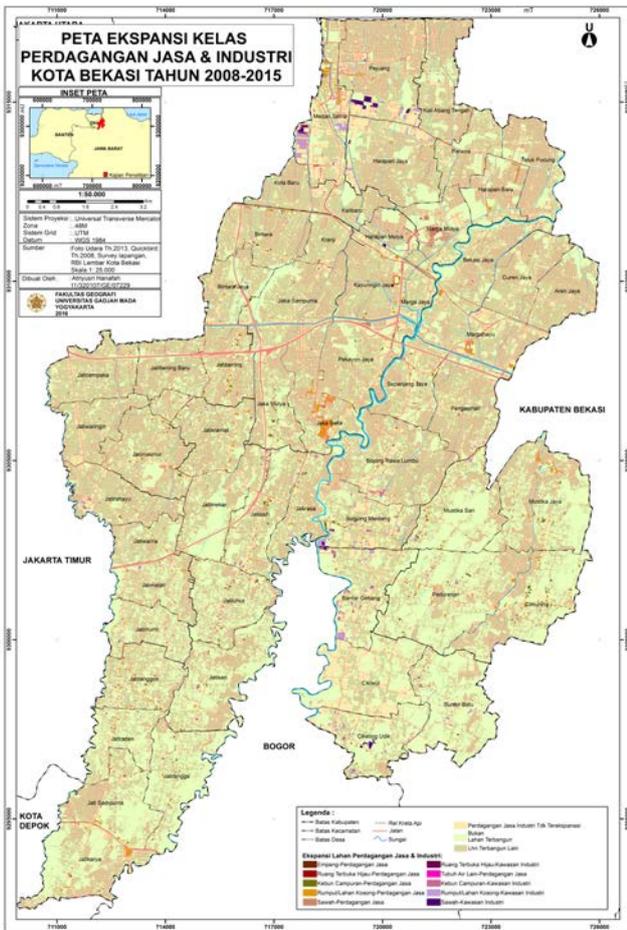
No.	Ekspansi Perdagangan Jasa dan Industri	Luas (Ha)	Total (Ha)
1	Empang-Perdagangan Jasa	1,54	1,54
2	Kebun Campuran-Kawasan Industri	51,71	118,26
3	Kebun Campuran-Perdagangan Jasa	66,55	
4	Ruang Terbuka Hijau-Kawasan Industri	1,59	3,27
5	Ruang Terbuka Hijau-Perdagangan Jasa	1,68	
6	Rumput/Lahan Kosong-Kawasan Industri	69,50	171,25
7	Rumput/Lahan Kosong-Perdagangan Jasa	101,75	
8	Sawah-Kawasan Industri	20,20	45,07
9	Sawah-Perdagangan Jasa	24,87	
10	Tubuh Air Lain-Perdagangan Jasa	1,30	1,30

Sumber: Pengolahan data, 2016

Tabel 8 Luas Ekspansi Lahan Kelembagaan

No.	Ekspansi Lahan Kelembagaan	Luas (Ha)	Total (Ha)
1	Kebun Campuran-Lembaga Lain	1,84	15,21
2	Kebun Campuran-Pendidikan	9,46	
3	Kebun Campuran-Peribadatan	2,72	
4	Kebun Campuran-Perkantoran	1,20	
5	Kuburan-Peribadatan	0,02	0,02
6	Ruang Terbuka Hijau-Pendidikan	0,14	0,30
7	Ruang Terbuka Hijau-Peribadatan	0,05	
8	Ruang Terbuka Hijau-Perkantoran	0,11	
9	Rumput/Lahan Kosong-Lembaga Lain	0,16	24,09
10	Rumput/Lahan Kosong-Pendidikan	17,77	
11	Rumput/Lahan Kosong-Peribadatan	4,01	
12	Rumput/Lahan Kosong-Perkantoran	2,15	
13	Sawah-Pendidikan	2,42	5,17
14	Sawah-Peribadatan	1,54	
15	Sawah-Perkantoran	1,21	

