

**PENGELOMPOKKAN WILAYAH BENCANA ENDEMI DEMAM BERDARAH  
DENGUE DI JAWA TIMUR DENGAN *FUZZY GEOGRAPHICALLY WEIGHTED  
CLUSTERING – PARTICLE SWARM OPTIMIZATION***

**CLUSTERING FOR DISASTER AREAS ENDEMIC DENGUE HEMORRHAGIC  
FEVER BASED ON FACTORS HAD CAUSED IN EAST JAVA USING FUZZY  
GEOGRAPHICALLY WEIGHTED CLUSTERING – PARTICLE SWARM  
OPTIMIZATION**

**Fikri Handoko Putra**

Jurusan Komputasi Statistik, Sekolah Tinggi Ilmu Statistik

**Robert Kurniawan**

Sekolah Tinggi Ilmu Statistik

*Masuk tanggal: 21-04-2016, diterima untuk diterbitkan tanggal: 29 Agustus 2016*

**Abstrak**

DBD adalah penyakit yang merupakan masalah kesehatan masyarakat dan endemik di hampir semua kabupaten / kota di Jawa Timur. Penyakit ini ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Albopictus*. Saat ini tidak ada obat anti-virus dan vaksin untuk mencegah demam berdarah, maka untuk memutus rantai penularan, pengendalian vektor dianggap paling tepat saat ini, tetapi karena vektor tersebar luas, maka perlu untuk mengontrol keberhasilan total cakupan (meliputi seluruh wilayah) agar nyamuk tidak bisa berkembang biak. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi bagaimana pola pengelompokan wilayah endemi di Jawa Timur berdasarkan faktor penyebab DBD sehingga pengendalian vektor dapat difokuskan di beberapa wilayah tertentu yang memiliki potensi penyakit DBD tertinggi di Jawa Timur. Metode dalam penelitian ini menggunakan metode FGWC-PSO untuk mengklasifikasikan daerah di Jawa Timur dengan pendekatan dari beberapa faktor yang terkait dengan peningkatan penyakit DBD. Data yang digunakan adalah dari penerbitan Jawa Timur Dalam Angka Tahun 2013, Profil Kesehatan Propinsi Jawa Timur pada tahun 2012, dan Data dan Informasi Bencana Indonesia di Jawa Timur pada tahun 2012. Berdasarkan hasil penelitian, menyebabkan jumlah tertinggi DBD di beberapa daerah di Provinsi Jawa Timur, yaitu: Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Tulungagung, dan Mojokerto. Salah satu penyebab demam tinggi berdarah di daerah adalah rendahnya kesadaran rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat dan jumlah rumah tangga yang mengandung larva nyamuk ketika diperiksa secara teratur. Jadi, hasil pengelompokan dapat digunakan sebagai fokus utama pada pengendalian vektor DBD di beberapa daerah yang memiliki potensi tertinggi demam berdarah di provinsi Jawa Timur.

Kata Kunci: DBD, *FGWC-PSO*, Jawa Timur

**Abstract**

*DHF is a disease that is a public health problem and is endemic in almost all districts / cities in East Java. The disease is transmitted through the bite of *Aedes aegypti* and *Albopictus*. There is currently no anti-viral drugs and vaccines to prevent dengue fever, then to break the chain of transmission, vector control is considered most appropriate at this time, but because the vector is widespread, it is necessary to control the success of the total coverage (covering the whole area) so that mosquitoes can not be multiply. This research was proposed to investigate of classify the endemic regions in East Java based factor that causes dengue vector control can be focused on certain areas that have the highest potential of dengue fever in East Java. This research was used a method *FGWC-PSO* to classify areas in East Java with the approach of some of the factors associated with an increase in dengue disease. The data will be used is from the publication of the East Java in Figures In 2013, East Java Provincial Health Profile in 2012, and Indonesian Disaster Data and Information in East Java in 2012. Overall, causes the highest number of dengue fever in some areas in East Java province, namely: Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Tulungagung, and Mojokerto. One cause of high fever dengue in the regions is the low awareness of households to behave clean and healthy living and the number of households that contained mosquito larvae when examined on a regular basis. So, the result of grouping can be used as a*

primary focus on dengue vector control in some areas that have the highest potential of dengue fever in the province of East Java.

Keywords: DHF, FGWC-PSO, East Java.

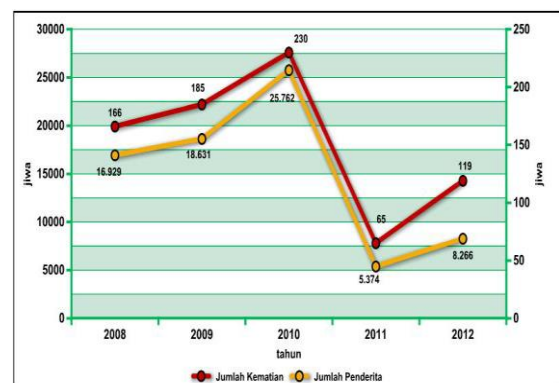
## PENDAHULUAN

Penyakit demam berdarah *dengue* (DBD) atau *Dengue Haemorrhagic Fever* (DHF) merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang penting di Indonesia. Pertama kali dikenali pada tahun 1779 di Kairo, dan pada tahun yang sama juga didapati terjadi di Asia yaitu di Jakarta yang dahulu masih bernama Batavia (Koban, 2005, hal.9). Namun sebenarnya demam berdarah di Indonesia pertama kali ditemukan di kota Surabaya pada tahun 1968, dimana sebanyak 58 orang terinfeksi dan 24 orang diantaranya meninggal dunia (Angka Kematian (AK) : 41,3 %). Sejak saat itu, penyakit ini menyebar luas ke seluruh Indonesia (Depkes RI, 2009).

