

ANALISIS ASPEK MORFOLOGI JALAN (*LAYOUT OF STREETS*) KOTA SEMARANG TERHADAP PERTUMBUHAN TATA RUANG DAN WILAYAH MENGGUNAKAN METODE DIGITASI CITRA RESOLUSI TINGGI DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Immanuel Sitepu, Yudo Prasetyo, Fauzi Janu Amarrohman^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : manuel_sitepoe@yahoo.com

ABSTRAK

Suatu wilayah tentu akan mengalami dinamika dan pertumbuhan dari waktu ke waktu yang menyebabkan terjadinya perkembangan fisik. Perkembangan fisik inilah yang mempengaruhi morfologi dari sebuah kota dimana indikator terbesar yang mempengaruhi morfologi dari sebuah kota yaitu morfologi jalan. Jadi dengan memantau morfologi jalan akan ditemukan pengaruhnya terhadap perkembangan fisik dari suatu kota. Area penelitian dilakukan di Kecamatan Mijen yang merupakan bagian dari Kota Semarang.

Analisis morfologi jalan ini dilakukan dengan metode digitasi citra satelit resolusi tinggi dan melakukan analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Digitasi dilakukan di atas citra satelit Quickbird dengan resolusi 0,6 meter dengan multitemporal tahun 2005 dan tahun 2015. Jalan yang didigitasi adalah kelas jalan arteri sekunder, kolektor primer, kolektor sekunder dan jalan lokal. Hasil digitasi ini selanjutnya akan dilakukan perhitungan jumlah keseluruhan panjang jalan di tahun 2005 dan tahun 2015 sehingga diketahui besar pertumbuhan panjang jalan dari tahun 2005 hingga 2015. Selanjutnya akan dilakukan analisis spasial untuk mengidentifikasi morfologi jalan, korelasi pertumbuhan jalan dengan pertumbuhan tata ruang serta melalui analisis statistik spasial dengan cara *Standard Deviational Ellipse* diperoleh arah pertumbuhan jalan dari Kecamatan Mijen.

Dari hasil digitasi jalan yang dilakukan diperoleh nilai pertumbuhan jalan Kecamatan Mijen dari tahun 2005 hingga 2015 sebesar 33.709,507 meter atau sebesar 33,709 kilometer dimana nilai ini merupakan total dari panjang jalan untuk semua kelas yang didigitasi. Morfologi jalan yang terdapat di Kecamatan Mijen adalah morfologi jalan tidak beraturan dan morfologi jalan grid. Pertumbuhan jalan di Kecamatan Mijen mengarah ke arah utara dimana dibagian utara terdapat kawasan perumahan Bukit Semarang Baru yang banyak melakukan pembangunan jalan.

Kata Kunci: Analisis Spasial, Digitasi, Morfologi Jalan, *Standard Deviational Ellipse*.

ABSTRACT

A region will certainly has the dynamics and growth over time which affect the growth physically. This physical growth affected the city morphology where the biggest indicator which affect the morphology of a city is the layout of streets. So, by monitoring the layout of streets will be founded effects in physical development of a city. Research area conducted in the District Mijen which is part of Semarang city.

The layout of the streets monitored by digitize high-resolution satellite imagery and perform spatial analysis based on Geographic Information System (GIS). Digitization had done over the Quickbird satellite imagery with a resolution of 0.6 meters with multitemporal 2005 and 2015. The road which in digitized is a class of secondary arterial roads, primary collector, secondary collectors and local roads. The result of this digitization will be calculating the amount of the entire length of the road in 2005 and 2015 so that the growth of the road from 2005 to 2015 will be found. Furthermore, spatial analysis will be conducted to identify the layout of the streets. The growth of the road correlation with the growth of spatial and through the statistical analysis, by using Standard Deviational Ellipse we will find the direction of the growth of the District Mijen.

From the digitation, we find the growth rate from 2005 to 2015 amounted to 33.709.507 meter or a total of 33,709 kilometers where this value is the total ength for all classes in digitization. The layout of streets that founded in District Mijen are irregular morphology and grid morphology. The growth of the roads in District Mijen leading towards the north where in northern area there is a residential area of Bukit Baru Semarang which doing a lot of road construction.

Keywords: Digitizing, Layout of Streets, Spatial Analysis, *Standard Deviational Ellipse*.

^{*)} Penulis, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Suatu wilayah tentu akan mengalami dinamika dan pertumbuhan dari waktu ke waktu. Pertumbuhan ini mempengaruhi perkembangan fisik suatu kota. Perkembangan fisik inilah yang selanjutnya bisa diartikan sebagai perkembangan morfologi kota. Dari beberapa unsur morfologi kota, pola jalan atau "*lay out of streets*" merupakan komponen yang paling nyata manifestasinya dalam menentukan periodisasi pembentukan kota di negara barat (Yunus, 2001).

Sejatinya, manusia membutuhkan jalan untuk melakukan aktivitasnya karenanya sejak zaman dulu manusia terus melakukan pembangunan jalan untuk mendukung kegiatannya mulai dari yang tidak terencana dan yang terencana. Pertumbuhan jalan yang diiringi pertumbuhan kota tentu akan mempengaruhi bentuk fisik atau ekspresi keruangan dari suatu kota.

Di Kota Semarang khususnya Kecamatan Mijen juga mengalami hal ini dan mempengaruhi pertumbuhan kota secara acak dan memencar sehingga menyebabkan ketidakteraturan (*urban sprawl*). Untuk mencegah ketidakteraturan yang semakin banyak, maka perlu dilakukan analisis terhadap pertumbuhan Kecamatan Mijen dengan memantau dari aspek morfologi jalan. Analisis ini dilakukan menggunakan metode penginderaan jauh memanfaatkan citra satelit resolusi tinggi wilayah Kecamatan Mijen dengan melakukan digitasi jalan yang terlihat di citra satelit. Jalan yang akan didigitasi adalah jalan yang masuk dalam status jalan nasional, jalan provinsi dan jalan kabupaten, kota dan lokal sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan. Dari hasil digitasi akan dilakukan interpretasi pola jalan yang terdapat di Kecamatan Mijen dan hasil digitasi ini juga nantinya akan diperoleh angka pertumbuhan jalan serta bisa diketahui arah pertumbuhan Kota Semarang khususnya Kecamatan Mijen berdasarkan pertumbuhan jalannya sehingga bisa dijadikan acuan untuk mengatasi permasalahan pertumbuhan tata ruang wilayah Kota Semarang khususnya Kecamatan Mijen.

I.2. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tingkat pertumbuhan jaringan jalan di Kota Semarang khususnya Kecamatan Mijen diperiode tahun 2005 sampai tahun 2015 melalui digitasi citra resolusi tinggi multitemporal dan analisis spasial SIG?
2. Bagaimana jenis morfologi jalan (*lay out of streets*) berdasarkan hasil digitasi citra satelit di Kota Semarang khususnya Kecamatan Mijen?

3. Bagaimana perkembangan Kota Semarang khususnya Kecamatan Mijen berdasarkan arah pertumbuhan jalan melalui analisis spasial *Standard Deviational Ellipse*?

I.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui bentuk morfologi jalan (*lay out of streets*) Kecamatan Mijen dan mengetahui pertumbuhan serta arah pertumbuhan kota berdasarkan pertumbuhan jalan di Kecamatan Mijen menggunakan citra resolusi tinggi.

Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah

1. Aspek Keilmuan
 - a. Penelitian ini diharapkan dapat memperluas pengetahuan mengenai analisis aspek morfologi jalan menggunakan citra satelit resolusi tinggi.
 - b. Menambah wawasan mengenai pertumbuhan Kecamatan Mijen dilihat dari morfologi jalannya.
2. Aspek Kerekayasaan
 - a. Memberikan informasi tambahan mengenai jenis-jenis morfologi jalan serta pertumbuhan Kecamatan Mijen kepada instansi terkait serta masyarakat.
 - b. Mempermudah instansi terkait dalam mengidentifikasi morfologi jalan di Kota Semarang.

I.4. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di Kecamatan Mijen, Kota Semarang.
2. Penentuan pola atau morfologi jalan dilakukan dengan mengidentifikasi dan mengelompokkan pola jalan yang terbentuk sesuai teori Northam tentang pola jalan.
3. Penentuan arah pertumbuhan jalan dilihat berdasarkan arah pertumbuhan jalannya dan dilakukan dengan cara melakukan analisis spasial *Standard Deviational Ellipse*.
4. Analisis morfologi jalan dilakukan untuk kelas jalan nasional, jalan provinsi, jalan lokal sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan Bagian Keempat mengenai status jalan.
5. Angka pertumbuhan jalan diperoleh dari hasil digitasi citra satelit resolusi tinggi tahun 2005 dan 2015.
6. Validasi data lapangan untuk data hasil digitasi jalan dilakukan dengan metode *tracking* menggunakan GPS *handheld* dan pengukuran lebar jalan di lapangan.

I.4.1 Area Penelitian

Area penelitian adalah Kecamatan Mijen yang merupakan salah satu dari 15 kecamatan yang ada

dalam wilayah administrasi Kota Semarang. Secara administrasi Kecamatan Mijen terdiri dari 14 kelurahan yaitu Kelurahan Kedungpane, Jatibarang, Pesantren, Cangkiran, Tambangan, Mijen, Ngadirjo, Jatisari, Polaman, Wolopo, Purwosari, Bubakan, Wonoplumbon, dan Karangmalang. Kecamatan Mijen adalah salah satu kecamatan terluas di kota Semarang, dengan luas wilayah 57,55 Km² terletak pada ketinggian 253,00 mdpl.

I.4.2 Alat dan Data Penelitian

Adapun alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Laptop digunakan untuk mengolah semua proses pekerjaan penelitian yang membutuhkan bantuan komputer.
2. Perangkat Lunak ArcGIS 10.3 digunakan untuk melakukan digitasi citra satelit dan analisis spasial.
3. Garmin GPS Map 60csx untuk validasi lapangan.
4. Pita ukur untuk validasi lapangan.
5. Perangkat Lunak Microsoft Word 2016 digunakan untuk pembuatan laporan.
6. Perangkat Lunak Microsoft Visio 2013 digunakan untuk pembuatan diagram alir penelitian.
7. Printer digunakan untuk pencetakan laporan.

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Citra satelit Quickbird daerah Mijen tahun 2005 dan 2015
2. Peta Jaringan Jalan Kota Semarang (.shp)
3. Batas administrasi Kecamatan Mijen (.shp)

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Jalan

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 dalam pasal 1, jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Klasifikasi menurut status sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 dikelompokkan menjadi 5 yaitu:

1. Jalan Nasional yang terdiri dari jalan arteri primer, jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi, jalan tol dan jalan strategis nasional.
2. Jalan Provinsi yang terdiri dari jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau kota, jalan kolektor primer yang menghubungkan antaribukota kabupaten atau kota.

3. Jalan Kabupaten yang terdiri dari jalan kolektor primer yang tidak termasuk dalam jalan nasional dan jalan provinsi, jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat desa, antaribukota kecamatan, ibukota kecamatan dengan desa, dan antar desa, jalan sekunder yang tidak termasuk jalan provinsi dan jalan sekunder dalam kota, jalan strategis kabupaten.
4. Jalan Kota yang terdiri atas jalan umum pada jaringan jalan sekunder di dalam kota.
5. Jalan Desa yang terdiri atas jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten.

II.2 Konsep Morfologi Jalan (*Layout of Streets*)

Pola jalan di dalam kota merupakan salah satu unsur dari pada morfologi kota. Selain pola jalan, memang terdapat sejumlah komponen struktural lain daripada kota yang ikut mewarnai pola keruangan daripada kota yang berbeda-beda. Dari sekian banyak komponen tersebut, "*lay out of streets*" merupakan komponen yang paling nyata manifestasinya dalam menentukan periodisasi pembentukan kota di negara-negara barat. Ada 3 tipe sistem pola jalan yang dikenal (Northam, 1975 dalam Yunus, 2001), yaitu:

1. Sistem pola jalan tidak teratur (*irregular system*)
2. Sistem pola jalan radial konsentris (*radial concentric system*)
3. Sistem pola jalan bersudut siku atau grid (*rectangular or grid system*)

II.3 Citra Resolusi Tinggi

Citra resolusi tinggi diartikan sebagai citra yang memiliki resolusi spasial yang tinggi. Resolusi spasial sendiri berarti ukuran terkecil objek yang dapat direkam oleh suatu sistem sensor. Dengan kata lain maka resolusi spasial mencerminkan kerincian informasi yang dapat disajikan oleh suatu sistem sensor. Resolusi spasial merupakan luas suatu objek di bumi yang diukur dalam satuan piksel pada citra satelit. Apabila suatu objek dilakukan pengambilan gambar yang mempunyai ukuran luas aslinya 30 m x 30 m ditampilkan pada citra satelit dengan ukuran 1 piksel maka citra satelit tersebut mempunyai resolusi spasial 30 m.

Citra satelit dengan resolusi tinggi memiliki resolusi spasial dengan jarak 0.6 m sampai 4 m. Dengan jarak demikian, maka hasil citra yang diperoleh akan lebih jelas. Contoh dari citra resolusi besar ini antara lain GeoEye, WorldView-1, WorldView-2, Quickbird, IKONOS dan lain-lain.

II.4 Digitasi

Digitasi merupakan bagian dari proses pemetaan digital. Secara umum dapat didefinisikan sebagai proses konversi data analog ke dalam format digital. Objek-objek tertentu seperti jalan, rumah, sawah dan lain-lain yang sebelumnya dalam format raster maka menjadi objek-objek vektor. Pada sebuah citra satelit resolusi tinggi dapat diubah ke dalam format digital dengan proses digitasi yang bisa dilakukan dengan dua acara (Bappeda NTB, 2013), yaitu:

1. Digitasi menggunakan *digitizer* (zaman dulu tetapi kini hampir tidak lagi). Dalam proses digitasi ini memerlukan sebuah meja digitasi atau *digitizer*.
2. Digitasi *onscreen* di layar monitor. Digitasi *onscreen* paling sering dilakukan karena lebih mudah dilakukan, tidak memerlukan tambahan peralatan lainnya, dan lebih mudah untuk dikoreksi apabila terjadi kesalahan. Digitasi *onscreen* biasanya dilakukan pada/dibantu oleh suatu *base-layer* yang punya referensi spasial, misalnya citra satelit.

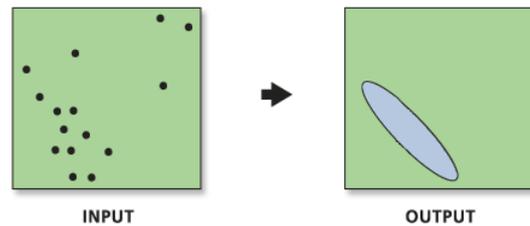
II.5 Topologi

Topologi merupakan model data vektor yang menunjukkan hubungan spasial diantara objek spasial. Salah satu contoh adalah bahwa persimpangan dua garis dipertemukan dalam bentuk titik, dan kedua garis tersebut secara eksplisit dalam atributnya mempunyai informasi sebelah kiri dan sebelah kanan. Topologi sangat berguna pada saat melakukan deteksi kesalahan pada saat proses digitasi. Selain itu berguna pula dalam melakukan proses analisis spasial yang bersifat kompleks. Salah satu analisis spasial yang dapat dilakukan dalam format topologi adalah proses tumpang tindih (*overlay*) dan analisis jaringan (*network analysis*) dalam SIG. Topologi digunakan untuk mendefinisikan dan memberlakukan integritas data dengan aturan topologi (ArcGIS, 2016).

II.6 Standard Deviational Ellipse (SDE)

SDE terutama ditentukan oleh tiga langkah: rata-rata lokasi, dispersi (atau konsentrasi) dan orientasi. *Tool Standard Deviational Ellipse* menciptakan Kelas Keluaran Fitur baru yang berisi poligon elips. Nilai atribut untuk poligon elips ini termasuk X dan Y koordinat untuk pusat yang berarti dua jarak standar (sumbu panjang dan pendek), dan orientasi elips. Ketika pola spasial yang mendasari fitur terkonsentrasi di pusat dengan fitur yang lebih sedikit ke arah pinggiran (distribusi normal spasial), standar deviasi satu elips poligon akan mencakup sekitar 68 persen dari fitur; standar deviasi dua akan berisi sekitar 95 persen dari fitur; dan tiga standar deviasi akan mencakup sekitar 99 persen dari fitur dalam *cluster*.

Kecenderungan pusat adalah pusat mean dan dispersi mengacu pada penyebaran dari pusat mean dibatasi oleh elips. SDE adalah representasi grafis standar deviasi di sepanjang sumbu X dan Y berpusat pada rata-rata data secara geometris dari semua lokasi. Ilustrasi mengenai SDE dapat dilihat pada Gambar II-1.



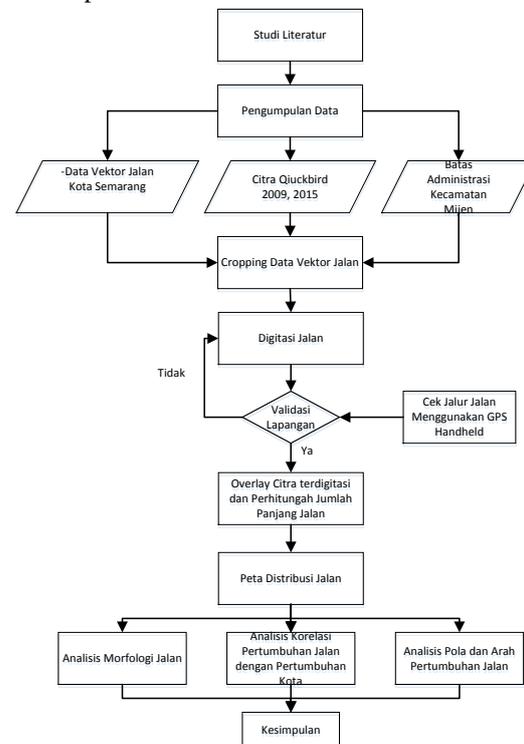
Gambar II-1 Cara kerja *Standard Deviational Ellipse* (ArcGIS, 2016)

II.7 Uji t (*Student t Test*)

Uji distribusi t dilakukan untuk mengetahui variabel independen secara parsial terhadap variabel dependen, apakah pengaruhnya signifikan atau tidak (Priyanto, 2013). Uji t pada dasarnya menunjukkan seberapa jauh pengaruh variabel bebas secara individual dalam menerangkan variasi variabel terikat. Uji statistik dalam penelitian ini dilakukan dengan cara menguji variabel hasil ukuran panjang jalan validasi lapangan (variabel bebas).

III. Tahapan Pengolahan

Skema tahapan pengolahan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar III-2.



Gambar III-2 Diagram Alir Penelitian

III.1. Tahapan Persiapan

1. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan untuk mengetahui gambaran hingga inti permasalahan dari penelitian yang berdasar pada teori dan pengetahuan yang matang mengenai penelitian yang akan dilaksanakan.
2. Pengumpulan Data
Pada tahapan ini penulis akan mengumpulkan semua data-data yang dibutuhkan untuk penyelesaian penelitian ini. Data-data penelitian akan di *list* terlebih dahulu dan mencari sumber data penelitian.

III.2. Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini yaitu:

III.2.1 Pemotongan Data Vektor Jalan

Tahapan yang pertama dilakukan adalah pemotongan data vektor jalan yang diperoleh dari Dinas Bina Marga, BAPPEDA Kota Semarang yang masih mencakup se-Kota Semarang sehingga perlu *dicrop* agar sesuai dengan daerah penelitian yaitu Kecamatan Mijen saja. Data vektor jalan *dicrop* menggunakan *software* ArcGIS 10.3 dengan data batas administrasi Kecamatan Mijen sebagai data pemotong.

III.2.2 Digitasi

Pada proses ini, data raster yang digunakan adalah data citra satelit Quickbird dengan resolusi spasial 6 meter Kecamatan Mijen yang sudah terkoreksi dengan tahun pencitraan 2005 dan tahun 2015. Citra satelit inilah yang akan dijadikan sebagai peta dasar untuk proses digitasi objek jalan yang terdapat di Kecamatan Mijen. Pada proses digitasi juga dimasukkan data jalan yang sudah diperoleh dari Dinas Bina Marga dan BAPPEDA sebagai data tambahan. Namun, beberapa data jalan perlu di *edit* karena ada beberapa data yang tidak sesuai dengan penampakan citranya dan beberapa *vertex* masih perlu diperbaiki.

III.2.3 Pembuatan Topologi

Digitasi yang telah dilakukan tentu tidak terhindar dari kesalahan. Data yang banyak menyulitkan kita untuk memeriksa kesalahan satu persatu dan membutuhkan waktu yang lama. Karena itu, ArcGIS 10.3 menyediakan fitur topologi yang mampu melakukan pencarian kesalahan pada data vektor. Pada umumnya, topologi bertujuan untuk menjaga integritas data melalui pencarian kesalahan pada data. Fitur topologi di ArcGIS juga mampu melakukan perbaikan kesalahan secara otomatis menggunakan *topology tools* dan *topology rules*.

III.3. Tahapan Pengujian

Untuk memastikan hasil digitasi akurat dan sesuai dengan keadaan di lapangan, maka dilakukan pengujian terhadap pengolahan data yang sudah dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

III.3.1 Validasi Lapangan

Validasi lapangan dilakukan untuk membandingkan dan memverifikasi hasil digitasi di atas citra digital dengan kenampakan aslinya di lapangan baik terhadap objek jalan yang sudah terdigitasi maupun yang belum terdigitasi sehingga diketahui kesalahan maupun tambahan informasi mengenai hasil digitasi. Tahapan ini juga akan meningkatkan akurasi terhadap data karena telah dilakukan verifikasi kesesuaian di citra dengan keadaan di lapangan. Validasi lapangan dilakukan terhadap hasil digitasi jalan yang dianggap mengalami pertumbuhan atau penambahan panjang sehingga diketahui fakta di lapangan mengenai besar penambahan panjang jalan dan diperoleh informasi mengenai pertumbuhan tata ruang di sekitar jalan yang mengalami pertumbuhan.

III.3.2 Perhitungan Panjang Jalan

Perhitungan panjang jalan dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.3 melalui fitur *statistics* yang bisa dibuka melalui *attribut table* pada *feature class* yang akan dihitung jumlah panjang jalannya. Pada tahap ini dilakukan perhitungan jumlah panjang jalan pada tahun 2005 dan tahun 2015.

III.3.3 Uji Akurasi Panjang Jalan

Uji akurasi panjang jalan ini perlu dilakukan untuk diketahui seberapa akurat hasil perhitungan jumlah panjang jalan yang diperoleh dari hasil digitasi jalan yang sudah dilakukan. Uji ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sampel jalan di citra dan pengukuran di lapangan yang sebelumnya sudah dilakukan saat validasi lapangan (*marking* menggunakan GPS). Semua data yang sudah dilakukan uji akurasi akan dilakukan kembali uji statistik untuk memperoleh nilai rms nya. Uji statistik ini dilakukan dengan cara mencari nilai simpangan baku yang dirumuskan dengan rumus:

$$s^2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (III.1)$$

Keterangan:

- S= standar deviasi
- x_i = data ke-i
- \bar{x} = rata-rata data
- n= jumlah data

Selain dilakukan perhitungan nilai simpangan bakunya, data ukuran juga dilakukan uji t untuk melihat apakah hasil ukuran panjang jalan di citra memenuhi jika dibandingkan dengan hasil ukuran panjang jalan di lapangan. Hipotesis nol (H_0) yang digunakan pada uji statistik ini adalah selisih

perhitungan panjang jalan pada citra dan perhitungan panjang jalan hasil validasi lapangan lebih kecil sama dengan ukuran panjang jalan hasil validasi lapangan:

Hipotesis nol $H_0 : \mu_1 \leq \mu_0$

Hipotesis Alternatif $H_a : \mu_1 > \mu_0$

Nilai ukuran panjang jalan di citra dinyatakan tidak memenuhi toleransi ukuran panjang jalan di lapangan atau hipotesis nol ditolak jika:

$$T > t_{\alpha,df} \dots \dots \dots (III.1)$$

Keterangan:

T = Nilai T hitung

t = Nilai T tabel

df = Derajat kebebasan

α = Tingkat signifikan yang digunakan

μ_1 = Selisih panjang jalan di citra dan di lapangan

μ_0 = Nilai ukuran panjang jalan di lapangan

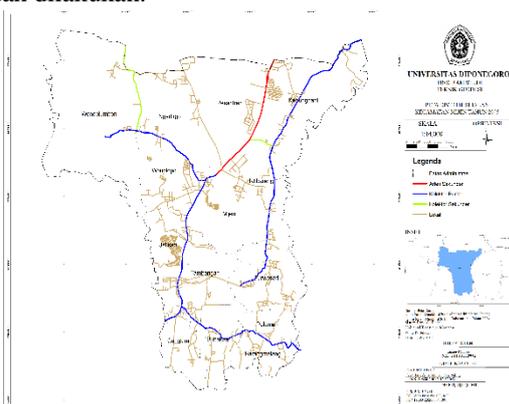
III.4. Pembuatan Peta

Pembuatan peta distribusi jalan Kecamatan Mijen dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.3. Karena kita hanya akan membuat peta distribusi jalan, data atribut yang akan di jadikan peta hanya data vektor jalan hasil digitasi tahun 2015 beserta batas administrasinya.

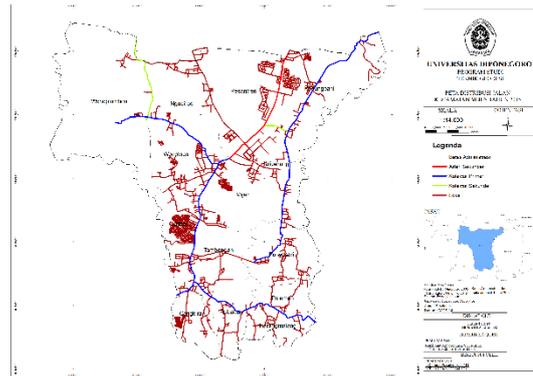
IV. Hasil dan Analisis

IV.1 Hasil dan Analisis Digitasi

Hasil dari proses digitasi adalah data vektor jalan baru di atas citra satelit Kecamatan Mijen pada tahun 2005 dan tahun 2015. Hasil digitasi 2015 merupakan lanjutan dari hasil digitasi pada tahun 2005 sehingga data jalan 2015 sudah termasuk data jalan tahun 2005. Pada Gambar IV-1 dan Gambar IV-2 ditampilkan bagaimana hasil dari proses digitasi yang sudah dilakukan.

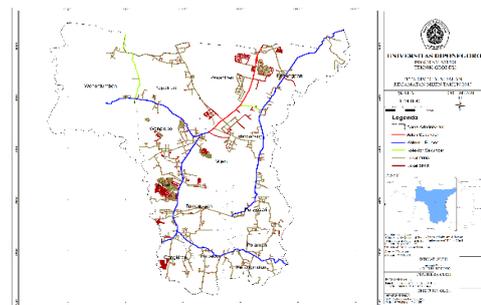


Gambar IV-1 Hasil Digitasi tahun 2005



Gambar IV-2 Hasil digitasi tahun 2015

Jika dilakukan penampalan seperti pada Gambar IV-3 terlihat penambahan jaringan jalan yang terjadi diantara tahun 2005 dan 2015. bahwa hasil digitasi setiap kelas jalan, yang mengalami penambahan panjang jalan terjadi pada kelas jalan lokal. Sedangkan pada kelas jalan arteri dan kolektor tidak terjadi pertambahan panjang sama sekali.



Gambar IV-3 Hasil overlay data digitasi

IV.1 Hasil dan Analisis Pembuatan Topologi

Dari *report* untuk hasil pembuatan *topology* dimana pada masing-masing *rule* diberitahukan jumlah *error* yang terjadi diperoleh pada *rule Must Not Have Dangles* terjadi *error* sebanyak 344 pada *layer* jalan tahun 2015 dan terjadi *error* sebanyak 284 pada *layer* jalan tahun 2005. Sementara pada *rule Must Not Self-Overlap* tidak terdapat *error*. *Error* yang terjadi pada umumnya adalah *overshoot* dan *undershoot*.

IV.3 Hasil dan Analisis Validasi Lapangan

Dari hasil validasi lapangan dilakukan, analisis yang dapat diambil yaitu:

1. Pertumbuhan jalan dominan terjadi di kawasan perumahan dimana dari 13 sampel validasi, 12 diantaranya berada di kawasan perumahan dan 1 sampel berada di kawasan industri.
2. Pertumbuhan jalan di Kecamatan Mijen dominan bertumbuh pada kelas jalan lokal.
3. Sesuai dengan pedoman teknis jalan perkotaan yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Tahun 2004 dimana syarat teknis dari lebar jalan lokal untuk jalur lalu lintas adalah 4,5 meter terdapat 12 sampel yang memenuhi kriteria sebagai jalan lokal dan terdapat 1

sampel yang belum memenuhi secara teknis sebagai jalan lokal karena memiliki lebar yang kurang dari 4,5 meter. Namun secara fungsional, sampel tersebut tetap memiliki fungsi sebagai jalan lokal.

4. Dari hasil validasi lapangan secara keseluruhan, semua hasil digitasi dinyatakan valid terbukti dari 13 sampel yang tersebar semuanya merupakan objek jalan dan sesuai dengan kelas yang telah didigitasi.

IV.4 Hasil dan Analisis Perhitungan Jumlah Panjang Jalan

Dari hasil perhitungan panjang jalan diperoleh panjang jalan yaitu 167.068,544 meter pada tahun 2005 dan 200.778,051 meter dimana nilai ini diperoleh dari perhitungan panjang jalan untuk semua kelas yang sudah didigitasi. Sehingga Kecamatan Mijen mengalami pertumbuhan panjang jalan sejak 2005 hingga 2015 sebesar 33.709,507 meter atau sebesar 33,709 kilometer.

Sementara jika dilihat berdasarkan kelas jalannya seperti pada Tabel IV-1, panjang jalan yang mengalami pertumbuhan yang signifikan terdapat pada kelas jalan lokal.

Tabel IV-1 Panjang jalan berdasarkan kelas

Jalan 2005		Jalan 2015	
Kelas Jalan	Panjang (m)	Kelas Jalan	Panjang (m)
Arteri Sekunder	4348,673	Arteri Sekunder	4348,673
Kolektor Primer	23184,251	Kolektor Primer	23184,251
Kolektor Sekunder	3698,831	Kolektor Sekunder	3698,831
Lokal	135836,787	Lokal	169546,294
Total	167068,544	Total	200778,051

Jika dilihat berdasarkan kelurahan, pada tahun 2005 data jalan yang terdapat pada setiap kelurahan bisa ditemukan bahwa jalan yang bertumbuh pada setiap kelurahan dari tahun 2005 hingga 2015 didominasi oleh kelas jalan lokal. Pada Tabel IV-2 ditemukan bahwa Kelurahan yang mengalami pertumbuhan jalan yang paling tinggi terdapat di kelurahan Jatisari yang merupakan kawasan perumahan dan yang tidak mengalami pertumbuhan terdapat pada kelurahan Bubakan, Polaman dan Wonoplumbon.

Tabel IV-2 Selisih Pertumbuhan Jalan Setiap Kelurahan

Nama Kelurahan	Kelas Jalan		Selisih (m)
	Lokal 2005 (m)	Lokal 2015 (m)	
Bubakan	6225,026	6225,026	0,000
Cangkiran	8093,298	12863,374	4770,075
Jatibarang	7536,470	9791,481	2255,011
Jatisari	19880,560	29343,612	9463,052
Karangmalang	6064,776	6108,074	43,298
Kedungpani	16219,750	21056,066	4836,317

Nama Kelurahan	Kelas Jalan		Selisih (m)
	Lokal 2005 (m)	Lokal 2015 (m)	
Mijen	9579,662	12968,173	3388,511
Ngadirgo	8302,968	8383,063	80,095
Pesantren	10770,500	17453,484	6682,984
Polaman	3722,848	3722,848	0,000
Purwosari	10849,609	10947,218	97,609
Tambangan	10395,520	10758,182	362,662
Wonolopo	13738,237	15740,350	2002,112
Wonoplumbon	2687,081	2687,081	0,000
Tidak terdefinisi	1792,483	1792,602	0,119
Total	135858,787	169840,633	33981,846

IV.5 Hasil dan Analisis Uji Akurasi Panjang Jalan

Setelah dilakukan *marking* titik untuk pengukuran panjang jalan di lapangan, maka pengukuran panjang hasil validasi lapangan tadi dibandingkan dengan ukuran panjang jalan data vektor jalan hasil digitasi dalam rangka uji akurasi panjang jalan. Nilai standar deviasi yang diperoleh adalah 0,919. Dengan demikian, hasil pengukuran jumlah panjang jalan untuk mengamati pertumbuhan panjang jalan di Kecamatan Mijen memiliki kesalahan sebesar 0,919 meter. Hasil ini akan dibandingkan dengan Perka BIG Nomor 15 Tahun 2014 mengenai Ketelitian Peta Dasar. Dari ketentuan tersebut ketelitian dari hasil uji akurasi yang telah dilakukan memenuhi untuk pembuatan peta dasar dengan skala 1:5.000.

Sementara itu, hasil dari uji statistik yang dilakukan (uji t) dengan selang kepercayaan 90%, yaitu:

$$\text{Hipotesis nol} \quad H_0 : \mu_1 \leq \mu_0$$

$$\text{Hipotesis Alternatif} \quad H_a : \mu_1 > \mu_0$$

atau

H_0 : Selisih antara panjang jalan hasil digitasi dengan panjang jalan di lapangan lebih kecil sama dengan ukuran panjang jalan di lapangan.

H_a : Selisih antara panjang jalan hasil digitasi dengan panjang jalan di lapangan lebih besar dari ukuran panjang jalan di lapangan.

$$T = \frac{\bar{x} - \mu}{S/\sqrt{n}} = \frac{1,715 - 187,897}{294,635/\sqrt{12}} = -2,189$$

$$t_{\alpha,df} = t_{0,01,11} = 1,796$$

Keterangan:

\bar{x} = Rata-rata selisih antara panjang jalan hasil digitasi dengan panjang jalan di lapangan

μ = Rata-rata panjang jalan di lapangan

S = Standar deviasi

n = Jumlah data

T = Nilai T hitung

t = Nilai t tabel

df = Derajat kebebasan

α = Tingkat signifikansi

μ_1 = Selisih antara panjang jalan hasil digitasi dengan panjang jalan di lapangan

μ_0 = Ukuran panjang jalan di lapangan.

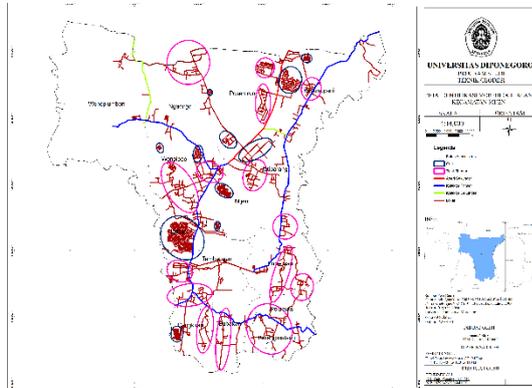
Hipotesis 0 (H0) ditolak jika T hitung lebih besar dari pada t tabel.

$$T = -2,189 < t_{0,01,11} = 1,796$$

Dari uji hipotesis awal (H0) diperoleh bahwa nilai T hitung lebih kecil daripada nilai t table, sehingga bisa disimpulkan bahwa hipotesis (H0) diterima dimana selisih antara panjang jalan hasil digitasi dengan panjang jalan di lapangan kecil sama dengan panjang jalan di lapangan. Dengan kata lain secara statistik ukuran panjang jalan hasil digitasi tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap hasil ukuran panjang jalan di lapangan.

IV.6 Hasil dan Analisis Morfologi Jalan

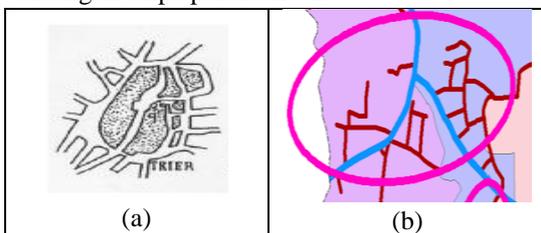
Dari hasil interpretasi peta, maka diperoleh Peta Identifikasi Morfologi Jalan Kecamatan Mijen seperti pada Gambar IV-3.



Gambar IV-3 Peta Identifikasi Morfologi Jalan

Dari peta ini, analisa yang bisa diambil adalah:

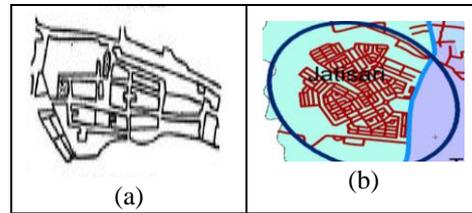
1. Morfologi jalan yang terdapat di Kecamatan Mijen adalah morfologi jalan tidak teratur dan morfologi jalan grid dan tidak ditemukan jaringan jalan yang membentuk morfologi jalan radial.
2. Morfologi jalan tidak teratur kebanyakan terdapat di area pemukiman alami dimana pemukiman ini sudah ada sejak dahulu dan dulunya area ini dibangun tanpa perencanaan.



Gambar IV-4 (a) ilustrasi pola jalan tidak beraturan (Northam, 1975 dalam Yunus, 2001), (b) pola jalan tidak beraturan yang terdapat di Kecamatan Mijen

3. Morfologi jalan grid kebanyakan terdapat di area perumahan yang memang kawasan ini dibangun dengan perencanaan sehingga bentuknya juga memiliki keteraturan.

4. Dari 3 morfologi jalan yang ada, morfologi jalan radial tidak terdapat di Kecamatan Mijen. Morfologi jalan radial biasanya dibangun dengan adanya perencanaan geometris membentuk radial.



Gambar IV-5 (a) ilustrasi pola jalan grid (Northam dalam Yunus, 2001), (b) pola jalan grid yang terdapat di Kecamatan Mijen

IV.7 Hasil dan Analisis Korelasi Pertumbuhan Jalan

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, pertumbuhan jalan memang mempengaruhi pertumbuhan kota. Hal ini bisa dilihat dari hasil validasi lapangan yang sudah dilakukan kondisi sekitar jalan yang mengalami pertumbuhan juga ikut mengalami perubahan atau perkembangan di daerah di sekitar jalan. Hal ini juga bisa dibuktikan melalui interpretasi citra satelit pada tahun 2005 dan citra satelit 2015 pada Gambar IV-6 pada daerah yang mengalami pertumbuhan jalan. Bagian yang dilingkari merah adalah bagian yang mengalami pertumbuhan tata ruang yang disebabkan karena terjadinya pertumbuhan jalan pada daerah tersebut. Pada citra satelit tahun 2005, tata guna lahan sebelum adanya jaringan jalan masih berupa lahan kosong. Kemudian pada citra tahun 2015 terlihat terjadi perubahan tata guna lahan setelah adanya jaringan jalan menjadi area pemukiman. Hal ini juga membuktikan bahwa pertumbuhan jalan memiliki korelasi dengan pertumbuhan kota.

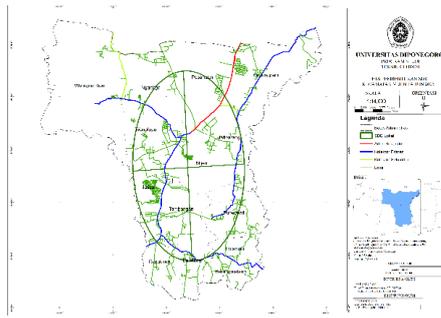


Gambar IV-6 Perbandingan citra satelit tahun 2005(kiri) dan 2015(kanan) pra dan pasca terjadinya pertumbuhan jalan.

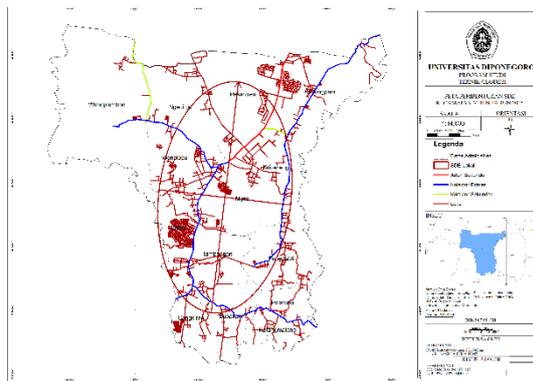
IV.8 Hasil dan Analisis Arah Pertumbuhan Jalan

Analisis pertumbuhan jalan dilakukan dengan metode *Standard Deviational Ellipse (SDE)* pada *tool* yang disediakan oleh ArcGIS 10.3. Pada bagian ini akan disajikan hasil SDE untuk kelas jalan lokal pada tahun 2005 dan 2015 saja karena yang mengalami perubahan arah pertumbuhan hanya terjadi pada kelas jalan lokal. Hasil SDE untuk kelas jalan lokal tahun

2005 dan tahun 2015 disajikan pada Gambar IV-7 dan Gambar IV-8.