Sumber : Pengolahan data, 2016

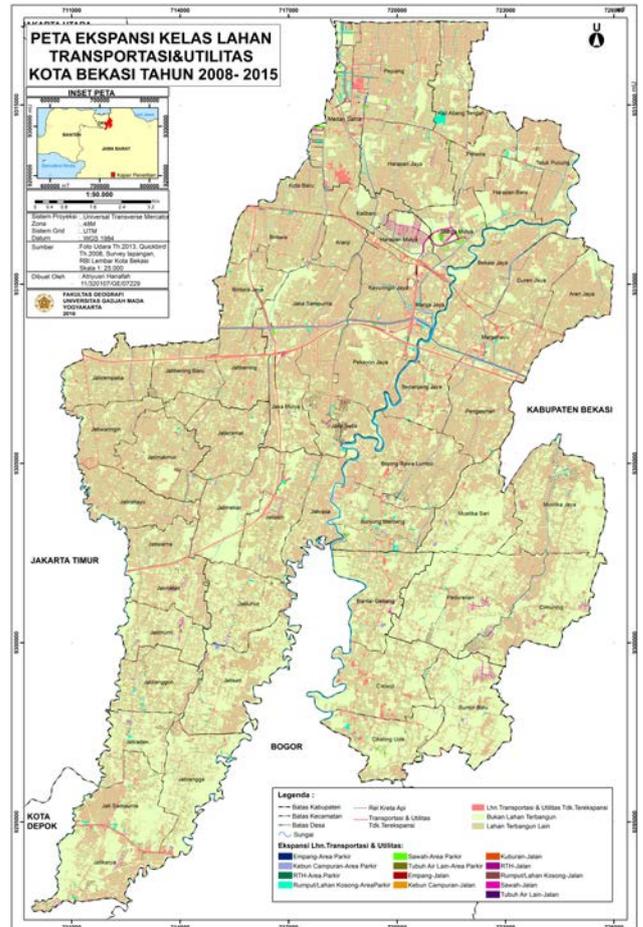


Gambar 4 Peta Ekspansi Lahan Perdagangan Jasa dan Industri

Tabel 9 Luas Ekspansi Lahan Transportasi Utilitas

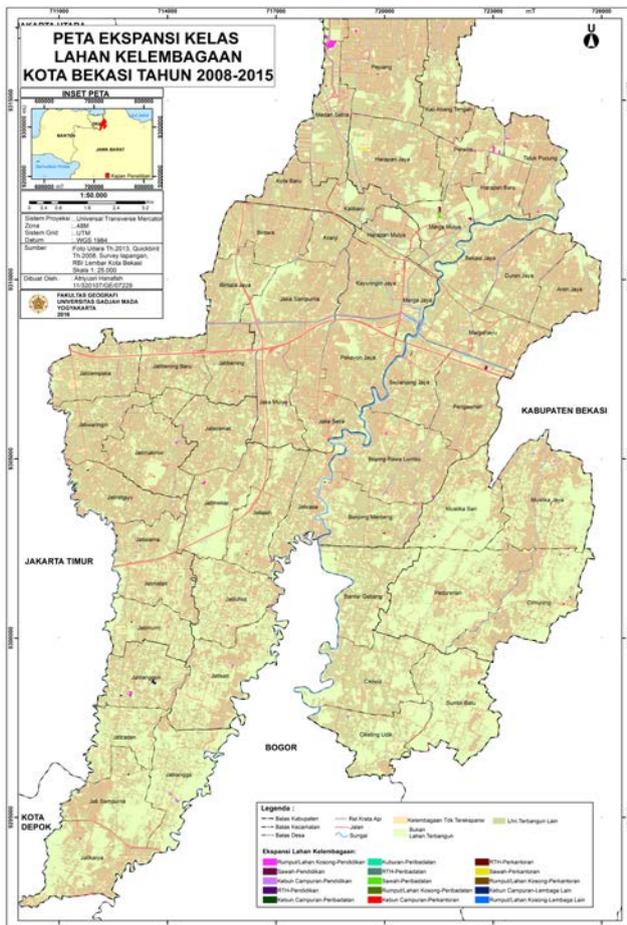
No	Ekspansi Lahan Transportasi dan Utilitas	Luas (Ha)	Total (Ha)
1	Empang-Area Parkir	0,78	2,18
2	Empang-Jalan	1,40	
3	Kebun Campuran-Area Parkir	46,50	97,93
4	Kebun Campuran-Jalan	51,43	
5	Kuburan-Jalan	0,07	0,07
6	Ruang Terbuka Hijau-Area Parkir	2,09	5,68
7	Ruang Terbuka Hijau-Jalan	3,59	
8	Rumput/Lahan Kosong-Area Parkir	83,82	193,96
9	Rumput/Lahan Kosong-Jalan	110,14	
10	Sawah-Area Parkir	18,49	75,61
11	Sawah-Jalan	57,11	
12	Tubuh Air Lain-Area Parkir	0,40	1,85
13	Tubuh Air Lain-Jalan	1,46	

