

CLUSTERING INDIKATOR PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN DI INDONESIA MENGUNAKAN ALGORITMA SELF-ORGANIZING MAPS (SOMs) KOHONEN

DessySetiani dan RB.Fajriya Hakim

Program Studi Statistika Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia

DessySetiani@rocketmail.com, hakimf@fmipa.uii.ac.id

ABSTRAK

Indonesia menghendaki persoalan pembangunan yang tidak hanya ideal untuk masa sekarang, namun juga berdaya guna bagi generasi yang akan datang. Persoalan pembangunan tersebut dapat didekati dengan konsep pembangunan berkelanjutan. Konsep tersebut dapat dilakukan dengan melihat pengelompokan indikator pembangunan pada tiap-tiap provinsi untuk mendeskripsikan sifat-sifat atau karakteristik dari masing-masing kelompok provinsi. Rencana strategi yang tepat sasaran terhadap permasalahan yang dialami pada masing-masing kelompok wilayah diperlukan agar mencapai target pembangunan berkelanjutan tersebut. Dalam makalah ini analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan indikator pembangunan berkelanjutan serta algoritma Kohonen untuk proses pengelompokan atau segmentasi guna mendapatkan hasil visualisasi dan cluster kondisi indikator pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Dari hasil analisis terbentuk 5 cluster dengan karakteristik yang berbeda-beda dan dapat digunakan sebagai acuan pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci : Karakteristik, Segmentasi, Visualisasi, Cluster, Pembangunan Berkelanjutan, SOMs/Kohonen

ABSTRACT

Indonesia requires development issues that are not only ideal for the present, but also efficient for generations to come. The development problems can be approached with the concept of sustainable development. The concept of grouping can be done by looking at the

development indicators in each province to describe the properties or characteristics of each group of provinces. Plan strategies targeted to the problems experienced in each group area required to achieve the target of sustainable development. In this paper, a descriptive analysis is used to describe indicators of sustainable development and Kohonen algorithm for clustering or segmentation process in order to get results visualization and cluster condition indicators of sustainable development in Indonesia. From the analysis of form 5 clusters with different characteristics and can be used as a reference for sustainable development.

Keywords : Characteristics , Segmentation , Visualization , Cluster , Sustainable Development , SOMS / Kohonen

PENDAHULUAN

Menurut Brundtland Report dari PBB (1987), pembangunan berkelanjutan adalah proses pembangunan (lahan, kota, bisnis, masyarakat, dsb) yang berprinsip “memenuhi kebutuhan sekarang tanpa mengorbankan pemenuhan kebutuhan generasi masa depan”. Salah satu faktor yang harus dihadapi untuk mencapai pembangunan berkelanjutan adalah bagaimana memperbaiki kehancuran lingkungan tanpa mengorbankan kebutuhan pembangunan ekonomi dan keadilan sosial.

Tujuan utama pembangunan adalah untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat. Dilain pihak, dengan memacu laju pembangunan akan menghasilkan dampak negatif berupa menurunnya kualitas Hidup lingkungan hidup yang selanjutnya dapat merugikan masyarakat yang terkena dampak tersebut. Pada tahun 1987, komisi *WCED (World Commission on Environmental and Development/WCED)* yang dibentuk oleh PBB telah berhasil menyelesaikan konsep pembangunan berkelanjutan yang didefinisikan sebagai pembangunan yang berusaha memenuhi kebutuhan hari ini tanpa mengurangi kemampuan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan mereka.

Indonesia menghendaki pembangunan yang baik, yaitu pembangunan yang tidak hanya ideal untuk masa sekarang, namun berdaya guna bagi generasi yang akan datang. Rencana strategi yang tepat sasaran terhadap permasalahan yang dialami pada masing-masing wilayah diperlukan untuk mencapai target tersebut. Indonesia terdiri dari 33 provinsi, dengan kondisi topografi yang berbeda-beda. Perbedaan topografi dan lingkungan membuat permasalahan dan problematika pembangunan yang dihadapi pada masing-masing daerah berbeda-beda. Penting untuk mengetahui kondisi pembangunan pada tiap-tiap daerah untuk membantu pemerintah dalam menentukan kebijakan. Untuk tujuan tersebut maka dilakukan identifikasi daerah dengan cara segmentasi dengan menggunakan analisis cluster.

