

VISUALISASI PENGGEROMBOLAN WILAYAH BERDASARKAN TEORI PERTUMBUHAN EKONOMI MENGGUNAKAN APLIKASI INTEGRASI *SELF ORGANIZING MAP* (SOM) DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

VISUALIZATION OF CLUSTERING REGION BY ECONOMIC GROWTH THEORY USING THE INTEGRASI SELF ORGANIZING MAP (SOM) AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

Hafshoh Mahmudah
Sekolah Tinggi Ilmu Statistik

Ricky Yordani
Sekolah Tinggi Ilmu Statistik

Masuk tanggal: 07-12-2015, revisi tanggal: 13-01-2016, diterima untuk diterbitkan tanggal: 19-01-2016

Abstrak

Pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu faktor penting untuk menentukan kesejahteraan suatu wilayah. Akan tetapi, perbedaan kondisi geografis dan potensi wilayah menyebabkan perbedaan kondisi ekonomi yang berbeda antarwilayah. Studi kasus dilakukan terhadap Provinsi Jawa Tengah karena merupakan salah satu kontributor PDRB terbesar di Indonesia, yang ternyata masih memiliki ketimpangan perekonomian antar kota dan antar kabupaten. Untuk memudahkan visualisasi pertumbuhan ekonomi maka dibuatlah suatu aplikasi yang mampu melihat secara mudah efek pertumbuhan dan penggerombolan dalam wilayah Provinsi Jawa Tengah tersebut. Metode yang bisa digunakan untuk analisis gerombol sangat beragam. Salah satu metode alternatif adalah menggunakan metode *Self Organizing Map* (SOM) yang mampu menggerombolkan data multidimensi disertai dengan visualisasinya dengan teknik *Unsupervised Artificial Neural Network*. Aplikasi ini memudahkan visualisasi dan analisisnya karena diintegrasikan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Aplikasi yang dibuat selanjutnya digunakan untuk melakukan analisis gerombol dengan data studi kasus Provinsi Jawa Tengah. Visualisasi yang dihasilkan mampu menunjukkan pola pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Tengah namun belum terlihat adanya pemusatan kutub pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Tengah karena pola penggerombolan berdasarkan indikator pertumbuhan ekonomi masih menyebar.

Kata kunci : Kutub Pertumbuhan Ekonomi, Self Organizing Map, Analisis Gerombol

Abstract

Economic growth is one of factor that is critical to determining the welfare of a region. However, differences in geographical conditions and the potential of the area led to differences in economic conditions differ between regions. The case studies conducted on Central Java Province because it is one of the largest contributors to GDP in Indonesia, which still has economic inequality between cities and between districts. To make more easy for visualize the economic growth, researcher then made an application that is able to easily see the effect of growth and clustering in the province of Central Java. There are many methods that can be used for cluster analysis. One of the most common methods used are the K-Means. However, K-Means has some drawbacks. One alternative method is using the Self Organizing Map (SOM) which is capable clustering accompanied by visualization of multidimensional data with techniques Unsupervised Artificial Neural Network. This application allows visualization and analysis because it is integrated with Geographic Information Systems (GIS). Applications are made subsequently used to analyze clustering with case study data of Central Java province. The resulting visualization capable of showing a pattern of economic growth in Central Java Province but has not seen the concentration of economic growth pole in Central Java because clustering pattern based on indicators of economic growth spread.

Keywords : Economic Growth Pole, Self Organizing Map, Cluster Analysis

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi yang terus menunjukkan peningkatan menggambarkan bahwa perekonomian

negara atau wilayah tersebut berkembang dengan baik (Amri, 2007), hal ini dapat menjadi salah satu indikator keberhasilan pembangunan ekonomi suatu wilayah. Akan tetapi kondisi geografis dan potensi sumber daya yang berbeda-beda antar daerah menyebabkan perbedaan kondisi ekonomi pada wilayah tersebut. Hal tersebut membuat munculnya daerah yang memiliki potensi sebagai pusat pertumbuhan ekonomi dan ada yang tidak.

Daerah dengan potensi sebagai pusat pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu alternatif untuk menggerakkan dan memacu pembangunan guna meningkatkan pendapatan masyarakat. Secara tidak langsung kemajuan daerah akan membuat masyarakat mencari kehidupan yang lebih layak di daerah tersebut. Selain itu, penciptaan pusat pertumbuhan ekonomi yang dimulai dari beberapa sektor yang dinamis dan mampu memberikan output rasio yang tinggi akan dapat memberikan dampak yang luas (*spread effect*) dan dampak ganda (*multiple effect*) pada sector lain dengan wilayah yang lebih luas. Atau dengan kata lain, wilayah yang menjadi pusat pertumbuhan ekonomi akan membuat wilayah di sekitarnya turut mengalami peningkatan pertumbuhan ekonomi.

Komite Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (KP3EI) dalam strategi utamanya menjadikan pendekatan pusat-pusat pertumbuhan ekonomi sebagai dasar mencapai percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi Indonesia. Pendekatan ini pada intinya merupakan integrasi dari pendekatan sektoral dan regional sehingga pengembangan wilayah pusat pertumbuhan ekonomi tersebut dapat memaksimalkan keuntungan aglomerasi, menggali potensi dan keunggulan daerah serta memperbaiki ketimpangan spasial pembangunan ekonomi Indonesia. Berkaitan dengan usaha pembangunan ekonomi yang berkonsentrasi pada wilayah pertumbuhan ekonomi, maka diperlukan suatu analisis tertentu yang dapat digunakan untuk

mengetahui persebaran pusat pertumbuhan ekonomi pada suatu wilayah, salah satunya adalah menggunakan analisis gerombol.