Sumber : Pengolahan data ,2016

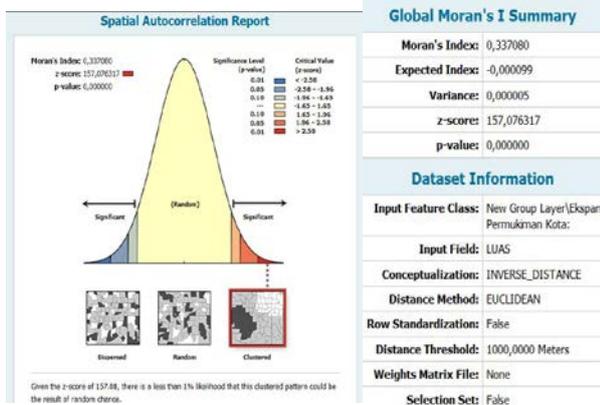


Gambar 6 Peta Ekspansi Lahan Transportasi dan Utilitas

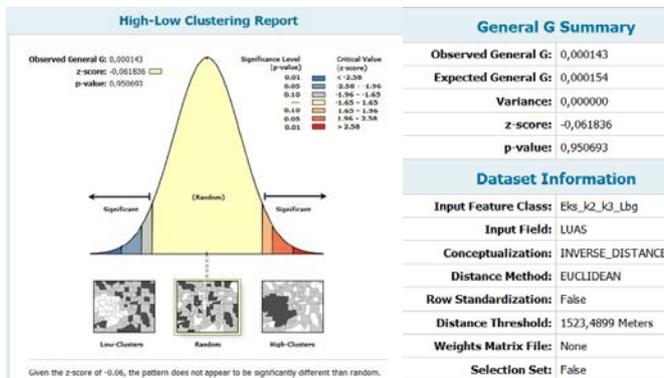
Karakteristik ekspansi menunjukkan pola mengelompok namun tidak terlihat secara nyata kecuali kelas lahan kelembagaan yang *random*. Sebagai contohnya dapat dilihat pada Gambar 7, analisis pola dengan menggunakan metode *Autocorrelation Moran I* menghasilkan nilai index Moran sebesar 0,337080, dengan nilai p sangat kecil yaitu 0,00, dan nilai z sangat besar (>2,58) yaitu 157,076317 sehingga H0 dapat ditolak, berarti terdapat pengelompokan spasial dengan agihan ekspansi menunjukkan pola mengelompok dan Gambar 8, analisis pola yang dilakukan dengan metode *High/Low Clustering* untuk ekspansi



kelembagaan diperoleh nilai p yang juga besar atau lebih dari 0,1 yaitu 0,950693 dan nilai z kecil atau kurang dari 1,65 serta bernilai negatif yaitu -0,061836. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa H0 diterima karena tidak ada pengelompokan ekspansi secara spasial.



Gambar 7 Hasil Analisis Pola Ekspansi Permukiman Kota Metode *Autocorrelation Moran's I*