Ada bermacam-macam metode untuk melakukan analisis cluster mulai dari metode yang sederhana hingga metode yang kompleks yaitu dengan menggunakan kecerdasan buatan, seperti jaringan syaraf tiruan. Metode jaringan syaraf tiruan untuk melakukan clustering adalah metode jaringan syaraf yang menggunakan pola *unsupervised learning*, salah satunya yaitu Kohonen's Self-Organizing Maps.

Ambarwati (2014) dalam penelitiannya telah mengaplikasikan Kohonen's Self-Organizing Maps dalam kasus pengelompokan berita Indonesia dan hasilnya dari tahun ke tahun hasil proses clustering memiliki kecenderungan yang berbeda. Sistem dapat menampilkan hasil clustering dan menampilkan visualisasi dengan baik.

Budi Warsito, dkk (2008) dalam penelitiannya telah mengaplikasikan metode kohonen neural network untuk clustering data pencemaran udara sektor industri di Jawa Tengah. Hasilnya diperoleh 3 kelompok cluster untuk data beban pencemaran udara pada sektor industri di Jawa Tengah.

Wiji Lestari dalam penelitiannya menggunakan Algoritma Self Organizing Maps(SOM) untuk clustering kecerdasan majemuk Mahasiswa. Hasilnya terbentuk 8 kelompok cluster, epochs 500 dan parameter Kohonen 0.01. Dari hasil cluster clustering dapat dipetakan kecerdasan majemuk dari sekelompok mahasiswa.

Madhusmita Mishra, dkk (2012) dalam penelitiannya telah mengaplikasikan Kohonen Self Organizing Map with Modified K-means clustering For High Dimensional Data Set.

Dewi Rosiyana Umami (2014) dalam penelitiannya telah mengaplikasikan metode Struktural Equation Modelling Partial Least Square dalam analisis indikator pembangunan berkelanjutan di Jawa timur. Hasilnya diketahui semakin tinggi sumber daya manusia di Jawa Timur semakin tinggi tingkat perekonomian. Pengaruh konstruk Sumber Daya Manusia dan Ekonomi terhadap Kualitas Hidup adalah pengaruh signifikan positif.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis akan mengaplikasikan Kohonen's Self-Organizing Maps dalam kasus segmentasi wilayah berdasarkan parameter-parameter yang merupakan indikator pembangunan berkelanjutan. Parameter-parameter yang dimaksud yaitu, Angka melek huruf, Angka partisipasi sekolah, Angka pengangguran terbuka, Garis kemiskinan, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Alasan penulis menggunakan algoritma Kohonen yaitu karena Kohonen merupakan algoritma yang efektif untuk memvisualisasikan data berdimensi tinggi dengan cara mereduksi dimensinya dari sebuah input n-dimensi ke dimensi yang lebih rendah dengan tetap mempertahankan hubungan topologi aslinya. Selain itu, Kohonen's Self-Organizing Maps merupakan pendekatan nonparametrik yang tidak membutuhkan asumsi mengenai distribusi populasi.

Tujuan dari tulisan ini adalah menggambarkan indikator pembangunan berkelanjutan di Indonesia, clustering indikator pembangunan berkelanjutan di Indonesia dan mendeskripsikan sifat-sifat atau karakteristik dari masing-masing kelompok. Harapannya

hasil analisis dapat digunakan untuk pengambilan kesimpulan secara umum tentang Indikator Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan adalah data sekunder yang didapatkan dari Publikasi BPS Indonesia tahun 2014 yaitu "Indikator Pembangunan Berkelanjutan (Indicators of sustainable Development) 2013" pada website Badan Pusat Statistik Indonesia <http://www.bps.go.id>. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Angka Melek Huruf
Angka melek huruf didefinisikan sebagai persentase penduduk berusia 15 tahun ke atas yang dapat membaca dan menulis naskah (*script*) latin atau naskah lainnya.
2. Angka partisipasi Sekolah
Angka partisipasi sekolah didefinisikan sebagai persentase penduduk yang berusia 13-15 tahun yang masih bersekolah.
3. Tingkat Pengangguran Terbuka
Pengangguran terbuka didefinisikan sebagai persentase tenaga kerja yang sedang mencari pekerjaan.
4. Garis kemiskinan
Garis kemiskinan merupakan penjumlahan dari garis kemiskinan makanan dan garis kemiskinan non makanan. Garis kemiskinan ditetapkan berdasarkan pengeluaran per-kapita per-bulan yang diperlukan untuk memenuhi standar konsumsi minimal makanan dan non makanan.
5. PDRB
Produk domestik regional bruto per-kapita atas dasar harga yang berlaku di Indonesia tahun 2013.

