



JURNAL PENDIDIKAN GEOGRAFI

POLA SPASIAL PENJALARAN PERKOTAAN BODETABEK: STUDI APLIKASI MODEL SHANNON'S ENTROPY

Arief Prasetyo¹, Raldi Hendro Koestoer², Tarsoen Waryono³

Departemen Geografi - Universitas Indonesia^{1,3}

Program Studi Ilmu Lingkungan - Universitas Indonesia²

saya.arief.prasetyo@gmail.com, ralkoest@yahoo.co.uk

ABSTRACT

Urban development growing rapidly in developing countries, especially in suburban areas. The impact of urban growth is the occurrence of spreading the urban which are complex and difficult to measure. The government needs a simple method to control and evaluate spreading of the city. This research integrates the model Shannon Entropy using remote sensing and GIS to analyze the pattern of spreading cities in Bodetabek Area based on two aspects, that is the distance on city center and the road network to describe the pattern of urban spread. Application of Shannon's Entropy in Bodetabek Area in 1989-2014 showed that more dominant linear spreading pattern occurred in Bogor District, Bekasi City and Bogor City. The greater index of Shannon's Entropy indicates the likelihood of urban spreading an increasingly random. The pattern of spreading jump (and random) occurred in Tangerang District marked a high entropy index. Radiation city in Bodetabek Area influenced by the physical and social aspects of the region, especially the ground slope and changes in population size.

Keywords: Spreading, Bodetabek Area, remote Sensing, Shannon's Entropy

ABSTRAK

Perkembangan perkotaan yang pesat terjadi di negara berkembang terutama pada wilayah pinggiran kota. Dampaknya adalah terjadinya penjaralan yang merupakan fenomena perkotaan yang kompleks dan sulit diukur. Pemangku kebijakan memerlukan metode yang sederhana untuk mengontrol dan mengevaluasi penjaralan sebuah kota. Penelitian ini mengintegrasikan model Shannon Entropy dengan penginderaan jauh dan SIG untuk menganalisis pola penjaralan kota di Bodetabek berdasarkan dua aspek jarak yaitu terhadap pusat kota dan jaringan jalan untuk menggambarkan pola penjaralan perkotaan. Penerapan Shannon's Entropy di Bodetabek pada 1989-2014 menunjukkan bahwa pola penjaralan linier lebih dominan terjadi di Kabupaten Bogor, Bekasi dan Kota Bogor. Semakin besarnya indeks *Shannon's Entropy* mengindikasikan kecenderungan penjaralan perkotaan yang semakin acak. Pola penjaralan melompat (dan acak) terjadi di Kabupaten Tangerang yang ditandai indeks entropy yang tinggi. Penjaralan kota di Bodetabek dipengaruhi oleh karakteristik fisik dan sosial wilayah terutama aspek kemiringan tanah dan perubahan jumlah penduduk.

Kata Kunci: Penjaralan, Bodetabek, Penginderaan Jauh, Shannon's Entropy

PENDAHULUAN

Kota dengan pertumbuhan ekonomi yang pesat memberikan dampak limbah terhadap daerah sekitar (Yunus, 2006). Perkembangan kota yang mencapai batas penggunaan tanahnya akan mengokupasi tanah dari daerah perdesaan yang ada disekitarnya (wilayah

pinggiran). Gejala perkotaan ini lazim dikenal sebagai penjaralan kota (*urban sprawl*). Penjaralan di DKI Jakarta menyebabkan terjadinya pergeseran fungsi urban ke arah pinggiran yang meluas secara tidak terkendali (Rustiadi, 2000). Dampaknya adalah meningkatnya aktifitas pembangunan di wilayah pinggir

Jakarta seperti di wilayah Bogor, Bekasi, Tangerang dan Depok, yang didominasi proyek perumahan yang tersebar secara acak serta mengkonversi tanah pertanian menjadi penggunaan tanah yang berbasis industri dan jasa (Firman, 1997).

Penjalaran perkotaan mudah dirasakan namun tidak dapat diketahui seberapa arahnya (Frankel dan Ashkenazi, 2008). Penjalaran dapat dirasakan dari sisi demografi, dimana pada periode 1980-2010, wilayah Bodetabek menunjukkan peningkatan jumlah penduduk yang signifikan sedangkan pada periode yang sama pertumbuhan penduduk DKI Jakarta cenderung konstan dan memiliki pertumbuhan yang lebih rendah. Penjalaran juga dapat dilihat dari sisi ekonomi dimana pada periode 2000-2014 terjadi pergeseran mata pencaharian penduduk dari pertanian ke non-pertanian yang signifikan.

Pendekatan *Shannon's entropy* merupakan pendekatan statistik yang kuat (robust) untuk menggambarkan kekuatan penjalaran kota. Yeh dan Li (2001) melakukan penelitian mengenai penjalaran pada beberapa kota dengan pendekatan *Shannon's entropy* dengan memperhatikan aspek jarak terhadap pusat kota dan terhadap jalan utama. Penelitian ini mengkombinasikan komposit indeks *Shannon's entropy* terhadap kedua aspek tersebut dan menggunakan matriks keruangan untuk identifikasi pola penjalaran kota. Riset ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui seberapa kuat penjalaran perkotaan Bodetabek dengan menggunakan indeks *Shannon's entropy* dan mengetahui pola penjalaran yang terjadi. Selain itu dilakukan juga analisis keterkaitan faktor fisik dan sosial terhadap penjalaran perkotaan di Bodetabek.

Kota adalah sebuah sistem jaringan kehidupan manusia yang memiliki

kecirian sosial seperti jumlah penduduk tinggi, strata sosial-ekonomi yang heterogen dengan corak materialistis. Beda dengan desa, kota mempunyai kondisi yang lebih modern seperti kondisi jaringan transportasi yang kompleks, sektor pelayan dan industri yang lebih dominan (Bintarto, 1983). Sedangkan menurut Undang-Undang No 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, Kawasan perkotaan diidentifikasi sebagai wilayah yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat permukiman perkotaan, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial, dan kegiatan ekonomi. Selanjutnya Koestoer dan Saraswati (2016) menghantarkan pemahaman kota dalam dimensi keruangan.

Penjalaran kota adalah "*invasion*" dan proses perambatan kenampakan fisik kota ke arah luar (Northam, 1975). Dalam studi ini kemudian pola penjalaran diterapkan pada model Entropy. Pemahaman dasar tentang *Entropy* merujuk pada bagian energi yang tidak dimanfaatkan dalam proses perubahan energi dalam sebuah sistem. *Shannon's entropy* merupakan persamaan yang diformulasikan oleh Claude Shannon dapat menjelaskan derajat ketidakteraturan partikel yang diaplikasikan untuk mengukur derajat ketidakteraturan fenomena keruangan dalam yaitu wilayah terbangun. Persamaan mencakup nilai Π dan Ξ ; Π adalah kemungkinan atau proporsi dari fenomena (variabel) yang terjadi pada *ith zones*. Ξ adalah nilai yang diamati dari variabel di dalam *ith zones* dan n adalah total zona. Nilai Ξ dalam penelitian ini merupakan luas wilayah terbangun pada setiap zona; sementara nilai X adalah total luas wilayah terbangun.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Maret hingga bulan Mei 2015 dan pengolahan data dilaksanakan pada bulan Juni hingga Agustus 2015. Lokasi penelitian adalah di wilayah Bodetabek yang meliputi Kabupaten

Bogor, Tangerang, Bekasi, Kota Bogor, Depok, Tangerang dan Tangerang Selatan.

2. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini diuraikan dalam tabel 1 berikut:

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Sumber Data
- Perubahan Wilayah terbangun Tahun 1989, 2000 dan 2014	Interpretasi Citra Landsat 5 TM Tahun 1989, Citra Landsat 7 ETM tahun 2000, Citra Landsat 8 2014
- Kemiringan tanah - Ketinggian tempat	Data SRTM
- Jaringan jalan - Jaringan jalan tol - Jarak terhadap CBD - Jarak terhadap stasiun - Jarak terhadap terminal - Jarak terhadap rel - Jarak terhadap gerbang tol	Data sekunder diperoleh dari Badan Informasi Geospasial
- Jumlah penduduk per desa	Data Sensus Penduduk Tahun 2000 dan 2010

Sumber: Hasil Penelitian (2016)

Aplikasi Model *Shannon's Entropy* masih langka diterapkan dalam berbagai studi keruangan, khususnya di kota-kota yang sangat dinamis seperti Jakarta dan sekitarnya, dikenal sebagai wilayah perkotaan Jabodetabek. Sementara, identifikasi awal melalui model tersebut dapat membantu para pengambil kebijakan dalam perencanaan wilayah, khususnya dalam memantau perubahan penggunaan tanah di wilayah pinggiran kota Jakarta.

Sebagaimana dijelaskan di atas, persamaan diformulasikan oleh *Claude Shannon* cenderung dapat mengartikulasikan tingkat ketidakaturan, yang pada gilirannya dapat di tuangkan dalam gejala perubahan dalam ruang muka bumi, atau tingkat keidakaturan fenomena keruangan. Rumusan modelnya adalah sebagai berikut:

$$Hn = \sum_i^n Pi \text{Log} \left(\frac{1}{Pi}\right) \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

Pi adalah kemungkinan atau proporsi dari fenomena (variabel) yang terjadi pada *ith* zones. Nilai *Pi* ditentukan dengan rumus :

$$Pi = Xi / \sum_i^n X \dots\dots\dots(2)$$

Xi adalah nilai yang diamati dari variabel di dalam *ith* zones dan *n* adalah total zona. Nilai *Xi* dalam penelitian ini merupakan luas wilayah terbangun pada setiap zona sedangkan nilai *X* adalah total luas wilayah terbangun. Selanjutnya, *Relative entropy* adalah suatu konsep yang mengindikasikan proporsi maksimal dari kemungkinan penyebaran dimana variabel tersebar diantara kategori atau zona (*Fir, 1972*). Persamaan yang digunakan adalah:

$$H'n = \frac{\sum_i^n Pi \text{Log} \left(\frac{1}{Pi}\right)}{\text{Log } n} \dots\dots\dots(3)$$

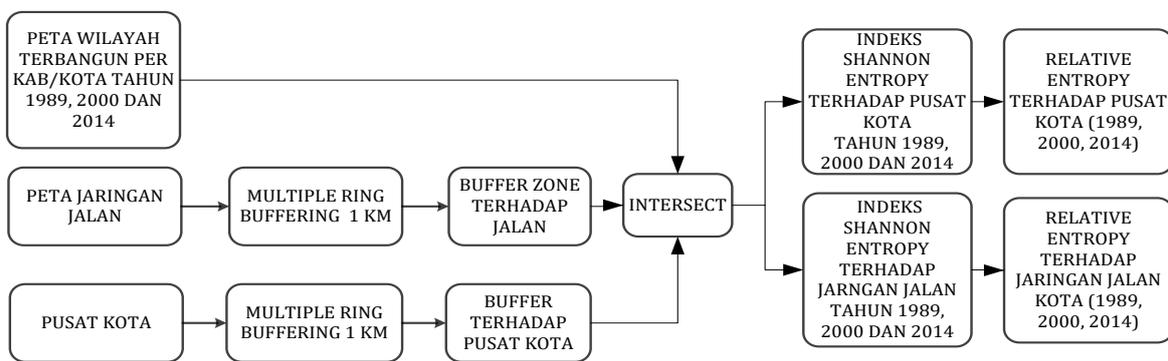
3. Interpretasi Citra Penginderaan Jauh

Data penutup lahan sebagai sumber data wilayah terbangun menggunakan data citra penginderaan jauh multitemporal, yaitu Citra Landsat 5 TM tahun 1989, Landsat 7 ETM tahun 2000 dan Landsat 8 OLI tahun 2014. Interpretasi menggunakan klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dengan prinsip *maximum likelihood* sehingga dihasilkan peta

wilayah terbangun pada periode 1989, 2000 dan 2014.

4. Penghitungan Indeks Shannon's Entropy dan Relative Entropy

Nilai *Relative entropy* yang dihitung menggunakan indeks *Shannon's entropy*. Penghitungan ini memperhitungkan jarak terhadap pusat kota dan jaringan jalan. Tahapan yang dilakukan untuk menghitung indeks *relative entropy* adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Alur Kerja Penghitungan Relative entropy

5. Identifikasi Pola Penjalaran Menggunakan Matriks Keruangan *Relative Entropy*

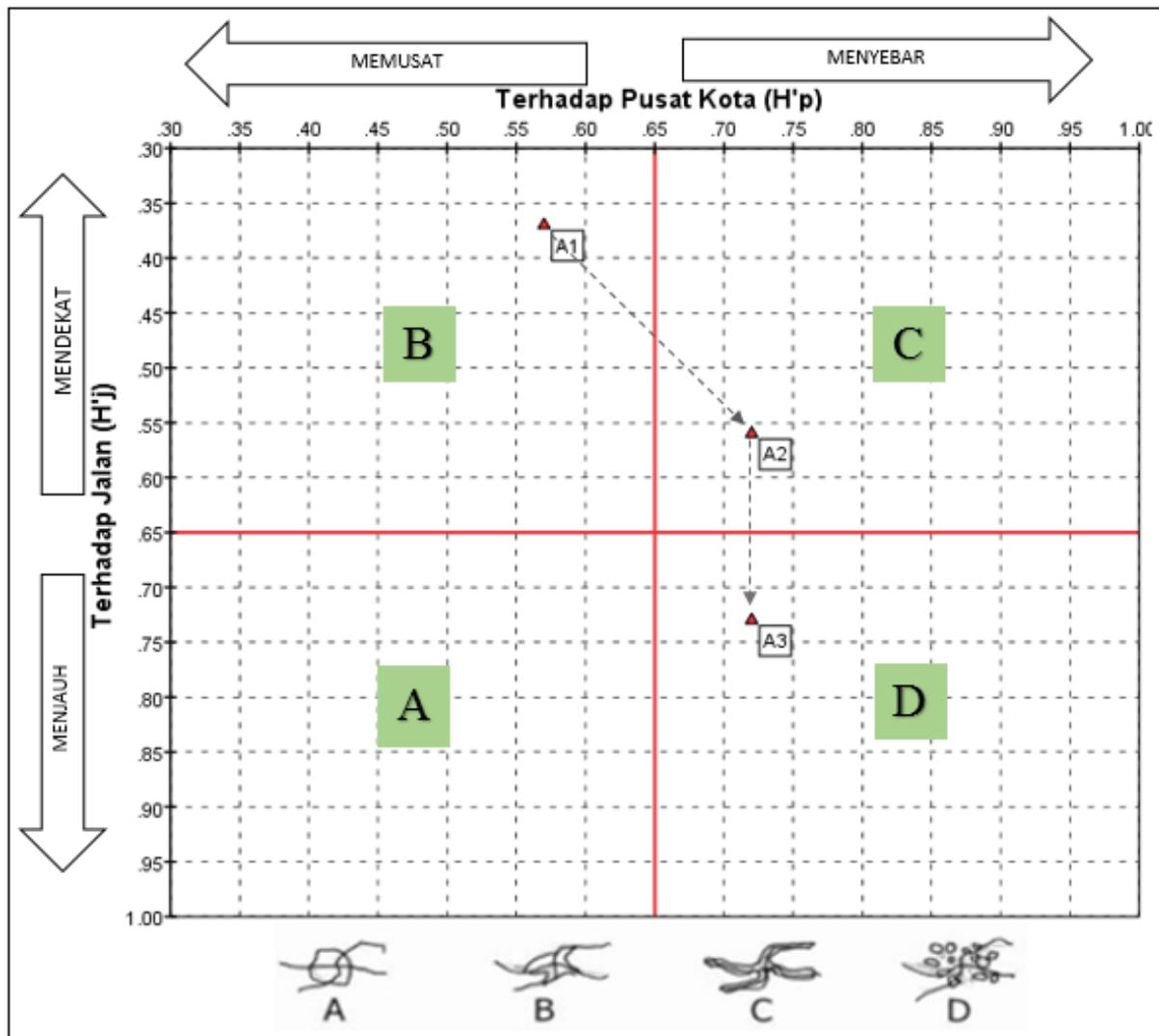
Matriks keruangan *relative entropy* yang dibagi menjadi empat kuadran berdasarkan rentang nilai *relative entropy* yaitu :

- Kuadran A pada rentang H'_p 0,30 - 0,65 dan nilai H'_j pada rentang 0,65 - 1. Pola penjalaran memusat terhadap inti kota (*radial*).
- Kuadran B pada rentang nilai H'_p 0,3 - 0,65 dan nilai (H'_j) pada rentang 0,30 - 0,65. Penjalaran mulai menunjukkan perubahan pola selain memusat namun juga

mendekati sepanjang jaringan jalan.

- Kuadran C nilai H'_p 0,65 - 1 dan nilai (H'_j) pada rentang 0,30-0,65. Pola penjalaran linier terhadap jaringan jalan dan menunjukkan pola *ribbon development*.
- Kuadran D dengan nilai H'_p 0,65 - 1 dan nilai (H'_j) pada rentang 0,65 - 1. Kuadran ini mencerminkan tipe penjalaran yang memencar baik terhadap buffer inti kota maupun *buffer* jaringan jalan.

Matriks keruangan yang dimaksud pada uraian diatas dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut :



Gambar 2. Matriks Keruangan *Relative entropy*

Berikut adalah ilustrasi interpretasi pola penjarangan menggunakan grafik keruangan *relative entropy* (Gambar 2):

- Periode pertama, penjarangan fisik kota berada pada kuadran B pada matriks B (6,2).
- Periode kedua, terjadi perubahan pola penjarangan yang ditandai indeks *relative entropy* terhadap pusat kota yang semakin ke kanan dan indeks *relative entropy* terhadap jalan yang semakin ke bawah. Pola penjarangan periode ini berada pada kuadran C yaitu C(9,6).

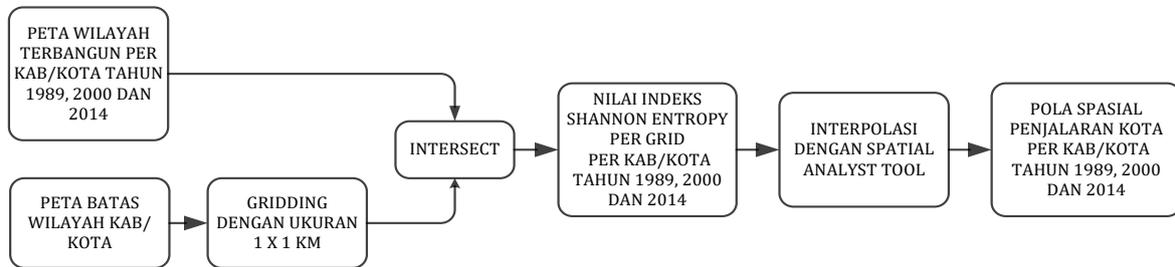
- Pada periode kota A berada pada matriks D (9,9) yang disebabkan karena faktor semakin tersebar nya perkembangan wilayah terbangun terhadap pusat kota maupun jaringan jalan.

6. Penggambaran Pola Spasial Penjarangan Perkotaan Menggunakan Nilai *Entropy*

Tahap ini nilai *entropy* yang dihitung pada setiap grid 1x1 km yang diinterpolasi untuk menampilkan penjarangan fisik kota. Hasil dari prosedur ini adalah gradasi kepadatan wilayah terbangun yang

mencerminkan rentang nilai indeks *Shannon's entropy* tertentu yang dapat menggambarkan pergerakan penjalaran perkotaan secara temporal dan spasial. Pergerakan penjalaran

dikenali dengan munculnya wilayah dengan kepadatan wilayah terbangun rendah yang secara berangsur menjadi padat pada periode berikutnya. Alur kerjanya sebagai berikut:



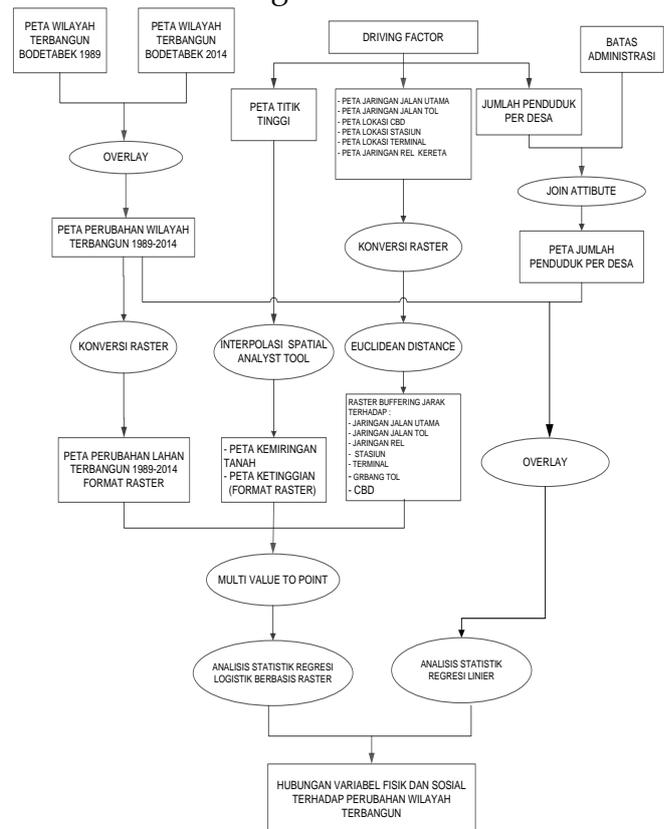
Gambar 3. Alur Kerja Pola Penjalaran Fisik Kota

7. Analisis Hubungan Fisik dan Sosial

Keterkaitan faktor fisik dan sosial wilayah terhadap penjalaran perkotaan menggunakan analisis statistik berbasis raster dan tabular. Pejalaran perkotaan ditandai dengan berubahnya wilayah yang awalnya bukan merupakan wilayah terbangun menjadi wilayah terbangun. Analisis berbasis raster dengan uji regresi logistik memungkinkan untuk mendapatkan gambaran yang lebih baik mengenai pengaruh setiap faktor peubah (*driving factor*) terhadap terkonversinya wilayah yang belum terbangun menjadi wilayah terbangun.

Analisis berbasis raster dilakukan dengan melibatkan *driving factor* data kemiringan tanah, ketinggian tempat dan aspek jarak terhadap akses transportasi dan ekonomi (CBD). Analisis Statistik yang digunakan adalah regresi logistik biner dimana variabel Y adalah variabel dikotom yang mempunyai nilai 0 dan 1. Nilai 0 berarti tidak terjadi perubahan wilayah non terbangun menjadi terbangun dan 1 berarti terjadi perubahan wilayah non terbangun menjadi wilayah terbangun. Data sosial

berupa data jumlah penduduk dianalisis dengan analisis regresi linier dengan batas administrasi desa sebagai unit populasi. Alur kerja yang dilakukan digambarkan dalam Gambar 4 sebagai berikut :



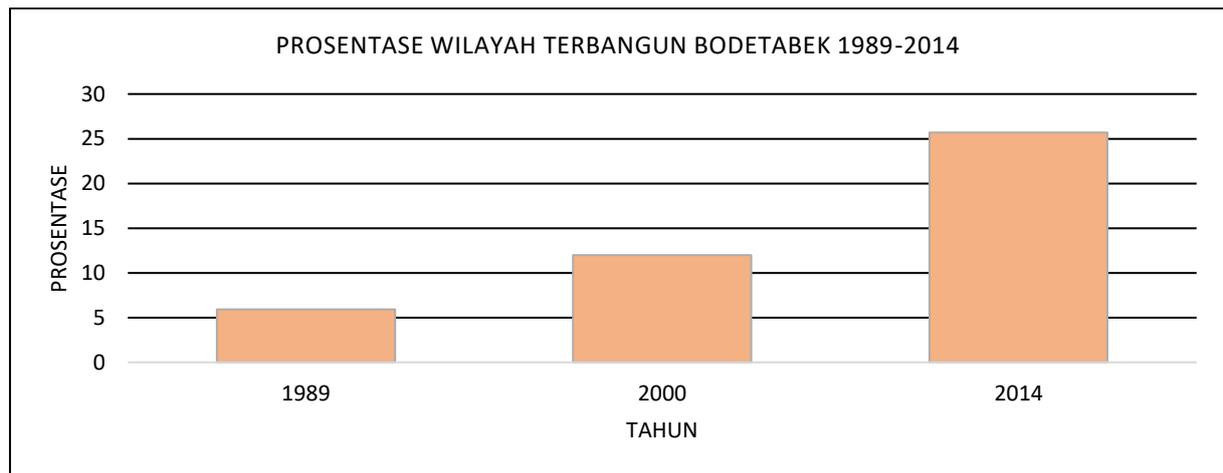
Gambar 4. Alur Kerja Hubungan Faktor Fisik dan Sosial Terhadap Penjalaran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Wilayah Terbangun Bodetabek

Luas wilayah terbangun pada tahun 1989 adalah seluas 36.447,93 Ha atau sekitar 5,93 % dari keseluruhan wilayah Bodetabek. Kemudian pada tahun 2000, luasan wilayah terbangun

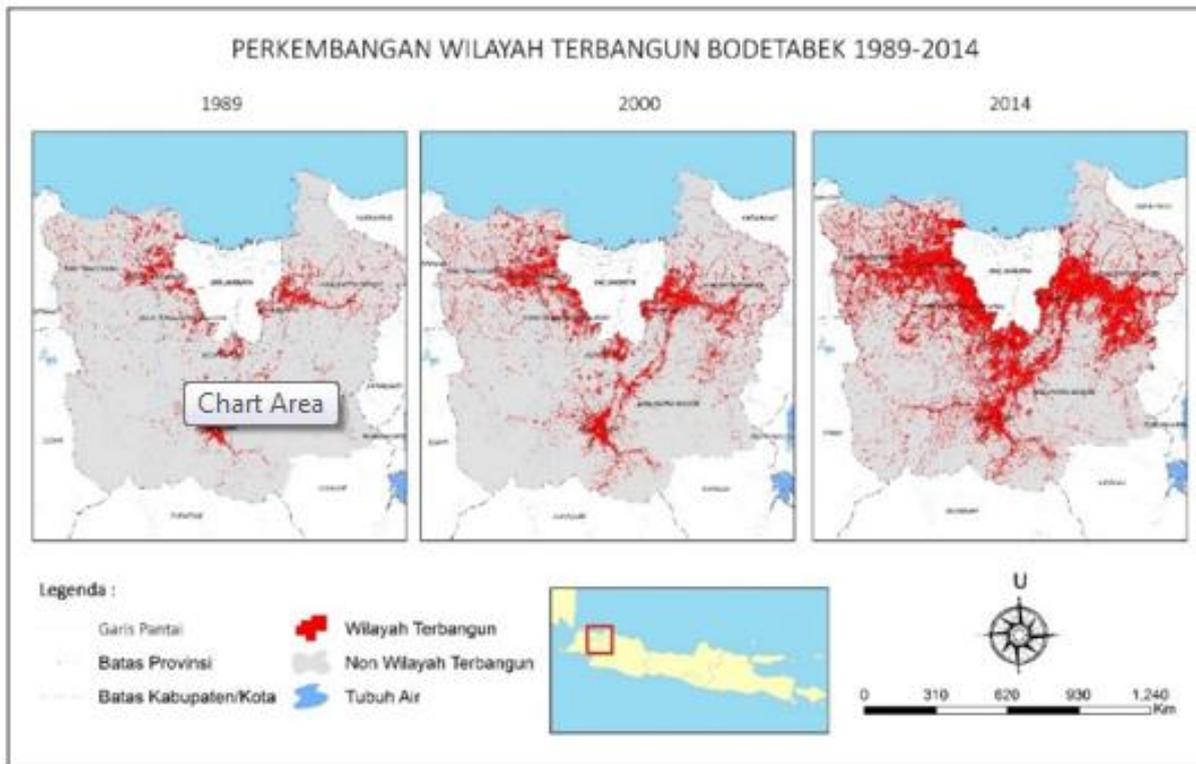
meningkat seluas 73.757,63 Ha atau $\pm 11,99\%$ dari seluruh wilayah Bodetabek. Luasan tersebut meningkat tajam pada tahun 2014, yaitu 158.268,33 Ha atau $\pm 25,73\%$ dari keseluruhan luas wilayah Bodetabek. Berikut disajikan grafik peningkatan wilayah terbangun di Bodetabek:



Gambar 5. Grafik Prosentase Wilayah Terbangun Bodetabek 1989-2014

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada periode 2000-2014 pertumbuhan wilayah terbangun meningkat lebih tajam jika dibandingkan periode sebelumnya (1989-2000). Tanah terbangun tersebut tidak hanya

mencakup permukiman sebagai tempat tinggal penduduk, namun juga berbagai kawasan perdagangan dan jasa, industri, serta berbagai fasilitas lingkungan permukiman.



(Sumber: Hasil penelitian 2016)

Gambar 6. Sebaran Wilayah Terbangun Bodetabek 1989-2014

Penilaian Indeks Relative entropy dan Pola Spasial Penjalaran Perkotaan

Penilaian indeks relative entropy dilakukan menggunakan batas administrasi tahun 1989 dimana wilayah Bodetabek terdiri dari

Kabupaten Bogor, Kotamadya Bogor, Kabupaten Tangerang dan Kabupaten Bekasi. Hasil penghitungan disajikan dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Indeks *Relative Entropy* Bodetabek 1989-2014

No	Kab/kota	Perspektif Terhadap	Indek <i>Relative entropy</i> Berdasar Tahun			Grafik
			1989	2000	2014	
1	Kabupaten Bogor	Pusat Kota ($H'p$)	0.914	0.917	0.924	— — ■
		Jalan ($H'j$)	0.562	0.578	0.698	— — ■
2	Kota Bogor	Pusat Kota ($H'p$)	0.784	0.839	0.849	— ■ ■
		Jalan ($H'j$)	0.328	0.422	0.487	— ■ ■
3	Kabupaten Tangerang	Pusat Kota ($H'p$)	0.94	0.923	0.928	■ — —
		Jalan ($H'j$)	0.761	0.761	0.784	— — ■
4	Kabupaten Bekasi	Pusat Kota ($H'p$)	0.914	0.925	0.926	— ■ ■
		Jalan ($H'j$)	0.618	0.62	0.637	— — ■

Sumber : Hasil penelitian (2016)

Tabel 2 menggambarkan indeks relative entropy terhadap pusat kota

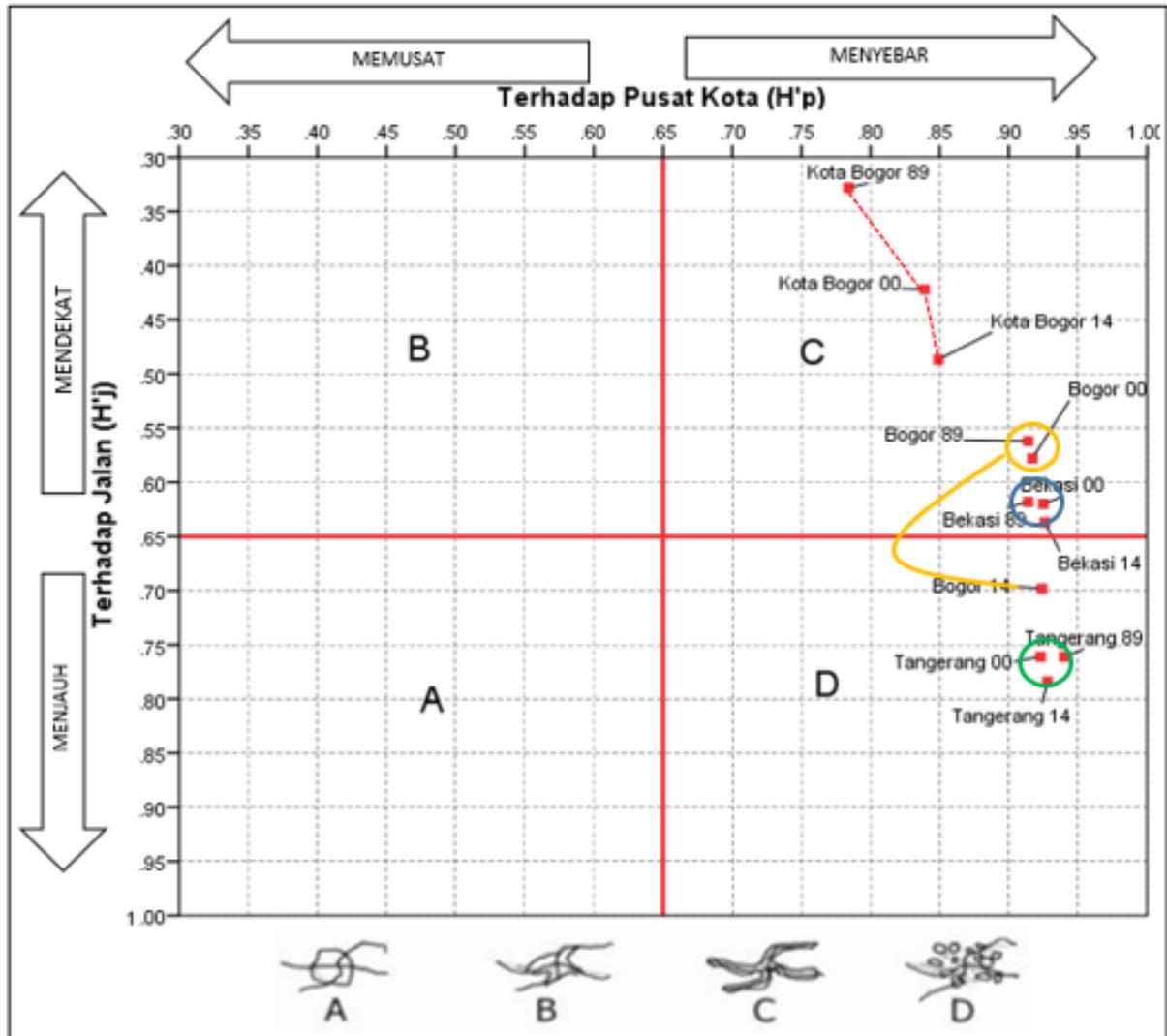
dan jaringan jalan selalu meningkat pada setiap periode. Kecenderungan

tersebut menjelaskan pola penjaralan perkotaan yang semakin acak dan menjauhi pusat kota dan jaringan jalan. Nilai indeks relative entropy terhadap jaringan jalan lebih kecil jika dibandingkan terhadap pusat kota yang menjelaskan bahwa penjaralan perkotaan masih mengikuti pola jaringan jalan (linier). Gejala tersebut terjadi di Kabupaten Bogor, Bekasi dan Kota Bogor. Kabupaten Tangerang mengalami fluktuasi nilai relative entropy dimana pada periode 1989-2000 mengalami penurunan nilai $H'p$ kemudian meningkat pada 2000-2014.

Gambar 7 mengidentifikasi pola penjaralan di Bodetabek. Kabupaten Bogor pada tahun 1989 dan 2000 berada pada kuadran C(13,6) yang menandakan penjaralan kota penjaralan linier terhadap jalan. Perubahan pola penjaralan terjadi pada periode 2014 yaitu pada kuadran D(13,8) yang menunjukkan perubahan pola penjaralan melompat (leapfrog development). Kotamadya Bogor pada periode 1989-2014 tetap berada pada kuadran C dengan pola penjaralan

linier terhadap jalan. Meskipun demikian, peningkatan nilai $H'p$ dan $H'j$ menyebabkan pergeseran matriks. Pada tahun 1989 pola penjaralan berada pada matriks C(10,1). Posisi ini bergeser pada tahun 2000 menjadi C(11,3) yang kemudian pada 2014 berubah menjadi C(11,4).

Penjaralan Kabupaten Tangerang pada 1989-2014 berada pada kuadran D. Peningkatan nilai $H'p$ dan $H'j$ yang tidak signifikan menyebabkan pola penjaralan fisik kota Tangerang pada periode 1989 hingga 2014 berada pada matriks D(13,9) dan tidak mengalami perubahan. Pola penjaralan menunjukkan fenomena yang menarik dimana pada periode 1989-2000 indeks komposit relative entropy bergerak ke kiri secara horisontal yang menandakan terjadinya penjaralan yang lebih memusat dan mendekati pusat kota. Pola ini kemudian berubah menjadi lebih ke kanan dan kebawah yang menandakan perkembangan wilayah terbangun mulai menyebar menjauhi pusat kota dan juga menjauhi jaringan jalan pada periode berikutnya.



Gambar 7. Matriks Keruangan *Relative Entropy*

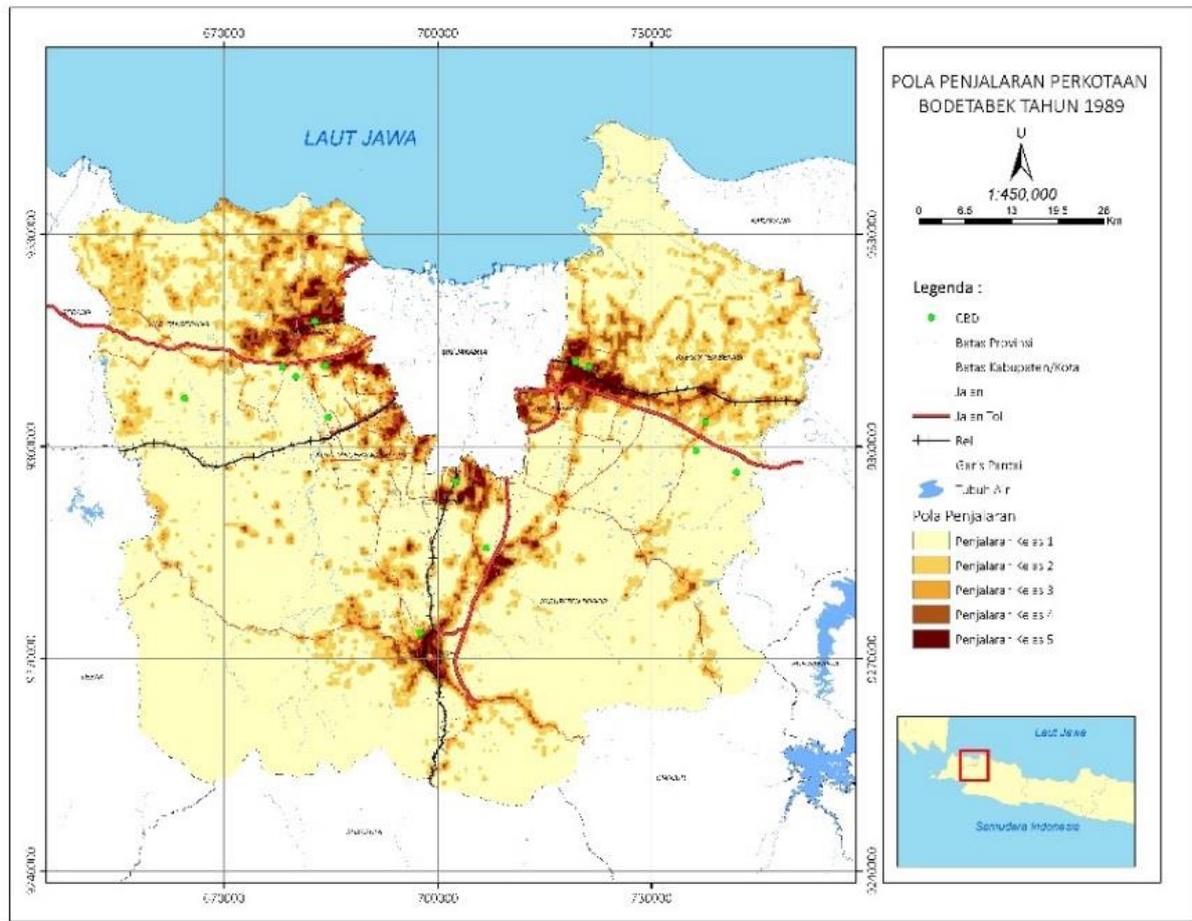
(Sumber: Pengolahan Data)

Pola penjalaran perkotaan di Bekasi berada pada kuadran C(13,7) yang berdekatan dengan batas dengan kuadran D, sehingga sangat berpotensi mengalami perubahan pola penjalaran pada kuadran D. Posisi dalam matriks ini tidak berubah dalam periode 1989-2014, namun ada pergeseran dari indeks komposit relative entropy yaitu pada 1989-2000 bergerak ke kanan yang menandakan pola penjalaran yang lebih memencar terhadap pusat kota. Periode berikutnya terjadi perubahan dimana indeks komposit relative entropy bergerak ke bawah

yang menandai bahwa penjalaran mulai menjauhi jaringan jalan.