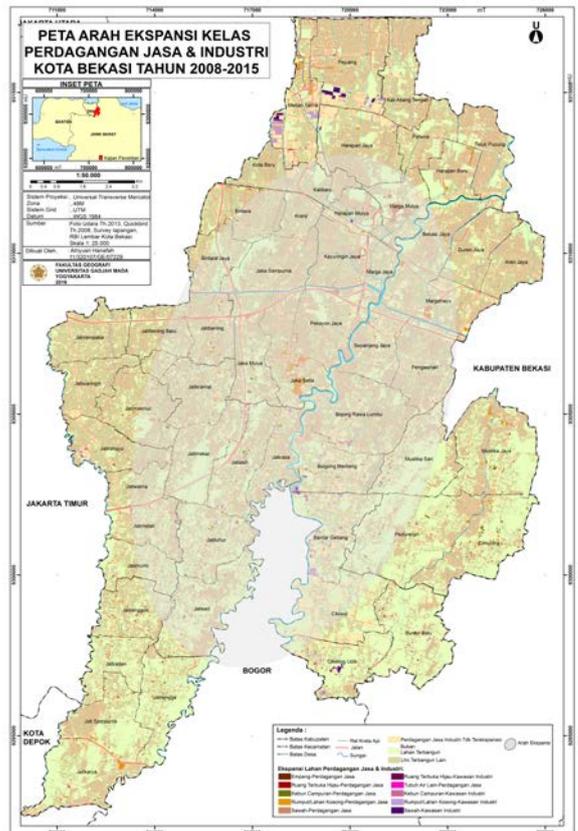
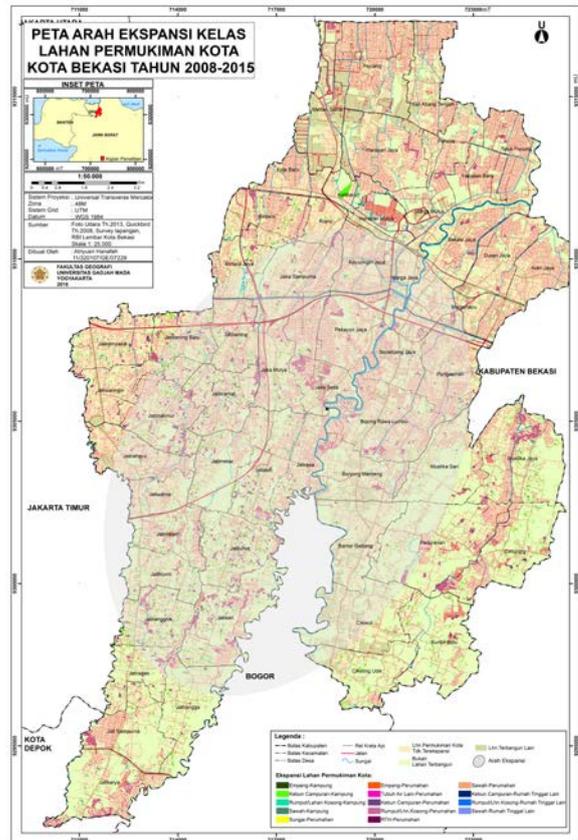


Gambar 8 Hasil Analisis Pola Ekspansi Lahan Kelembagaan Metode *High/Low Clustering*