Peneliti melakukan pengolahan data menggunakan *Software R i386 3.0.0* dengan metode :

1. Analisis Deskriptif
Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan indikator pembangunan berkelanjutan di Indonesia tahun 2013.
2. Algoritma Self-Organizing Maps (SOMs) Kohonen
Algoritma SOMs Kohonen digunakan untuk proses segmentasi guna mendapatkan hasil visualisasi dan cluster kondisi indikator pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Algoritma *Self Organizing Map* (SOM) atau yang sering disebut dengan Jaringan Syaraf Tiruan Kohonen

merupakan suatu metode jaringan syaraf tiruan yang diperkenalkan oleh Professor Teuvo Kohonen pada tahun 1981.

Jaringan Kohonen merupakan salah satu bentuk topologi dari *Unsupervised Artificial Neural Network (Unsupervised ANN)* dimana dalam proses pelatihnannya tidak memerlukan pengawasan (*target output*). Jaringan Kohonen/SOM digunakan untuk mengelompokkan (*clustering*) data berdasarkan karakteristik/fitur-fitur data. Jaringan Kohonen termasuk dalam pembelajaran tak terawasi (*unsupervised learning*). Pada jaringan ini, suatu lapisan yang berisi *neuron-neuron* akan menyusun dirinya sendiri berdasarkan input nilai tertentu dalam suatu kelompok yang dikenal dengan istilah cluster. Selama proses penyusunan diri, cluster yang memiliki vektor bobot paling cocok dengan pola input (memiliki jarak paling dekat) akan terpilih sebagai pemenang. *Neuron* yang menjadi pemenang beserta *neuron-neuron* tetangganya akan memperbaiki bobot - bobotnya. Algoritma *Competitive Network* :

1. Inisialisasi *neuron input* $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i$.
2. Inisialisasi *neuron output* sebanyak $y_1, y_2, y_3, \dots, y_j$.
3. Menentukan bobot antara *neuron input* dan *neuron output* dengan nilai antara x_{min} dan x_{max} .
4. Mengulangi langkah 5 sampai 8 hingga tidak ada perubahan bobot atau iterasi/*epochs* telah maksimal sehingga *output*-nya telah konvergen.
5. Pemilihan salah satu *input* dari vektor *input* yang ada.
6. Penghitungan jarak antar input data terhadap bobot dengan masing-masing neuron input dengan rumus :

$$D_i = \sum_{j=1}^n (w_{ij} - x_i)^2$$

Dari seluruh bobot (D_i) dicari yang paling kecil. Index dari bobot (D_i) yang paling mirip disebut *winning neuron*.

7. Untuk setiap bobot w_{ij} diperbaharui bobot koneksinya dengan menggunakan rumus yang dapat dilihat pada persamaan:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \alpha(t)[x_i - w_{ij}(t)]$$