Pola Spasial Penjalaran Perkotaan Bodetabek

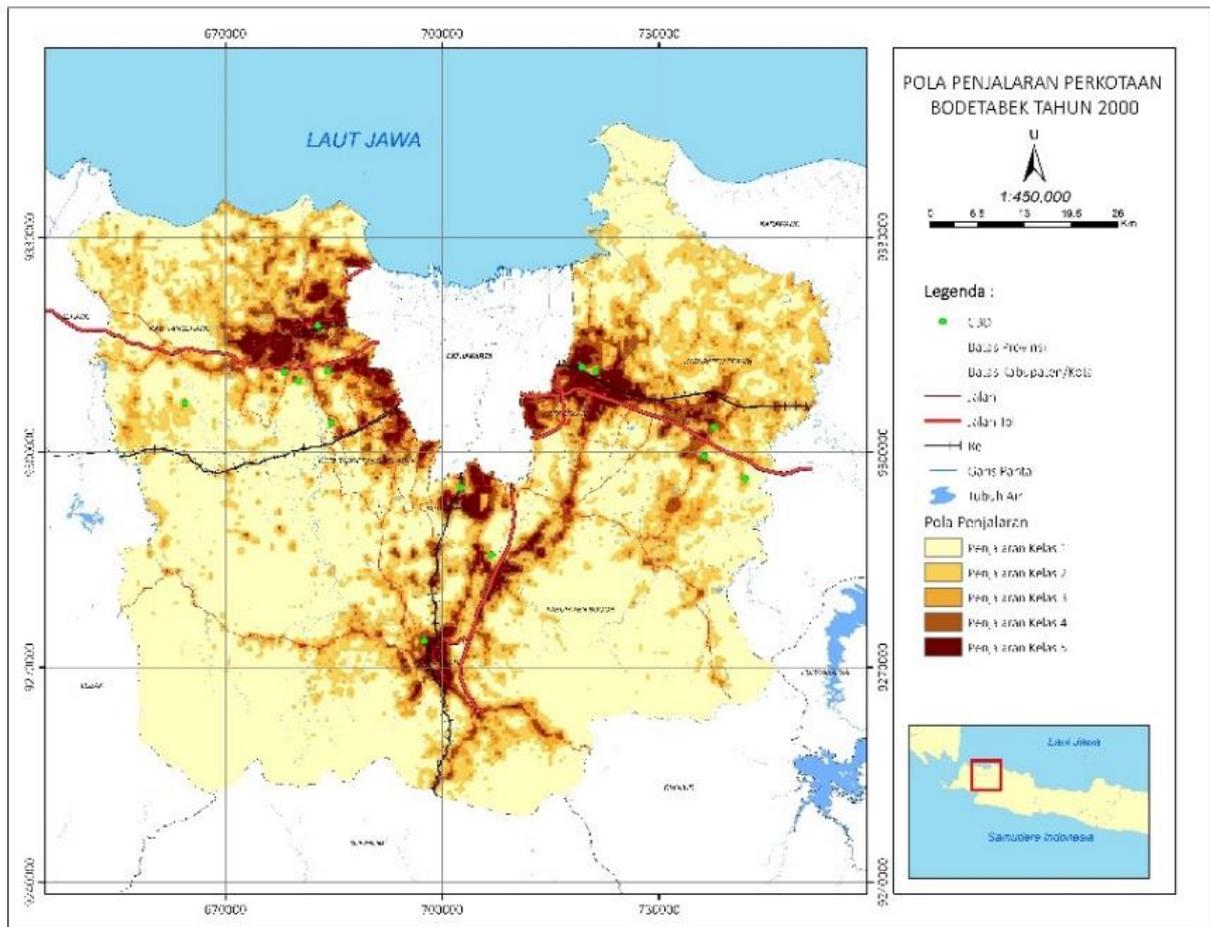
Pola spasial penjalaran perkotaan digambarkan dengan nilai entropy yang dihitung dengan menggunakan grid 1 x 1 km sebagai spasial unit. Gambar 7 menjelaskan penjalaran perkotaan di wilayah Bodetabek bertumpu pada keberadaan fasilitas transportasi baik berupa jalan utama maupun rel kereta.



Gambar 8. Pola Spasial Penjalaran Perkotaan Bodetabek Tahun 1989

Gambar 8 menggambarkan penjalaran yang terjadi terutama di Kabupaten Bekasi, Bogor dan Kota Depok didominasi oleh penjalaran yang linier terhadap jalan. Hal tersebut digambarkan penjalaran kelas 5 yang mencerminkan wilayah terbangun dengan kepadatan tinggi banyak berada di samping kanan kiri jalan utama. Sedangkan wilayah terbangun dengan kepadatan lebih rendah menempati jarak yang lebih jauh terhadap jalan sehingga menampilkan gradasi kepadatan wilayah terbangun (kelas penjalaran). Wilayah Kabupaten Tangerang lebih mencirikan penjalaran yang dengan pola leapfrog development dengan tersebarnya wilayah terbangun dengan kepadatan rendah secara tidak teratur.

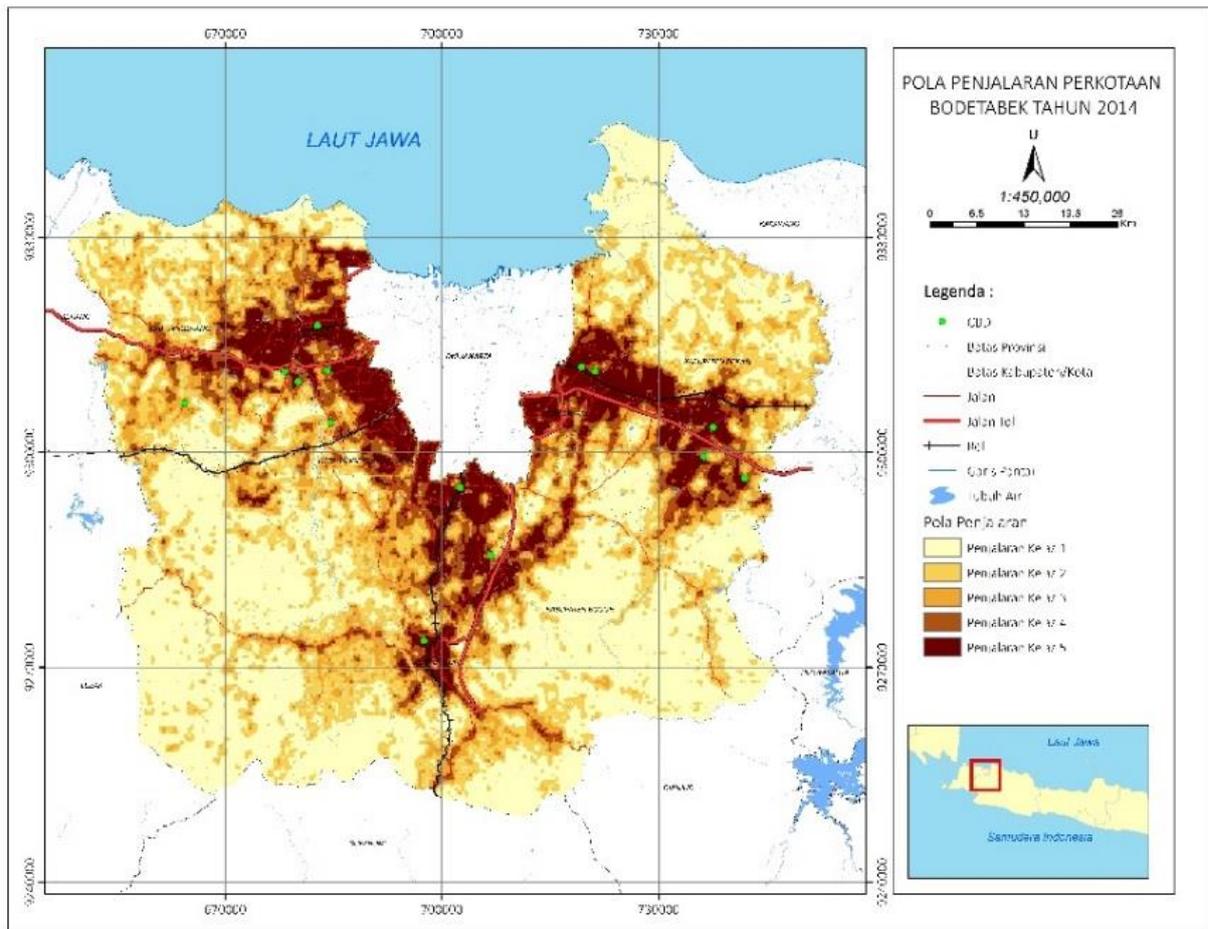
Gambar 9 mengilustrasikan pola penjalaran yang melanjutkan pola tahun 1989. Penjalaran semakin menjauh terhadap jaringan jalan dengan semakin luasnya wilayah terbangun dengan kepadatan rendah. Penjalaran semakin menjangkau jarak yang jauh dari DKI, Hal ini nampak di Kabupaten Bekasi yang mengarah ke Cikarang dan Tangerang yang mengarah ke Balaraja dan Cikupa. Penjalaran pada perbatasan dengan DKI Jakarta juga semakin intensif terjadi dengan munculnya wilayah terbangun dengan kepadatan tinggi di wilayah perbatasan Kabupaten Bogor, Tangerang bagian Selatan dan Kabupaten Bekasi.