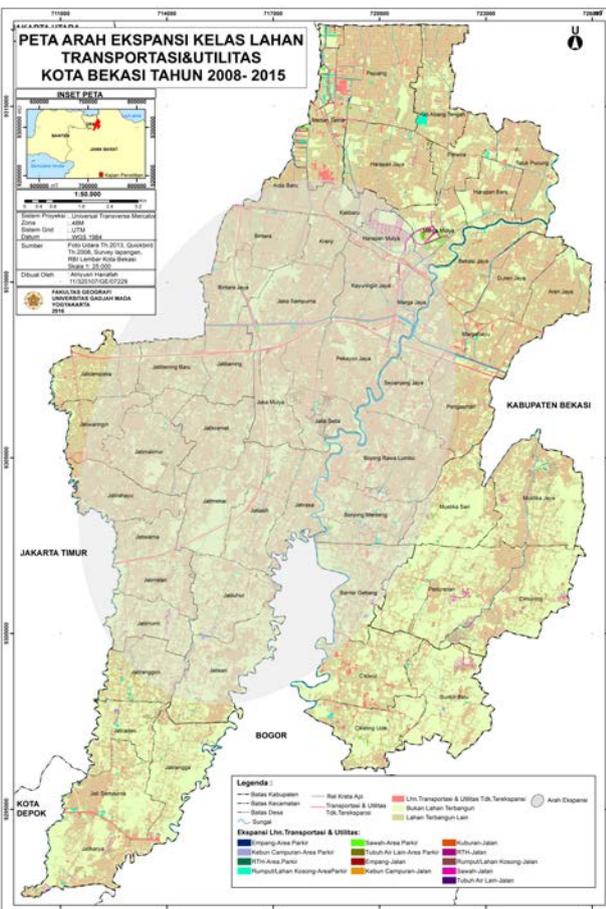
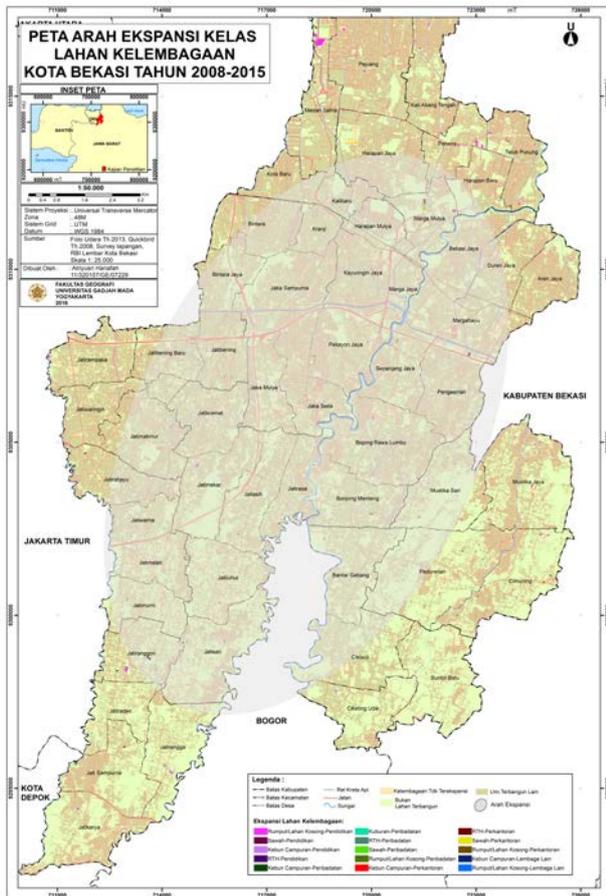
Pengelompokan cukup terlihat hanya pada ekspansi kelas permukiman kota yang tampak dominan di bagian barat dan barat daya sedikit pula pada lahan perdagangan jasa dan industri yang mengelompok secara linear di sepanjang jalan utama namun ekspansinya kecil begitu pula pada ekspansi lahan transportasi dan utilitas, terakhir pola lahan kelembagaan yang random disebabkan kebutuhan fasilitas kelembagaan setiap daerah berbeda sehingga tidak pasti letaknya seperti bisa di pinggir jalan, di dalam lingkungan perkampungan, di dalam lingkungan kompleks permukiman menyebabkan jarak antara ekspansi lembaga satu dengan lainnya menjadi berjauhan sehingga terlihat lebih acak.

Karakteristik ekspansi lainnya berupa arah, ditunjukkan dengan bidang elips yang berorientasi ke arah barat daya-timur laut, namun memiliki bentuk elips yang besar hingga bulat sehingga cukup merata di wilayah kajian karena memiliki sumbu panjang yang relatif panjang dan sumbu pendek relatif lebar serta menyebar di sekitar pusat daerah kajian karena posisi absolut bidang elips yang

hampir berada di pusat daerah kajian. Hasil analisis arah tersebut menunjukkan bahwa secara umum ekspansi pada semua kelas lahan terbangun tidak menunjukkan kecenderungan ke arah tertentu karena ekspansi terjadi menyebar pada semua wilayahnya walaupun ada sedikit dominansi ke arah barat daya dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9 Peta Arah Ekspansi Permukiman Kota serta Perdagangan Jasa & Industri



Gambar 10 Peta Arah Ekspansi Kelembagaan dan Lahan Transportasi & Utilitas

Sedikit didominasi ke arah barat daya, karena penggunaan lahan nonterbangun di barat daya masih cukup luas serta dekat dengan DKI Jakarta dimana kebanyakan para migran yang tinggal di Kota Bekasi bekerja di Jakarta Timur. Selain itu, pembangunan yang terjadi juga berada pada kawasan yang telah direncanakan pemerintah seperti pada bagian sekitar pusat daerah kajian (Rawalumbu) dan ke arah timur laut dari pusat daerah kajian (Bekasi Selatan dan Bekasi Timur) yang direncanakan untuk pusat pelayanan, sehingga banyak perdagangan jasa baru kemudian di agian barat daya seperti Jatikarya, Jati Sampurna, Jatirangga, Jatiranggon juga terdapat kelembagaan baru. Karakteristik terakhir berupa kecepatan ekspansi, berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diperoleh rata-rata ekspansi untuk lahan permukiman kota sebesar 1,61%, lahan perdagangan jasa dan industri sebesar 1,87%, lahan kelembagaan sebesar 2,34%, serta lahan transportasi dan utilitas sebesar 2,34% dari total masing-masing luas kelas lahan terbangunnya. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 10