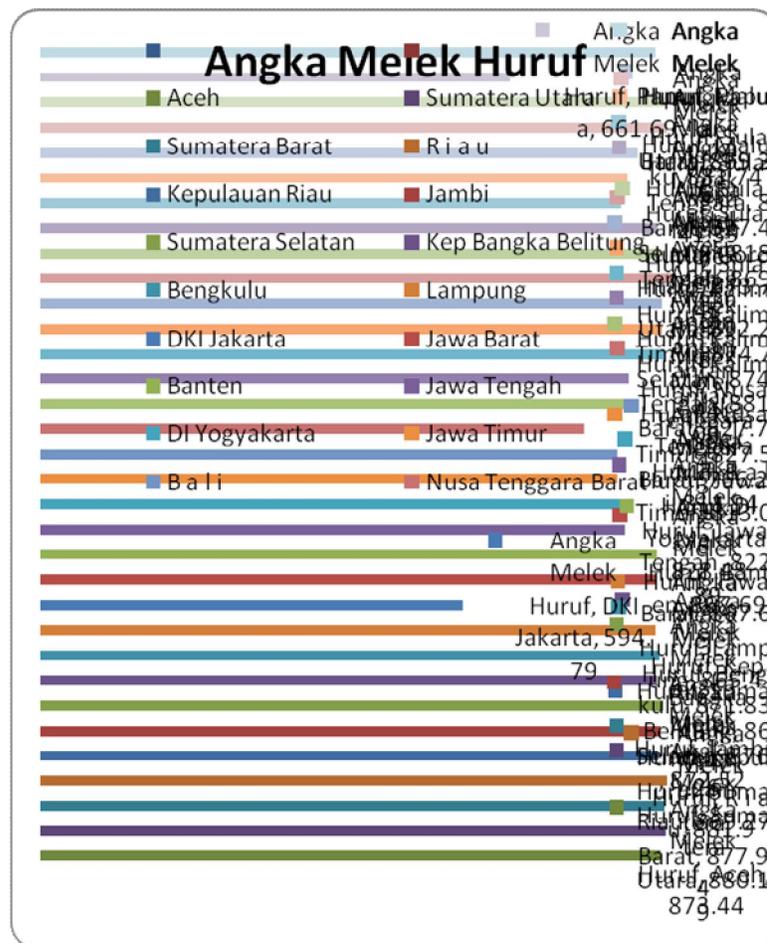
8. Meng-*update* bobot bias:
9. Simpan bobot yang telah konvergen.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Indonesia menghendaki pembangunan yang baik, yaitu pembangunan yang tidak hanya ideal untuk masa sekarang, namun berdaya guna bagi generasi yang akan datang. Pembangunan merupakan proses untuk memperbaiki kualitas hidup manusia supaya menjadi sejahtera. Persoalan pembangunan dapat didekati dengan konsep

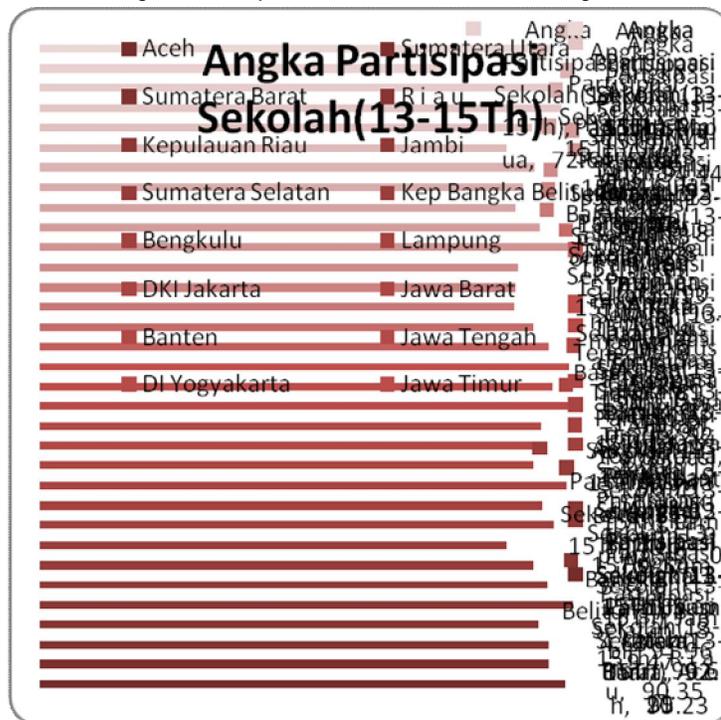
pembangunan berkelanjutan. Konsep ini mengusung pembangunan yang bersifat holistik, yang mempertimbangkan segala indikator pembangunan, baik ekonomi, sosial, lingkungan, kelembagaan dan lainnya secara berimbang dan terintegrasi, tetapi aspek paling penting dalam pembangunan adalah aspek sosial dan ekonomi. Berikut beberapa indikator pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

