

Interaksi Antara Jaringan Jalan Dengan Struktur Ruang Kabupaten Kendal

Wisnuaril Khoirul Lukman

wisnuaril.lukman@gmail.com

Bambang Sriyanto Eko Prakoso

bs.ekoprakoso@gmail.com

Abstrak

Perkembangan jaringan jalan dalam suatu wilayah akan berpengaruh terhadap struktur ruang yang terbentuk di suatu daerah. Pola konektivitas jaringan jalan merepresentasikan peran wilayah terhadap struktur ruang yang diidentifikasi dari bentuk jaringan jalan dan nilai konektivitas. Studi interaksi jaringan jalan dengan struktur ruang di Kabupaten Kendal dilakukan dengan mengetahui pola konektivitas melalui penghitungan indeks konektivitas berdasarkan teori grafik dan menghitung nilai daya tarik ruang berdasarkan teori gravitasi. Interaksi jaringan jalan dengan struktur ruang kemudian diketahui melalui pemodelan spasial daya tarik ruang berdasarkan hasil penghitungan teori gravitasi yang telah dikembangkan dengan melibatkan indeks konektivitas dalam penghitungannya.

Kata kunci: jaringan jalan, struktur ruang, interaksi ruang, indeks konektivitas, indeks GTP, pola konektivitas, gravitasi ruang, model darcy.

Abstract

Road network development in a region will affect its spatial structure. Road Network's Connectivity Pattern represents its role in identified regional spatial structure from road network shapes and connectivity index. Study about the interaction between road network and spatial structure in Kendal Regency was done by identifying connectivity pattern by calculating connectivity index based on graphic theory and by calculating spatial attraction based on gravitation theory. The Interaction between road network and spatial pattern was identified by using spatial attraction model based on the result of the developed gravitational theory calculation by involving connectivity index.

Keywords: road network, spatial structure, connectivity index, GTP index, connectivity pattern, darcy model, spatial gravity.

PENDAHULUAN

Muta'ali (2015) menjelaskan bahwa struktur ruang dibentuk oleh dinamika aktivitas sosial dan ekonomi dalam suatu daerah serta dipengaruhi oleh beberapa aspek yaitu; hirarki wilayah, sistem kota-kota, fungsi wilayah, pusat-pinggiran, dan keterkaitan konektivitas. Jaringan jalan dinilai sebagai salah satu faktor penting dalam pembangunan wilayah (Sreelekha et al, 2016a). Perkembangan jaringan jalan dapat meningkatkan aksesibilitas, konektivitas, dan mobilitas, serta menurunkan biaya transportasi dan waktu tempuh. Konektivitas dapat diukur melalui topologi sistem transportasi. Konektivitas suatu daerah dipengaruhi oleh lokasi pembangunan jalan, dan efisiensi jaringan jalan (Sreelekha et Al, 2016b).

Kabupaten Kendal terletak pada bagian utara dari Provinsi Jawa Tengah yang dilalui oleh Jalur Nasional Rute 1 atau jalur Pantura yang memiliki nilai strategis nasional karena menghubungkan sumber daya antar provinsi. Open Data Jawa Tengah (2018), menunjukkan bahwa terdapat sepanjang 770,993 Km jalan di Kabupaten Kendal dengan keterangan sebanyak 504,0888 Km (65,38%) jalan dinyatakan dalam kondisi mantap dan 266,905 Km (34,62%) jalan dinyatakan dalam kondisi tidak mantap.

Pembangunan jalan di Kabupaten Kendal cenderung bersifat organik yang berarti perkembangan jalan berkembang dengan menyesuaikan kondisi topografi yang dan kebutuhan daerah. Keberadaan jaringan jalan di Kabupaten Kendal dapat memiliki variasi antara satu kecamatan dengan kecamatan yang lain, karena adanya perbedaan kebutuhan dan kondisi topografi. Perbedaan keberadaan jaringan jalan diduga berpengaruh terhadap struktur ruang yang ada di Kabupaten Kendal, terutama terhadap interaksi jaringan jalan dengan struktur ruang. Sehingga perlu diketahui tentang bagaimana pola konektivitas jaringan jalan yang terbentuk di Kabupaten Kendal dan bagaimana pengaruh interaksi antara jaringan jalan dengan struktur ruang di Kabupaten Kendal.

METODE

Pemilihan lokasi penelitian di Kabupaten Kendal didasarkan pada nilai strategis jaringan jalan yang termuat dalam RTRW Kabupaten Kendal Tahun 2011 – 2031 serta kondisi jaringan jalan yang berkembang secara organik. Jaringan Jalan di Kabupaten Kendal memiliki sebaran yang berbeda pada setiap kecamatan, sehingga akan menunjukkan respons yang berbeda terhadap daya tarik dan interaksi ruang yang terjadi.

Penghitungan Pola Konektivitas Jaringan Jalan

Analisis interaksi jaringan jalan dilakukan dengan menghitung indeks konektivitas untuk mengetahui kondisi pola konektivitas jaringan jalan. Data spasial jaringan jalan Kabupaten Kendal dihitung melalui bantuan *Software ArcGIS* yang kemudian dikoreksi secara manual untuk mengetahui jumlah *node* (*v*), *edge* (*e*), *subgraph* (*p*) dan panjang jaringan jalan. Kepadatan jaringan jalan diketahui dari penghitungan panjang jaringan jalan (*L*) yang dibagi dengan luas wilayah (*A*). Kondisi konektivitas dijelaskan melalui nilai indeks *alpha*, *beta*, *gamma*, dan *eta* serta kepadatan jaringan jalan. Bentuk jaringan jalan diketahui melalui analisis indeks *alpha*, *gamma* dan *grid tree pattern*. Penghitungan kondisi konektivitas dijelaskan dalam tabel 1.

Tabel 1.1. Tabel Indeks Konektivitas

Nama	Rumus	Keterangan
Indeks <i>Alpha</i>	$\alpha = (e - v + p) / (2v - 5)$	Mengetahui keterhubungan fisik jaringan jalan.
Indeks <i>Beta</i>	$\beta = e/v$	Menunjukkan sifat jaringan jalan dan kondisi kompleksitas jaringan jalan
Indeks <i>Gamma</i>	$\gamma = e / (3(v - 2))$	Menunjukkan nilai

Lanjutan Tabel 1.1. Tabel Indeks Konektivitas

Nama	Rumus	Keterangan
		konektivitas jaringan jalan.
Indeks <i>Eta</i>	$\eta = L/E$	Mengetahui rata - rata panjang jaringan jalan
Kepadatan Jaringan Jalan	$ND = L/A$	Mengetahui kepadatan jaringan jalan dalam suatu wilayah
Indeks <i>Grid Tree Pattern</i>	$GTP = \frac{e - v + p}{(\sqrt{v} - 1)^2}$	Mengetahui bentuk jaringan jalan

Sumber: Kansky dan Danscoine, 1989.

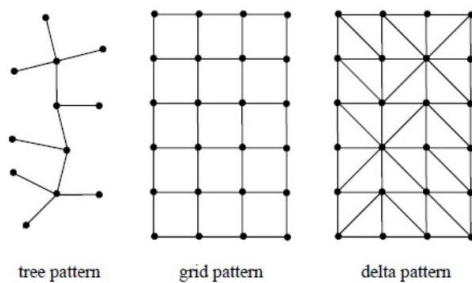
Sintesa bentuk jaringan jalan dan indeks konektivitas digunakan untuk menentukan pola konektivitas dari suatu sistem jaringan jalan. Tingkat kompleksitas jaringan jalan diketahui dari nilai indeks *beta*. Nilai Indeks *beta* >1 menandakan bahwa jaringan jalan memiliki sifat yang kompleks, sementara nilai 0 - 1 menandakan bahwa jaringan jalan memiliki sifat sederhana. Jaringan jalan yang memiliki sifat kompleks akan menunjukkan pembentukan jaringan jalan yang bersifat tertutup. Jaringan jalan yang memiliki sifat sederhana akan menunjukkan pembentukan jaringan jalan yang terbuka. Bentuk jaringan jalan diklasifikasikan menjadi bentuk pola pohon, grid dan delta. Bentuk jaringan jalan diketahui berdasarkan

klasifikasi pada tabel 2 dan digambarkan pada gambar 1.

Tabel 2. Tabel Klasifikasi Pola Jaringan Jalan

	<i>Alpha Index</i>	<i>Gamma Index</i>	<i>GTP Index</i>
Pola Pohon	$0 \leq \alpha < 1/4$	$1/3 \leq \gamma \leq 1/2$	$0 < GTP < 1/2$
Pola Grid	$1/4 < \alpha < 1/2$	$1/2 < \gamma < 2/3$	$1/2 \leq GTP < 1$
Pola Delta	$1/2 \leq \alpha \leq 1$	$2/3 \leq \gamma \leq 1$	$1 \leq GTP \leq 2$

Sumber Usui dan Asami (2011).



Gambar 1. Pola Jaringan Jalan

Sumber Usui dan Asami (2011).

Penghitungan Interaksi Jaringan Jalan dengan Struktur Ruang

Interaksi struktur ruang diketahui dengan mengukur daya tarik dan interaksi antar ruang melalui perbandingan nilai dan visualisasi dari daya tarik ruang. Daya tarik ruang (W) pada lokasi a dan b diketahui melalui penghitungan yang melibatkan jumlah penduduk (P), dan jarak (d).

$$W_{ab} = \frac{(P_a P_b)}{(d_{ab})^2}$$

Interaksi jaringan jalan dengan struktur ruang dianalisis dengan melibatkan indeks konektivitas dalam formula gravitasi ruang. Kincses et Al. (2014) menyebutkan bahwa model gravitasi yang digunakan dalam analisis struktur ruang perlu dilengkapi dengan analisis jaringan jalan untuk memberikan hasil yang optimal. Rodrigue et Al. (2013) telah mengembangkan analisis gravitasi dengan menambahkan faktor *push and pull* dari wilayah serta indeks konektivitas pada rumus gravitasi. Variabel yang diperlukan adalah jumlah penduduk, jarak, indeks gamma kecamatan, dan indeks beta kabupaten. Hasil penghitungan kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui pengaruh jaringan jalan terhadap perkembangan struktur ruang di Kabupaten Kendal.

$$W_{ab} = \frac{(P_a \gamma_a \cdot P_b \gamma_b)}{(d_{ab})^\beta}$$

Interaksi dari jaringan jalan dengan struktur ruang divisualisasikan menggunakan Model Darcy. Visualisasi interaksi ruang dilakukan dengan menghitung nilai daya tarik ruang pada sumbu x dan sumbu y . Rumus penghitungan daya tarik oleh Kincses dan Tóth (2014) dinyatakan dalam:

$$D_{ab}^x = - \sum_{b=1}^n W_{ab} * (x_a - x_b)$$

$$D_{ab}^y = - \sum_{b=1}^n W_{ab} * (y_a - y_b)$$

Pusat dari struktur ruang digambarkan melalui koordinat *centroid* pada setiap kecamatan. Daya tarik ruang akan menyebabkan pergeseran *centroid* dan membentuk koordinat pusat daya tarik. Perbedaan tekanan ruang pada dua jenis daya tarik gravitasi yaitu penghitungan gravitasi dan pengembangan rumus gravitasi dengan melibatkan indeks konektivitas digunakan untuk mengetahui interaksi yang terjadi antara suatu sistem jaringan jalan terhadap ruang kecamatan. Pergeseran *centroid* oleh Kincses et Al. (2014) diketahui melalui:

$$x_a^{mod} = x_a + \left(D_{ab}^x * (x^{max} - x^{min}) * \frac{1}{D_{ab}^{x^{max}}} \right)$$

$$y_a^{mod} = y_a + \left(D_{ab}^y * (y^{max} - y^{min}) * \frac{1}{D_{ab}^{y^{max}}} \right)$$

Pembandingan hasil pemodelan darcy dari rumus gravitasi awal dan rumus gravitasi dengan melibatkan indeks konektivitas kemudian digunakan sebagai dasar dalam analisis interaksi jaringan jalan dengan struktur ruang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Konektivitas Jaringan Jalan

Kondisi konektivitas Kabupaten Kendal dihitung berdasarkan keberadaan jaringan arteri, kolektor, dan lokal yang terdapat di Kabupaten Kendal. Nilai *alpha*

jaringan jalan di Kabupaten Kendal adalah sebesar 0,16. Nilai *alpha* Kabupaten Kendal menunjukkan bahwa konektivitas jaringan jalan di Kabupaten Kendal hanya terhubung sebesar 16% atau setara dengan 115 dari 541 nodal yang ada. Jaringan jalan Kabupaten Kendal memiliki *gap* pada bagian tengah dan selatan kabupaten. *Gap* tersebut terbentuk akibat dari kondisi morfologi yang mengalami peningkatan elevasi dari kondisi datar menjadi berbukit terutama pada wilayah bagian selatan, sehingga pembangunan jaringan jalan pada bagian tersebut menjadi tidak efektif dan jaringan jalan memiliki nilai konektivitas yang rendah.

Jaringan jalan di Kabupaten Kendal memiliki nilai *beta* sebesar 1,31. Nilai tersebut menunjukkan bahwa jaringan jalan bersifat kompleks. Kompleksitas jaringan jalan di Kabupaten Kendal terbentuk sebagai akibat dari keberadaan jaringan jalan bersifat tertutup yang sebagian besar berada pada bagian utara kabupaten. Bagian utara dari Kabupaten Kendal merupakan daerah yang memiliki beberapa pusat kegiatan, sehingga untuk menghubungkan beberapa pusat kegiatan, jaringan jalan berkembang dan terhubung dengan intens, serta membentuk jaringan jalan yang bersifat tertutup.

Nilai *gamma* jaringan jalan di Kabupaten Kendal adalah 0,44 yang

menunjukkan bahwa jaringan jalan di mampu menghubungkan sebesar 44% bagian daerahnya dengan optimal. Nilai *gamma* dari Kabupaten Kendal terbentuk akibat dari perkembangan jaringan jalan yang belum merata dan cenderung memusat pada bagian utara, tenggara, dan barat daya dari kabupaten, sementara pada bagian tengah dan selatan memiliki jumlah jaringan jalan yang lebih sedikit.

Nilai *eta* dan kepadatan jaringan jalan digunakan untuk mengetahui kondisi perkembangan jaringan jalan. Berdasarkan hasil penghitungan, nilai *eta* Kabupaten Kendal adalah 1,12 dan memiliki nilai kepadatan jaringan jalan sebesar 0,60 Km. Jenis perkembangan yang memungkinkan untuk terjadi adalah peningkatan cakupan dari jaringan jalan dan peningkatan konektivitas daerah melalui pembangunan jaringan jalan baru yang saling terhubung dan bersifat tertutup. Pembangunan yang terjadi akan bersifat intens pada bagian utara dengan sifat peningkatan konektivitas melalui pembangunan jaringan jalan dengan sifat tertutup, sementara pada bagian selatan, cenderung membangun jaringan jalan baru yang akan menjadi penghubung antar daerah.

Pola jaringan jalan diketahui melalui penghitungan *grid tree pattern index*. *Grid tree pattern index* menunjukkan bentuk fisik sistem jaringan jalan.

Kabupaten Kendal memiliki pola jaringan jalan *tree pattern*. Hasil penghitungan *grid tree pattern index* menunjukkan nilai 0,35 yang menandakan bahwa jaringan jalan di Kabupaten kendal cenderung memiliki sifat dominan berupa jaringan jalan terbuka, meskipun terdapat beberapa bagian dari jaringan jalan yang berkembang menuju bentuk jaringan jalan tertutup. Bentuk jaringan jalan yang terbuka di Kabupaten Kendal, menghubungkan berbagai pusat kegiatan di dalam kabupaten, sehingga dapat disimpulkan bahwa jaringan jalan di Kabupaten Kendal bersifat terbuka dan memiliki pola pohon. Kondisi konektivitas jaringan jalan Kabupaten Kendal digambarkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Tabel Hasil Penghitungan Indeks Konektivitas Kabupaten Kendal

Jumlah	Edge: 709
e,v,s	Vertices: 541
	Subgraf: 6
	Panjang Jalan: 606,65 Km
	Luas Wilayah: 1007,54 Km ²
Alpha	0,16
Beta	1,31
Gamma	0,44
Eta	1,12
Kepadatan	0,60
GTPI	0,35

Sumber: analisis jaringan jalan.

Secara umum, jaringan jalan di Kabupaten Kendal memiliki pola konektivitas berupa *complex tree pattern* yang terjadi sebagai akibat dari keberadaan *simple tree pattern*, *complex tree pattern*, dan *grid pattern* di Kabupaten Kendal.

Grid pattern pada bagian tengah dari Kabupaten Kendal, terbentuk akibat dari interaksi antar kecamatan. Tingkat interaksi ruang yang tinggi kemudian mendesak jaringan jalan untuk memiliki konektivitas yang tinggi. *Grid pattern* menandakan bahwa pada bagian tengah dari Kabupaten Kendal memiliki tingkat interaksi yang tinggi dan bentuk jaringan jalan yang tertutup, mengingat jaringan jalan tersebut berada pada kawasan PPK Pegandon.

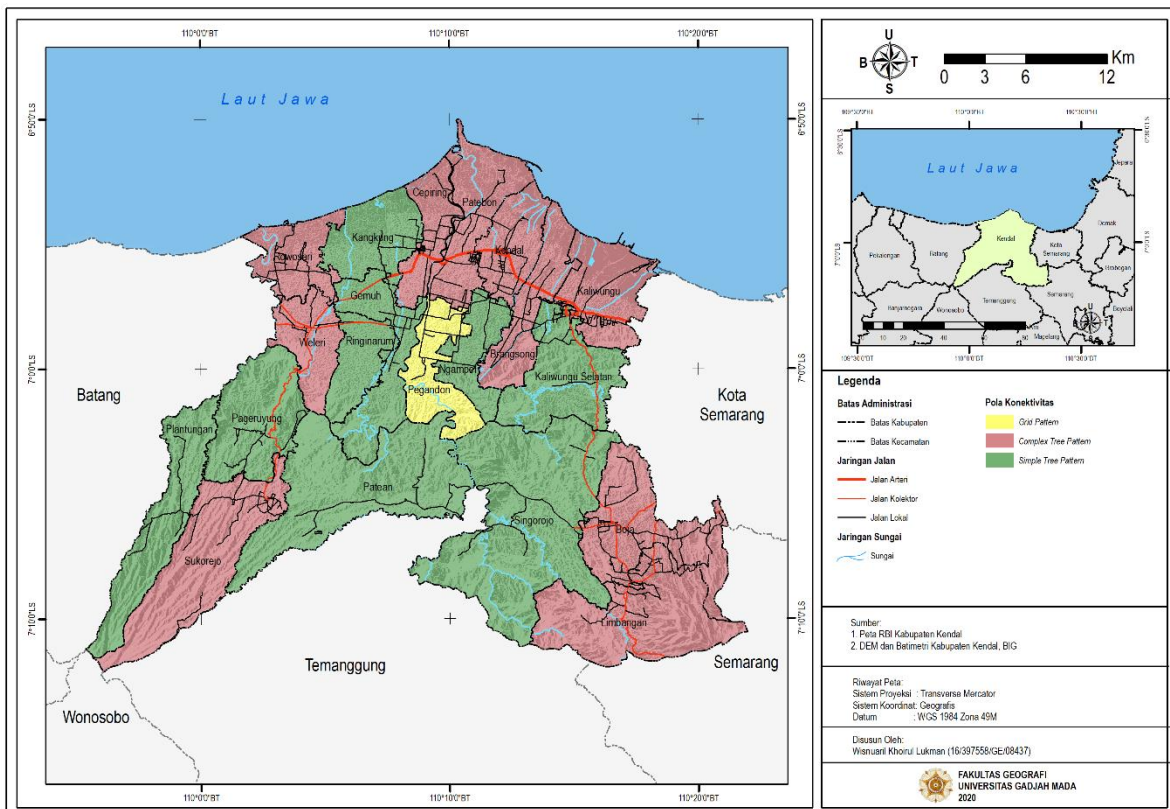
Complex tree pattern di Kabupaten Kendal berada pada daerah yang cenderung berada pada bagian luar atau perbatasan dari Kabupaten. Kondisi tersebut berhubungan dengan bentuk wilayah yang bersifat *prorupted*. Bagian kompak dari kabupaten pada daerah *prorupted* merupakan daerah yang dikembangkan sebagai pusat aktivitas yang sebagian besar terjadi pada bagian utara dari kabupaten, sejajar dengan Jalur Pantura. Perkembangan *Complex Tree Pattern* dibagi menjadi dua fungsi yaitu sebagai pusat aktivitas dan penghubung. Sifat jaringan jalan Pohon Kompleks sebagai

penghubung menandakan bahwa sifat kompleks dari jaringan terbentuk dari proses adaptasi konektivitas daerah untuk mengakomodasi aktivitas di dalam kecamatan dan antar kecamatan. Sifat penghubung dapat diketahui dari Kecamatan Brangsong, Cepiring, Limbangan, Patebon, dan Rowosari. Sifat jaringan jalan pada Pola Konektivitas Pohon Kompleks terjadi sebagai dampak keberadaan pusat aktivitas. Pusat aktivitas cenderung membentuk daya tarik ruang yang tinggi yang memunculkan pola kompleks pada jaringan jalan. Jaringan jalan pada Pola Konektivitas Pohon Kompleks dapat diketahui berada pada Kecamatan Boja, Kaliwungu, Kendal, Sukorejo, dan Weleri yang mana merupakan PKL di Kabupaten Kendal.

Simple Tree Pattern di Kabupaten Kendal menandakan tingkat konektivitas yang cenderung rendah. Kondisi konektivitas yang rendah pada bagian selatan dari Kabupaten Kendal dipengaruhi oleh kondisi topografi yang berbukit, sehingga pembangunan jalan dilakukan dengan menyesuaikan kemampuan lahan. Pola Pohon Sederhana merupakan pola konektivitas yang memiliki bentuk jaringan jalan terbuka serta memiliki nilai konektivitas yang rendah. Pola Pohon sederhana dicirikan melalui struktur jaringan jalan terbuka yang dominan,

sehingga konektivitas antar wilayah menjadi tidak optimal karena hanya memiliki satu jalur utama. Sifat Pola Pohon Sederhana adalah menjadi penghubung antar daerah. Pola Pohon Sederhana terbentuk di Kecamatan Gemuh,

Kaliwungu Selatan, Kangkung, Ngampel, Pageruyung, Patean, Plantungan, Ringinarum dan Singorojo. Gambar 2 menunjukkan sebaran pola konektivitas di Kabupaten Kendal.



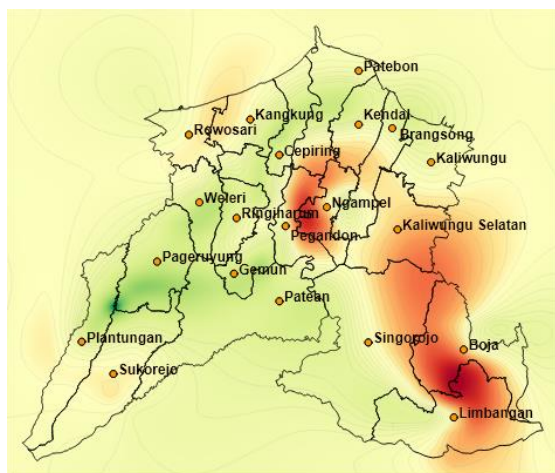
Gambar 2. Peta Pola Konektivitas Kabupaten Kendal

Interaksi Jaringan Jalan dengan Struktur Ruang

Berdasarkan gambar 3 dapat diketahui bahwa di Kabupaten Kendal terdapat empat pusat kegiatan yang ditunjukkan oleh rona warna jingga dan merah tua. Dua pusat kegiatan yaitu pada Kecamatan Pegandon dan Kecamatan Boja memiliki nilai yang sangat tinggi yang

ditunjukkan melalui rona warna merah tua, sementara pusat kegiatan di Kecamatan Rowosari dan Kecamatan Sukorejo ditunjukkan melalui rona warna jingga. Pusat kegiatan tersebut berkorelasi dengan keberadaan fungsi pelayanan berupa PKN, PKL, PPK, di Kabupaten Kendal. Berdasarkan aktivitas yang dominan terjadi di Kabupaten Kendal, maka pusat aktivitas

yang dominan adalah aktivitas perdagangan, dan agrikultur yang kemudian didukung oleh kegiatan pelayanan yang ditunjukkan melalui keberadaan daya tarik yang tinggi di Kecamatan Boja dan Kecamatan Sukorejo sebagai pusat aktivitas agrikultur dan keberadaan daya tarik di Pegandon dan Rowosari sebagai pusat aktivitas pelayanan.