Meskipun hanya disebabkan oleh gigitan nyamuk tetapi penyakit ini bisa menyerang semua orang, mengakibatkan kesakitan dan kematian terutama pada anak-anak, bisa mewabah bahkan Kejadian Luar Biasa (KLB) (Sitorus, 2009). Sampai dengan bulan Januari 2015, terdapat 1.817 kasus DBD yang telah dilaporkan Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur kepada Kementerian Kesehatan RI. Laporan tersebut menyatakan bahwa ada peningkatan kasus DBD sebesar 85,41% bila dibandingkan bulan yang sama di tahun 2014, yaitu 980 kasus (Slamet, 2015). Seluruhnya terdapat 15 kabupaten/kota yang menyandang status Kejadian Luar Biasa (KLB) dikarenakan jumlah kasus DBD di wilayah tersebut meningkat dua kali lipat dibandingkan dengan bulan yang sama di tahun 2014, yaitu Kabupaten Sumenep, Kabupaten Jombang, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Banyuwangi, Kota Probolinggo, Kabupaten Tulung Agung, Kabupaten Kediri, Kabupaten Madiun, Kabupaten Pamekasan, Kota Madiun, Kabupaten Magetan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Lamongan, dan Kota Mojokerto (Kemenkes RI, 2015)

Berdasarkan data tersebut diatas menunjukkan bahwa kasus DBD meningkat begitu cepat di Provinsi Jawa Timur, dari 15 kabupaten/kota (Januari 2015) menjadi 18 kabupaten/kota (Februari 2015). Padahal sebelumnya, berdasarkan data Ditjen Pengendalian Penyakit & Penyehatan Lingkungan (PP dan PL), Kemenkes RI lima provinsi dengan angka kesakitan DBD tertinggi adalah Bali (158,48), DKI Jakarta (104,04), D.I Yogyakarta (95,09), Kalimantan Timur (92,73) dan Sulawesi Tengah (66,82). Sementara itu berdasarkan data yang sama, Jawa Timur (39,14) berada pada posisi keempat di bawah angka kesakitan DBD Nasional (45,85) (Kemenkes RI, 2014).

Berdasarkan informasi dari Dinas Kesehatan Jawa Timur, seperti pada gambar 1, terjadi *trend* angka kesakitan DBD yang relatif tinggi di Provinsi Jawa Timur dari tahun 2008 – 2012, tetapi sempat mengalami penurunan di tahun 2011. Jumlah kematian yang terjadi terlihat dapat ditekan. DBD juga sudah menjadi masalah yang rutin dihadapi pada setiap musim hujan mau pun pasca musim hujan (Dinkes Jawa Timur, 2013).



Sumber: Dinkes Jawa Timur 2013

Gambar 1. *Trend* Penderita DBD dan Jumlah Kematian Akibat DBD Provinsi Jawa Timur Tahun 2008-2012.

Penyakit DBD adalah penyakit infeksi virus akut yang disebabkan oleh virus *Dengue* dan terutama menyerang anak-anak dengan ciri-ciri demam tinggi

mendadak dengan manifestasi pendarahan dan bertendensi menimbulkan syok dan kematian. Penyakit ini ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* dan *Albopictus* yang membawa virus *Dengue*. Jenis nyamuk tersebut banyak ditemukan di hampir seluruh pelosok Indonesia kecuali ketinggian lebih dari 1000 meter di atas permukaan laut. Masa inkubasi penyakit ini diperkirakan lebih kurang tujuh hari (Siregar, 2004).

Saat ini untuk mencegah DBD yang bertujuan untuk memutuskan rantai penularan, masih dengan menggunakan cara pengendalian vektor, karena cara ini dianggap yang paling memadai saat ini. Hal tersebut dikarena belum ditemukannya vaksin untuk mencegah virus DBD. Vektor DBD khususnya *Aedes Aegypti* sebenarnya mudah dikendalikan, karena sarang-sarangnya terbatas di tempat yang berisi air bersih serta genangan yang tidak menyentuh tanah dan jarak terbangnya maksimum 100 meter. Tetapi karena vektor tersebar luas, maka untuk keberhasilan pengendaliannya diperlukan *total coverage* (meliputi seluruh wilayah) agar nyamuk tidak dapat berkembang biak lagi.

Beberapa faktor yang berhubungan dengan peningkatan kejadian DBD dan KLB yang sulit atau tidak dapat dikendalikan berdasarkan Dinkes Jawa Timur (2013), dalam penelitian ada beberapa yang dicakup seperti kepadatan penduduk, mobilitas, lancarnya

dalam penelitian ini yaitu metode *Fuzzy Geographically Weighted Clustering – Particle Swarm Optimization* (FGWC-PSO). Metode tersebut merupakan sebuah metode *clustering* berbasis optimisasi terhadap metode *Fuzzy Geographically Weighted Clustering* (FGWC) dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Metode FGWC adalah metode *clustering* alternatif yang memperhatikan efek geografi dari algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM) dengan mendukung kemampuan untuk menerapkan populasi efek jarak dalam

transportasi (darat, laut, dan udara), perubahan musim dan perubahan iklim dunia, kebersihan lingkungan dan perilaku hidup sehat, serta jenis dan keganasan virusnya. Hal ini disebabkan karena keterbatasan sumber data yang ada. Hal yang sama disampaikan oleh Wahyono (2010) yang menyatakan bahwa banyak faktor yang dapat mempengaruhi kejadian demam berdarah, antara lain karakteristik individu, lingkungan perumahan, perilaku, lingkungan fisik dan kemiskinan.

Achmadi (2010), mengatakan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi penyebaran penyakit DBD, yaitu meningkatnya kepadatan dan mobilitas penduduk menyebabkan persebaran virus dengue yang disebarkan nyamuk pun ikut meluas. Sehingga wilayah endemi demam berdarah pun semakin meluas dan hampir semua wilayah di Indonesia, khususnya di Provinsi Jawa Timur.

Dari penjelasan sebelumnya, maka penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pola pengelompokan wilayah endemi di Jawa Timur berdasarkan faktor penyebab DBD sehingga pengendalian vektor dapat difokuskan di beberapa wilayah tertentu yang memiliki potensi penyakit DBD tertinggi di Jawa Timur.

## METODE

Metode analisis pengelompokan yang digunakan

menganalisis *cluster* geo-demografi. Metode ini diusulkan oleh G. A. Mason dan R. D. Jacobson (2007). Hasil penyesuaian keanggotan *cluster* dalam algoritma FGWC yang dihitung disetiap iterasi dari metode FCM adalah sebagai berikut:

$$\mu'_i = \alpha\mu_i + \beta \frac{1}{A} \sum_i^n w_{ij} \mu_j \quad (1)$$

dimana  $\mu'_i$  merupakan anggota baru *cluster* di wilayah *i* dan  $\mu_i$  adalah anggota lama *cluster*

di wilayah  $i$ . Kemudian,  $w_{ij}$  adalah ukuran penimbang sejumlah interaksi antara pasangan wilayah-wilayah geografi. Penimbang ditentukan oleh jarak antara pusat wilayah atau panjang batasan umum antara wilayah-wilayah tersebut atau keduanya. Parameter  $A$  ditentukan untuk meyakinkan bahwa rata-rata nilai penimbang keanggotaan masih berada di dalam batas 0 dan 1. Sedangkan,  $\alpha$  dan  $\beta$  masing-masing adalah penimbang untuk anggota lama dan rata-rata nilai keanggotaan di wilayah sekitarnya didefinisikan sebagai berikut

$$\alpha + \beta = 1 \quad (2)$$

dimana nilai  $\alpha$  dan  $\beta$  merupakan variabel-variabel skala untuk memengaruhi keaslian anggota dibandingkan dengan penimbang keanggotaan yang didefinisikan sebagai berikut

$$w_{ij} = \frac{(m_i m_j)^b}{d_{ij}^a} \quad (3)$$

dimana  $m_i$ ,  $m_j$  masing-masing adalah populasi wilayah  $i$  dan  $j$ ,  $d_{ij}$  adalah jarak antara  $i$  dan  $j$ , kemudian  $a$  merupakan parameter yang memengaruhi besar  $d_{ij}$ , sedangkan  $b$  merupakan parameter yang memengaruhi besar  $m_i m_j$ .

Metode ini memiliki kelemahan disebabkan menentukan pusat *cluster* maupun matriks keanggotaan secara acak selama iterasi di awal proses inialisasi. Sehingga, menyebabkan metode FGWC mudah terjebak di *local optima*. Oleh karena itu, dilakukan optimisasi menggunakan metode PSO. Metode PSO akan mengambil alih proses ketika menentukan pusat *cluster* maupun matriks keanggotaan yang dilakukan oleh metode FGWC. Sehingga, metode FGWC dapat mencapai *global optima*. Metode PSO diusulkan oleh James Kennedy dan Russel Eberhart (1995) dalam McCulloch (2015), dimana metode ini meniru tingkah laku sekumpulan hewan yaitu, burung dan ikan, yang tidak memiliki *leader* ketika sekumpulan hewan tersebut mencari

makan (Rini, Shamsuddin, dan Yuhani, 2011).

Algoritma FGWC-PSO merupakan hasil integrasi dua algoritma yaitu *Fuzzy Geographically Weighted Clustering* (FGWC) dan *Particle Swarm Optimization* (PSO) yang dilakukan oleh Arie Wahyu Wijayanto dan Ayu Purwarianti pada tahun 2014. Algoritma FGWC memiliki beberapa keterbatasan ketika melakukan pengelompokkan, karena FGWC menentukan pusat cluster secara acak selama proses iterasi ditahap inialisasi. Keterbatasan dalam memilih titik pusat secara acak tersebut, menyebabkan proses iterasi gagal untuk mencapai solusi global optimum. Masalah ini akan memberikan dampak terhadap kualitas cluster yang dihasilkan oleh FGWC. Selanjutnya, untuk mengatasi keterbatasan ini, maka algoritma PSO akan digunakan untuk menentukan pusat cluster atau matrik keanggotaan di tahap inialisasi pada algoritma FGWC. Fungsi objektif FGWC ( $J_{FGWC}$ ) yang akan diminimumkan adalah sebagai berikut:

$$J_{FGWC}(U, V; X) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n \mu_{ik}^m |v_i - x_k|^2 \rightarrow \min \quad (4)$$

dimana  $m$  adalah penimbang eksponen digunakan untuk menentukan tingkat *fuzzyness* sebuah *cluster*,  $\mu_{ik}$  adalah sebuah elemen dari partisi matrik,  $v_i$  adalah pusat *cluster*, dan  $x_k$  adalah titik data.

Metode FGWC-PSO menggunakan beberapa indeks pengukuran untuk mengetahui hasil clustering yang terbaik, yaitu: *Partition Coefficient* (PC), *Classification Entropy* (CE), *Partition Index* (SC), *Separation Index* (S), *Xie and Beni's Index* (XB), dan *IFV Index* (IFV). Pengukuran-pengukuran tersebut seringkali digunakan untuk mengukur kinerja algoritma *clustering* (Balazs B., Janos A., Balazs Feil, 2005). Berikut macam-macam pengukurannya:

#### ***Partition Coefficient (PC)***

*PC Index* mengukur jumlah tumpang tindih antara *cluster* dan jumlah *cluster* didefinisikan sebagai berikut

$$(5) \quad PC = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^N \mu_{ij}^2$$

dimana :

$\mu_{ij}$  = keanggotaan titik data  $j$  di dalam *cluster*  $i$

$N$  = Jumlah titik data (*records*)

$c$  = Jumlah *cluster*

dari formula tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai *PC index* berada di dalam batas  $[1/c, 1]$ . Jumlah *cluster* yang optimal ketika berada di nilai *PC* yang maksimum.

### **Classification Entropy (CE)**

*CE index* mengukur tingkat *fuzzyness* dari sebuah partisi matrik dan formula tersebut didefinisikan sebagai berikut

$$(6) \quad CE = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^N \mu_{ij} \log_a(\mu_{ij})$$

dimana:

$\mu_{ij}$  = keanggotaan titik data  $j$  di dalam *cluster*  $i$

$N$  = Jumlah titik data (*records*)

$c$  = Jumlah *cluster*

dari formula tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai *CE index* berada di dalam batas  $[0, \log_a c]$ . Jumlah *cluster* yang optimal ketika berada di nilai *CE* yang maksimum.

### **Partition Index (SC)**

*SC Index* adalah rasio dari jumlah kekompakan dan pemisahan dari *cluster*. Formula tersebut didefinisikan sebagai berikut

$$(7) \quad SC = \frac{\sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^N (\mu_{ij})^m \|x_j - v_i\|^2}{N_i \sum_{k=1}^c \|v_k - v_i\|^2}$$

dimana:

$\mu_{ij}$  = keanggotaan titik data  $j$  di dalam *cluster*  $i$

$N$  = Jumlah titik data (*records*)

$c$  = Jumlah *cluster*

Partisi yang lebih baik diindikasikan dengan semakin rendahnya nilai *SC Index*.

### **Separation Index (S)**

*S Index* menggunakan pemisahan jarak minimum untuk validitas sebuah partisi.

$$(8) \quad S = \frac{\sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^N (\mu_{ij})^2 \|x_j - v_i\|^2}{N \min_{i,k} \|v_k - v_i\|^2}$$

dimana:

$\mu_{ij}$  = keanggotaan titik data  $j$  di dalam *cluster*  $i$

$N$  = Jumlah titik data (*records*)

$c$  = Jumlah *cluster*

Sejumlah *cluster* yang optimal diketahui jika nilai *S Index* tersebut minimal.

### **Xie and Beni's Index (XB)**

*XB Index* bertujuan untuk mengkuantifikasikan rasio dari total varian dalam *cluster* dan pemisahan sebuah *cluster*.

$$(9) \quad XB = \frac{\sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^N (\mu_{ij})^m \|x_j - v_i\|^2}{N \min_{i,k} \|v_k - v_i\|^2}$$

dimana:

$\mu_{ij}$  = keanggotaan titik data  $j$  di dalam *cluster*  $i$

$N$  = Jumlah titik data (*records*)

$c$  = Jumlah *cluster*

Sejumlah *cluster* yang optimal diketahui jika nilai *XB Index* tersebut minimal.

### **IFV Index (IFV)**

*IFV* seringkali digunakan untuk memvalidasi fungsi sebuah fuzzy clustering untuk data spasial, dikarenakan *IFV* kuat dan stabil. Ketika *IFV*  $\rightarrow$  maksimum, maka akan menghasilkan nilai yang paling optimal dari sebuah kumpulan data. Formula ini didefinisikan sebagai berikut

$$IFV = \frac{1}{c} \sum_{j=1}^c \left\{ \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \mu_{kj}^2 \left[ \log_2 c - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \log_2 \mu_{kj} \right]^2 \right\} \frac{SD_{\max}}{\sigma_D}$$

(10)

dimana:

$\mu_{ij}$  = keanggotaan titik data  $j$  di dalam *cluster*  $i$

$N$  = Jumlah titik data (*records*)

3, data dari hasil publikasi Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur yaitu Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2012, serta data dari *website* Badan Penanggulangan Bencana yaitu Data dan Informasi Bencana Indonesia di wilayah Jawa Timur Tahun 2012. Selanjutnya, wilayah yang dijadikan objek penelitian adalah Provinsi Jawa Timur yang terdiri dari 29 kabupaten dan sembilan kota. Selain itu, metode yang digunakan dalam penelitian yaitu, FGWC-PSO, menggunakan data berupa jumlah populasi tiap wilayah, data ini diperoleh dari Jawa Timur Dalam Angka Tahun 2013 dan data jarak antar wilayah, data ini diperoleh dari jarak antar pusat (*centroid*) *polygon* dari *shapefile* Provinsi Jawa Timur.

Berdasarkan latar belakang, dari beberapa faktor penyebab penyebaran demam berdarah, pada penelitian ini digunakan beberapa variabel yang mewakili faktor-faktor yang berpengaruh. Variabel-variabel tersebut adalah Persentase Demam Berdarah (X1), Persentase Dinding Bambu (X2), Persentase Rumah Tangga Miskin (X3), Persentase Rumah Tidak Sehat (X4), Persentase Rumah Tidak PHBS (X5), Persentase Rumah Tidak Bebas Jentik (X6), Persentase Penampungan Air Hujan (X7), Jumlah Kejadian Banjir Dalam Setahun (X8), Persentase Atap Ijuk (X9). Pemilihan variabel tersebut berdasarkan penelitian dari Wahyono pada tahun 2010 yang melakukan penelitian di wilayah Kecamatan Cimanggis, Depok, Jawa Barat.

Sehingga berdasarkan kesembilan variabel tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan proses *clustering* dengan menggunakan metode FGWC-PSO, dengan parameter yang sudah ditetapkan (*fixed*) sebagai berikut: alfa = 0.5, beta =

$c$  = Jumlah *cluster*

## DATA

Penelitian ini menggunakan data dari hasil publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) yaitu Jawa Timur Dalam Angka Tahun 201

0.5,  $a = 1$ ,  $b = 1$ , *threshold* = 0.0001,  $c1 = 2$ ,  $c2 = 2$ , maksimum iterasi = 100. Pada penelitian ini dicobakan dengan pada jumlah *cluster* 2 dan 3 serta nilai *fuzziness fixed* yang digunakan adalah 1.5. Nilai dari parameter yang digunakan dalam penelitian ini sudah ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk metode FGWC-PSO. Metode FGWC-PSO tersebut dibuat dengan bahasa pemrograman R yang menggunakan *framework shiny* yang sudah ada dalam sebuah aplikasi Forum Analisis Statistik (FAST) (Putra, 2015).

## HASIL

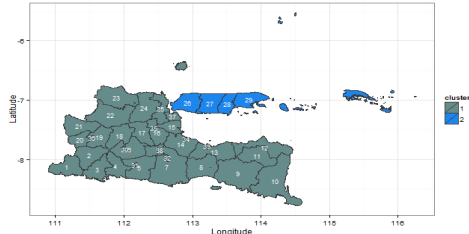
Pada penelitian ini hanya dicobakan untuk dua *cluster*, yaitu dengan *cluster* 2 dan *cluster* 3. Berdasarkan jumlah kabupaten/kota Provinsi Jawa Timur sebanyak 38, Tabel 1 menunjukkan kabupaten/kota yang berada di Jawa Timur berdasarkan id per wilayah.

Tabel 1. Kabupaten/kota Provinsi Jawa Timur

ID	Kab/Kota	ID	Kab/Kota
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Pacitan	20	Magetan
2	Ponorogo	21	Ngawi
3	Trenggalek	22	Bojonegoro
4	Tulungagung	23	Tuban
5	Blitar	24	Lamongan
6	Kediri	25	Gresik
7	Malang	26	Bangkalan
8	Lumajang	27	Sampang
9	Jember	28	Pamekasan
10	Banyuwangi	29	Sumenep
11	Bondowoso	30	Kediri
12	Situbondo	31	Blitar
13	Probolinggo	32	Malang
14	Pasuruan	33	Probolinggo
15	Sidoarjo	34	Pasuruan
16	Mojokerto	35	Mojokerto
17	Jombang	36	Madiun
18	Nganjuk	37	Surabaya
19	Madiun	38	Batu

### Jumlah cluster = 2

Gambar 2 menunjukkan hasil kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur yang diperoleh jika jumlah *cluster* yang digunakan sebanyak dua. Warna abu-abu menunjukkan keanggotaan wilayah terhadap *cluster* 1, sedangkan warna biru menunjukkan keanggotaan wilayah terhadap *cluster* 2.



Gambar 2. Peta Distribusi Dua Cluster

Jumlah keanggotaan wilayah terhadap *cluster* 1 sebanyak 34 kabupaten/kota. Sedangkan jumlah keanggotaan wilayah terhadap *cluster* 2 sebanyak empat kabupaten/kota. Tabel 2 menunjukkan kabupaten/kota yang masuk ke dalam *cluster* yang berjumlah dua.

Tabel 2. Hasil Pengelompokan FGWC-PSO (*cluster* = 2)

Cluster 1 (id)		Cluster 2 (id)
(1)	(2)	(3)
Pacitan (1)	Nganjuk (18)	Bangkalan (26)
Ponorogo (2)	Madiun (19)	Sampang (27)
Trenggalek (3)	Magetan (20)	Pamekasan (28)
Tulungagung (4)	Ngawi (21)	Sumenep (29)
Blitar (5)	Bojonegoro (22)	
Kediri (6)	Tuban (23)	
Malang (7)	Lamongan (24)	
Lumajang (8)	Gresik (25)	
Jember (9)	Kota Kediri (30)	
Banyuwangi (10)	Kota Blitar (31)	
Bondowoso (11)	Kota Malang (32)	
Situbondo (12)	Probolinggo (33)	
Probolinggo (13)	Pasuruan (34)	
Pasuruan (14)	Mojokerto (35)	

pengelompokan

Sidoarjo (15)	Kota Madiun (36)
Mojokerto (16)	Surabaya (37)
Jombang (17)	Kota Batu (38)

Kemudian, nilai rata-rata variabel dari kedua *cluster* dapat dilihat di tabel 3.

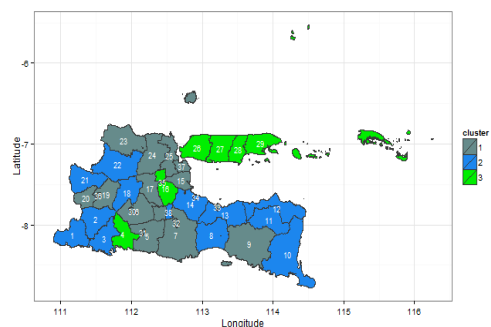
Tabel 3. Rata-Rata Variabel Kelompok

Cluster	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	26.5	6.93	11.5	31.2	55.1	18.9	0.52	<b>1.18</b>	0.03
2	<b>29.0</b>	<b>12.9</b>	<b>22.4</b>	<b>39.8</b>	<b>65.6</b>	<b>88.5</b>	<b>3.68</b>	1.00	<b>0.05</b>

Berdasarkan tabel 3, menunjukkan bahwa sebagian besar nilai rata-rata untuk *cluster* 2 lebih besar dibandingkan *cluster* 1, kecuali di variabel jumlah kejadian banjir dalam setahun (X8), hal ini disebabkan nilai rata-rata untuk *cluster* 1 lebih besar dibandingkan *cluster* 2. Kemudian, secara umum tabel 3 menunjukkan bahwa potensi penyakit DBD tertinggi mengelompok di *cluster* 2.

### Jumlah cluster = 3

Gambar 3 menunjukkan hasil pengelompokan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur yang diperoleh jika jumlah *cluster* yang digunakan sebanyak tiga. Warna abu-abu menunjukkan keanggotaan wilayah terhadap *cluster* 1, warna biru menunjukkan keanggotaan wilayah terhadap *cluster* 2, sedangkan warna hijau menunjukkan keanggotaan wilayah terhadap *cluster* 3.





Gambar 3. Peta Distribusi Tiga Cluster

Jumlah keanggotaan wilayah terhadap cluster 1 sebanyak 18 kabupaten/kota. Sedangkan, jumlah keanggotaan wilayah terhadap cluster 2 sebanyak 14 kabupaten/kota. Kemudian, jumlah keanggotaan wilayah terhadap cluster 3 sebanyak 6 kabupaten/kota. Tabel 4 menunjukkan kabupaten/kota yang masuk ke dalam cluster yang berjumlah tiga.

Kemudian, nilai rata-rata variabel dari ketiga cluster dapat dilihat di tabel 5.

Berdasarkan tabel 5, menunjukkan bahwa sebagian besar nilai rata-rata untuk cluster 3 lebih besar dibandingkan cluster 1 dan 2, kecuali untuk variabel Demam Berdarah, Rumah Tidak Sehat, dan Jumlah Kejadian Banjir Dalam Setahun. Hal ini menunjukkan bahwa potensi penyakit DBD tertinggi mengelompok di cluster 3.

Sesuai dengan batasan masalah pada penelitian ini, ditetapkan hanya 2 dan 3 jumlah cluster yang ujitobakan. Dan bisa dicobakan untuk jumlah cluster lebih dari 3, ini disesuaikan dengan kebutuhan analisis yang akan digunakan. Perbandingan jumlah cluster mana yang baik digunakan enam indeks validitas sebagai pengukurannya, hasilnya seperti pada tabel 6.

Tabel 4. Hasil Pengelompokkan FGWC-PSO (cluster = 3)

Cluster 1 (id)	Cluster 2 (id)	Cluster 3 (id)
(1)	(2)	(3)
Blitar (5)	Pacitan (1)	Tulungagung (4)
Kediri (6)	Ponorogo (2)	Mojokerto (16)
Malang (7)	Trenggalek (3)	Bangkalan (26)
Jember (9)	Lumajang (8)	Sampang (27)
Sidoarjo (15)	Banyuwangi (10)	Pamekasan (28)
Jombang (17)	Bondowoso (11)	Sumenep (29)
Madiun (19)	Situbondo (12)	
Magetan (20)	Probolinggo (13)	
Tuban (23)	Pasuruan (14)	
Lamongan	Nganjuk (18)	

(24)		
Gresik (25)	Ngawi (21)	
Kota Kediri (30)	Bojonegoro (22)	
Kota Blitar (31)	Pasuruan (34)	
Malang (32)	Kota Batu (38)	
Probolinggo (33)		
Mojokerto (35)		
Madiun (36)		
Surabaya (37)		

Tabel 5. Rata-Rata Variabel

Cluster	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	<b>31.11</b>	4.59	10.65	24.25	47.27	16.1	0.63	1.06	0.01
2	22.69	9.88	13	<b>39.75</b>	64.13	11.14	0.45	<b>1.36</b>	0.03
3	23.45	<b>11.07</b>	<b>18.28</b>	38.2	<b>64.98</b>	<b>92.34</b>	<b>2.47</b>	1	<b>0.08</b>

Tabel 6. Hasil clustering FGWS-PSO dengan jumlah cluster 2 dan 3 berdasarkan enam Indeks Validitas.

M	c	Indeks					
		PC	CE	SC	S	XB	IF V
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1.5	2	0.70	0.21	0.42	0.97	3.28	44.27
1.5	3	0.41	0.41	0.07	1036.4	18.14	75.93

## KESIMPULAN, SARAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Berdasarkan tabel 3 dan 5 dapat diketahui bahwa secara berurutan wilayah kabupaten/kota yang memiliki potensi penyakit DBD terbesar terkelompok di cluster 2 dan 3. Kemudian, untuk jumlah cluster = 2, pengelompokkan wilayah berpotensi memiliki penyakit DBD tertinggi berada di Pulau Madura, yaitu Bangkalan, Sampang, Pamekasan, dan Sumenep. Secara spasial, bahwa wilayah-wilayah itu pun memiliki kedekatan jarak satu sama lain.

Sesuai dengan hasil pengolahan, jumlah cluster = 3, pengelompokkan wilayah berpotensi memiliki penyakit DBD tertinggi berada di Pulau Madura (Bangkalan, Sampang, Pamekasan, dan Sumenep), Tulungagung dan Mojokerto. Salah satu penyebab tingginya penyakit DBD di wilayah-wilayah tersebut adalah disebabkan oleh banyaknya rumah yang



terdapat jentik nyamuk ketika dilakukan pemeriksaan secara berkala dan rendahnya hidup bersih dan sehat.

Berdasarkan tabel 6, disarankan menggunakan jumlah *cluster* 2. Karena dari 6 indeks validitas yang digunakan, ada 4 indeks validitas yang lebih baik dibandingkan jika jumlah *cluster* 3. Sehingga hasil *clustering* yang sesuai dengan studi kasus demam berdarah di Jawa Timur yaitu dengan jumlah *cluster* 2.

Pemberantasan vektor DBD, khususnya *Aedes Aegypti* dapat difokuskan di wilayah-wilayah yang memiliki potensi penyakit DBD tertinggi sehingga pemberantasan vektor lebih efektif dan efisien. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memberantas vektor nyamuk adalah *fogging* yang telah mempertimbangkan arah angin dan sosialisasi akan pentingnya hidup bersih dan sehat, seperti 3M (Menutup, Menguras, dan Menimbun) sehingga dapat membatasi tempat perkembangbiakkan vektor nyamuk tersebut, kemudian menghilangkan kebiasaan menggantung pakaian, serta menggunakan kelambu ketika tidur.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa baik untuk jumlah *cluster* = 2 dan jumlah *cluster* = 3, pulau Madura tetap menjadi kelompok kabupaten yang menjadi kelompok dengan kejadian DBD paling berdarah.

kesadaran rumah tangga untuk berperilaku

tinggi. Hal ini senada dengan hasil penelitian Kurniawan dan Haqiqi (2015)[8], yang menyatakan pengelompokan endemi DBD paling tinggi dengan jumlah *cluster* = 2, terkonsentrasi di kabupaten di pulau Madura. Penyebab tingginya penyakit DBD di wilayah tersebut antara lain rendahnya kesadaran rumah tangga untuk berperilaku hidup bersih dan sehat, dan tingginya keberadaan jentik nyamuk di rumah-rumah ketika dilakukan pemeriksaan secara berkala.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyarankan sebagai implikasi kebijakan yang bisa diterapkan, yaitu dengan pengendalian vektor DBD yang lebih difokuskan di wilayah-wilayah yang memiliki potensi penyakit DBD tertinggi di Provinsi Jawa Timur, dalam hal ini khususnya di semua kabupaten di pulau Madura. Dan penanggulangannya bersifat inklusif dan responsif, yaitu melibatkan semua pihak dalam melaksanakan semua program pembangunan kesehatan dan programnya disesuaikan dengan kebutuhan dan keinginan rakyat, serta lebih tanggap terhadap permasalahan di daerah khususnya yang diidentifikasi sebagai endemi demam

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, Umar Fachmi, (2010). "Manajemen Demam Berdarah Berbasis Wilayah", *Buletin Jendela Epidemiologi*, Vol. 2, Agustus 2010. pp. 15 – 20.
- Badan Pusat Statistik, (2013), *Jawa Timur Dalam Angka Tahun 2013*, Surabaya: BPS.
- Balasko, B., Abonyi, J., & Feil, B. (2005). Fuzzy clustering and data analysis toolbox. *Department of Process Engineering, University of Veszprem, Veszprem*.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2012*. Surabaya:
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2015). *Kemenkes Terima Laporan Peningkatan Kasus DBD di Jawa Timur*.  
<http://www.depkes.go.id/article/view/15013000002/kemenkes-terima-laporan-peningkatan-kasus-dbd-di-jawa-timur.html><diakses tanggal 16 Februari 2015>
- (2015). *Secara Nasiobal, DBD Belum Masuk Kategori KLB..*  
<http://www.depkes.go.id/article/view/15020600001/secara-nasional-dbd-belum-masuk-kategori-klb.html>.  
<diakses tanggal 16 februari 2015>
- Koban, Antonis Wiwan. (2005). Kebijakan Pemberantasan Wabah Penyakit Menular: Kasus Kejadian Luar Biasa Demam Berdarah Dengue (KLB DBD). The Indonesian Institute.
- Kurniawan, Robert, and Baiq Nurul Haqiqi. "PENGELOMPOKAN MENGGUNAKAN METODE SUBTRACTIVE FUZZY C-MEAN (SFCM), STUDI KASUS DEMAM BERDARAH DI JAWA TIMUR." *Jurnal Statistika* 3.2 (2015).
- Mason, G. A., and R. D. Jacobson. (2007). "Fuzzy geographically weighted clustering." *Proceedings of the 9th international conference on geocomputation, Maynooth, Eire, Ireland*. 2007.
- McCulloch, John."Particle Swarm Optimization".  
<http://mnemstudio.org/particle-swarm-introduction.htm>.  
(June 27, 2015, 23:49)
- Putra, Fikri Handoko. (2015). Pengembangan Modul Aplikasi Clustering Menggunakan Metode Fuzzy Geographically Weighted Clustering Using Particle Swarm Optimization (FGWC-PSO) Pada Forum Analisis Statistik (FAST). *Komputasi Statistik. Sekolah Tinggi Ilmu Statistik. Jakarta. [Skripsi]. 2015.*
- Rini, Dian Palupi, Siti Mariyam Shamsuddin, and Siti Sophiyati Yuhaniz.(2011)."Particle swarm optimization: technique, system and challenges." *International Journal of Computer Applications*.14.1 (2011):19-26.
- Rini, D. P., Shamsuddin, S. M., & Yuhaniz, S. S. (2011). Particle swarm optimization: technique, system and challenges. *International Journal of Computer Applications*, 14(1), 19-26.
- Siregar, Faziah A. (2004), "Epidemiologi dan Pemberantasan Demam Berdarah Dengue (DBD) di Indonesia". Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatra Utara.
- Sitorus, Rotua Sumihar. (2009). *Perilaku Masyarakat dalam Pencegahan Penyakit Demam Berdarah Dengue di Puskesmas Medan Johor Kota Medan Tahun 2009*. [Tesis]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Slamet HP. (2015). *KLB Demam Berdarah*. Antara News Jawa Timur.  
<http://www.antarajatim.com/lihat3/berita/150557/klb-demam-berdarah>.  
<diakses tanggal 18 Februari 2015>

Subdirektorat KLB, Ditjen PP&PL,  
Kementerian Kesehatan RI, 2009,  
Change To The Vector Borne  
Diseases In Indonesia.

Wahyono, Tri Yunis Miko, Budi Haryanto,  
Sigit Mulyono, (2010), Faktor-faktor  
yang Berhubungan dengan Kejadian  
Demam Berdarah dan Upaya  
Penanggulangannya di Kecamatan  
Cimanggis, Depok, Jawa Barat,  
*Buletin Jendela Epidemiologi, Vol. 2,*  
*Agustus 2010.* pp. 31 – 43.

Wijayanto, Arie Wahyu, and Purwarianti,  
Ayu. (2014) "Improvement of fuzzy  
geographically weighted clustering  
using particle swarm optimization."  
*Information Technology Systems and  
Innovation (ICITSI), 2014  
International Conference on.  
IEEE, 2014.*