Gambar 9. Pola Spasial Penjalaran Perkotaan Bodetabek Tahun 2000

Pola penjalaran tahun 2014 (Gambar 10) merupakan kelanjutan dari pola tahun sebelumnya wilayah terbangun dengan kepadatan rendah pada tahun 2000 mengalami pemadatan sehingga muncul wilayah terbangun dengan kepadatan rendah pada lokasi yang lebih jauh dari jaringan jalan dan akses transportasi. Penjalaran di Kabupaten Bekasi mengarah ke Selatan jaringan jalan utama dan tol yaitu sebagai akibat berkembangnya Kota Cikarang dan

Jababeka. Penjalaran juga terjadi di wilayah pebatasan dengan DKI yaitu di Kecamatan Pondok Gede yang berada di Bekasi, Kota Depok, Kecamatan Pamulang, Ciputat di wilayah Tangerang yang ditandai dengan semakin luasnya wilayah terbangun dengan tingkat kepadatan tinggi. Penjalaran di Kabupaten Tangerang dan Bogor semakin tidak teratur dengan munculnya wilayah terbangun dengan kepadatan rendah dengan pola acak dan tidak teratur.



Gambar 10. Pola Spasial Penjalaran Perkotaan Bodetabek Tahun 2014

Keterkaitan Faktor Fisik dan Sosial Terhadap Penjalaran Perkotaan

Analisis Regresi Logistik

Analisis regresi logistik didahului uji multikolinieritas untuk mengidentifikasi variabel-variabel yang layak untuk dimasukkan dalam uji regresi logistik. Uji multikolinieritas menilai variabel-variabel yang benar-

benar signifikan dan tidak terjadi korelasi antar variabel bebas. Ketentuan mengenai multikolinieritas pada derajat kepercayaan 5% adalah :

- Tidak terjadi multikolinieritas jika nilai Tolerance lebih besar dari 0,1.
- Terjadi multikolinieritas jika nilai Tolerance lebih kecil dari 0,1.

Tabel 3. Uji Multikolinieritas

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error				Tolerance	VIF
1	(Constant)	.544	.003		165.356	.000		
	Kemiringan tempat	-.593	.042	-.077	-14.155	.000	.416	2.405
	Ketinggian tanah	.196	.019	.063	10.476	.000	.344	2.909
	Jalan_dist	-.304	.009	-.146	-32.084	.000	.595	1.682
	Toll_dist	1.152	.062	.576	18.692	.000	.013	77.285
	Rel_dist	-.302	.031	-.154	-9.791	.000	.049	20.227
	Stasiun_dist	.514	.033	.258	15.631	.000	.045	22.173
	Terminal_dist	.016	.011	.008	1.369	.171	.409	2.445
	Toll_Gate_dist	-1.544	.066	-.768	-23.329	.000	.011	88.329
	CBD_dist	-.447	.021	-.213	-21.242	.000	.122	8.205

a. Dependent Variable: Perub_LT

Berdasarkan Tabel 3, variabel bebas yang tidak berkorelasi dengan variabel yang lain dan berpengaruh nyata terhadap variabel terikat adalah

kemiringan tanah (X1), kemiringan tanah (X2), jalan_dist (X3), CBD_dist (X9).

Tabel 4. Nilai Konstanta dan Koefisien Regresi Logistik

			B	S.E.	Wald	d	Sig.	Exp(B)	95% C.I.for EXP(B)	
						f			Lower	Upper
Step 1a	Kemiringan tanah	X1	-6.392	.535	142.771	1	.000	.002	.001	.005
	Ketinggian tempat	X2	.655	.197	11.073	1	.001	1.925	1.309	2.831
	Jalan_dist	X3	-2.862	.079	1310.429	1	.000	.057	.049	.067
	CBD_dist	X9	-4.519	.084	2897.820	1	.000	.011	.009	.013
	Constant		.769	.020	1475.323	1	.000	2.157		

a. Variable(s) entered on step 1: Kemiringan, Ketinggian, Jalan_dist, CBD_dist.

Tabel 4 menjelaskan seluruh variabel mempunyai hubungan nyata terhadap perubahan wilayah terbangun. Variabel ketinggian (elevasi) menunjukkan nilai koefisien (B) yang positif, yang artinya semakin tinggi tempat maka semakin besar kemungkinan terjadinya perubahan wilayah non terbangun menjadi wilayah terbangun. Kemiringan (slope), jarak terhadap jalan dan jarak terhadap CBD mempunyai korelasi yang negatif yang artinya semakin besar nilai kemiringan tanah dan semakin jauh terhadap jalan dan CBD maka semakin kecil kemungkinan perubahan menjadi wilayah terbangun. Model regresi yang terbentuk dengan nilai koefisien B pada tabel 3 adalah sebagai berikut:

$$\ln \frac{P}{(1-P)} = 0,769 - 6,392(X1) + 0,655(X2) - 2,862(X3) - 4,519(X9) \dots\dots\dots(4)$$

Berdasarkan nilai Odd Ratio atau Exp(B) maka probabilitas perubahan wilayah non terbangun menjadi wilayah terbangun bisa dijelaskan sebagai berikut :

a. Variabel ketinggian memiliki Odd Ratio 1,925 yang artinya

probabilitas pertumbuhan wilayah terbangun pada wilayah yang lebih tinggi adalah 1,925 kali.

b. Variabel kemiringan tanah (slope) memiliki Odd Ratio 0,002 sehingga probabilitas pertumbuhan wilayah terbangun pada wilayah yang lebih datar adalah $\frac{1}{0,002}$ atau 500 kali.

c. Variabel jarak terhadap jalan memiliki Odd Ratio 0,57 sehingga probabilitas pertumbuhan wilayah terbangun pada area yang berdekatan dengan jalan adalah $\frac{1}{0,57}$ atau 1,754 kali.

d. Variabel jarak terhadap CBD memiliki Odd Ratio 0,011 yang artinya bahwa probabilitas pertumbuhan wilayah terbangun pada wilayah yang berdekatan dengan CBD adalah $\frac{1}{0,011}$ atau 90,91 kali.