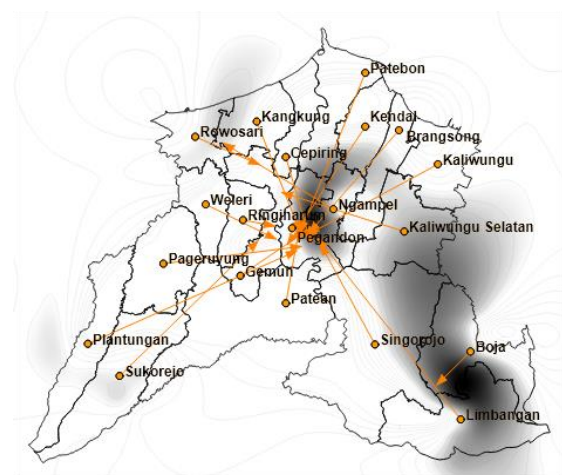


Gambar 3. Visualisasi Daya Tarik Ruang Model Gravitasi Kabupaten Kendal

Gambar daya tarik ruang menunjukkan bahwa sebaran daya tarik ruang Kabupaten Kendal cenderung lebih kuat pada bagian timur. Jumlah penduduk yang tinggi pada bagian Timur, menyebabkan potensi interaksi menjadi lebih dominan dan nilai daya tarik menjadi lebih tinggi. Jumlah penduduk yang tinggi juga menunjukkan jumlah fasilitas pelayanan yang lebih banyak pada bagian timur, mengingat perkembangan fasilitas

pelayanan berkembang mengikuti *threshold*.

Gambar 4 menunjukkan arah interaksi dan cakupan interaksi di Kabupaten Kendal. Arah interaksi yang terjadi cenderung memusat menuju Kecamatan Pegandon. Cakupan interaksi memiliki sifat memanjang hingga melampaui kecamatan yang lain.



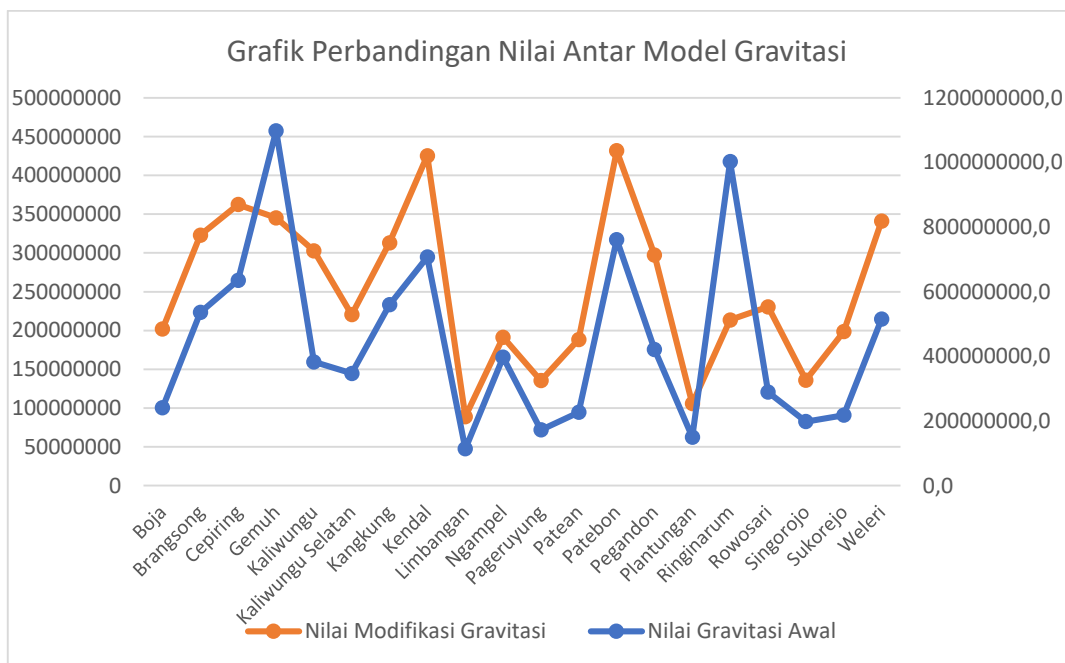
Gambar 4. Visualisasi interaksi ruang model gravitasi Kabupaten Kendal

Arah interaksi menunjukkan arah yang cenderung seragam yaitu menuju bagian tengah dari kabupaten. Arah interaksi menunjukkan adanya pergerakan interaksi ruang yang dominan menuju Kecamatan Pegandon. Kecamatan Pegandon memiliki daya tarik yang tinggi sehingga menyebabkan arah interaksi menjadi terarah menuju Kecamatan Pegandon. Kecamatan Pegandon memiliki nilai yang strategis bagi Kabupaten Kendal terutama dalam mendukung aktivitas di kecamatan lain baik sebagai pusat

pelayanan maupun sebagai penghubung. Mobilitas antar daerah yang bergantung kepada Kecamatan Pegandon menyebabkan interaksi ruang yang terjadi cenderung memusat menuju ke arah Pegandon.

Secara umum dengan melibatkan jaringan jalan pada penghitungan gravitasi, nilai interaksi di Kabupaten Kendal cenderung mengalami penurunan yang signifikan, namun memberikan

peningkatan pada hirarki ruang yang terbentuk. Fenomena tersebut menunjukkan bahwa jaringan jalan di Kabupaten Kendal belum mampu mengoptimalkan potensi daya tarik ruang dan interaksi yang ada, namun pada sisi lain mampu meningkatkan dan mendistribusikan daya tarik ruang dengan optimal, sehingga tingkat interaksi menjadi lebih merata yang ditunjukkan melalui gambar 5.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Antar Model Gravitasi

Perubahan nilai daya tarik menunjukkan nilai daya tarik ruang menjadi lebih merata. Pemerataan daya tarik ruang di Kabupaten Kendal menyebabkan kecamatan pada bagian utara yang memiliki kondisi konektivitas lebih baik menjadi semakin merata. Konektivitas pada bagian selatan yang memiliki kondisi

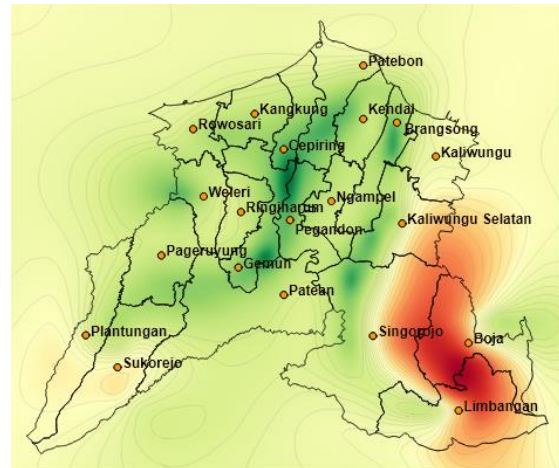
kurang baik tidak terpengaruh secara banyak, sehingga nilai daya tarik tidak berubah secara signifikan.

Interaksi ruang di Kabupaten Kendal sebagian besar tertarik menuju bagian timur dari Kabupaten Kendal, terutama pada Kecamatan Boja, sebagian Limbangan, dan sebagian Singorojo. Pusat

daya tarik ruang juga ditunjukkan muncul oleh Kecamatan Sukorejo, yang meliputi sebagian dari daerah Kecamatan Sukorejo dan Kecamatan Plantungan. Aktivitas yang dominan membentuk Kabupaten Kendal adalah aktivitas agrikultural dan perdagangan. Aktivitas agrikultural berdasarkan PDRB Kabupaten Kendal tahun 2015 - 2018 merupakan aktivitas produksi yang memiliki kontribusi terbanyak ke-dua di Kabupaten Kendal dan berlangsung di seluruh Kecamatan di Kabupaten Kendal. Keberadaan PKL bidang agrikultural menyebabkan Kecamatan Boja dan Sukorejo memiliki daya tarik yang tinggi, karena melayani satu kabupaten.

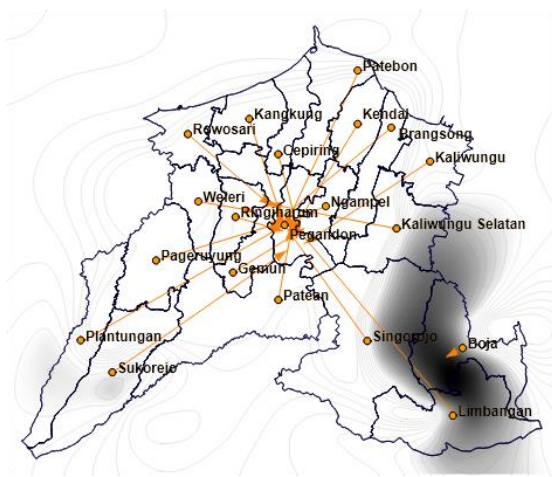
Gambar 6 menunjukkan kondisi daya tarik ruang. Potensi perkembangan pusat daya tarik ruang dapat terjadi di Kecamatan Weleri. Aktivitas transportasi menunjukkan bahwa Kecamatan Weleri memiliki kecenderungan untuk membentuk pusat interaksi, namun kondisi tersebut mengalami kendala akibat nilai konektivitas yang kurang optimal terutama pada Kecamatan Ringinarum dan Gemuh yang kemudian menyebabkan daya tarik ruang dari Kecamatan Pegandon tidak dapat terhubung. Diskonektivitas pada daya tarik ruang tersebut menunjukkan bahwa aktivitas transportasi tidak dapat berkembang dengan optimal dan belum

mampu menjalankan fungsinya dengan baik dalam mendukung perkembangan wilayah yang ada.



Gambar 6. Visualisasi Daya Tarik Ruang berdasarkan Model Gravitasi dan Indeks Konektivitas

Keberadaan jaringan jalan menyebabkan arah interaksi menjadi semakin memusat menuju ke Kecamatan Pegandon, dan terjadi pengurangan cakupan interaksi. Nilai konektivitas yang tinggi dan fungsi strategis sebagai penghubung pusat aktivitas, serta fungsi daerah sebagai PPK menyebabkan pemusatan arah interaksi yang digambarkan dalam gambar 7.



Gambar 7. Visualisasi Interaksi Ruang berdasarkan Model Gravitasi dan Indeks Konektivitas

Peta Pusat Interaksi berdasarkan modifikasi model gravitasi di Kabupaten Kendal menunjukkan perubahan pusat interaksi yang ada di Kabupaten Kendal. Terdapat dua pusat interaksi yang terbentuk berdasarkan interaksi jaringan jalan dengan struktur ruang. Lokasi yang menjadi pusat interaksi adalah Kecamatan Boja dan Kecamatan Sukorejo.

Pusat Interaksi yang terbentuk menunjukkan hubungan antara pola konektivitas dengan daya tarik dan interaksi ruang. Pusat Interaksi yang terbentuk cenderung berada pada bagian ujung selatan dari Kabupaten Kendal yang dikelilingi oleh daerah dengan pola konektivitas *simple tree pattern*. Fenomena ini menunjukkan bahwa pusat interaksi terbentuk pada *entrapped zone* di mana pusat kegiatan terperangkap oleh daerah dengan konektivitas yang buruk. *Entrapped zone*

menyebabkan aktivitas yang ada berkembang lebih dominan pada daerah tersebut, karena jaringan konektivitas di sekitarnya tidak mampu mendukung dengan optimal mobilitas unsur ruang yang ada.

Pusat Interaksi di Kecamatan Sukorejo terbentuk akibat adanya *entrapped zone* yang terbentuk dari relief wilayah pada bagian selatan, dan konektivitas yang rendah yang ditunjukkan melalui keberadaan pola *simple tree pattern* pada kecamatan di sekitar Kecamatan Sukorejo. Kondisi tersebut menyebabkan distribusi pelayanan aktivitas agrikultur dan perdagangan menjadi terpusat pada Kecamatan Sukorejo. Pemusatan tersebut kemudian memunculkan daya tarik pada bidang agrikultur yang menyebabkan kecamatan lain cenderung bergantung pada Kecamatan Sukorejo untuk memenuhi keperluan seperti pupuk, bibit, dan untuk menjual hasil produksi.

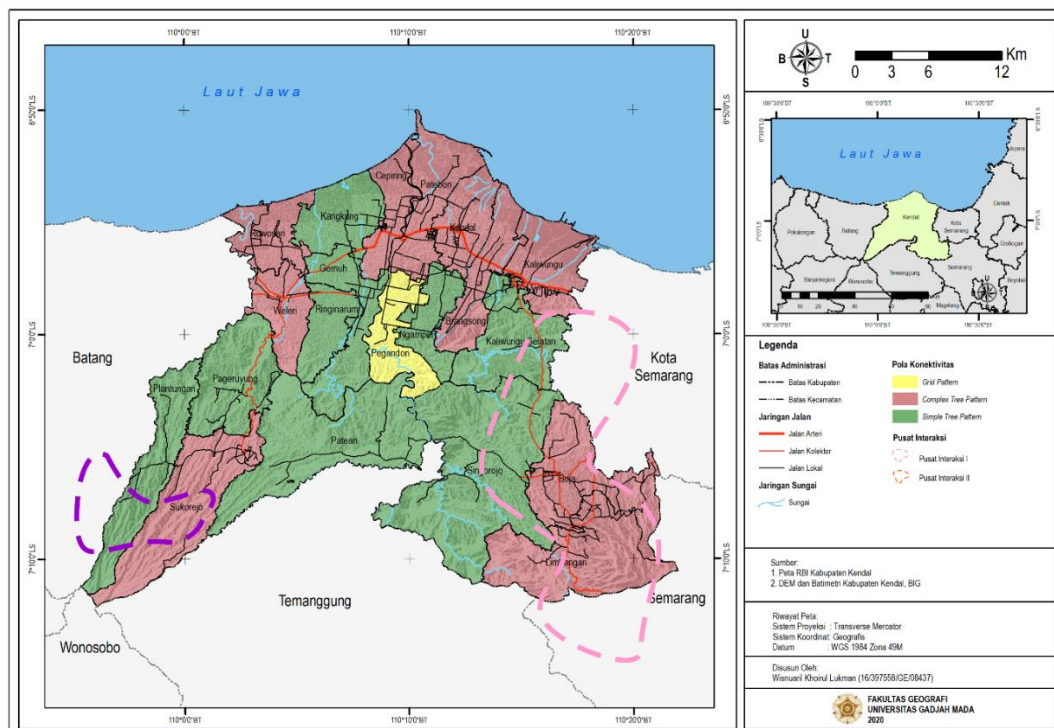
Pusat Interaksi di Kecamatan Boja berkembang dan mampu mempengaruhi Kecamatan Limbangan. Perkembangan tersebut ditunjukkan melalui keberadaan jaringan jalan tertutup yang menjadi bagian penghubung Kecamatan Limbangan dengan Kecamatan Boja. Aktivitas Perdagangan sebagai pendukung dari aktivitas pertanian menjadi penghubung dari kedua daerah tersebut. Aktivitas

perdagangan berkembang pada jaringan jalan tertutup yang menyebabkan adanya pemusatan aktivitas. Pemusatan aktivitas menjadi semakin intens dengan keberadaan jaringan jalan yang memiliki sifat penghubung pada Kecamatan Singorojo dan Kaliwungu Selatan.

Kecamatan Boja dan Sukorejo masih dapat mempertahankan kedudukan sebagai pusat interaksi disebabkan sifat *complex tree pattern* yang berperan sebagai pusat pertumbuhan. Pusat interaksi yang berada pada pusat pertumbuhan menyebabkan nilai daya tarik tidak terdistorsi dengan signifikan.

Distorsi nilai daya tarik yang signifikan terjadi pada Kecamatan

Pegandon dan Kecamatan Rowosari yang menyebabkan pusat interaksi menjadi *disperse*. Kecamatan Pegandon meskipun memiliki nilai konektivitas yang baik, namun memiliki sifat sebagai penghubung, sehingga tidak memiliki pemusatan aktivitas yang *sustain* dan pusat aktivitasnya cenderung melebur dengan kegiatan lain di Kabupaten Kendal. Pusat Interaksi Rowosari juga melebur dengan kegiatan lain di Kabupaten Kendal, karena terbentuk dari pengaruh Kecamatan Weleri, sementara aktivitas perdagangan di Kecamatan Weleri juga dilaksanakan pada skala yang sama di kecamatan lain di Kabupaten Kendal. Pusat Interaksi di Kabupaten Kendal ditunjukkan melalui Gambar 8.



Gambar 8. Peta Pusat Interaksi Kabupaten Kendal.

Hasil penghitungan indeks konektivitas menunjukkan bahwa jaringan jalan yang bersifat organik pada Kabupaten Kendal yang merupakan kawasan desa-kota menghasilkan pola konektivitas berupa *complex tree pattern*. Kompleksitas jaringan jalan tersebut terbentuk sebagai bentuk adaptasi jaringan jalan untuk mendukung aktivitas di Kabupaten Kendal yang beragam. Sistem desa-kota di Kabupaten Kendal menyebabkan adanya pemisahan pusat aktivitas pada kawasan desa dan kota yang ditunjukkan melalui keberadaan PKL pada Kecamatan Sukorejo dan Boja untuk aktivitas agrikultur pada kawasan desa, dan PKL Weleri, Kendal, dan Kaliwungu untuk aktivitas industri, pelayanan, dan perdagangan pada kawasan kota.

Jaringan jalan yang bersifat organik pada penelitian oleh *Shreelekha et Al. (2016a dan 2016b)* di Kota Calicut, India, menunjukkan pola konektivitas berupa *complex tree pattern*. *Complex tree pattern* yang terbentuk di Kota Calicut relatif menunjukkan bentuk jaringan jalan yang memusat menuju pusat kota. Sifat pemusatan pada jaringan jalan pola *complex tree pattern* Kota Calicut menunjukkan perbedaan dengan Kabupaten Kendal. Jaringan jalan di Kabupaten Kendal menunjukkan pemusatan pada tiga kawasan yaitu, sepanjang jalur Pantura, pada sekitar

Kawasan PKL Sukorejo dan sekitar Kawasan PKL Boja. Perbedaan fungsi daerah sebagai Kawasan Perkotaan pada Kota Calicut, dan kawasan desa-kota pada Kabupaten Kendal menyebabkan perbedaan pada kondisi pusat kegiatan yang kemudian berdampak kepada perbedaan pada kondisi jaringan jalan yang terbentuk.