Tabel 10 Perhitungan Kecepatan Ekspansi

Penggunaan Lahan		Luas (Ha)		Total Eksisting (2008)	Rata-Rata Ekspansi (Ha/Tahun)	Persentase Rata-Rata Ekspansi (%)
		Eksisting (2008)	Ekspansi (2008-2015)			
Perumahan Kota	Kompleks Perumahan	3351,42				
	Kampung	4413,09				
	Tempat Tinggal Lain	20,87	879,72	7785,38	125,67	1,61
Perdagangan Jasa dan Industri	Perdagangan Jasa	910,91				
	Kawasan Industri	604,04	340,69	1514,95	48,67	3,21
Kelembagaan	Tempat Peribadatan	79,67				
	Kantor Pemerintah	68,11				
	Pendidikan	195,35	44,79	343,12	6,40	1,87
Transportasi dan Utilitas	Jalan	2012,97				
	Area Parkir	285,52	377,28	2298,49	53,90	2,34

Sumber: Pengolahan data, 2016

Model yang dihasilkan pada analisis regresi spasial harus memenuhi beberapa asumsi sebelum dapat digunakan atau bisa dipercaya. Diantaranya seperti nilai koefisien variabel independen yang signifikan ditandai dengan adanya “*” pada nilai probabilitasnya, nilai VIF yang harus <7.5 artinya tidak terjadi multikolinearitas, *Jarque-Bera Statistic* tidak boleh signifikan sehingga residual yang dihasilkan model berdistribusi normal dibuktikan pula dengan melihat pola residual yang dihasilkan menggunakan analisis *Spatial Autocorelation Moran’s I*, residual yang berdistribusi normal memiliki pola random. Besar kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variabel dependen ditunjukkan pada nilai *Adjusted R-Square* yang dihasilkan jika mendekati 1 akan semakin baik serta performa model dapat dilihat pada nilai AIC, untuk membandingkan antara dua model yang paling baik pada kasus yang sama. Hasil analisis dengan OLS dapat dilihat pada Gambar 11.

Summary of OLS Results									
Variable	Coefficient [a]	StdError	t-Statistic	Probability [b]	Robust_SE	Robust_t	Robust_Pr [b]	VIF [c]	
Intercept	1.707510	0.302169	5.650850	0.000007	0.279835	6.101548	0.000003	-----	
SHEET15.PENDUDUK	0.264986	0.100350	2.640610	0.012283	0.075623	3.503942	0.001274	1.001204	
SHEET15.NOR_BCN	-1.036615	0.443465	-2.337534	0.025259	0.403810	-2.567083	0.014693	1.001204	

OLS Diagnostics			
Input Features:	Desa_Kbekasi	Dependent Variable:	SHEET15.EKS_TOT
Number of Observations:	38	Akaike's Information Criterion (AICc) [d]:	119.149562
Multiple R-Squared [d]:	0.269013	Adjusted R-Squared [d]:	0.227242
Joint F-Statistic [e]:	6.440230	Prob(>F), (2,35) degrees of freedom:	0.004154*
Joint Wald Statistic [e]:	20.832021	Prob(>chi-squared), (2) degrees of freedom:	0.000030*
Koenker (BP) Statistic [f]:	0.359101	Prob(>chi-squared), (2) degrees of freedom:	0.835646
Jarque-Bera Statistic [g]:	2.665574	Prob(>chi-squared), (2) degrees of freedom:	0.263741

Gambar 11 Hasil analisis regresi spasial dengan OLS

Berdasarkan analisis spasial statistik yang dilakukan dengan menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) menunjukkan bahwa tidak ada faktor penduga yang memberikan pengaruh secara signifikan, faktor perubahan jumlah penduduk dan jumlah kebencanaan hanya memberikan pengaruh sebesar 23% untuk menjelaskan faktor yang menyebabkan terjadinya ekspansi lahan terbangun dimana sisanya dijelaskan oleh variabel lain yang kemungkinan merupakan faktor eksternal seperti kedekatan dengan ibukota yaitu jarak antar kelurahan dengan DKI Jakarta, jumlah penduduk migran, serta faktor internal lainnya seperti harga lahan dan potensi air tanah yang baik di Kota Bekasi.