Provinsi Jawa Tengah merupakan kontributor Produksi Domestik Regional Bruto (PDRB) terbesar keempat di Indonesia setelah DKI Jakarta, Jawa Timur dan Jawa Barat. Akan tetapi, ketimpangan PDRB perkapita antar kabupaten/kota di provinsi ini masih cukup besar dalam beberapa tahun terakhir. Hal itu terlihat dari besarnya kesenjangan antara kabupaten atau kota dengan PDRB perkapita tertinggi dan PDRB perkapita terendah. Jika dilihat perbandingan nilai PDRB Atas Dasar Harga Berlaku (ADHB) dengan migas terlihat adanya kesenjangan pendapatan yang cukup tinggi yaitu PDRB tertinggi mencapai 65.137 miliar rupiah (Kabupaten Cilacap) dan PDRB terendah sebesar 1.370 miliar rupiah (Kota Salatiga), (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, 2008). Kondisi tersebut mendorong Pemerintah Provinsi Jawa Tengah membuat kebijakan dan kerjasama regional antar wilayah yang bertujuan untuk membantu percepatan pembangunan.

Metode yang sering digunakan dalam mengkaji tentang penggerombolan adalah K-Means. K-Means adalah suatu metode analisis data atau metode *data mining* yang melakukan proses pemodelan tanpa supervisi (*unsupervised*) dan merupakan salah satu metode yang melakukan pengelompokan data dengan sistem partisi. K-Means dapat mengolah data dalam jumlah yang sangat besar dengan lebih efektif dan tidak memerlukan waktu yang lama. Namun algoritma ini juga memiliki permasalahan dalam menentukan titik awal centroid (Wang Huai-bin, 2010).

Metode lain yang bisa digunakan adalah salah satu metode *Artificial Neural Network* (ANN) yaitu *Self Organizing Map* (SOM). Analisis gerombol yang digunakan pada metode tersebut bersifat *unsupervised* karena

tidak ada satu atributpun yang digunakan untuk memandu proses pembelajaran dan seluruh variabel input diperlakukan sama. Metode SOM mampu mengatasi permasalahan berkaitan dengan data multidimensi seperti data yang memiliki banyak variabel yang menjadikannya sulit diinterpretasi. Metode SOM memberikan kemudahan interpretasi data multidimensi dengan visualisasi serta memiliki keunggulan pada akurasi dan ketahanan (*accuracy and robustness*) (Yan Li Subana S, 2007).

SOM sering dianggap sebagai metode penggerombolan, visualisasi dan reduksi dimensi yang baik dan telah dikembangkan pada berbagai analisis data eksploratori di berbagai bidang seperti medis, segmentasi konsumen, pasar finansial dan teknik industri (Oja et al, 2002).

Meskipun demikian, aplikasi yang mengimple mentasikan metode SOM masih sedikit dan memiliki keterbatasan bagi pengguna karena pengguna harus mengetikkan baris kode sendiri pada *command line*. Oleh karena itu, dalam penelitian ini penulis ingin mengembangkan metode SOM yang akan diintegrasikan dengan Sistem Informasi Ge- ografis untuk dapat diterapkan sebagai alat penggerombolan dan visualisasi kota dan kabupaten di Provinsi Jawa Tengah berdasarkan variabel-variabel pertumbuhan ekonomi.

METODOLOGI

Teori Pertumbuhan Ekonomi (*Growth Pole Theory*)

Pertumbuhan ekonomi yang optimal akan membawa kepada kehidupan yang lebih baik. Salah satu yang menjadi teori dasar pertumbuhan ekonomi adalah teori *growth pole*. Teori kutub pertumbuhan pertama kali dikemukakan oleh Perroux pada Tahun 1955. Setelah itu, teori *growth pole* berkembang dengan pesat dan digunakan sebagai dasar pengambilan

kebijakan baik pada negara berkembang maupun negara maju. Penerapan teori tersebut secara serius dimulai sejak tahun 1970 (Miyoshi, 1997).

Konsep *growth pole* didasarkan pada teori ekonomi makro. Oleh karenanya, dasar utama adalah konsentrasi pertumbuhan ekonomi pada ruang tertentu. Boundeville melengkapi penelitian dari Perroux tentang teori kutub pertumbuhan dengan menambah implikasi spasial terhadap teori tersebut. Boundeville mendefinisikan kutub pertumbuhan regional sebagai aglomerasi geografis sekelompok industri propulsif yang mengalami ekspansi yang berlokasi di suatu daerah perkotaan dan mendorong perkembangan kegiatan ekonomi lebih lanjut ke seluruh wilayah pengaruhnya. Dengan kata lain, dalam konteks pertumbuhan ekonomi, kegiatan-kegiatan industri yang akan menjadi medan magnet dan membentuk kutub pertumbuhan sehingga dapat menyebarkan pertumbuhan ekonomi melalui efek kumulatif.

Analisis Gerombol

Gerombol dapat diartikan sebagai 'kelompok', dengan demikian pada dasarnya analisis gerombol akan menghasilkan sejumlah gerombol (kelompok). Analisis ini diawali dengan pemahaman bahwa sejumlah data tertentu sebenarnya mempunyai kemiripan di antara anggotanya; karena itu, dimungkinkan untuk mengelompokkan anggota- anggota yang mirip atau mempunyai karakteristik yang serupa tersebut dalam satu atau lebih dari satu gerombol (Santoso, 2010).

Terdapat dua kriteria yang digunakan untuk memilih skema penggerombolan yang optimal, antara lain: (Salazar et al, 2002)

1. *Compactness*, yaitu anggota dari masing-masing gerombol harus sedekat mungkin dengan yang lain.
2. *Separation*, yaitu gerombol harus terpisah secara luas dari gerombol lain.

Secara umum metode utama penggerombolan dapat diklasifikasikan menjadi:

1. Metode Hierarki

Metode hierarki ialah metode yang memulai penggerombolannya dengan dua atau lebih obyek yang mempunyai kesamaan paling dekat, kemudian proses dilanjutkan ke objek lain yang mempunyai kedekatan kedua. Demikian seterusnya sehingga gerombol akan membentuk semacam pohon dimana ada hierarki (tingkatan) yang jelas antar objek, dari yang paling mirip sampai dengan yang paling tidak mirip.

2. Metode Non Hierarki

Metode non hierarki ialah metode yang dimulai dengan menentukan terlebih dahulu jumlah gerombol yang diinginkan (dua gerombol, tiga gerombol atau yang lain). Dan kemudian baru dilakukan proses gerombol tanpa mengikuti proses hierarki. Biasa disebut metode *K-Means Cluster*. Dua kelemahan dari prosedur non hierarki ialah bahwa banyaknya gerombol harus disebutkan atau ditentukan sebelumnya dan pemilihan pusat gerombol sembarang. Lebih lanjut, hasil gerombol mungkin tergantung pada bagaimana pusat dipilih. Banyak metode non hierarki dalam memilih gerombol tergantung pada urutan observasi dalam data, sehingga metode gerombol non hierarki lebih cepat daripada metode hierarki dan lebih menguntungkan kalau jumlah objek/kasus atau observasi besar sekali (sampel besar).

Artificial Neural Network (ANN)

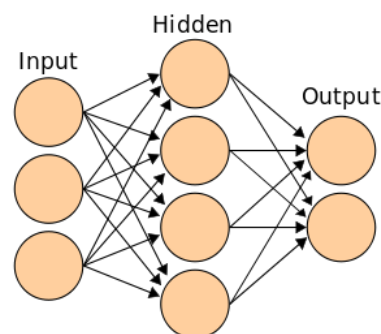
Artificial Neural Network (ANN) merupakan model komputasi yang terinspirasi oleh jaringan syaraf. ANN terdiri dari gabungan sejumlah elemen yang memproses informasi dari input

sehingga memberikan suatu informasi keluaran. Sekelompok objek yang dipelajari oleh sistem belajar dengan tujuan untuk mengenali bentuk pola. Proses ini dilakukan dengan melatih sistem belajar (*train neural network*) melalui pemberian bobot dan bias (pada kesalahan minimum yang dicapai) untuk semua pola yang dipelajari.

ANN mempunyai distribusi paralel arsitektur dengan sejumlah besar simpul mempunyai bobot dan bias tertentu. Kontruksi ANN terdiri dari penentuan perangkat jaringan, penentuan perangkat simpul, penentuan sistem dinamik. Selain itu, ANN terdiri dari sejumlah lapisan dan simpul yang berbeda untuk tiap *layer*. Jenis *layernya* dibedakan menjadi:

1. *Input layer*: terdiri dari unit-unit simpul yang berperan sebagai input proses pengolahan data pada neural network.
2. *Hidden layer*: terdiri dari unit-unit simpul yang dianalogikan sebagai lapisan tersembunyi dan berperan sebagai lapisan yang meneruskan respon dari input;
3. *Output layer*: terdiri dari unit-unit simpul yang berperan memberikan solusi dari data input.

Secara umum, struktur ANN dapat dilihat dalam Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1: Model Struktur ANN

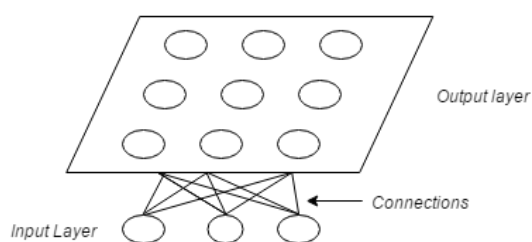
Self Organizing Map (SOM)

Self Organizing Map (SOM) merupakan jenis dari *Artificial Neural Network* (ANN) yang dikembangkan oleh Teuvo Kohonen (Kohonen, 2001). SOM menjadi metode dengan pendekatan

ANN untuk melakukan penggerombolan (*clustering*) setelah melakukan *competitive learning* (Han dan Kamber, 2001). Jaringan SOM merupakan salah satu jaringan yang banyak dipakai, antara lain untuk membagi pola masukan ke dalam beberapa kelompok/gerombol/*cluster* (Siang, 2009).

Masukan dalam metode SOM adalah berupa vektor yang terdiri atas n komponen yang akan dikelompokkan dalam maksimum k buah kelompok (disebut vektor contoh). Keluaran jaringan adalah kelompok yang paling dekat/mirip dengan masukan yang diberikan. Ada beberapa ukuran kedekatan yang dapat dipakai. Ukuran yang sering dipakai adalah jarak Euclidean yang paling minimum (Siang, 2009).

SOM merupakan generalisasi dari jaringan kompetitif, dan merupakan jaringan tanpa supervisi (Siang, 2009). SOM disusun oleh sebuah lapisan unit input yang dihubungkan seluruhnya ke lapisan unit output, yang kemudian unit unit diatur di dalam topologi khusus seperti struktur jaringan. Secara umum arsitektur jaringan SOM dapat dilihat pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2: *Self Organizing Map (SOM)*

K-Means

Pada analisis gerombol, metode yang paling umum digunakan adalah K-Means karena K-Means berdasarkan pada konsep yang sederhana dan menghasilkan hasil yang baik (Kumar dan Asger, 2015). Pendekatan K-Means digunakan untuk mendapatkan dua estimasi yaitu:

1. Pusat lokasi (*center*) dari masing-masing gerombol

2. Partisi dari data menurut gerombolnya.

Metode K-Means membagi x_n data (dengan x merupakan suatu variabel, dengan jumlah sebanyak n) ke dalam suatu set data sebanyak k gerombol, dengan perbedaan yang besar antar gerombol. Tujuan dari K-Means adalah untuk meminimalkan total varians dalam gerombol (*total intra-cluster variance*).

Within-Cluster Sum of Squares (WCSS)

Within-cluster sum of squares (WCSS) merupakan salah satu kriteria yang paling sering digunakan dalam analisis gerombol. WCSS digunakan untuk mengukur kualitas penggerombolan dengan cara mengukur varians-kovarian dalam sebuah gerombol.

Davies-Bouldin Index

Indeks Davies-Bouldin merupakan salah satu indeks validitas yang digunakan sebagai metode validasi gerombol untuk evaluasi kuantitatif dari hasil penggerombolan. (Salazar dkk, 2002).

Silhouette Index

Indeks Silhouette merupakan salah satu indeks validasi untuk analisis gerombol. Indeks Silhouette mengukur seberapa mirip suatu titik dengan titik yang lainnya dalam satu gerombol ketika dibandingkan dengan titik pada gerombol lainnya.

System Development Life Cycle (SDLC)

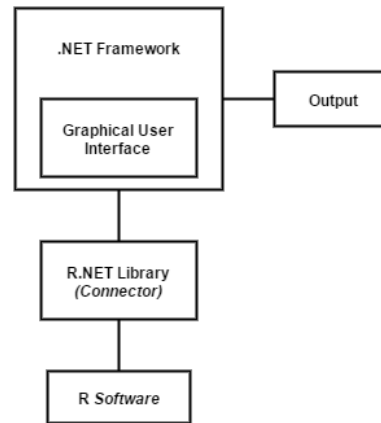
Metode pembangunan sistem menggunakan empat tahap dalam metodologi *System Development Life Cycle (SDLC)*. Berdasarkan metodologi SDLC, pembangunan aplikasi meliputi beberapa fase sebagai berikut:

1. Identifikasi dan inisiasi kebutuhan aplikasi.
Langkah awal dalam pembangunan sistem adalah menggali informasi yang dibutuhkan oleh sistem dengan cara mengidentifikasi masalah yang potensial untuk dikembangkan lebih lanjut. Identifikasi kebutuhan dapat dilakukan dengan mencari dan mempelajari referensi-referensi ilmiah penelitian yang terkait dengan masalah. Hal ini diperlukan untuk mendapatkan fakta yang mendukung pembangunan sistem aplikasi.
2. Analisis.
Tahap analisis dilakukan dengan mengamati aplikasi yang terkait dengan domain penelitian. Tujuan utama pada tahapan ini adalah mendokumentasikan keadaan aplikasi yang ada dan menghasilkan prasyarat-prasyarat yang harus dipenuhi oleh sistem usulan berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan.
3. Perancangan aplikasi.
Langkah selanjutnya adalah menindaklanjuti kebutuhan yang masih berupa konseptual menjadi spesifikasi sistem yang lebih nyata.
4. Implementasi.
Tahap keempat akan mengimplementasikan rancangan-rancangan yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Tahapan ini dilakukan dengan menerjemahkan metode dan rancangan yang telah dibuat ke dalam kode program sehingga menjadi suatu aplikasi yang utuh.
5. Validasi.
Selanjutnya, pengujian terhadap hasil implementasi rancangan sistem dilakukan guna mengevaluasi sistem yang telah dibangun

Rancangan Aplikasi

Aplikasi yang dikembangkan merupakan aplikasi berbasis dekstop yang menggunakan *software* R sebagai backend dalam pengolahan data. Untuk menghubungkan aplikasi utama dan aplikasi R dibutuhkan suatu *connector*.

Connector yang akan digunakan dalam aplikasi ini adalah R.NET. Selanjutnya hasil pengolahan aplikasi utama akan ditampilkan pada antar muka agar dapat dilihat oleh pengguna. Secara visual, rancangan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Arsitektur Aplikasi

Data dan Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari penelitian Isnainy (2012) yang membahas tentang kinerja perekonomian di Jawa Tengah dengan sumber data dari berbagai publikasi BPS. Pada penelitian tersebut menghasilkan penggerombolan berdasarkan 14 variabel yang signifikan, yang antara lain sebagai berikut, yaitu Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), tingkat kepadatan penduduk (*DENSITY*), tingkat produktivitas tenaga kerja (*PRODUCT*), presentase penduduk miskin (*POVERTY*), Jumlah Penduduk (POP), Angka Partisipasi Sekolah (APS1) usia 7-12 tahun, Angka Partisipasi Sekolah (APS2) usia 13-15 tahun, Angka Harapan Hidup (AHH), jumlah pasar (*MARKET*), jumlah Sekolah Dasar (SD), jumlah Sekolah Menengah Pertama (SMP), jumlah Sekolah Menengah Atas (SMA), panjang jalan (*ROAD*), dan penerimaan daerah (*PAD*).

Pembangunan Sistem

Pembangunan sistem menggunakan empat tahap dalam metodologi *System*

Development Life Cycle (SDLC). Berdasarkan metodologi SDLC, pembangunan aplikasi meliputi beberapa fase sebagai berikut:

1. Identifikasi dan inisiasi kebutuhan aplikasi.
Langkah awal dalam pembangunan sistem adalah menggali informasi yang dibutuhkan oleh system dengan cara mengidentifikasi masalah yang potensial untuk dikembangkan lebih lanjut. Identifikasi kebutuhan dapat dilakukan dengan mencari dan mempelajari referensi-referensi ilmiah penelitian yang terkait dengan masalah. Hal ini diperlukan untuk mendapatkan fakta yang mendukung pembangunan sistem aplikasi.
2. Analisis
Tahap analisis dilakukan dengan mengamati aplikasi yang terkait dengan domain penelitian. Tujuan utama pada tahapan ini adalah mendokumentasikan keadaan aplikasi yang ada dan menghasilkan prasyarat-prasyarat yang harus dipenuhi oleh sistem usulan berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan. Dalam penelitian ini, dilakukan pengamatan terhadap *software* penggerombolan yang sudah ada seperti *R software* dan *SOM tool box* pada Matlab.
3. Perancangan aplikasi
Langkah selanjutnya adalah menindaklanjuti kebutuhan yang masih berupa konseptual menjadi spesifikasi sistem yang lebih nyata. Perancangan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu: (1) merancang spesifikasi input, output, dan proses pada aplikasi, (2) memilih teknologi baik perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan (3) merancang arsitektur aplikasi (4) merancang antar muka pengguna.
4. Implementasi
Tahap keempat akan mengimplementasikan rancangan-rancangan yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Tahapan ini dilakukan dengan menerjemahkan

metode dan rancangan yang telah dibuat ke dalam kode program sehingga menjadi suatu aplikasi yang utuh. Tahapan implementasi dilakukan dengan: a. Menentukan bahasa pemrograman yang digunakan; b. Menentukan struktur data yang digunakan; c. Mengimplementasikan antar muka yang telah dirancang ke dalam kode program; d. Memberikan perintah ke pada komponen dalam antar muka dalam menghadapi kondisi-kondisi tertentu (*event*); e. Memberikan aturan validasi pada form berdasarkan input pengguna dan pada kotak dialog; f. Mengimplementasikan algoritma metode *Self Organizing Map* ke dalam kode program; 5. Validasi. Selanjutnya, pengujian terhadap hasil implementasi rancangan sistem dilakukan guna mengevaluasi sistem yang telah dibangun. Uji coba pada sistem menggunakan *blackbox test* dan *whitebox test*.

Penerapan Penggunaan Metode SOM

Penerapan penggunaan metode *Self Organizing Map* (SOM) untuk mengelompokkan kota dan kabupaten di Provinsi Jawa Tengah berdasarkan variabel potensi pertumbuhan ekonomi dengan mengintegrasikannya melalui Sistem Informasi Geografis sehingga didapat peta tematik yang menampilkan hasil penggerombolan.

Berikut ini adalah tahapan untuk mengkaji penggunaan metode *Self Organizing Map* (SOM) untuk mengelompokkan kota/kabupaten di Provinsi Jawa Tengah :

- a. Menentukan variabel yang akan digunakan dalam penelitian
Variabel yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari penelitian Isnainy (2012) yang membahas tentang kinerja perekonomian di Jawa Tengah. Data-data tersebut bersumber dari berbagai publikasi BPS.

b. Melakukan pembersihan data dan standarisasi

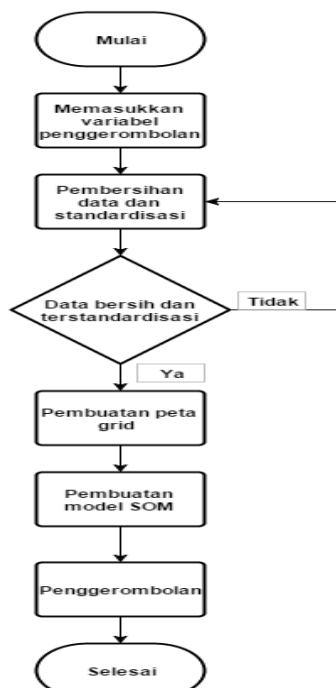
Pembersihan data dilakukan dengan maksud mendapatkan data yang bersih. Data yang bersih adalah data yang konsisten dan tidak mengandung nilai yang tidak lengkap dan *noise*. Secara umum data yang tidak bersih adalah nilai yang tidak lengkap, data yang mengandung *noise* dan data yang tidak konsisten (Han Kamber, 2001). Setelah itu, proses transformasi dilakukan dengan normalisasi sehingga data siap untuk dianalisis.

c. Pembuatan peta grid

Pembuatan peta grid atau *layer* output sebagai dasar input dalam pemodelan dengan SOM.

d. Melakukan analisis gerombol dengan metode Self Organizing Map

Langkah-langkah pengkajian metode SOM di atas digambarkan dalam diagram alur pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4: Flow Chart Penggerombolan Menggunakan SOM

Implementasi

Perangkat lunak yang digunakan dalam pembangunan aplikasi adalah:

1. C# sebagai bahasa pemrograman dalam pengembangan sistem,

dengan bahasa inilah peneliti melakukan pembuatan aplikasi.

2. Microsoft .NET *framework* 4.0 sebagai *platform* pengembangan aplikasi. Melalui *platform* ini peneliti membangun, mengembangkan dan menyebarkan serta menjalankan aplikasi ini. NET *framework* merupakan komponen *OS Windows* yang terintegrasi yang dibuat dengan tujuan untuk mendukung pengembangan berbagai macam jenis aplikasi serta untuk dapat menjalankan berbagai macam aplikasi generasi mendatang.
3. *MockupBuilder* dan *Microsoft Visio* sebagai alat bantu untuk memodelkan rancangan antar muka.
4. R software versi 3.1.2 sebagai *backend processing*. Aplikasi R sebagai aplikasi utama dalam melakukan kegiatan komputasi yang bekerja dibelakang aplikasi yang dibangun.
5. *Library* R.NET 1.5.22.0 sebagai penghubung antara R dan C# dalam NET *framework*.
6. *Library* kohonen sebagai pendukung dalam pembuatan model SOM. *Library* ini untuk melakukan pemodelan dan penghitungan dalam melakukan analisa dengan SOM
7. *Package* *maptools* sebagai dasar dalam pembuatan dan pembacaan peta. Alur setelah dilakukan analisa dengan menggunakan *library* SOM, kemudian peneliti melakukan penggambaran dan penerapan pada peta mengenai gerombol yang terbentuk menggunakan *package* *maptools*.
8. *Package* *clusterSim* sebagai dasar untuk melakukan validasi. *Package* ini digunakan dalam melakukan validasi dari gerombol yang terbentuk dengan menggunakan Indeks Silhouette.

Implementasi Kode Program

Algoritma metode SOM yang telah dijabarkan sebelumnya kemudian

diimplementasikan ke dalam *script* bahasa pemrograman R. *Script* tersebut ditulis dalam bentuk *String* pada bahasa pemrograman C#. Berikut ini cuplikan *script* R metode *Self Organizing Map* pada Gambar 5 (Lampiran 1). Pada Gambar 6 (Lampiran 2) ditampilkan implementasi jendela utama dari aplikasi yang dibangun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan penggerombolan kota dan kabupaten di Provinsi Jawa Tengah dengan tujuan agar bisa melihat gambaran penggerombolan kota dan kabupaten di Jawa Tengah berdasarkan variabel pertumbuhan ekonomi tentang teori *Growth Pole*. Pengelompokan dilakukan menggunakan 14 variabel signifikan pada penelitian sebelumnya (dijelaskan pada Bab II) yaitu Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), tingkat kepadatan penduduk (DENSITY), tingkat produktivitas tenaga kerja (*PRODUCT*), presentase penduduk miskin (*POVERTY*), Jumlah Penduduk (POP), Angka Partisipasi Sekolah (APS1) usia 7-12 tahun, Angka Partisipasi Sekolah (APS2) usia 13-15 tahun, Angka Harapan Hidup (AHH), jumlah pasar (*MARKET*), jumlah Sekolah Dasar (SD), jumlah Sekolah Menengah Pertama (SMP), jumlah Sekolah Menengah Atas (SMA), panjang jalan (*ROAD*), dan penerimaan daerah (PAD).

Analisis Gerombol Data Studi Kasus

Sebelum melakukan analisis penggerombolan menggunakan metode *Self Organizing Map*, maka ditentukan terlebih dahulu berapa jumlah gerombol yang optimal. Pada Gambar 7 (Lampiran 3) di bawah ini menampilkan hasil saran aplikasi berdasarkan Indeks Silhouette.

Dapat diketahui bahwa gerombol optimal berdasarkan Indeks Silhouette pada Gambar 7 adalah tiga gerombol

karena memiliki nilai Indeks Silhouette paling besar, karena Indeks Silhouette mengukur tingkat kemiripan dalam suatu gerombol dibandingkan dengan gerombol lainnya. Sehingga yang dicari adalah yang mempunyai tingkat kemiripan (indeks Silhouette) yang paling besar. Sedangkan pada gambar di bawah ini menunjukkan tampilan saran berdasarkan *Within-cluster sum of squares* (WCSS). Berdasarkan kriteria dari WCSS yang menyatakan bahwa jumlah gerombol terbaik adalah yang meminimalkan nilai WCSS atau dengan kata lain yang meminimalkan variasi dalam gerombol. Pemilihan gerombol tiga atau empat dianggap optimal karena nilai WCSS lebih signifikan turun pada jumlah tersebut dibandingkan gerombol 5,6 dan seterusnya.

Berdasarkan hasil Indeks Silhouette dan WCSS (Gambar 7 dan Gambar 8 (Lampiran 3 dan 4)), peneliti bisa memilih gerombol tiga atau empat. Dalam penelitian ini peneliti memilih tiga gerombol sebagai dasar penggerombolan. Oleh karena itu, analisis gerombol menggunakan data studi kasus akan membagi Jawa Tengah menjadi tiga gerombol yang dapat dilihat pada Gambar 9 (Lampiran 5).

Peneliti melakukan analisis penggerombolan wilayah Provinsi Jawa Tengah untuk Tahun 2008 sampai dengan Tahun 2010. Hasil penggerombolan menggunakan metode SOM menghasilkan tiga gerombol tiap tahunnya. Anggota gerombol yang cenderung tetap adalah pada gerombol ketiga sementara pada gerombol satu dan dua cenderung mengalami perubahan anggota gerombol. Dari hasil pemetaan, terlihat belum ada arah pemusatan pertumbuhan ekonomi. Pola yang terlihat masih menyebar. Hal ini berarti, pusat pertumbuhan ekonomi di Jawa Tengah belum bisa mendorong pertumbuhan ekonomi wilayah di sekitarnya.

Sejak tahun 2008 sampai 2010, kota dan kabupaten yang masuk pada gerombol dengan nilai variabel tertingggi

yaitu kabupaten Cilacap dan Kota Semarang, terlihat belum mempengaruhi wilayah disekitarnya. Meskipun begitu, Kabupaten Cilacap dan Kota Semarang terbukti sebagai kota dan kabupaten yang memiliki ekonomi yang relatif stabil berdasarkan variabel yang digunakan pada tahun 2008 sampai tahun 2010.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini pada akhirnya mendapatkan kesimpulan yaitu aplikasi SOMgis yang dibangun telah dapat digunakan untuk melakukan penggerombolan dengan metode SOM dan dapat terintegrasi dengan Sistem Informasi Geografis. Akan tetapi, melihat dari hasil penggerombolan di peta dan hasil penggerombolan di codes plot, terlihat belum ada arah pemusatan pertumbuhan ekonomi. Hal ini berarti, pusat pertumbuhan ekonomi di Jawa Tengah belum bisa mendorong pertumbuhan ekonomi wilayah di sekitarnya. Serta terdapat perubahan pola penggerombolan kota dan kabupaten di Jawa tengah pada tahun 2008 sampai 2010.

Saran

Dalam rangka pengembangan penelitian khususnya yang terkait dengan metode SOM di masa yang akan datang, maka saran yang ditawarkan yaitu perlu dilakukan pengembangan aplikasi ini dengan metode SOM lain, seperti SuperSOM dan KSOM. Selain itu, perlu dipertimbangkan pula analisis jarak dalam membangun aplikasi terkait dengan aspek teori kutub pertumbuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arribas- Bel, Daniel dan Schmidt, H.R. (2011). *Self Organizing Maps and the US Urban Spatial Structure*. Arizona: Arizona State University.
- Amri, Amir. (2007). Pengaruh Inflasi dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Pengangguran di Indonesia. Jambi: *Jurnal Inflasi dan Pengangguran*, Vol. I no. 1.
- Badan Pusat Statistik. (2011). *Produk Domestik Regional Bruto Atas Dasar Harga Konstan 2000 Menurut Provinsi, 2006-2010 (Milyar Rupiah)*. <http://bps.go.id/>. (Diakses 19 Mei, 2015.)
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. (2008). *Jawa Tengah Dalam Angka 2008*. Semarang: BPS Provinsi Jawa Tengah.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. (2009). *Jawa Tengah Dalam Angka 2009*. Semarang: BPS Provinsi Jawa Tengah.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. (2010). *Jawa Tengah Dalam Angka 2010*. Semarang: BPS Provinsi Jawa Tengah.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. (2011). *Jawa Tengah Dalam Angka 2011*. Semarang: BPS Provinsi Jawa Tengah.
- Chen, Hao. (2010). *Comparative Study of C, C++, C and Java Programming Languages*. Finland: University of Applied Sciences.
- Demuth, H. dan Beale, M.H. (2003). *Neural Network Toolbox for Use with MATLAB*. USA: The MathWorks, Inc.
- Glasson, John. (1974). *An Introduction to Regional Planning*. London: Huchthinson and Co Publisher Ltd.
- Han, J. dan Kamber, M. (2001). *Data Mining: Concepts and Techniques*. USA: Academic Press.
- Isnainy, Mira Ayu. (2012). Kinerja Perekonomian Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah Periode 1983-2010. [Skripsi]. Jakarta: STIS.
- Jain, A. K. dan Dubes, R. C. (1998). *Algorithm for Clustering Data*. New Jersey: Prentice Hall.
- Karima, Kourtit (2012). *Benchmarking of World Cities through Self Organizing Maps*. Amsterdam: vrije Universiteit Amsterdam.
- Komite Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia. (2015). *Kerangka Acuan Kerja (KAK)*. Jakarta: Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian.
- Kumar, Satish dan Asger, Mohammed (2015). Analysis Clustering Techniques in Biological Data with R. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*. Vol 6(2), 1859-1864.
- Kulkarani, Rajendra. (2002). A Kohonen Self Organizing Map Approach to Modeling Growth Pole Dynamics. *Journal Network and Spatial Economics* 2, page 175-189.
- Larose, D.T. (2004). *Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining*. USA: John WileySons Inc.
- Li, Yan. (2007). *Social Area Analysis Using SOM and GIS*. Ritsumeikan Center for Asia Pacific Studies: Ritsumeikan Asia Pacific University.
- Mangiameli, P., Chen, S. K. dan West, D. (1996). A Comparison of SOM Neural Network and Hierarchical Clustering Method. *European Journal of Operational Reserach*, 93, 402-417.
- Nuningsih, S. (2010). K-Means Clustering (Studi Kasus Pada Data Pengujian Kualitas Susu di Koperasi Peternakan Bandung Selatan. [Skripsi]. Bandung:UPI.
- Oja, M, Kaski, S. dan Kohonen, T. (2002). Bibliography of Self Organizing Map (SOM) Papers. 1998-2001. <http://www.cis.hut.fi/4D56A069-A106-4B00-B4D6-8BA39A0EC385/FinalDownload/DownloadId-823AF7FF0046E49553BA41F31870>

8C79/4D56A069-A106-4B00-B4D6-8BA39A0EC385/research/refs/NCS_vol3_1.pdf.(Diakses 1 September, 2015)

- Salazar, E.J dkk. (2002). A Cluster Validity Index for Comparing Non Hierarchical Clustering Methods. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.19.5206&rep=rep1&type=pdf> (Diakses 10 Mei, 2015)
- Santoso, S. (2010). *Statistik Multivariat*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Siang, J. J. (2009). *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan MATLAB (Ed. II)*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sukirno, Sadono. (2006). *Ekonomi Pembangunan: Proses, Masalah, dan Dasar Kebijakan*. Jakarta: Kencana.
- Turban, Efraim dkk. (2005). *Introduction to Information Technology, 3rd Edition*. New York: John Wiley Sons, Inc.
- Wang Huai-Bin, dkk.(2010). A Clustering Algorithm Use SOM and K-Means in Intrusion Detection. *International Conference E-Business and E-Government (ICEE)*: 1281-1284. Guangzhou.
- Yin, Huyun. (2012). *The Self Organizing Maps: Background, Theories, Extensions and Applications*. Berlin: Springer.

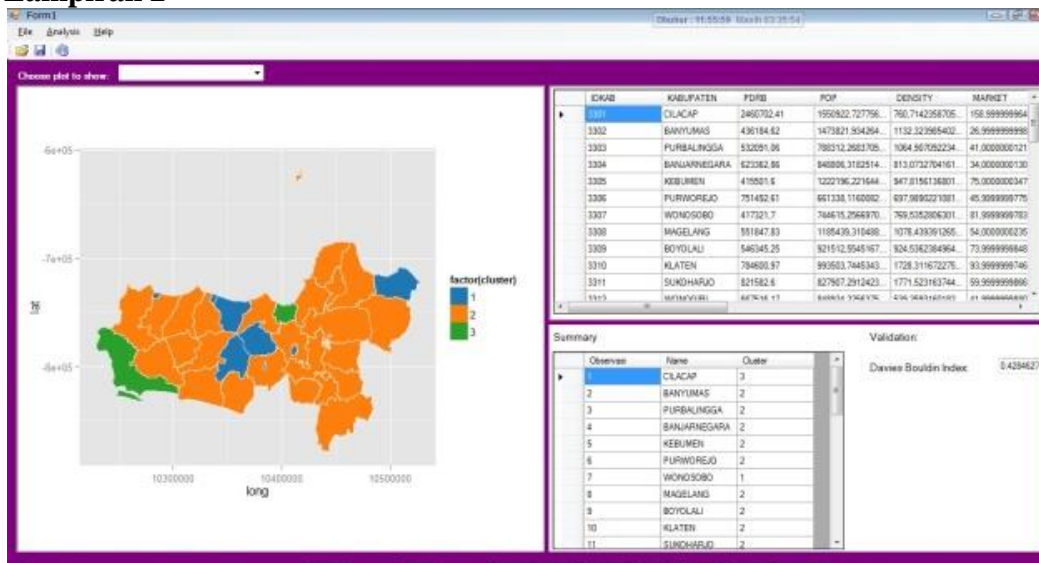
LAMPIRAN

Lampiran 1

```
//fungsi GRID
engine.Evaluate(@"somgriddo<-function(xd,yd,topo=c('rectangular','hexagonal')){
  topo<-match.arg(topo);
  x <- 1L:xd
  y <- 1L:yd
  pts <- as.matrix(expand.grid(x = x, y = y))
  if (topo == 'hexagonal') {
    pts[, 1L] <- pts[, 1L] + 0.5 * (pts[, 2L]%%2)
    pts[, 2L] <- sqrt(3)/2 * pts[, 2L]
  }
  res <- list(pts = pts, xdim = xd, ydim = yd, topo = topo)
  class(res) <- 'somgrid'
  res
}");
engine.Evaluate("som_grid <- somgriddo(xd =xaxis , yd=yaxis, topo='hexagonal')");
```

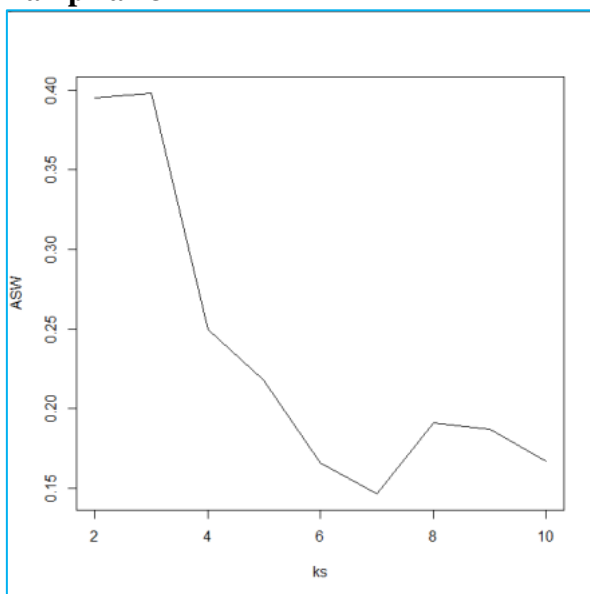
Gambar 5. Cuplikan *script* R di C#

Lampiran 2



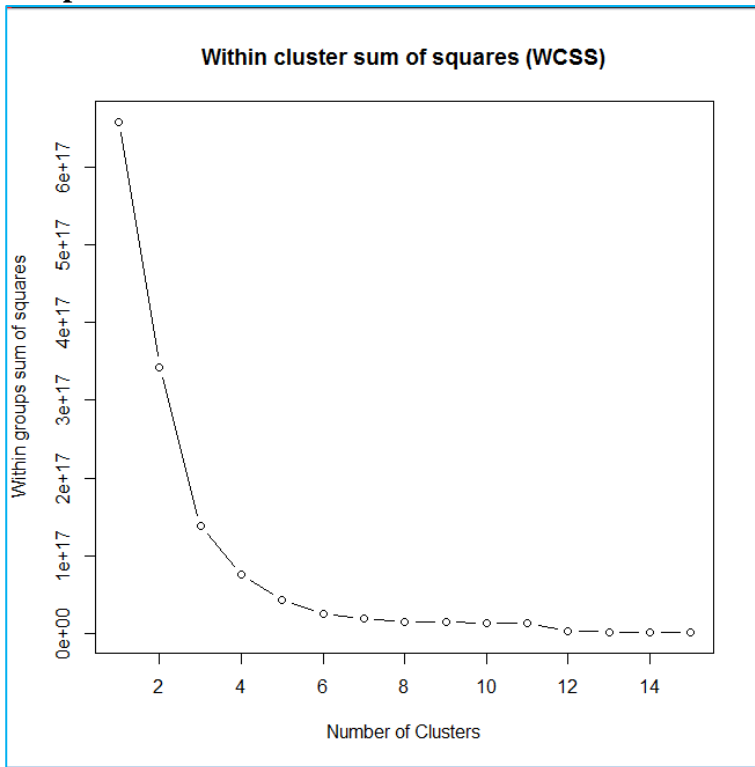
Gambar 6: Cuplikan Tampilan *Output* pada Jendela Utama

Lampiran 3



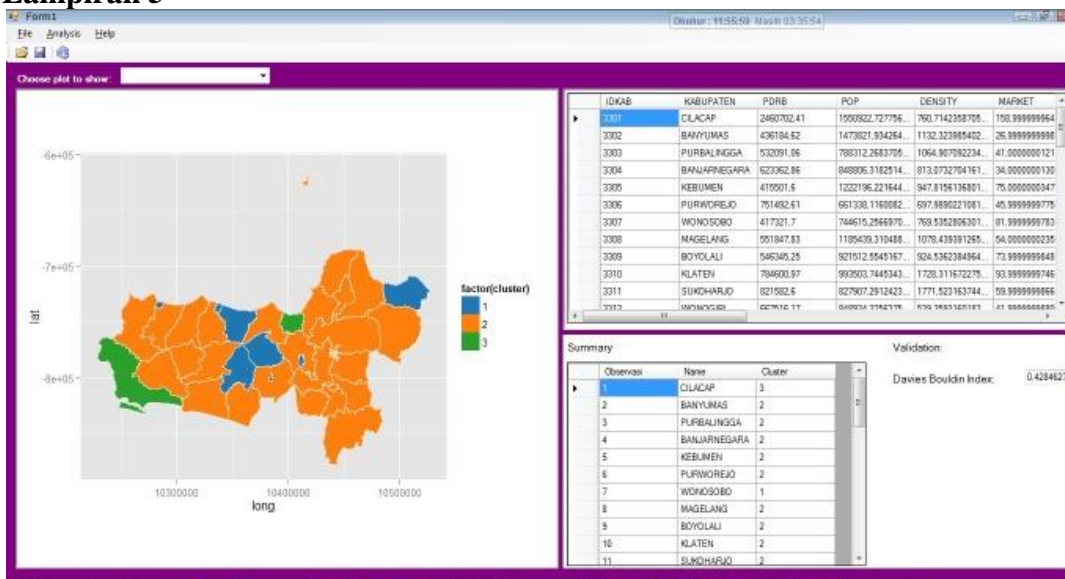
Gambar 7: Tampilan Saran Jumlah Gerombol Maksimal Berdasarkan Indeks Silhouette

Lampiran 4



Gambar 8: Tampilan Saran Jumlah Gerombol Maksimal Berdasarkan WCSS

Lampiran 5



Gambar 9: Hasil Analisis Penggerombolan Studi Kasus Tahun 2008 Menggunakan SOMgis