Gambar 1. Grafik Angka Melek Huruf Warga Negara Indonesia



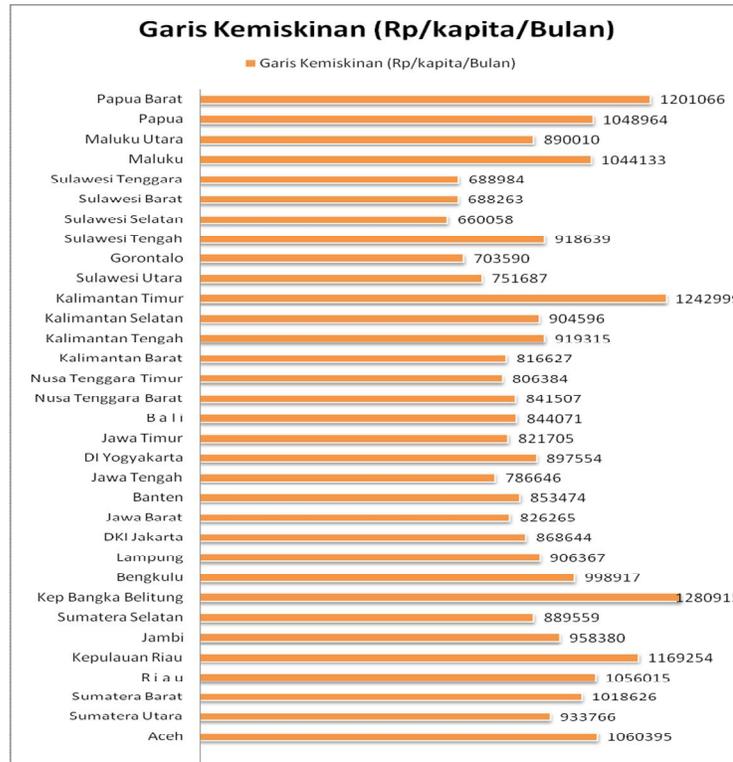
Dari gambar 1 dapat dilihat angka melek huruf paling tinggi di Indonesia adalah provinsi Sulawesi Utara yaitu 892.28, diikuti provinsi Riau yaitu 881.9, Sumatera Utara yaitu 880.19 dan Sumatera Barat yaitu 877.94. Angka melek huruf paling rendah di Indonesia adalah DKI Jakarta yaitu 594.79.

Gambar 2. Grafik Angka Partisipasi Sekolah Penduduk Yang Berusia 13-15 Tahun



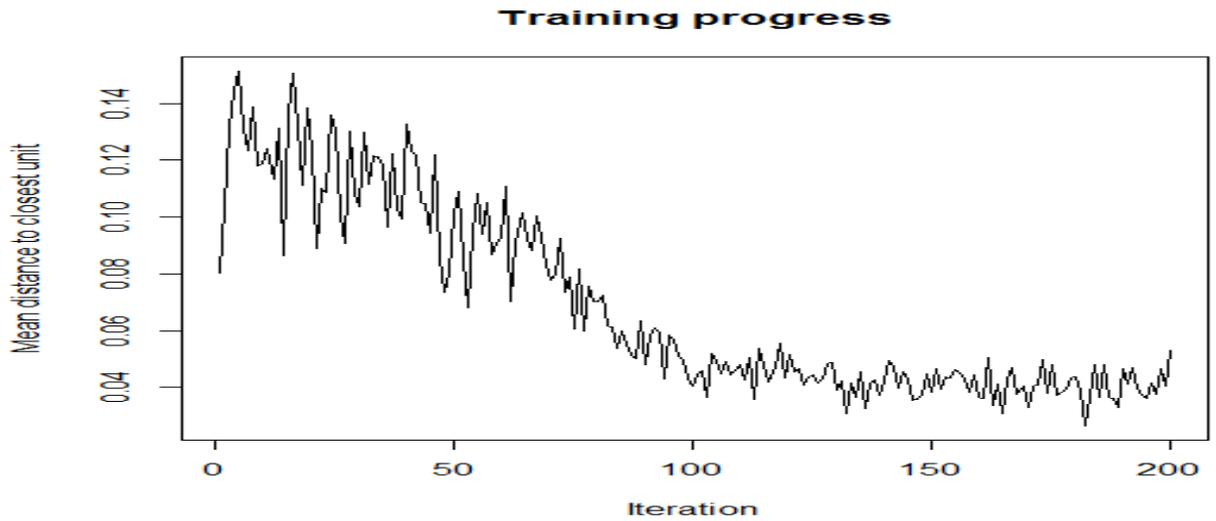
Dari gambar 2 dapat dilihat angka partisipasi sekolah penduduk yang berusia 13-15 tahun di Indonesia yang paling tinggi adalah provinsi DI Yogyakarta: 96.79 kemudian diikuti provinsi Kepulauan Riau : 96.67, Kalimantan Timur : 96.49 dan Bali :95.90. Angka partisipasi sekolah penduduk yang berusia 13-15 tahun paling rendah adalah provinsi Papua yaitu 72.64.

Gambar 3. Grafik Tingkat Pengangguran Terbuka



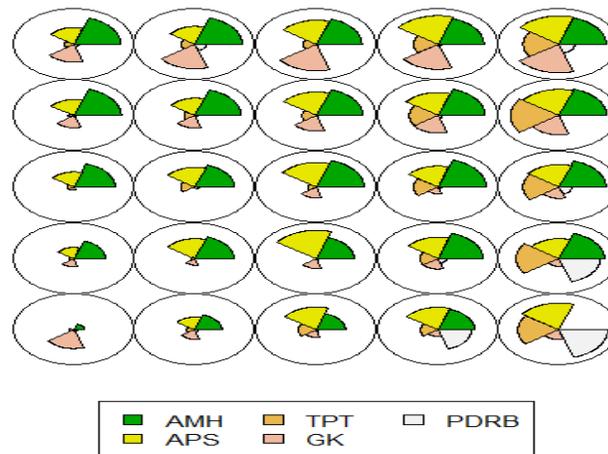
Dari gambar 4 dapat dilihat garis kemiskinan (Rp/kapita/Bulan) paling tinggi di Indonesia adalah Provinsi Kep. Bangka Belitung : 1280915, diikuti provinsi Kalimantan Timur : 1242999 dan provinsi 1201066. Garis kemiskinan (Rp/kapita/Bulan) paling rendah di Indonesia adalah provinsi Sulawesi Selatan 660058.

Gambar 5. Grafik Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)



Dari gambar 6 dapat dilihat dengan dilakukan iterasi sebanyak 200 didapatkan mean of distance to cluster unit (rata-rata jarak ke unit cluster) di bawah 0,04. Iterasi ini dilakukan untuk memastikan bahwa jaringan sudah stabil dan konvergen. Semakin banyak iterasi yang dilakukan, mean of distance to cluster (jarak cluster) unit semakin kecil.

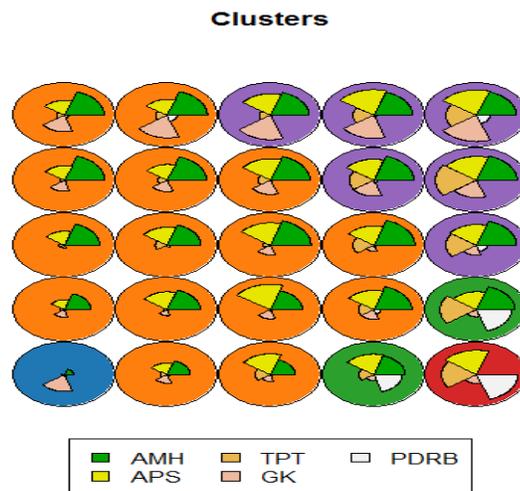
Gambar 7. Fan Diagram



Dari gambar 7 dapat dilihat penulis membuat fan diagram menggunakan tampilan rectangular dengan grid 5 x 5. Diagram di atas dibentuk berdasarkan hasil data olah dengan algoritma kohonen menggunakan lima variabel. Dari fan diagram tersebut dapat diketahui penggambaran dan pewarnaan untuk masing-masing variabel yaitu : Angka Melek Huruf

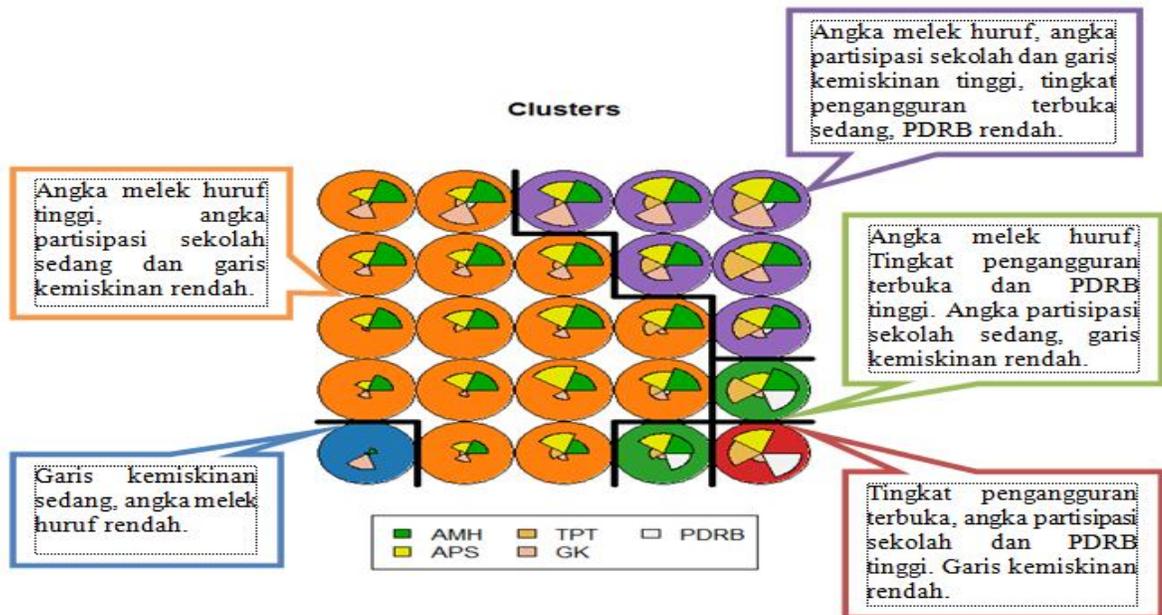
(AMH) diberi warna hijau, Angka Partisipasi Sekolah (APS) diberi warna kuning, Tingkat Pengangguran Terbuka(TPT) diberi warna orange, Garis Kemiskinan(GK) diberi warna merah muda, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) diberi warna putih. Fan diagram menunjukkan distribusi dari variabel pada peta. Pola dapat dilihat dengan memeriksa warna yang dominan.

Gambar 8. Cluster yang terbentuk



Dari gambar 8 dapat dilihat model yang terbentuk dengan algoritma Kohonen kemudian dibentuk menjadi lima cluster dengan metode hierarki cluster. Dari masing-masing cluster yang terbentuk memiliki karakteristik tersendiri. Cluster 1 ditandai dengan warna biru, cluster 2 ditandai dengan warna orange, cluster 3 ditandai dengan warna hijau, cluster 4 ditandai dengan warna merah, cluster 5 ditandai dengan warna ungu. Berikut adalah karakteristik dari masing-masing cluster:

Gambar 9. Karakteristik masing-masing cluster



Dari gambar 9 dapat dilihat bahwa terbentuk 5 cluster dengan anggota masing-masing cluster sebagai berikut :

1. Cluster 1 : Papua
2. Cluster 2 : Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Kep Bangka Belitung, Bengkulu, Lampung, DI Yogyakarta, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Sulawesi Utara, Gorontalo, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, Sulawesi Tenggara, Maluku Utara
3. Cluster 3: Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur
4. Cluster 4 : DKI Jakarta
5. Cluster 5 : Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Kepulauan Riau, Banten, Kalimantan Timur, Maluku, Papua Barat

Karakteristik masing-masing cluster yang terbentuk adalah :

1. Garis kemiskinan sedang, angka melek huruf rendah
2. Angka melek huruf tinggi, angka partisipasi sekolah sedang dan garis kemiskinan rendah.
3. Angka melek huruf, tingkat pengangguran terbuka dan PDRB tinggi. Angka partisipasi sekolah sedang, garis kemiskinan rendah.
4. Tingkat pengangguran terbuka, angka partisipasi sekolah dan PDRB tinggi. Garis kemiskinan rendah.
5. Angka melek huruf, angka partisipasi sekolah dan garis kemiskinan tinggi, tingkat pengangguran terbuka sedang, PDRB rendah.

SIMPULAN

Algoritma Kohonen dapat diimplementasikan dalam hal segmentasi indikator pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Segmentasi yang terbentuk merupakan hasil analisis cluster dengan algoritma kohonen berdasarkan karakteristik masing-masing provinsi. Dari hasil analisis terbentuk 5 cluster dengan karakteristik yang berbeda-beda dan hasilnya dapat digunakan sebagai acuan pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Hasil cluster dapat divisualkan dengan baik, dengan tetap mempertahankan hubungan topologi aslinya. Sehingga untuk kebutuhan analisis lebih lanjut, pembaca dapat sepenuhnya memanfaatkan kemampuan pengenalan pola berdasarkan hasil visual yang didapatkan.