Gambar IV-7 Standard Deviation Ellipse untuk fitur jalan tahun 2005



Gambar IV-8 Standard Deviation Ellipse untuk fitur jalan 2015

Dari Gambar IV-7 diperoleh arah distribusi jalan pada tahun 2005 bila dilihat dari sumbu panjang elips nya mengarah ke utara dan dan ke arah selatan. Namun jika dilihat dari nilai rotasi SDE nya pada Tabel IV-3 yaitu sebesar $177^{\circ}54'54''$ yang dihitung searah jarum jam dari angka 12 pada jarum jam., arah kecenderungan spasial yang paling dominan adalah ke arah selatan.

Tabel IV-3 Nilai SDE fitur jalan tahun 2005

FID	Rotation	Kelas Jalan
0	18,390	Kolektor Primer
1	117,989	Kolektor Sekunder
2	177,915	Lokal

Pada fitur jalan 2015, jika dilihat dari nilai orientasi pada Tabel IV-4, nilainya sangat berbeda jauh dengan nilai orientasi elips 2005. Pada fitur jalan 2015, nilai orientasi elipsnya sebesar 6,649 atau $6^{\circ}38'56.4''$. Hal ini menunjukkan bahwa arah kecenderungan spasialnya ke arah utara dan berbanding terbalik dengan fitur jalan 2005 yaitu ke arah selatan.

Tabel IV-4 Nilai SDE fitur jalan 2015

FID	Rotation	Kelas Jalan
0	18,390	Kolektor Primer
1	117,989	Kolektor Sekunder
2	6,649	Lokal

Arah pertumbuhan ini merupakan arah pertumbuhan dari tahun 2005 hingga 2015 karena pada data jalan 2015 juga terdapat data jalan 2005.

IV.9 Hasil dan Analisis Pembuatan Peta Distribusi Jalan dan Peta Arah Pertumbuhan Jalan

Dari hasil uji akurasi yang telah dilakukan, maka bisa ditentukan skala peta terbesar yang memenuhi untuk dibuat. Dengan ukuran kertas A0, skala optimal untuk Peta Distribusi Jalan dan Peta Arah Pertumbuhan Jalan Kecamatan Mijen adalah 1:14.000 meskipun hasil dari uji akurasi yang telah dilakukan memungkinkan untuk membuat peta dengan skala 1:5000, hal ini tidak dilakukan agar peta yang dihasilkan berada dalam satu lembar peta sehingga data peta bisa dilihat secara keseluruhan dalam satu lembar.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Berkaitan dengan pengolahan data dan analisa yang sudah dilakukan dalam penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat pertumbuhan jalan pada Kecamatan Mijen dari tahun 2005 dan tahun 2015 sebesar 33709,507 meter atau sebesar 33,709 kilometer. Panjang jalan yang mengalami pertumbuhan yang signifikan terdapat pada kelas jalan lokal.
2. Morfologi jalan yang terdapat di Kecamatan Mijen yaitu morfologi jalan tidak beraturan dan morfologi jalan grid.
3. Arah pertumbuhan Kecamatan Mijen mengarah ke arah utara jika dilihat dari pertumbuhan jalannya dimana dibagian selatan terdapat kawasan perumahan Bukit Semarang Baru yang merupakan magnet pertumbuhan tata ruang di Kecamatan Mijen.

V.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, ada beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Untuk memperoleh nilai pertumbuhan jalan yang lebih akurat, sebaiknya dilakukan pengamatan terhadap semua kelas jalan hingga kelas jalan lingkungan.
2. Citra satelit yang digunakan sebaiknya benar-benar terkoreksi dengan baik sehingga

- memudahkan proses digitasi secara multitemporal.
3. Pada saat menggunakan GPS *Handheld* untuk validasi lapangan, sebaiknya perhatikan nilai akurasi pengambilan data ketika *marking* titik validasi untuk memperoleh posisi titik validasi yang lebih akurat.
 4. Untuk memperoleh korelasi yang lebih kuat antara pertumbuhan jalan dengan pertumbuhan tata ruang, sebaiknya ditambahkan data pendukung seperti data tata guna lahan pada setiap tahun penelitian.

Pustaka dari situs internet:

- ArcGIS. (2016). <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/spatial-statistics/toolbox/directional-distribution.htm>.
Diunduh pada 20 Agustus 2016

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, A. C. dkk. (2001). *Bunga Rampai Pembangunan Kota Indonesia dalam Abad 21 "Konsep dan Pendekatan Pembangunan Perkotaan di Indonesia – Edisi 2"*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI. Jakarta
- Daldjoeni, N. (1998). *Geografi Kota dan Desa*. Penerbit Alumni. Bandung
- Hadi, M. A. (2013). *Urban Sprawl di Kota Semarang: Karakteristik dan Evaluasinya Terhadap Rencana Detail Tata Ruang Kota*. Skripsi Program Sarjana Universitas Gajah Mada.
- Hariyono, P. (2007). *Sosiologi Kota Untuk Arsitek*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Irwansyah, E. (2013). *Sistem Informasi Geografis: Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi*. Digibooks. Yogyakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum, (2004). *Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan di Kawasan Perkotaan. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Pedoman Kontruksi dan Bangunan, Pd T-18-2004-B*
- Priyatno, D. (2013). *Analisis Korelasi, Regresi dan Multivariate dengan SPSS*. Gava Media. Yogyakarta.
- Rahmaniyati, M. dkk. (2014). *Penggunaan Model Standard Deviatonal Ellipse (SDE) Pada Analisis Kasus Penyakit Demam Berdarah Dengue Di Kota Banjar Tahun 2013*. Aspirator, Vol 6, No 1, 2014 : 21-28.
- Sujarto, D. (1989). *Faktor Sejarah Perkembangan Kota Dalam Perencanaan Perkembangan Kota*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB. Bandung.
- Yunus, H. S. (1994), *Teori dan Model Struktur Keruangan Kota*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Yunus, H. S. (2001). *Struktur Tata Ruang Kota*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.