Analisis Regresi Linier

Analisis ini digunakan untuk mengetahui keterkaitan faktor sosial yaitu jumlah penduduk perdesa dengan pertumbuhan wilayah terbangun dalam satuan luas (Ha). Hasil uji regresi linier disajikan pada Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Konstanta dan Koefisien Regresi Linier

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	35.910	2.273		15.799	.000
	Perub_Pop	.007	.000	.554	23.235	.000

a. Dependent Variable: Perub_wilayah_terbangun

Perub_Pop mempunyai hubungan yang nyata terhadap perubahan wilayah terbangun karena nilai p value (Sig) yang lebih kecil dari 0,05. Model regresi yang dihasilkan dalam uji statistik ini sebagai berikut:

$$Y = 35,910 + 0,007(X).....(5)$$

Dimana :

Y : Perubahan Wilayah Terbangun

X : Perubahan Populasi

Model diatas menjelaskan adanya hubungan antara variabel perubahan populasi dengan hubungan yang positif dengan koefisien 0,007. Hal ini mengindikasikan pertumbuhan populasi akan semakin memperbesar potensi penambahan wilayah terbangun.

Pembahasan

Perkembangan wilayah terbangun yang intensif merujuk ke arah Barat dan Timur. Hal ini banyak disebabkan oleh aspek fisik wilayah yang berupa bentuklahan berupa dataran aluvial dan kipas aluvial yang sangat sesuai untuk dijadikan wilayah terbangun. Sehingga perkembangan wilayah terbangun ke arah Barat-Timur Bodetabek lebih cepat jika dibandingkan dengan pola arah Utara-Selatan.

Gejala tersebut juga merupakan dampak penerapan kebijakan The Jakarta Metropolitan Develompent Plan pada 1981 yang mengarahkan

pembangunan wilayah terbangun ke Barat dan Timur yaitu wilayah Tangerang dan Bekasi. Perkembangan wilayah terbangun ke arah Utara-Selatan mempunyai perkembangan wilayah terbangun yang lebih rendah. Pada wilayah Selatan Bodetabek, perkembangan di wilayah Tengah yaitu Kotamadya Bogor relatif lebih dulu berkembang jika dibandingkan wilayah perbatasan dengan DKI Jakarta.

Pola penjalaran perkotaan Bodetabek secara umum berpola linier terhadap jaringan jalan utama yang menghubungkan kabupaten/kota dengan DKI Jakarta. Pengukuran indek relative entropy terhadap jaringan jalan lebih rendah daripada terhadap pusat kota yang semakin mempertegas pola penjalara perkotaan yang linier terhadap jaringan jalan utama. Beberapa wilayah yaitu Kabupaten Bogor, Bekasi dan Kota Bogor menampakkan pola penjalaran wilayah yang linier pada awal periode, namun kecenderungan yang terjadi adalah penjalaran terhadap jaringan jalan semakin menjauh dan acak sehingga indek relative entropy terhadap jaringan jalan juga bertambah. Bahkan pada tahun 2014 Kabupaten Bogor mengalami perubahan pola menjadi leapfrog development yaitu pada kuadran D pada matriks keruangan relative entropy.

Pola penjalaran perkotaan di Tangerang mempunyai pola yang

berbeda yaitu pola leapfrog development. Walaupun memang perkembangan wilayah terbangun pada buffer jaringan jalan utama di Tangerang juga terjadi, namun luasnya wilayah terbangun dengan kepadatan rendah yang tersebar secara acak dan tidak teratur menjadikan pola penjalaran perkotaan termasuk leapfrog development. Penilaian indeks relative entropy untuk Kabupaten Tangerang juga menjelaskan bahwa sejak periode awal, pola penjalaran berada pada kuadran D.

Pergerakan pola penjalaran yang dijelaskan dengan nilai entropy pada grid 1x1 km menjelaskan bahwa perkembangan penjalaran kota di Bodetabek umumnya berupa perluasan wilayah terbangun pada periode sebelumnya, wilayah terbangun dengan kepadatan rendah umumnya mengambil lokasi dibelakang wilayah terbangun dengan kepadatan tinggi dengan jarak yang lebih jauh terhadap jalan. Pola pergerakan yang lain adalah penjalaran semakin menjauhi DKI Jakarta dan menjalar sepanjang jaringan jalan utama. Pola ini dijumpai di Kabupaten Bekasi dan Tangerang. Penjalaran juga meluas pada wilayah perbatasan namun tidak linier terhadap jaringan jalan utama seperti yang terjadi di beberapa kecamatan seperti Ciputat, Pamulang, Cinere, dan Pondok Gede.

Aspek fisik wilayah terutama kemiringan tanah sangat berpengaruh terhadap perkembangan wilayah terbangun sebagai indikator penjalaran perkotaan. Kabupaten Bogor mempunyai kemiringan tanah yang bervariasi yang menyebabkan perubahan pola penjalaran dari linier pada periode awal menjadi leapfrog

pada 2014. Hal tersebut disebabkan karena memang tidak mudah membangun pada wilayah dengan kemiringan tanah yang curam sehingga terjadi persebaran wilayah terbangun kepadatan rendah pada tahun 2014. Analisis statistik memperkuat fakta tersebut, dimana aspek kemiringan tanah mempunyai odd ratio dengan probabilitas yang tinggi jika dibandingkan dengan aspek yang lain.

SIMPULAN

Dari penjabaran di atas, dapat disimpulkan beberapa aspek. Pertama, penjalaran perkotaan di Bodetabek didominasi tipe penjalaran linier atau ribbon development yang dapat dijumpai di Bogor, Bekasi dan Kota Bogor. Kecenderungan pola yang terjadi adalah pola penjalaran semakin acak/tidak teratur dan berpotensi menjadi pola melompat (leapfrog) seiring dengan bertambahnya nilai relative entropy, baik terhadap jalan maupun terhadap pusat kota. Bahkan pola penjalaran Kabupaten Bogor sudah berubah pada 2014 menjadi pola melompat (leapfrog).

Kedua, pola penjalaran acak atau leapfrog development terjadi di Kabupaten Tangerang dimana sejak periode awal ditandai dengan tingginya nilai relative entropy, baik terhadap pusat kota, maupun terhadap jaringan jalan. Berdasarkan koefisien faktor-faktor pendorong dari uji regresi logistik, faktor kemiringan tanah merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap perubahan wilayah non terbangun menjadi wilayah terbangun. Sehingga, tidak mengherankan faktor ini merupakan faktor dominan terhadap penjalaran perkotaan Bodetabek.

Ketiga, faktor jumlah penduduk mempunyai keterkaitan dan berpengaruh positif terhadap perkembangan wilayah non terbangun menjadi terbangun. Dengan demikian penambahan penduduk merupakan faktor yang relatif dominan terhadap penjalaran perkotaan Bodetabek.

DAFTAR PUSTAKA

- Bintarto, R. (1983). *Interaksi Kota-Desa dan Permasalahannya*. Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Firman T., (1997). "Land Conversion and Urban Development in the Northern Region of West Java, Indonesia." *Urban Studies* Vol 34: (7).
- Frankel A., & Ashkenazi M. (2008). *Measuring Urban sprawl; How Can We Deal With It? In Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 35 Issue (1).
- Koestoer, R.H dan R. Saraswati. (2016), *Dimensi Ganda Keruangan*, UI Perss, Jakarta.
- Northam, R.M., (1975), "Urban geography", John Willey and Sons Inc, New York.
- Rustiadi. E., (2000), "A Study of Spatial Pattern of Suburbanization Process: A Case Study in Jakarta Suburban", Paper presented on IGU-LUCC Pre-Congress Meeting. 3 October 2000, Tsukuba. Japan.
- Theil. H., (1972). *Statistical Decomposition Analysis*, North-Holland, Amsterdam.
- Undang-Undang No 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.
- Yunus, H.S., (2006), *Megapolitan : Konsep, Problematika dan Prospek*, Penerbit Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Yeh, A.G.O and Li, X. (2001). *Measurement And Monitoring Of Urban sprawl In A Rapidly Growing Region Using Entropy*. *Photogrametric Engineering & Remote Sensing*. Vol 67 No1 Januari 2001.