Analisis pusat kegiatan wilayah oleh Kincses dan Tóth (2014) dan Kincses et Al. (2014) dilakukan menggunakan analisis gravitasi dengan mempertimbangkan kondisi ekonomi sebagai *push and pull factor* dari suatu wilayah. Penelitian tersebut menghasilkan visualisasi interaksi ruang Hungaria (Kincses dan Tóth, 2014) dan visualisasi interaksi struktur ruang Eropa (Kincses et Al., 2014). Interaksi kegiatan dalam struktur ruang pada dua penelitian tersebut menekankan pada faktor ekonomi yang menunjukkan bahwa daya tarik ruang dipengaruhi oleh perkembangan jaringan jalan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, struktur ruang yang terbentuk di Kabupaten Kendal kemudian dianalisis dengan melibatkan jaringan jalan yang direpresentasikan melalui indeks konektivitas. Hasil dari analisis interaksi jaringan jalan terhadap struktur ruang di Kabupaten Kendal menunjukkan bahwa kondisi konektivitas jaringan jalan berpengaruh terhadap nilai daya tarik

ruang. Jaringan jalan dapat meningkatkan pemerataan daya tarik ruang, serta membentuk pemusatan daya tarik pada

KESIMPULAN

1. Jaringan jalan di Kabupaten Kendal memiliki Pola Konektivitas *Complex Tree Pattern* yang terbentuk dari gabungan Pola Konektivitas *Grid Pattern*, *Complex Tree Pattern* dan *Simple Tree Pattern* di setiap kecamatan. Jaringan jalan dengan sifat kompleks menunjukkan sifat dalam struktur ruang sebagai pusat atau penghubung pusat pertumbuhan, sementara jaringan jalan dengan sifat sederhana menunjukkan fungsi sebagai penghubung.
2. Pola Konektivitas yang belum optimal menyebabkan interaksi jaringan jalan dan struktur ruang di Kabupaten Kendal mengalami penurunan nilai daya tarik, namun hirarki ruang mengalami peningkatan dan daya tarik ruang menjadi tersebar dengan lebih merata. Terdapat dua pusat pertumbuhan di Kabupaten Kendal yang berpusat di Kecamatan Sukorejo dan Boja dengan potensi perkembangan pusat pertumbuhan di Kecamatan Weleri. Pusat pertumbuhan berada pada jaringan jalan dengan pola konektivitas berupa *complex tree pattern*.

suatu ruang tergantung dari kondisi konektivitas yang terbentuk.

SARAN

1. Pembangunan jaringan jalan di Kabupaten Kendal yang semakin tinggi sebaiknya memperhatikan bentuk fisik dari sistem jaringan jalan, pemerataan sebaran pembangunan jaringan jalan, dan memprioritaskan pembangunan jaringan jalan baru pada daerah yang memiliki sifat jaringan jalan terbuka.
2. Keberadaan pusat kegiatan pada bagian utara kabupaten perlu ditingkatkan terutama melalui perbaikan konektivitas jaringan jalan, sehingga keberadaan pusat kegiatan menjadi optimal sesuai dengan fungsi ruangnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat dan karunianya kepada penulis, sehingga penulisan jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyampaikan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu selama penulisan yaitu:

1. Bapak dan Ibu, Mas Iwan, Mbak Dini, Adik Ellin, Dennis dan Elden.
2. Prof. Dr. Muh. Aris Marfai, S.Si., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Geografi.
3. Prof. Dr. M. Baiquni, M.A., selaku Ketua Departemen Geografi Pembangunan.
4. Seluruh staf pengajar dan karyawan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan bantuan dan kemudahan selama menempuh pendidikan S1.
5. Keluarga Arutedja dan teman-teman di Gegama.
6. Teman-teman pembangunan wilayah angkatan 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Kendal. *Kabupaten Kendal dalam Angka 2019*. Kendal
- Dinas Komunikasi dan Informatika Provinsi Jawa Tengah. 2018. *Kondisi Jalan Kabupaten Kendal*. http://data.jatengprov.go.id/dataset/kondisi-jalan-kabupaten-kendal/resource/d401984b-eba8-4d95-bd06-a700e3ef70bc?inner_span=True.
- (diakses pada 16 Juni 2019 oleh Wisnuaril K L)
- Kansky, Karl dan Danscoine, Pascal. 1989. Measures of Network Structure. *Flux, Numéro Spécial hal. 89 - 121*.
- Kincses, Áron dan Tóth, Géza. 2014. The Application of Gravitational Model in the Investigation of Spatial Structure. *Acta Politechnica Hungaria Vol. 11 No. 2, 2014*.
- Kincses, Áron, Nagy, Zoltán dan Tóth, Géza. 2014. Modelling the Spatial Structure of Europe. *Regional Statistics, 2014, Vol. 4, No 2: 40-54; DOI 10.15196/RS04203*.
- Muta'ali, Luthfi. 2015. *Teknik Analisis Regional untuk Perencanaan Wilayah, Tata Ruang, dan Lingkungan*. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi (BPFG).
- Peraturan Daerah Kabupaten Kendal Nomor 20 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Kendal Tahun 2011 – 2031.
- Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor: SK.930/AJ.401/DRJD/2007 tentang Penetapan Nomor Rute Jalan Nasional di Pulau Jawa.
- Prakoso, B.S.E. dan Muta'ali, L. 2005. *Dinamika Sistem Kota-Kota dan Pemilihan Alternatif Pusat Pertumbuhan Baru di Propinsi*

- Daerah Istimewa Yogyakarta. *Majalah Geografi Indonesia, Vol. 19 No. 2 Hal: 155 – 179.*
- Rodrigue, J.P. Comtois, C. dan Slack B. 2013. *The Geography of Transport Systems Third Edition.* London dan New York: Routledge Taylor & Francis Group
- Sreelekha, M.G; Krishnamurthy, K; dan Anjaneyulu; M. V. L. R. 2016a. Assessment of Topological Pattern of Urban Road Transport System of Fire-Fighting. *Cybergeo: European Journal of Geography 2011.*
- Vuidel, Gilles. 2009. *Logiciel de Comparaison Spatiale Darcy 2.0.* Paris.
- Calicut City. *Transportation Research Procedia 17 (2016) 254 – 262.*
- Sreelekha, M.G; Krishnamurthy, K; dan Anjaneyulu; M. V. L. R. 2016b. Interaction between Road Network Connectivity and Spatial Pattern. *Procedia Technology 24 (2016) 131 – 139.*
- Usui, Hiroyuki dan Asami, Yasushi. 2011. An Evaluation of Road Network Patterns Based on the Criteria for