Adapun saran yang dapat penulis berikan adalah untuk penelitian selanjutnya agar dapat mencari indikator lain yang dianggap mampu menggambarkan indikator pembangunan berkelanjutan di Indonesia dan perlunya perhatian pemerintah terhadap karakteristik dan problematika pembangunan berkelanjutan pada masing-masing provinsi di Indonesia yang berbeda-beda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ambarwati. 2014. Pengelompokan Berita Indonesia Berdasarkan Histogram Kata Menggunakan Self-Organizing Map. Jurusan Teknik Komputer, Intituto Professional de Canossa, Dili. Vol.8,No.1.
- [2] Badan Pusat Statistik Indonesia. Indikator Pembangunan Berkelanjutan (Indicators of sustainable Development) 2014. <http://www.bps.go.id>. Diakses tanggal 10 Januari 2015 pukul 08.00.
- [3] Brockett, Patrick L. et al .1998. Using Kohonen's Self Organizing Feature Map to Uncover Automobily Bodily Injury Claim Fraud. The Journal of Risk and Insurance, 1998, Vol. 65, No. 2.
- [4] Budi, G.S. dkk .2008. Cluster Analisis untuk Memprediksi Talenta Pemain Basket Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Self organizing Maps (SOM). Jurnal Informatika Vol. 9, No.1.
- [5] Ettaouil, Mohamed, dkk.2012. Learning algorithm of Kohonen Network With Selection Phase. UFR: Scientific Computing and Computer sciences, engineering sciences Modelling and Scientific Computing Laboratory. University Sidi Mohamed Ben Abdelah. Vol.11.
- [6] Guthikonda, Shyam M.2005. Kohonen Self-Organizing Maps. Wittenberg University.

- [7] [http://www.bandungmagazine.com/analysis/pembangunan-berkelanjutan-gagasan-
implementasi-dan-kecenderungan-realitas-di-indonesia](http://www.bandungmagazine.com/analysis/pembangunan-berkelanjutan-gagasan-implementasi-dan-kecenderungan-realitas-di-indonesia). Diakses tanggal 9 Januari 2015 pukul 10.00.
- [8] http://penataanruang.pu.go.id/bulletin/index.asp?mod=_fullart&idart=123. Diakses tanggal 9 Januari 2015 pukul 10.00.
- [9] [https://anshor83.wordpress.com/2012/02/02/pembangunan-berkelanjutan-kebijakan-
implementasi-dan-tantangannya-di-indonesia/](https://anshor83.wordpress.com/2012/02/02/pembangunan-berkelanjutan-kebijakan-
implementasi-dan-tantangannya-di-indonesia/). Diakses tanggal 9 Januari 2015 pukul 11.00.
- [10] Kiang, M. Y., Hu, M. Y., and Fisher, D.M.2006.An Extended Self-Organizing Map Network for Market Segmentation-A Telecommunication Example, Decision Support Systems 42, pp. 36-47.
- [11] Lestari, Wiji. Sistem Clustering Kecerdasan Majemuk Mahasiswa Menggunakan Algoritma Self Organizing Maps (SOM). Surakarta : STMIK Duta Bangsa.
- [12] Lynn, S. 2014.Self-Organising Maps for Customer Segmentation, Deloitte Analytics.
- [13] Mahonen, P.H dan P.J Hakala.1995. Automated Source Classification Using Kohonen Network. The Astrophysical Journal Letters Vol.452, No. 1.
- [14] Mishra, Madhusmita dan H.S Behera.2012.Kohonen Self Organizing Map with Modified K-means clustering For High Dimensional Data Set. International Journal of Applied Information System(UAIS)-ISSN :2249-0808. Foundation of Computer Science FCS, New York, USA. Vol.2, No.3.
- [15] Snyder, Wesley, dkk. Kohonen Networks and Clustering : Comparative Performance in Color Clustering.
- [16] Umami, Dewi Rosiyana.2010. Analisis Indikator Pembangunan Berkelanjutan Di Jawa Timur Menggunakan Metode Struktural Equation Modelling – Partial Least Square(Skripsi). Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [17] Warsito, Budi, dkk.2008. Clustering Data Pencemaran Udara Sektor Industri Di Jawa Tengah Dengan Kohonen Neural Network. Semarang :Program Studi Statistika FMIPA UNDIP.
- [18] Wasista, Sigit,dkk. 2003. Metode Komponen Utama dan Kohonen SOM Sebagai Pengenalan Pola Geometri Tangan. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [19] Wehrens,Ron dan Lutgarde M.C.Buydens. 2007.Self- and Super-organizing Maps in R : The kohonen Package.Journal of Statistical Software. Redboud University Nijmegen. Vol.21.
- [20] Zhao, Yanchang.2014. R and Data Mining : Examples and Case Studies¹.