KESIMPULAN

1. Foto udara dan Citra Quickbird dapat digunakan untuk menganalisis ekspansi lahan terbangun di Kota Bekasi, karena menghasilkan informasi penggunaan lahan dengan ketelitian yang sangat baik yaitu 95,55% untuk foto udara dan 95,24% untuk citra Quickbird, dengan nilai keakuratan data (indeks kappa)-nya semua di atas 1.
2. Karakteristik ekspansi lahan terbangun ditunjukkan dengan pola mengelompok pada setiap kelas ekspansi lahan terbangun namun tidak terlihat jelas berdasarkan peta yang dihasilkan kecuali kelas kelembagaan yang random. Hasil analisis arah menunjukkan bahwa secara umum ekspansi pada semua kelas lahan terbangun tidak menunjukkan kecenderungan ke arah tertentu karena ekspansi terjadi menyeluruh pada semua wilayahnya. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diperoleh rata-rata ekspansi untuk lahan permukiman kota sebesar 1,61%, lahan perdagangan jasa dan industri sebesar 1,87%, lahan kelembagaan sebesar 2,34%, serta lahan transportasi dan utilitas sebesar 2,34% dari total masing-masing luas kelas lahan terbangunnya.
3. Berdasarkan analisis spasial statistik yang dilakukan dengan menggunakan metode OLS menunjukkan bahwa tidak ada faktor penduga yang memberikan pengaruh secara signifikan. Faktor perubahan jumlah penduduk dan jumlah kebencanaan hanya memberikan pengaruh sebesar 23%.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2010. *Data Hasil Sensus Penduduk 2010 di Provinsi Jawa Barat*. Diakses pada tanggal 14 Oktober 2014 melalui <http://sp2010.bps.go.id/index.php/site/tabel?tid=272&wid=3200000000>
- Badan Pusat Statistik Kota Bekasi. 2014. *Kota Bekasi dalam Angka 2014*. Kota Bekasi: BPS Kota Bekasi.
- Bolstad, P. 2012. *GIS Fundamentals*. Amerika : Eider Press
- Ma, Yueliang dan Ruisong Xu. 2009. Remote sensing monitoring and driving force analysis of urban expansion in Guangzhou City, China. Dalam *Habitat International 34*, 2010, hlm.228-235
- Rati, Musfika. 2013. Model Regresi Spasial untuk Anak Tidak Bersekolah Usia Kurang 15 Tahun di Kota Medan. *Skripsi*. Sumatera Utara: Fakultas MIPA USU
- Suharyadi. 2011. Interpretasi Hibrida Citra Satelit Resolusi Spasial Menengah untuk Kajian Densifikasi Bangunan Daerah Perkotaan di Daerah Perkotaan Yogyakarta. *Disertasi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM
- Suharyadi dan Projo Danoedoro. 2004. Sains Informasi Geografis: Konsep Dasar dan Beberapa Catatan Perkembangannya Saat ini. Dalam: *Prosiding Sains Informasi Geografis: Dari Perolehan dan Analisis Citra Hingga Pemetaan dan Pemodelan Spasial*. Yogyakarta: Kartografi dan Penginderaan Jauh Fakultas Geografi UGM
- Suharyadi. 2011. Interpretasi Hibrida Citra Satelit Resolusi Spasial Menengah untuk Kajian Densifikasi Bangunan Daerah Perkotaan di Daerah Perkotaan Yogyakarta. *Disertasi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM
- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh Jilid 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Wijaya, Muhammad Sufwandika. 2013. Integrasi Model Spasial Cellular Automata dan Regresi Logistik Biner untuk Pemodelan Dinamika Perkembangan Lahan Terbangun (Studi Kasus Kota Salatiga), *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada