



VISUALISASI ALGORITME CLUSTERING ST-DBSCAN UNTUK DATA TITIK PANAS DENGAN WEB FRAMEWORK SHINY

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

MUHAMMAD FITRAH MUNIR



**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2017**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Visualisasi Algoritme *Clustering ST-DBSCAN* untuk Data Titik Panas dengan *Web Framework Shiny* adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

© Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2017

Muhammad Fitrah Munir
NIM G64110080



Bogor Agricultural U

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



ABSTRAK

MUHAMMAD FITRAH MUNIR. Visualisasi Algoritme *Clustering ST-DBSCAN* untuk Data Titik Panas dengan *Web Framework Shiny*. Dibimbing oleh IMAS SUKAESIH SITANGGANG.

Kebakaran hutan sudah sejak lama menjadi topik yang patut diperhatikan di seluruh dunia termasuk Indonesia dikarenakan terjadi setiap tahun. Dalam upaya penanganan kebakaran hutan, perlu adanya pemantauan melalui satelit yang dapat mendeteksi titik panas (*hotspot*). Data titik panas yang diperoleh dikumpulkan menjadi sebuah *dataset* berisikan data spasial dan temporal yang selanjutnya dianalisis dengan menggunakan metode *Spatio-temporal Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise* (ST-DBSCAN). Proses *clustering* terhadap *dataset* pulau Kalimantan tahun 2002-2003 menggunakan nilai $Eps_1=0.95$, $Eps_2=7$ dan $MinPts=7$ menghasilkan *cluster*, dengan 7 *cluster* besar dan 48 *cluster* kecil. Hasil *clustering* divisualisasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan *framework* SHINY dalam bahasa pemrograman R serta memanfaatkan *Database Management System* (DBMS) MySQL.

Kata kunci: *clustering*, shiny, spatio-temporal, ST-DBSCAN, titik panas

ABSTRACT

MUHAMMAD FITRAH MUNIR. Visualization of ST-DBSCAN Clustering Algorithm for Hotspot using Web Framework Shiny. Supervised by IMAS SUKAESIH SITANGGANG.

Forest fires has long been a topic that should be considered in all over the world including Indonesia, as it happens every year. In an effort to manage forest fires, it is needed to do satellite monitoring to detect hotspots. The hotspot data obtained were then collected into a dataset containing spatial and temporal data. The dataset were analyzed using Spatio-temporal Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise (ST-DBSCAN) algorithm. Clustering process on the dataset of Kalimantan island in 2002-2003 using $Eps_1=0.95$, $Eps_2=7$ and $MinPts=7$ produced 55 total clusters, with 7 large clusters and 48 small clusters. The clustering results then visualized in a web-based application using Shiny framework, which is a web application framework for R programming as well as utilizing MySQL for Database Management System (DBMS).

Keywords: *clustering*, *hotspot*, *shiny*, *spatio-temporal*, ST-DBSCAN

1.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U



VISUALISASI ALGORITME CLUSTERING ST-DBSCAN UNTUK DATA TITIK PANAS DENGAN WEB FRAMEWORK SHINY

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

MUHAMMAD FITRAH MUNIR

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada
Departemen Ilmu Komputer

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2017**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Pengujian:

1. Rina Trisminingsih, SKomp MT
2. Husnul Khotimah, SKomp MKom

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Judul Skripsi: Aplikasi Pemesanan Sport Center Berbasis Web

Nama : Bismo Bahtera Adiguna
NIM : G64110112

Disetujui oleh

Ir Meuthia Rachmaniah, MSc

Pembimbing



Diketahui oleh

Dr Ir Agus Buono, MSi MKom
Ketua Departemen

Tanggal Lulus: 07 FEB 2017

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Judul Skripsi: Visualisasi Algoritme Clustering ST-DBSCAN untuk Data Titik Panas dengan Web Framework Shiny
Nama : Muhammad Fitrah Munir
NIM : G64110080

Disetujui oleh

Dr Imas Sukaesih Sitanggang, SSi MKom
Pembimbing

Diketahui oleh

Dr Ir Agus Buono, MSi MKom
Ketua Departemen

Tanggal Lulus:

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2015 ini ialah *data mining*, dengan judul Visualisasi Algoritme *Clustering ST-DBSCAN* untuk Data Titik Panas dengan *Web Framework Shiny*.

Penulis menyadari bahwa selama mengerjakan tugas akhir ini mengalami berbagai kendala. Namun atas berkat kerja sama dan bimbingan dari berbagai pihak dan atas berkat rahmat Allah subhanahu wa ta'ala kendala yang dihadapi dapat diselesaikan. Untuk itu penulis ucapan terima kasih kepada Ibu Karlina Khiyarin Nisa SKom, MT, Bapak Hari Agung Adrianto, SKom MKom dan Ibu Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, SSi MKom selaku pembimbing yang telah sabar, tulus dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan bimbingan, motivasi serta arahan yang sangat bermanfaat bagi penulis. Serta, terima kasih kepada Ibu Husnul Khotimah, SKomp MKom dan Ibu Rina Trisminingsih, SKomp MT selaku penguji atas segala saran dan masukan yang telah banyak memberi bantuan dalam penyelesaian skripsi ini. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada bapak, ibu, seluruh keluarga, serta teman-teman Departemen Ilmu Komputer, para penghuni Kosan Pak Khamir, IKAMI 48 dan para penghuni Asrama Mahasiswa Latimojong atas segala doa, dukungan serta kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Januari 2017

Muhammad Fitrah Munir

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	1
Tujuan Penelitian	2
Manfaat Penelitian	2
Ruang Lingkup Penelitian	2
TINJAUAN PUSTAKA	2
Titik Panas	2
<i>Spatio-temporal Clustering</i>	3
Algoritme ST-DBSCAN	3
<i>Web Framework Shiny</i>	5
<i>Database Management System (DBMS)</i>	5
METODE	5
Data Penelitian	5
Tahapan Penelitian	6
Lingkungan Pengembangan	8
HASIL DAN PEMBAHASAN	8
Praproses Data	8
Implementasi algoritme ST-DBSCAN ke dalam bahasa pemrograman R	10
<i>Clustering menggunakan ST-DBSCAN</i>	13
Visualisasi <i>cluster</i> dalam <i>web framework Shiny</i>	13
Analisis <i>Cluster</i>	20
SIMPULAN DAN SARAN	21
Simpulan	21
Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN	23
RIWAYAT HIDUP	33

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR TABEL

1	Penjelasan singkat kode program ST-DBSCAN	11
2	Jumlah titik dalam <i>cluster</i> besar	20

DAFTAR GAMBAR

1	Algoritme ST-DBSCAN (Birant dan Kut 2007)	4
2	Alur tahapan penelitian	6
3	Urutan perintah dalam RStudio untuk menghubungkan RMySQL	9
4	Pergeseran nilai ambang pada k-dist Pulau Kalimantan	9
5	Pergeseran jumlah cluster (a) dan noise (b) pada k-dist pulau Kalimantan	10
6	Inisiasi fungsi ST-DBSCAN	11
7	Potongan kode program ST-DBSCAN untuk mencari tetangga secara spasial dan non spasial dari titik ke-I serta penandaan titik dan neighbors	12
8	Directly Density-Reachable dan Density-Reachable (a) q merupakan directly density-reachable dari p, dan (b) q merupakan density-reachable dari p (Birant dan Kut 2007)	13
9	Grafik jumlah titik pada tiap cluster	14
10	Potongan kode program fail server.r	14
11	Potongan kode program fail ui.r	15
12	Tampilan sidebar menu aplikasi	16
13	Tampilan dropdown button untuk memilih dataset	16
14	Tampilan slider yang digunakan untuk mengatur nilai input parameter	17
15	Tampilan plot hasil clustering	17
16	Tampilan valuebox jumlah cluster yang dihasilkan	18
17	Tampilan dropdown button untuk memilih cluster besar	18
18	Tampilan grafik garis untuk jumlah titik pada suatu cluster yang terpilih	18
19	Tampilan plot titik dari cluster besar	19
20	Tampilan plot titik setiap periode dari cluster besar	19
21	Tampilan tabel data titik panas dalam cluster	19
22	Ilustrasi pola spatio-temporal	20
23	Visualisasi cluster 42 pada periode ke-1 hingga periode ke-4	21

DAFTAR LAMPIRAN

1	Source code algoritme ST-DBSCAN (Indrawan 2015) dalam bahasa pemrograman R	23
2	Ilustrasi algoritme <i>clustering</i> ST-DBSCAN menggunakan 20 data contoh yang diambil dari <i>dataset</i> asli Pulau Kalimantan tahun 2002-2003	23

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Bogor Agricultural University
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Pengembangan

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebakaran hutan sejak lama sudah populer menjadi isu yang sangat perlu diperhatikan oleh semua masyarakat. Kebakaran hutan yang terjadi hampir setiap tahun memiliki dampak yang sangat besar bagi lingkungan, di antaranya dapat menyebabkan pencemaran udara serta meningkatnya emisi karbon.

Untuk menghadapi permasalahan tersebut maka perlu dilakukan upaya pemantauan menggunakan satelit yang dapat mendeteksi titik-titik panas atau *hotspot* pada permukaan bumi yang mengindikasikan telah terjadi kebakaran hutan pada titik tersebut. Setiap titik panas yang ditemukan akan dicatat kemudian dikumpulkan menjadi suatu *dataset* yang meliputi data spasial dan nonspasial.

Analisis terhadap data *spatio temporal* yang berukuran sangat besar dapat menggunakan pendekatan *clustering* dengan algoritme ST-DBSCAN. Algoritme ST-DBSCAN merupakan pengembangan dari algoritme berbasis kepadatan yaitu DBSCAN yang hanya dapat mengolah data spasial saja, ST-DBSCAN dapat mengolah data temporal yaitu waktu. Pada DBSCAN, kepadatan diperoleh dengan menghitung jumlah titik yang terdapat dalam suatu wilayah tertentu (*MinPts*) dari jarak sekitar titik (*epsilon*). Nilai kepadatan yang melebihi nilai yang sudah ditentukan akan dijadikan sebagai *cluster* (Birant dan Kut 2007).

Shiny merupakan sebuah *package* dari perangkat lunak RStudio yang dapat menampilkan hasil ringkasan data melalui *web browser* dengan mudah. Shiny memiliki berbagai macam *widget* yang dapat menunjang dalam pembangunan sebuah web. Selain itu juga dapat dikembangkan dan diintegrasikan dengan aplikasi web lain seperti HTML, CSS, dan jQuery (Beeley 2013).

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari Purwanto (2013) yang berjudul “Penggerombolan Spasial Hotspot Kebakaran Hutan dan Lahan Menggunakan DBSCAN dan ST-DBSCAN” di mana dalam penelitian ini bentuk visual dari hasil *clustering* akan diaplikasikan ke dalam aplikasi *web* menggunakan *framework* Shiny. Sedangkan untuk algoritme ST-DBSCAN itu sendiri, terdapat penelitian dari Indrawan (2014) yang sebelumnya membangun aplikasi *clustering* berbasis *desktop* menggunakan algoritme ST-DBSCAN dengan data yang berbasis fail csv. Selain itu, terdapat pula penelitian-penelitian sebelumnya yang telah menggunakan *framework* Shiny di antaranya penelitian dari Mardhiyyah (2014) yang menggunakan algoritme DBSCAN untuk diterapkan ke dalam aplikasi Shiny. Serta penelitian dari Suci (2015) yang menggunakan algoritme K-Means untuk mendeteksi penciran data titik panas yang kemudian dipetakan menggunakan *framework* Shiny. Sementara dalam penelitian ini akan dibangun aplikasi berbasis *web* dengan memanfaatkan *Database Management System* (DBMS) yaitu MySQL untuk dapat memudahkan siapapun dalam menggunakan aplikasi ini serta mengakses data titik panas.

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- 1 Bagaimana melakukan *clustering* terhadap data *spatio-temporal* dengan menggunakan algoritme ST-DBSCAN?
- 2 Bagaimana membangun aplikasi berbasis *web* untuk *clustering* data berdasarkan aspek spasial dan temporal dan mengintegrasikan aplikasi tersebut dengan DBMS?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

Menemukan pola *clustering* data titik panas berbasis jarak dan waktu dengan menggunakan algoritme ST-DBSCAN.
Membangun aplikasi untuk visualisasi *clustering* berbasis web untuk data titik panas menggunakan *framework shiny*.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan aplikasi berbasis web yang dapat menunjukkan pola penyebaran titik panas yang mudah diakses oleh siapapun khususnya peneliti dalam bidang kehutanan serta pemerintah.

Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

- 1 Penelitian ini dibatasi pada data titik panas pulau Kalimantan, Indonesia tahun 2002-2003 dan provinsi Sumatera Selatan, Indonesia tahun 2002-2003.
- 2 Algoritme *clustering* yang digunakan untuk mengolah data titik panas adalah algoritme ST-DBSCAN.
- 3 Implementasi algoritme menggunakan bahasa pemrograman R.

TINJAUAN PUSTAKA

Titik Panas

Titik panas (*hotspot*) dapat mengindikasikan telah terjadinya suatu kebakaran hutan dengan mendeteksi suatu lokasi yang memiliki suhu relatif lebih tinggi dibandingkan dengan suhu di sekitarnya. Pemantauan *hotspot* dapat dilakukan dengan menggunakan satelit penginderaan jauh (*remote sensing*).

Titik api yang terdeteksi dapat diartikan bahwa kebakaran terjadi di dalam lingkup piksel berukuran 1 km^2 . Piksel merupakan unit terkecil dari citra satelit/foto. Satu piksel pada citra satelit TERRA dan AQUA setara dengan $+ 1 \text{ km}^2$. Akan tetapi 1 piksel tidak selalu setara dengan 1 km^2 ketika berada di pinggiran lintasan. Ketika terjadi kebakaran pada koordinat tertentu maka koordinat tersebut akan ditampilkan di tengah piksel meskipun kebakaran berada di pinggir piksel, sehingga untuk mengetahui lokasi terjadinya kebakaran harus

menelusuri kurang lebih 1 km² dari lokasi koordinat *hotspot* tersebut (NASA 2014).

Spatio-temporal Clustering

Spatio-temporal clustering adalah proses pengelompokan obyek berdasarkan kesamaan spasial dan temporal dari sekumpulan data. Metode ini merupakan metode yang relatif baru dalam *data mining*, yang mendapatkan popularitas tinggi terutama dalam bidang ilmu informasi geografis karena kegunaannya dari segala macam yang berbasis lokasi atau perangkat yang menyimpan suatu posisi, waktu, dan sifat lingkungan dari sebuah objek atau mengatur objek secara *real-time* (Maimon dan Rokach 2005).

Algoritme ST-DBSCAN

Algoritme ST-DBSCAN merupakan pengembangan dari algoritme DBSCAN. Berbeda dengan algoritme penggerombolan berbasis kepadatan lainnya, algoritme ST-DBSCAN memiliki kemampuan untuk menemukan penggerombolan yang berkaitan dengan nilai-nilai spasial dan temporal dari objek. Ketiga modifikasi yang dilakukan Birant dan Kut (2007) terhadap algoritme DBSCAN adalah sebagai berikut,

- 1 Algoritme ST-DBSCAN dapat mengelompokkan data *spatio-temporal* sesuai dengan atribut spasial dan temporal.
- 2 DBSCAN tidak mendeteksi titik *noise* ketika kepadatan bervariasi tetapi algoritme ini mengatasi masalah ini dengan menetapkan faktor kepadatan untuk setiap penggerombolan.
- 3 Untuk mengatasi konflik pada perbatasan objek dilakukan dengan membandingkan nilai rata-rata penggerombolan yang akan datang dengan nilai baru. Algoritme ST-DBSCAN dapat dilihat pada Gambar 1 (Birant dan Kut 2007).

Algoritme ST-DBSCAN menggunakan empat parameter sebagai masukan yaitu Eps_1 , Eps_2 , $MinPts$ dan $\Delta\epsilon$. Eps_1 merupakan parameter jarak untuk atribut data spasial yaitu lintang dan bujur. Eps_2 merupakan parameter jarak untuk atribut non spasial. $MinPts$ merupakan besaran jumlah minimum anggota titik yang terdapat di dalam Eps_1 dan Eps_2 . Parameter $\Delta\epsilon$ merupakan nilai *threshold* yang berguna untuk mencegah terbentuknya penggerombolan baru dari penggerombolan sebelumnya (Birant dan Kut 2007).

Berdasarkan Gambar 1, algoritme ST-DBSCAN dimulai pada kode baris pertama dengan membaca sekumpulan titik yang akan diproses serta *input* parameter yang dibutuhkan yaitu Eps_1 , Eps_2 , $MinPts$. Pada baris ke-2 hingga ke-7 dilakukan inisiasi variabel untuk menyimpan titik serta *input*. Adapun inisiasi variabel untuk *output* dilakukan pada baris ke-8 sampai ke-10. Pada baris ke-11 algoritme mulai melakukan proses terhadap titik yang ada di dalam *database*. Setelah titik tersebut diproses, akan dipilih titik selanjutnya. Apabila obyek yang terpilih tidak termasuk ke dalam *cluster* apapun (baris ke-12), maka fungsi *Retrieve_Neighbors* akan dipanggil (baris ke-13). Fungsi *Retrieve_Neighbors*

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
© 2023 Hak cipta milik Institut Pertanian Bogor
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



```
1. Algorithm ST_DBSCAN (D, Eps1, Eps2, MinPts, Δε)
2. // Inputs:
3. // D={o1, o2, ..., on} Set of objects
4. // Eps1 : Maximum geographical coordinate (spatial)
   distance value.
5. // Eps2 : Maximum non-spatial distance value.
6. // MinPts : Minimum number of points within Eps1 and Eps2
   distance.
7. // Δε : Threshold value to be included in a cluster.
8. // Output:
9. // C={C1, C2, ..., Ck} Set of clusters
10. Cluster_Label = 0
11. For i=1 to n
12.   If oi is not in a cluster Then
13.     X=Retrieve_Neighbors(oi, Eps1, Eps2)
14.     If |X| < MinPts Then
15.       Mark oi as noise
16.     Else
17.       Cluster_Label = Cluster_Label + 1
18.       For j=1 to |X|
19.         Mark all objects in X with current
            Cluster_Label
20.       End For
21.       Push(all objects in X)
22.       While not IsEmpty()
23.         CurrentObj = Pop()
24.         Y=Retrieve_Neighbors(CurrentObj, Eps1, Eps2)
25.         If |Y| >= MinPts Then
26.           ForAll objects o in Y
27.             If (o is not marked as noise or it is
                not in a cluster) and Cluster_Avg() -
                o.Value | <= Ae Then
28.               Mark o with current Cluster_Label
29.               Push(o)
30.             End If
31.           End For
32.         End If
33.       End While
34.     End If
35.   End If
36. End For
37. End Algorithm
```

Gambar 1 Algoritme ST-DBSCAN (Birant dan Kut 2007)

merupakan fungsi untuk mengumpulkan semua obyek yang besar jaraknya kurang dari antara Eps_1 dan Eps_2 dengan obyek yang terpilih dan menghasilkan Eps -*Neighborhood*. Jika jumlah titik dari Eps -*Neighborhood* lebih kecil dari nilai input $MinPts$, maka obyek akan ditandai sebagai *noise* (ditunjukkan pada baris ke-14 dan 15).

Selain itu apabila titik yang terpilih memiliki tetangga yang cukup dan juga merupakan *core object* maka akan dibentuk *cluster* yang baru. Kemudian algoritme mengumpulkan obyek-obyek *density-reachables* dari *core object*

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
© Hak Cipta IPB Institut Pertanian Bogor
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

dengan menggunakan metode *stack* (baris ke-21). Jika obyek tidak ditandai sebagai *noise* ataupun juga tidak termasuk ke dalam sebuah *cluster*, dan juga perbedaan antara nilai rataan *cluster* dan nilai yang baru lebih kecil daripada $\Delta\epsilon$ maka ini akan ditempatkan ke dalam *cluster* yang sedang terbentuk (baris ke-25 hingga 32). Setelah memproses titik yang terpilih, algoritme ST-DBSCAN kemudian memilih titik selanjutnya yang terdapat di dalam *database* dan terus dilakukan secara berulang kali hingga seluruh titik telah diproses.

Web Framework Shiny

Shiny merupakan sebuah *package* dari perangkat lunak RStudio yang dapat menampilkan hasil ringkasan data melalui *web browser*. Shiny memiliki berbagai macam *widget* yang dapat menunjang dalam pembangunan sebuah web. Kelebihan dari *framework* Shiny adalah sifatnya yang sangat fleksibel dalam pembuatan *interface* yaitu dapat menggunakan kerangka dasar HTML dengan penggunaan *syntax* yang cukup mudah atau bagi yang memiliki pengetahuan yang baik dalam *web development* dapat membuat *interface* yang dinamis dan elegan sesuai dengan mengintegrasikan aplikasi web lain seperti CSS dan jQuery (Beeley 2013). Selain itu *framework* Shiny juga dapat dipasangkan dengan *package* R lainnya.

Database Management System (DBMS)

Database management system atau sistem manajemen basis data (DBMS) adalah kumpulan data yang saling berhubungan dan sekumpulan program untuk mengakses data tersebut. Data yang terkumpul, yang biasa disebut sebagai *database*, berisi informasi yang relevan. Tujuan utama dari DBMS adalah untuk menyediakan cara menyimpan dan mengambil informasi *database* yang mudah dan efisien (Silberschatz *et al.* 2011).

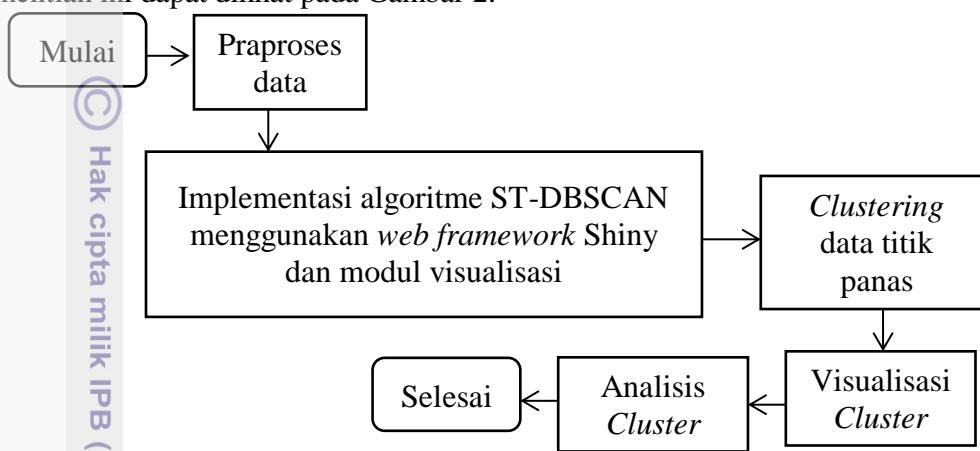
METODE

Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data titik panas di Pulau Kalimantan tahun 2002-2003 dan data titik panas di provinsi Sumatera Selatan tahun 2002-2003. Pada *dataset* pulau Kalimantan terdapat 4.999 data titik panas dan pada provinsi Sumatera Selatan terdapat 4.821 data titik panas. Data ini diperoleh dengan cara mengunduh dari *website Fire Information for Resource Management System (FIRMS)* yang disediakan secara bebas oleh *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap di antaranya tahap pertama dilakukan praproses data (pemilihan *data field* dan menentukan parameter). Tahap kedua dilakukan implementasi algoritme menggunakan *framework* Shiny dan modul visualisasi yang telah dibuat oleh Indrawan (2014). Tahap ketiga dilakukan *clustering* data titik panas. Tahap keempat dilakukan proses visualisasi ke dalam aplikasi *web*. Tahap terakhir dilakukan analisis *cluster*. Tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Alur tahapan penelitian

Praproses Data

Pada tahap ini dilakukan pemilihan atribut atau *data field* yang akan digunakan sebagai *dataset* penelitian untuk proses *clustering*. Atribut-atribut yang terdapat di dalam *dataset* meliputi titik spasial (*latitude* dan *longitude*), tingkat kecerahan pada piksel *hotspot* dalam satuan Kelvin, ukuran piksel sebenarnya (*scan* dan *track*), tanggal dan waktu pengambilan data, satelit (Aqua dan Terra), *confidence* yang menunjukkan ukuran kualitas piksel pada setiap *hotspot* (skala 0-100%), versi pengambilan data (*collection* – angka sebelum desimal dan *source* – angka sesudah desimal yang mengindikasikan sumber data), FRP (menunjukkan piksel yang terintegrasi radiasi api dalam satuan MegaWatts) dan versi (5.0 – MODIS NASA-LANCE atau 5.1 – MODIS MODAPS-FIRMS). Untuk penelitian ini, atribut yang akan digunakan ada tiga, yaitu titik *longitude*, titik *latitude*, dan *date*. Selanjutnya *dataset* kemudian dipindahkan ke dalam sebuah bentuk *database* yang terhubung dengan perangkat lunak RStudio. Untuk DBMS penelitian ini menggunakan MySQL dan agar bisa terhubung dengan RStudio digunakan *package* yang bernama RMySQL. Selain itu dalam kegiatan praproses juga dilakukan penetapan nilai parameter yang dibutuhkan oleh algoritme ST-DBSCAN, yaitu Eps_1 , Eps_2 , dan $MinPts$.

Implementasi Algoritme ST-DBSCAN menggunakan Web Framework SHINY dan Modul Visualisasi

Setelah melakukan tahapan praproses, tahapan selanjutnya ialah mengimplementasikan algoritme ST-DBSCAN ke dalam sebuah *web* menggunakan *framework* SHINY. Penelitian ini menggunakan kode program

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
© Hak Cipta milik IPB Institut Pertanian Bogor
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

yang merupakan kode program dari penelitian sebelumnya, yaitu penelitian dari Indrawan (2014) yang berjudul “Spatio-temporal Clustering Hotspot di Sumatera Selatan Tahun 2002-2003 Menggunakan Algoritme ST-DBSCAN dan Bahasa Pemrograman R”. Sebelum menggunakan algoritme dari penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan pemisahan antara kode program ST-DBSCAN dengan kode program aplikasi. Setelah itu algoritme ST-DBSCAN disimpan ke dalam sebuah file yang bernama ST-DBSCAN.r kemudian dipanggil di dalam fail server.R yang merupakan fail inti dari sebuah aplikasi SHINY menggunakan fungsi *source()*. Untuk modul visualisasi, penelitian ini menggunakan modul visualisasi yang telah dibuat oleh Indrawan (2014) dengan melakukan sedikit penyesuaian ke dalam kode program aplikasi. Modul ini digunakan untuk menampilkan grafik garis setiap *cluster* besar serta visualisasi *cluster* dalam setiap periode.

Visualisasi *Cluster*

Pada tahap ini, *cluster* yang dihasilkan dari proses algoritme dipetakan ke dalam sebuah peta dengan menggunakan fungsi *renderPlot()*. Dimana ukuran peta yang ditampilkan disesuaikan dengan batas minimum serta maksimum dari titik *longitude* dan *latitude* menggunakan variabel *xlim* dan *ylim*. Untuk peta, digunakan *packages* yang bernama rworldmap yang akan dipanggil dengan menggunakan fungsi *getMap()*. Serta *packages* tambahan dari rworldmap yaitu rworldxtra dengan menambahkan atribut *resolution* agar peta yang ditampilkan mempunyai resolusi gambar yang tinggi.

Analisis *Cluster*

Tahapan selanjutnya, hasil dari *clustering* kemudian dianalisis polanya berdasarkan tipe pola yang dikemukakan Pöelitz dan Andrienko (2010). Menurut Pöelitz dan Andrienko (2010) terdapat kelompok tipe *cluster* yang berbeda bentuk lokasi dan waktunya serta dapat dideteksi. Tipe *cluster* tersebut adalah sebagai berikut:

- 1 *Stasionario*, yaitu penggerombolan terbatas dalam ruang dan diperpanjang dalam waktu selama rentang waktu pada data atau dari saat beberapa waktu tertentu sampai akhir periode waktu yang diteliti.
- 2 *Reappearing*, yaitu beberapa penggerombolan temporal terjadi pada tempat yang sama dan dipisahkan oleh interval waktu dimana tidak ada atau sangat sedikit peristiwa terjadi di tempat ini. Terdapat dua jenis penggerombolan muncul kembali, yaitu penggerombolan *regular (periodic)* dan *irregular*.
 - a. Penggerombolan *regular*, yaitu penggerombolan temporal yang dipisahkan oleh interval waktu dengan panjang interval kira-kira sama.
 - b. Penggerombolan *irregular*, yaitu penggerombolan temporal yang dipisahkan oleh interval waktu dengan panjang interval yang tidak sama.
- 3 *Occasional*, yaitu penggerombolan yang terbatas waktu sehingga tidak ada penggerombolan lainnya yang terjadi pada tempat yang sama.
- 4 *Track*, yaitu penggerombolan temporal padat dalam peristiwa yang kemudian dialihkan dalam ruang sehubungan dengan peristiwa sebelumnya.



Lingkungan Pengembangan

Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

Perangkat Keras:

- Processor: Intel(R) Core(TM) i5-4200U @ 2.30GHz
- Memory: DDR3 4 GB RAM

Perangkat Lunak

- Sistem operasi Windows 10 64-bit
- R sebagai bahasa pemrograman dengan versi 3.3.1 (*Bug in Your Hair*)
- Rstudio versi 0.99.903 sebagai IDE (*Integrated Development Environment*) untuk mengolah algoritme dalam bahasa pemrograman R
- MySQL server versi 5.7.16 sebagai DBMS untuk menyimpan data titik panas
- Package SHINY dan shiny *dashboard* digunakan untuk mempermudah pembuatan aplikasi *web* menggunakan bahasa pemrograman R
- Package maps, rworldmap dan rworldxtra digunakan sebagai alat untuk pemetaan *cluster*
- Package RMySQL digunakan untuk menghubungkan aplikasi R dengan MySQL
- Chrome browser digunakan untuk mengakses antarmuka aplikasi *web*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Praproses Data

Pemilihan *field* dalam *dataset*

Langkah awal dalam kegiatan praproses data ialah memilih *field* data yang diperlukan dalam *clustering* terhadap masing-masing *dataset* yaitu koordinat lintang, bujur, dan tanggal. Data tanggal diubah dahulu ke dalam format *value*. Setelah dilakukan pemilihan *field*, akan dilakukan pemindahan *dataset* dari fail CSV ke dalam basis data MySQL.

Pemindahan *dataset* ke dalam *database*

Pada tahapan ini dilakukan pembacaan masing-masing fail csv untuk dimasukkan ke dalam *data frame* Rstudio. Selanjutnya ialah menjadikan *data frame* tersebut ke dalam bentuk basis data MySQL. Urutan perintah yang digunakan dalam melakukan pembacaan *dataset* dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada Gambar 3, dilakukan perintah *setwd()* untuk mengatur lokasi *folder* yang akan digunakan sebagai tempat penyimpanan *project* secara *default* (baris pertama). Setelah itu dilakukan pembacaan masing-masing fail CSV ke dalam suatu variabel dengan fungsi *read.csv()* (baris ke-2 dan 3). Selanjutnya membuat koneksi MySQL dengan nama “con” dengan menggunakan fungsi *dbConnect()* disertai dengan memasukkan parameter yang dibutuhkan oleh fungsi *dbConnect()* yaitu *user* dan *password* untuk mendapatkan hak akses terhadap perangkat lunak MySQL, *host* yang merupakan alamat jaringan yang akan digunakan untuk

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

```

1. setwd("C:/Users/USER/Desktop/shiny-stdbSCAN")
2. dataKalimantan <- read.csv("kalimantan.csv",
   header=TRUE, sep=";")
3. dataSumSel <- read.csv("sumatera.csv", header=TRUE,
   sep=";")
4. library(RMySQL)
5. con <- dbConnect(MySQL(), user='root',
   password='ipbadmin', host='localhost',
   dbname='stdbSCAN')
6. dbWriteTable(conn=con, name='dataKalimantan',
   value=as.data.frame(dataKalimantan))
7. dbWriteTable(conn=con, name='dataSumSel',
   value=as.data.frame(dataSumSel))

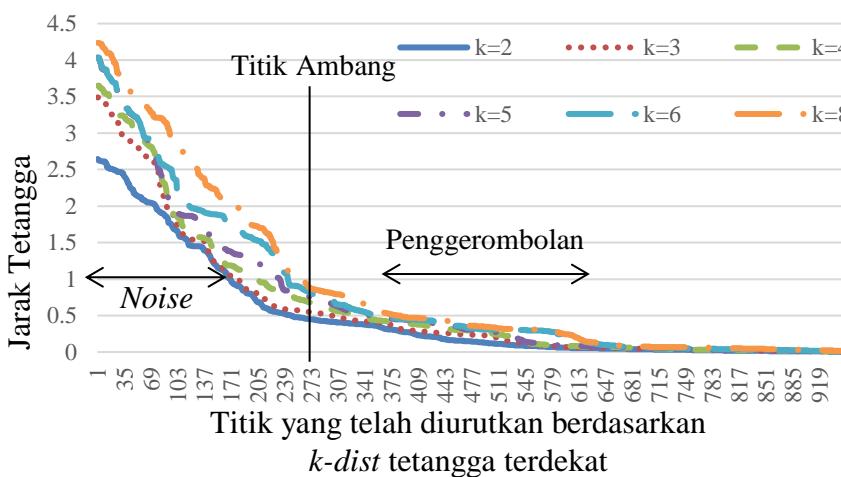
```

Gambar 3 Urutan perintah dalam RStudio untuk menghubungkan RMySQL

mengakses basis data (dalam penelitian ini sementara menggunakan jaringan lokal atau 127.0.0.1), serta *dbname* yaitu nama basis data yang ingin diakses (baris ke-5). Tetapi sebelum membuat koneksi MySQL terlebih dahulu dilakukan pemanggilan *library* RMySQL (baris ke-4). Fungsi *library* RMySQL ialah sebagai jembatan yang menghubungkan bahasa pemrograman R dengan perangkat lunak MySQL sehingga MySQL dapat menerima serta menjalankan perintah-perintah yang disusun menggunakan bahasa pemrograman R. Setelah itu dilakukan pemindahan data dari masing-masing *data frame* ke dalam basis data dengan menggunakan fungsi *dbWriteTable()* (baris ke-6 dan 7).

Penetapan nilai *parameter*

Dalam *clustering* ST-DBSCAN memerlukan beberapa *parameter*, yaitu Eps_1 , Eps_2 , dan $MinPts$. Parameter $MinPts$ digunakan sebagai jumlah minimum titik dalam suatu penggerombolan. Ide dalam penentuan nilai Eps_1 dan $MinPts$ adalah untuk titik dalam sebuah penggerombolan, maka k -tetangga terdekat secara kasar memiliki jarak yang sama, titik *noise* memiliki jarak terjauh dari k -tetangga terdekat sehingga dilakukan plot jarak secara terurut pada setiap titik pada k -tetangga terdekat. Untuk penentuan nilai Eps_1 dan $MinPts$ dilakukan dengan perhitungan k -*dist* dengan nilai k yang bervariasi (Purwanto 2012) dapat dilihat pada Gambar 4.



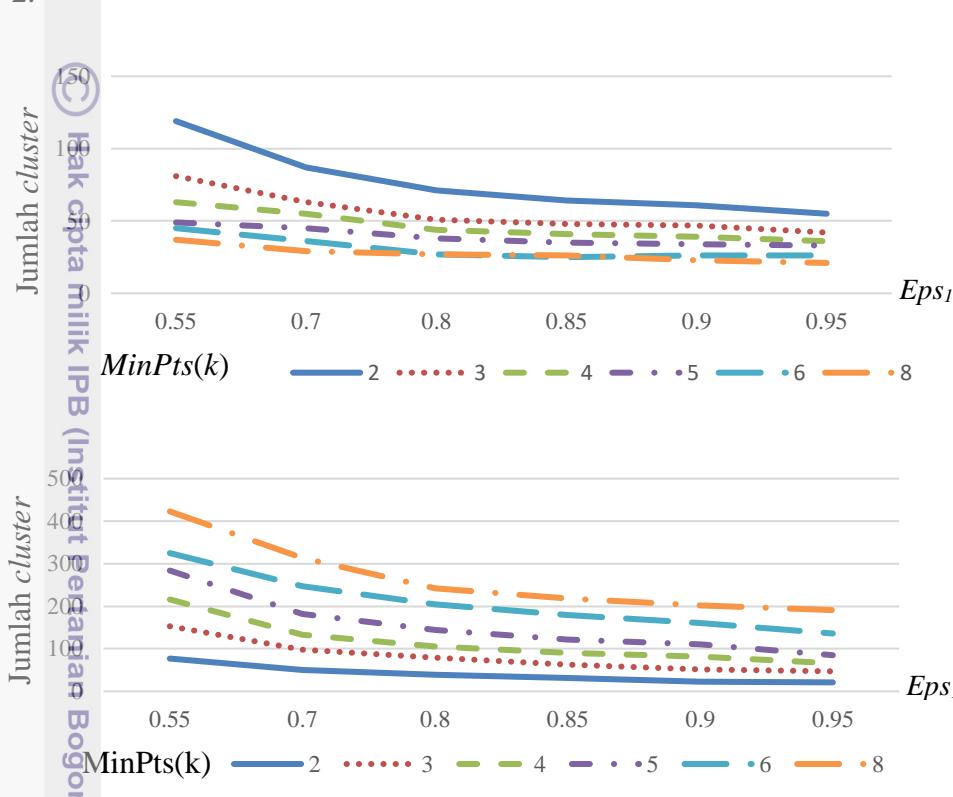
Gambar 4 Pergeseran nilai ambang pada k-dist Pulau Kalimantan

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengilangi kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Penetapan nilai Eps_1 dilakukan dengan cara melakukan pergeseran nilai Eps_1 yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5. Pergeseran nilai Eps_1 dilakukan pada nilai $Eps_1 = 0.55$ hingga $Eps_1 = 0.95$ dengan $k = 2$ hingga $k=8$. Hasil dari pergeseran nilai Eps_1 ini menunjukkan nilai $Eps_1 = 0.95$ menghasilkan total cluster yang paling sedikit sehingga pada penelitian ini digunakan $Eps_1 = 0.95$ (mewakili 105.7559 km) karena $1^\circ = 111.322$ km. Untuk penentuan $MinPts(k)$, k yang dipilih adalah k yang memiliki jumlah noise yang paling sedikit. Hasil pada Gambar 5 menunjukkan $k=2$ memiliki noise yang sedikit sehingga dipilih $MinPts(k) = 2$.



Gambar 5 Pergeseran jumlah cluster (a) dan noise (b) pada k -dist pulau Kalimantan

Selain Eps_1 dan $MinPts$, ST-DBSCAN juga memerlukan nilai Eps_2 . Pada penelitian Purwanto (2012) nilai Eps_2 yang digunakan sebesar 30, namun untuk penelitian ini nilai Eps_2 yang direkomendasikan adalah $Eps_2 = 7$. Penelitian ini memilih nilai $Eps_2 = 7$ untuk mendapat pola *clustering* dalam rentang waktu yang lebih kecil, yaitu satuan minggu. Adapun pada penelitian Purwanto (2012) menggunakan rentang waktu bulan. Pada sistem yang dikembangkan oleh penelitian ini, pengguna dapat mencobakan setiap parameter dengan lebih fleksibel karena disediakan GUI untuk masukan parameter.

Implementasi algoritme ST-DBSCAN ke dalam bahasa pemrograman R

Tahap ini mengimplementasikan algoritme ST-DBSCAN menjadi sebuah perangkat lunak berbasis *cloud* atau *web*. Algoritme ST-DBSCAN disusun menggunakan bahasa pemrograman R yang merupakan hasil modifikasi dari

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
- © Hak Cipta Diambil SBB (Institut Pertanian Bogor)
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

fungsi DBSCAN yang terdapat dalam *package fpc*. Berikut ini merupakan penjelasan singkat kode program ST-DBSCAN yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan untuk selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 1 Penjelasan singkat kode program ST-DBSCAN

Baris	Keterangan
1	Inisiasi fungsi ST-DBSCAN serta parameter input
2-3	Perhitungan jarak <i>euclid</i> pada aspek spasial dan aspek non spasial
4-5	Mengubah nilai jarak <i>euclid</i> menjadi bentuk matriks
6	Menghitung jumlah baris pada data spasial
8-10	Membuat <i>vector</i> bertipe <i>integer</i> dan <i>logical</i>
14	Jika <i>countmode</i> = n maka akan keluar titik mana yang akan diproses
15	Membuat <i>vector</i> titik mana saja yang belum ditandai
17-18	Mencari tetangga secara spasial dan non spasial dari titik ke-i
19-27	Menandai titik dan tetangga dari titik tersebut jika ada
28-36	Mencari tetangga dari tetangga titik ke-i
38-43	Menandai titik tetangga dari tetangga titik ke-i
44	Mencari titik yang belum ditandai
49-50	Proses selesai jika panjang kelas <i>unclass</i> (kelas titik mana saja yang belum ditandai) = <i>NULL</i>
58-63	Inisiasi output penggerombolan

Penyusunan algoritme ST-DBSCAN diawali dengan menyimpan data spasial dan temporal ke dalam bentuk matriks. Penyusunan algoritme ST-DBSCAN diawali dengan menyimpan data spasial dan temporal ke dalam bentuk matriks. Kemudian, kedua jenis data ini akan diukur jaraknya menggunakan jarak *euclidean* (fungsi *dist*). Namun untuk jenis data spasial terlebih dahulu dilakukan penggabungan kolom *longitude* dan *latitude* menggunakan fungsi *cbind*. Proses *Clustering* pertama kali dimulai dari objek pertama (*o₁*) yang ada didalam vektor *cv* sebagai *core-object*. Apabila objek *o₁* belum termasuk ke dalam *cluster* maka dilakukan pengirisan dari kedua objek yang bersampingan yaitu dari objek pertama hingga *Eps₁* (*o_i, Eps₁*) dan objek pertama hingga *Eps₂* (*o_i, Eps₂*) menggunakan fungsi *intersect* yang kemudian hasilnya dimasukkan ke dalam sebuah variabel yang bernama *reachables*. Namun apabila nilainya kurang dari MinPts maka akan ditetapkan menjadi sebuah *noise*.

```

1 stdbSCAN = function (data, eps, eps2, minpts = 7, seeds
2   = TRUE, countmode = 1:nrow(data)) {
3   data_spasial<- dist(cbind(data$latitude,data$longitude))
4   data_temporal<- dist(data$date)
5   data_spasial <- as.matrix(data_spasial)
6   data_temporal <- as.matrix(data_temporal)
7   n <- nrow(data_spasial)
8   classn <- cv <- integer(n)
9   isseed <- logical(n)

```

Gambar 6 Inisiasi fungsi ST-DBSCAN



Berdasarkan Gambar 6, fungsi ST-DBSCAN dimulai dengan memasukkan beberapa parameter yang dibutuhkan yaitu *eps1* (*Eps₁*), *eps2* (*Eps₂*), dan *MinPts* (baris ke-1). Setelah itu kemudian dilanjutkan dengan proses inisiasi beberapa variabel yang akan digunakan dalam fungsi ini. Variabel yang akan digunakan di antaranya *data_spasial*, *data_temporal*, *n*, *classn*, dan *isseed*. Variabel *data_spasial* dilakukan penggabungan kolom *latitude* dan *longitude* terlebih dahulu dengan menggunakan fungsi *cbind()* setelah itu dilakukan pengukuran jarak *euclid* menggunakan fungsi *dist()* (baris ke-2). Untuk *data_temporal* langsung menggunakan fungsi *dist()* terhadap data *date* (baris ke-3). Masing-masing hasil dari fungsi *dist()* ini berupa matriks segitiga bawah yang kemudian dibentuk ke dalam matriks utuh dengan menggunakan fungsi *as.matrix()* dan dimasukkan kembali ke dalam variabel *data_spasial* dan *data_temporal* (baris ke-4 dan 5). Variabel *n* menghitung jumlah baris data yang terdapat pada *data_spasial* (baris ke-6) dan digunakan sebagai batasan untuk melakukan pengulangan algoritme agar semua titik dapat diproses oleh algoritme ST-DBSCAN. Sedangkan untuk variabel *classn* dan *isseed* digunakan sebagai tempat penyimpanan nilai yang berbentuk matriks *n* x 1 dengan *classn* untuk bertipe data *integer (number)* dan *isseed* untuk bertipe data *logical (TRUE dan FALSE)* (baris ke-8 dan 9).

```
1 for(i in 1:n) {  
2 if (i %in% countmode)  
3 #cat("Processing point ", i, " of ", n, ".\n")  
4 unclass <- (1:n)[cv < 1]  
5 if (cv[i] == 0) {  
6   reachables <- intersect(unclass[data_spasial[i,  
unclass] <= eps], unclass[data_temporal[i, unclass]  
= eps2])  
7   if (length(reachables) + classn[i] < minpts)  
8     cv[i] <- (-1)  
9   else {  
10     cn <- cn + 1  
11     cv[i] <- cn  
12     isseed[i] <- TRUE  
13     reachables <- setdiff(reachables, i)  
14     unclass <- setdiff(unclass, i)  
15     classn[reachables] <- classn[reachables] + 1
```

Gambar 7 Potongan kode program ST-DBSCAN untuk mencari tetangga secara spasial dan non spasial dari titik ke-I serta penandaan titik dan *neighbors*

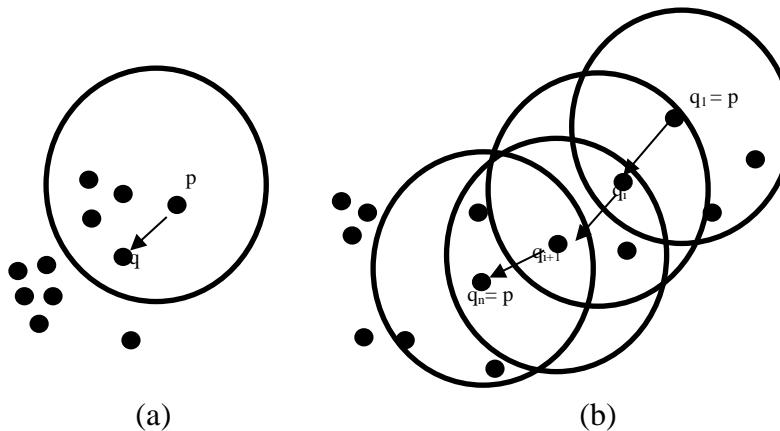
Berdasarkan Gambar 7, proses algoritme ST-DBSCAN dimulai pada baris ke-12 dengan memberi batasan untuk melakukan pengulangan proses yaitu dari data pertama hingga *n* data dimana *n* merupakan banyaknya jumlah data yang akan diproses yang nilai *n*-nya didapat dari menghitung jumlah baris data yang terdapat pada *data_spasial*. Titik akan mulai diproses dengan syarat apabila *countmode=n* sehingga akan keluar titik mana yang akan diproses (baris ke-13). Sebelum dilakukan proses pencarian *neighbors* terlebih dahulu dibuat *vector* untuk titik mana saja yang belum ditandai yang diberi label *unclass* (baris ke-15) setelah itu barulah proses *reachables* dimulai. Untuk mengetahui lebih jelas cara kerja algoritme *clustering* ST-DBSCAN yang dimulai dari proses perhitungan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengilangi kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

jarak spasial dan jarak waktu hingga proses pemilihan *cluster*, silahkan merujuk ke Lampiran 2.

Noise dapat berubah apabila objek merupakan *density-reachable* dan bukan merupakan *directly density-reachable*. *Directly density-reachable* merupakan objek yang berada dalam jangkauan objek ke-*i* itu sendiri sedangkan *density-reachable* adalah objek yang berada dalam jangkauan dari tetangga objek ke-*i*, ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 8. Kemudian algoritme ini bekerja secara iteratif sampai *n* kali untuk mengumpulkan *density-reachable* dari *core-object* lainnya.



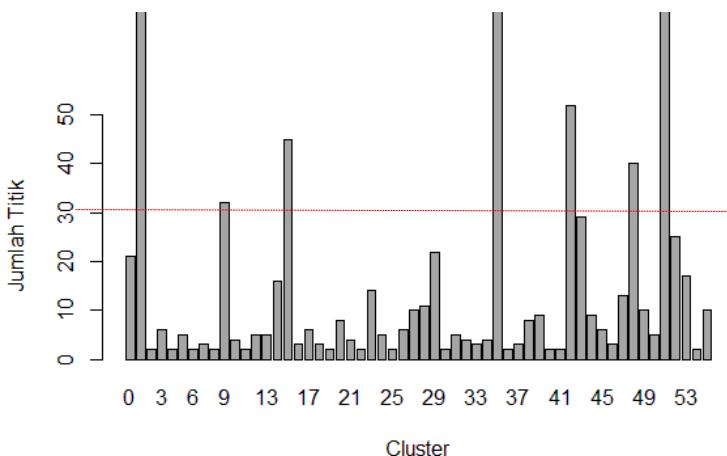
Gambar 8 *Directly Density-Reachable* dan *Density-Reachable* (a) *q* merupakan *directly density-reachable* dari *p*, dan (b) *q* merupakan *density-reachable* dari *p* (Birant dan Kut 2007)

Clustering menggunakan ST-DBSCAN

Clustering dilakukan terhadap data titik panas di pulau Kalimantan dengan menetapkan nilai tiap paramaternya, yaitu $Eps_1=0.95$, $Eps_2=7$ dan $MinPts=2$. Proses ini menghasilkan 55 *cluster*. Kemudian *cluster-cluster* ini akan dianalisis pola *cluster*-nya. Menurut Pöelitz dan Andrienko (2010) *cluster* yang dapat dianalisis adalah *cluster* yang setidaknya memiliki minimal 30 titik sedangkan untuk *cluster* yang memiliki titik kurang dari 30 tidak dapat dianalisis. Gambar 9 menunjukkan jumlah titik yang dimiliki masing-masing *cluster*. *Cluster* yang memiliki jumlah titik lebih dari 30 maka disebut *cluster besar*.

Visualisasi *cluster* dalam *web framework Shiny*

Pada tahap penelitian ini dilakukan penyusunan aplikasi yang berbasis *web* dengan Bahasa pemrograman R serta menggunakan *framework Shiny* untuk dapat melakukan *clustering* data titik panas Pulau Kalimantan tahun 2002-2003 dengan algoritme ST-DBSCAN serta memetakan hasil *clustering*-nya ke dalam bentuk yang interaktif. Aplikasi *clustering* ini tersusun atas tiga bagian yaitu server, antarmuka serta kode algoritme ST-DBSCAN. Bagian server berisi instruksi atau perintah-perintah yang digunakan oleh aplikasi seperti fungsi pemilihan data titik panas, fungsi pemanggilan algoritme ST-DBSCAN serta fungsi pemetaan titik



Gambar 9 Grafik jumlah titik pada tiap *cluster*

panas yang disimpan ke dalam fail yang bernama server.r. Berikut adalah potongan kode yang berada di dalam fail server.r yang dapat dilihat pada Gambar 10.

Untuk bagian antarmuka, fail disimpan ke dalam fail yang bernama ui.r di mana dalam fail tersebut berisi instruksi atau perintah untuk menampilkan atribut antarmuka ke halaman *web browser* seperti *slider* untuk *input* parameter, peta *clustering* dan jumlah *cluster*. Potongan kode program yang ada di dalam fail ui.r dapat dilihat pada Gambar 11.

```

1. # Combine the selected variables into a new data frame
2. selectedData <- reactive({
3.   switch(input$daerah,
4.     klm = data <- dbReadTable(conn = con, name =
5.       'dataKalimantan'),
6.     smt = data <- dbReadTable(conn = con, name =
7.       'dataSumSel')
8.   )
9.   assign("data", data, envir = .GlobalEnv)
10.  return(data)
11. })
12. judul <- reactive({
13.   switch(input$daerah,
14.     klm = capt <- "Pengelompokan Data Titik Panas di
15.       Pulau Kalimantan",
16.     smt= capt <- "Pengelompokan Data Titik Panas di
17.       Provinsi Sumatera Selatan")
18.   return(capt)
19. })
20. output$caption <- renderText({
21.   judul()
22. })
23. cluster <- reactive({
24.   stdbSCAN(selectedData(), input$eps1, input$eps2,
25.             input$minPts)
26. })

```

Gambar 10 Potongan kode program fail server.r

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

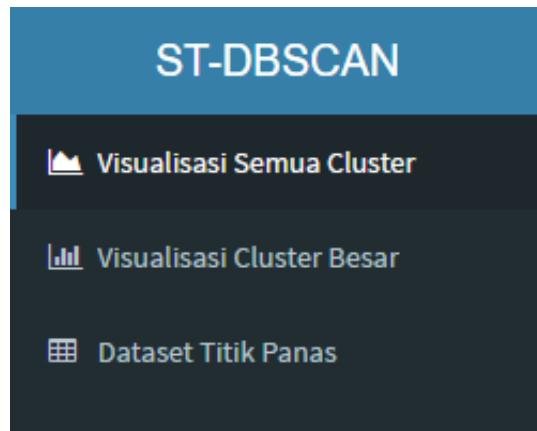
© Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

```
1. ## Body content
2. dashboardBody(
3.   tabItems(
4.     # First tab content
5.     tabItem(tabName = "visual",
6.       fluidRow(
7.         box(
8.           width = 12,
9.           title = "Data Titik Panas", solidHeader = TRUE,
10.          collapsible = TRUE,
11.          selectInput("daerah", label = "", choices =
12.            c("South Sumatera" = "smt", "Kalimantan" =
13.              "klm"), selected="klm")
14.        ),
15.        box(
16.          width = 9,
17.          solidHeader = TRUE,
18.          h3(textOutput("caption")), align = "center"),
19.          plotOutput("plot", height = 435)
20.        ),
21.        box(
22.          width = 3,
23.          title = "EPS 1 (Jarak data spasial)", status =
24.            "primary", solidHeader = TRUE, collapsible =
25.              TRUE,
26.              sliderInput("eps1", "", 0, 1.0, 0.95)
27.        ),
28.        box(
29.          width = 3,
30.          title = "EPS 2 (Jarak data non spasial)",
31.          status = "primary", solidHeader = TRUE,
32.          collapsible = TRUE,
33.          sliderInput("eps2", "", 1, 30, 7)
34.        ),
35.        box(
36.          width = 3,
37.          title = "MinPts (Jumlah titik minimum antara EPS 1 dan EPS 2)", status =
38.            "primary", solidHeader = TRUE, collapsible =
39.              TRUE,
40.              sliderInput("minPts", "", 1, 10, 2)
41.        ),
42.        valueBoxOutput("total", width = 3),
43.        valueBoxOutput("bigCluster", width = 3),
44.        valueBoxOutput("smallCluster", width = 3),
45.        valueBoxOutput("noise", width = 3) ))
```

Gambar 11 Potongan kode program fail ui.r

Penelitian ini menggunakan *package* Shiny serta *extension package*-nya yang bernama shinydashboard. Di dalam shinydashboard telah terdapat bootstrap yang dapat memudahkan dalam merancang antarmuka aplikasi web ini. Tampilan antarmuka aplikasi ini terdiri atas tiga menu, yaitu visualisasi umum, visualisasi

- cluster besar, dan *dataset* titik panas. Ketiga menu dalam aplikasi ini ditampilkan menggunakan *sidebarMenu* sehingga ketiga menu tersusun di bagian kiri aplikasi. Dan juga aplikasi ini bersifat *responsive*, yaitu dapat mengikuti dan menyesuaikan ukuran layar dari sebuah perangkat yang digunakan untuk mengakses aplikasi ini. Tampilan tiga menu dalam aplikasi dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Tampilan *sidebar* menu aplikasi

Pada menu yang pertama yaitu visualisasi semua *cluster*, terlebih dahulu pengguna diminta untuk memilih sebuah *dataset* titik panas yang ingin divisualisasikan dengan menggunakan *dropdown button*. Dalam aplikasi ini ada dua *dataset* yang disediakan yaitu data titik panas di pulau Kalimantan tahun 2002-2003 serta provinsi Sumatera Selatan tahun 2002-2003. Tampilan pilihan *dataset* dapat dilihat pada Gambar 13. Di bagian kanan aplikasi terdapat tiga *slider* yang merupakan *input* yang dibutuhkan oleh algoritme ST-DBSCAN, yaitu Eps_1 sebagai parameter untuk jarak data spasial (*longitude* dan *latitude*), Eps_2 sebagai parameter untuk jarak data non spasial (*date*) dan MinPts yang merupakan jumlah titik minimum antara Eps_1 dan Eps_2 . Objek *dataset* titik panas dan input parameter dibuat secara reaktif agar aplikasi dapat menanggapi setiap perubahan yang dilakukan oleh pengguna. Tampilan slider input dapat dilihat pada Gambar 14.

Beberapa saat setelah *input* telah ditentukan, aplikasi ini menampilkan sebuah peta dengan plot titik panas. Titik panas yang ditampilkan merupakan hasil *clustering* menggunakan algoritme ST-DBSCAN sehingga pada peta juga terdapat sebuah legenda berisi warna yang mewakili masing-masing *cluster*. Tampilan *cluster* yang telah dipetakan dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 13 Tampilan *dropdown button* untuk memilih *dataset*

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

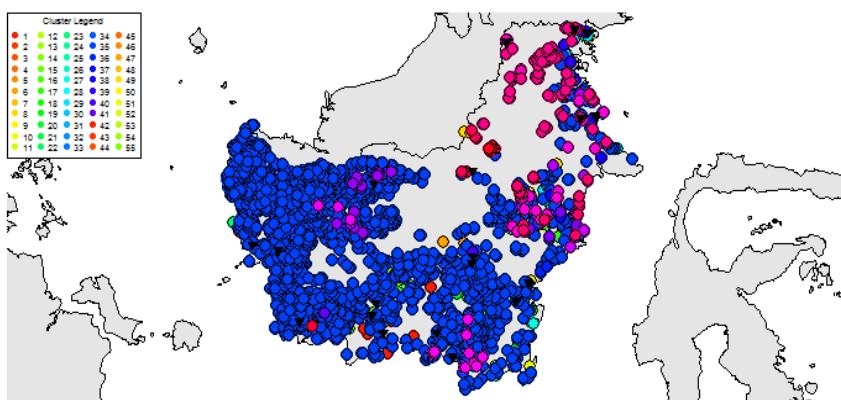
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 14 Tampilan *slider* yang digunakan untuk mengatur nilai *input* parameter

Pengelompokan Data Titik Panas di Pulau Kalimantan



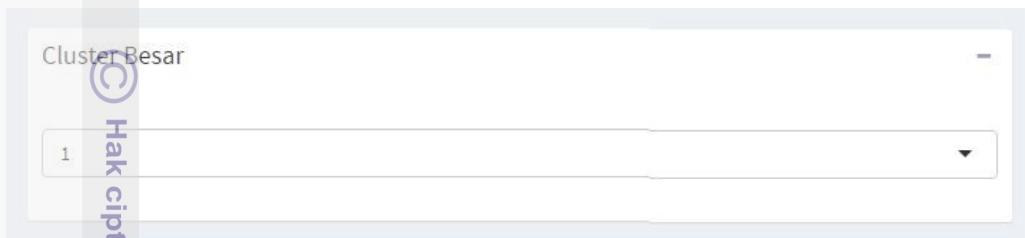
Gambar 15 Tampilan *plot* hasil *clustering*

Selain menampilkan peta, pada menu ini juga menampilkan informasi tambahan dari hasil *clustering* yaitu jumlah *cluster* keseluruhan, jumlah *cluster* besar, jumlah *cluster* kecil, dan juga jumlah *noise* atau pencilan. Informasi hasil *clustering* ditampilkan ke antarmuka dengan menggunakan valueBox. Selain menampilkan peta, pada menu ini juga menampilkan informasi tambahan dari hasil *clustering* yaitu jumlah *cluster* keseluruhan, jumlah *cluster* besar, jumlah *cluster* kecil dan juga jumlah *noise* atau pencilan. Informasi hasil *clustering* ditampilkan ke antarmuka dengan menggunakan valueBox. Berdasarkan

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

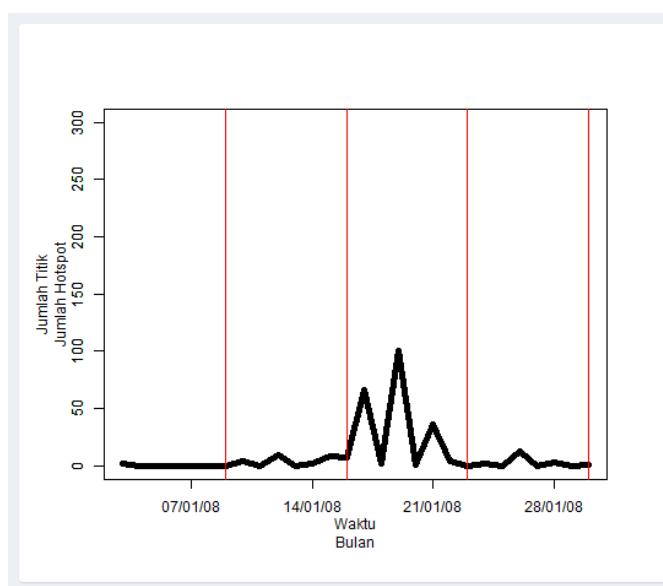


Gambar 16 Tampilan *valueBox* jumlah *cluster* yang dihasilkan



Gambar 17 Tampilan *dropdown button* untuk memilih *cluster* besar

Pada menu visualisasi *cluster* besar pengguna dapat melihat informasi yang lebih detil mengenai *cluster* besar yang telah dihasilkan. Informasi ini dapat digunakan oleh pengguna untuk menganalisis pola *clustering* berdasarkan pola yang dikemukakan Pöelitz dan Andrienko (2010). Di bagian awal menu tersebut terdapat pilihan *cluster* besar yang menggunakan *dropdown button* (Gambar 17). Setelah pengguna memilih *cluster* besar maka aplikasi akan menampilkan jumlah titik suatu *cluster* besar tiap periode menggunakan grafik garis. Periode pada grafik garis tersebut ditandai dengan garis *horizontal* berwarna merah. Tampilan grafik garis untuk jumlah titik pada suatu *cluster* besar dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18 Tampilan grafik garis untuk jumlah titik pada suatu *cluster* yang terpilih

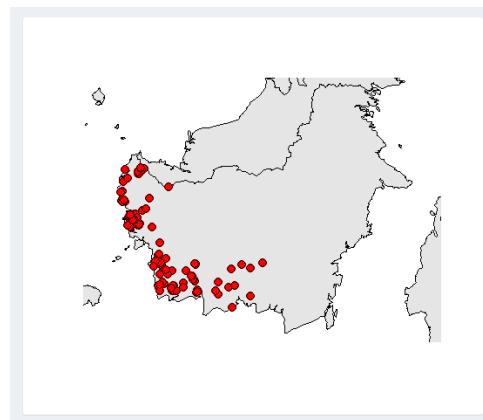
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

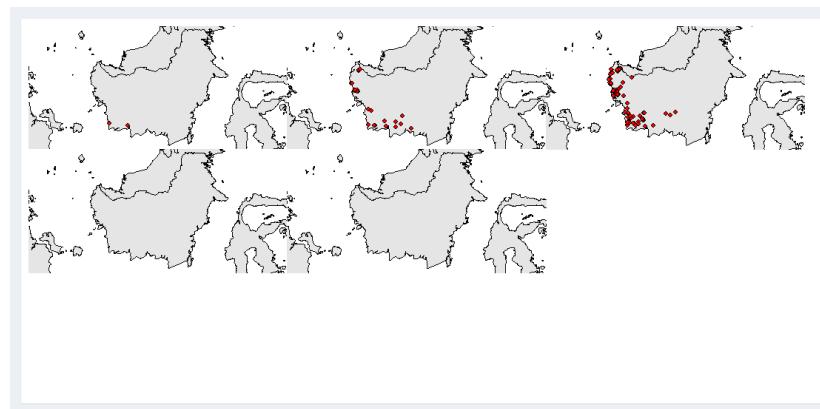
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 19 Tampilan *plot* titik dari *cluster* besar



Gambar 20 Tampilan *plot* titik setiap periode dari *cluster* besar

longitude	latitude	date	clusters
111.617	-2.72	39448	1
110.277	-2.554	39448	1
110.292	-1.517	39455	1
111.517	-2.399	39455	1
110.285	-2.66	39455	1
109.527	-0.219	39455	1
110.756	-2.727	39457	1
110.765	-2.729	39457	1
110.755	-2.736	39457	1
110.764	-2.738	39457	1

Gambar 21 Tampilan tabel data titik panas dalam *cluster*

Selain grafik garis, pada menu ini juga ditampilkan *plot* titik keseluruhan dari *cluster* besar yang terpilih yang dapat dilihat pada Gambar 19 serta plot titik setiap periode dari *cluster* besar. Tampilan plot titik setiap periode dari *cluster* besar dapat dilihat pada Gambar 20.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Pada menu visualisasi *cluster* besar juga ditampilkan tabel data titik panas yang masuk ke dalam *cluster* besar. Dari tabel ini pengguna dapat melihat jumlah titik yang masuk ke dalam *cluster* besar tersebut. Tampilan tabel data titik panas dari *cluster* besar dapat dilihat pada Gambar 21.

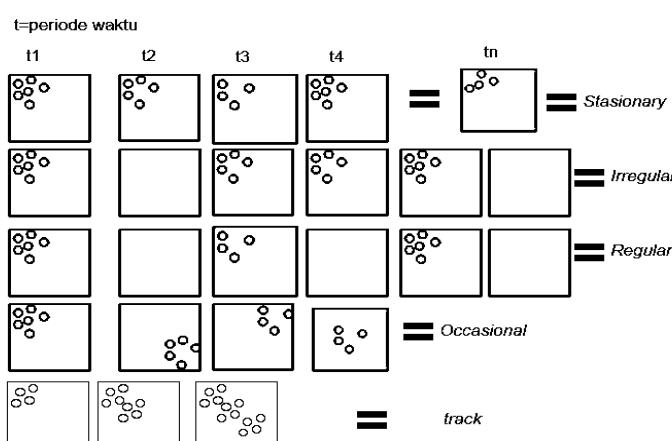
Analisis Cluster

Penerapan algoritme ST-DBSCAN terhadap proses *clustering* untuk data titik panas di pulau Kalimantan menghasilkan jumlah *cluster* sebanyak 55 *cluster*, 7 *cluster* besar dan 48 *cluster* kecil. Tabel 2 menunjukkan *cluster-cluster* yang termasuk ke dalam *cluster* besar.

Tabel 2 Jumlah titik panas dalam *cluster* besar

Cluster ke-	Jumlah Titik
1	262
9	32
15	45
35	4080
42	52
48	40
51	142

Cluster-cluster ini kemudian akan dianalisis pola *cluster*-nya berdasarkan Pöelitz dan Andrienko (2010). Gambar 22 menunjukkan pola *cluster spatio-temporal* yang dikemukakan oleh Pöelitz dan Andrienko (2010) dan diilustrasikan oleh Indrawan (2015).



Gambar 22 Ilustrasi pola *spatio-temporal*

Dalam penelitian ini setiap periode dalam *cluster* memiliki rentang waktu selama 7 hari (Eps_2). Untuk melakukan analisis pola dilakukan visualisasi per-*cluster*, visualisasi per-*cluster* menggunakan program yang dibuat oleh Indrawan (2014). Sebagai contoh pada *cluster* 42 diperoleh 4 periode (Gambar 23). Titik

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

panas selalu muncul dari periode pertama hingga periode ke-4 maka dipastikan bahwa pola *clustering*-nya bukan *irregular* maupun *regular*. Dan juga terlihat kemunculan titiknya hanya ada di satu area kecil saja tidak berpindah-pindah seperti pola *occasional* serta tidak menyebar secara luas seperti pola *track*. Oleh karena itu, dari visualisasi pola *clustering* tiap periodenya maka dapat dinyatakan bahwa *cluster* 42 memiliki pola *cluster stationary*.



Gambar 23 Visualisasi *cluster* 42 pada periode ke-1 hingga periode ke-4

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian mengenai visualisasi *clustering* menggunakan algoritme ST-DBSCAN adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi yang bertujuan untuk melakukan visualisasi yang dihasilkan oleh algoritme *clustering* ST-DBSCAN.
2. Aplikasi dibuat menggunakan bahasa pemrograman R dan *web framework* Shiny untuk merancang antarmuka aplikasi serta MySQL sebagai tempat untuk menyimpan data titik panas yang akan diolah.
3. Dengan menggunakan algoritme *clustering* ST-DBSCAN pada data titik panas di pulau Kalimantan pada tahun 2002-2003 diperoleh pola spasial yang berupa lokasi penggerombolan terbesar terletak di daerah Kalimantan Barat. Pola *cluster* yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Cluster stationary terjadi di wilayah Kalimantan Utara dan Kalimantan Timur yaitu sekitar wilayah Tarakan dan Tenggarong.

Cluster occasional banyak terjadi di wilayah Kalimantan Timur yaitu sekitar wilayah Melak dan Tabang.

Cluster track banyak terjadi di bagian pinggiran wilayah Kalimantan Barat yaitu di sekitar wilayah Sambas, Pemangkat, Singkawang dan Mempawah



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

4. Dengan memanfaatkan modul yang telah dibuat oleh Indrawan (2014) aplikasi ini mampu menampilkan grafik jumlah titik *cluster* besar serta visualisasi setiap periode waktu dari *cluster* besar.

Saran

Dari hasil penelitian ini maka saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk menggunakan data dengan tahun yang lebih panjang agar mendapatkan pola *clustering* yang lebih akurat serta hasil yang lebih optimal.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk memaksimalkan penggunaan DBMS MySQL seperti menyimpan seluruh hasil *cluster* besar sehingga ketika dilakukan pengulangan dalam memilih *cluster* besar, aplikasi tidak lagi melakukan proses *clustering* dari awal.

DAFTAR PUSTAKA

- Beeley C. 2013. *Web Application Development with R Using Shiny*. Birmingham (UK): Packt Publishing Ltd.
- Birant D, Kut A. 2007. *ST-DBSCAN: An Algorithm for Clustering Spatial-temporal data*. *Data and Knowledge Engineering*. 60:208-221.
- Indrawan NA. 2014. *Spatio-temporal Clustering Hostpot* di Sumatera Selatan Tahun 2002-2003 Menggunakan Algoritme ST-DBSCAN dan Bahasa Pemrograman R [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Maimon OZ, Rokach L. (Eds.). 2005. *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook* (Vol. 1). New York (US): Springer.
- NASA. 2014. Near real time data. Terdapat pada: <https://earthdata.nasa.gov/data/near-real-time-data/faq/firms>. Diakses 26 November 2014.
- Pöelitz C, Andrienko N. 2010. *Finding Arbitrary Shaped Cluster with Related Extents in Space and Time*. *Proceedings of the IEEE-VGTC International Symposium on Visual Analytics Science and Technology*. Bordeaux, France. pp 1-7.
- Purwanto UY, Barus B, Adrianto HA. 2013. Penggerombolan spasial hotspot kebakaran hutan dan lahan menggunakan DBSCAN dan ST-DBSCAN [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Silberschatz A, Korth HF, Sudarshan S. 2011. *Database System Concepts*. New York (US): McGraw-Hill.
- Suci AMYA. 2015. Berbasis Web Untuk Deteksi Penculan Titik Panas Menggunakan Algoritme Clustering K-Means dan Framework SHINY [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 1 *Source code* algoritme ST-DBSCAN (Indrawan 2015) dalam bahasa pemrograman R

```
1. stdbscan = function (data, eps, eps2, minpts = 7, seeds =
   TRUE, countmode = 1:nrow(data)) {
2.   data_spasial<- dist(cbind(data$latitude,data$longitude))
3.   data_temporal<- dist(data$date)
4.   data_spasial <- as.matrix(data_spasial)
5.   data_temporal <- as.matrix(data_temporal)
6.   n <- nrow(data_spasial)
7.   classn <- cv <- integer(n)
8.   isseed <- logical(n)
9.   cn <- integer(1)
10.  for (i in 1:n) {
11.    if (i %in% countmode)
12.      #cat("Processing point ", i, " of ", n, ".\n")
13.      unclass <- (1:n)[cv < 1]
14.      if (cv[i] == 0) {
15.        reachables <- intersect(unclass[data_spasial[i,
16.          unclass] <= eps], unclass[data_temporal[i,
17.            unclass] <= eps2])
18.        if (length(reachables) + classn[i] < minpts)
19.          cv[i] <- (-1)
20.        else {
21.          cn <- cn + 1
22.          cv[i] <- cn
23.          isseed[i] <- TRUE
24.          reachables <- setdiff(reachables, i)
25.          unclass <- setdiff(unclass, i)
26.          classn[reachables] <- classn[reachables] +
27.            1
28.          while (length(reachables)) {
29.            cv[reachables] <- cn
30.            ap <- reachables
31.            reachables <- integer()
32.            for (i2 in seq(along = ap)) {
33.              j <- ap[i2]
34.              jreachables <-
35.                intersect(unclass[data_spasial[
36.                  j, unclass] <= eps],
37.                  unclass[data_temporal[j,
38.                    unclass] <= eps2])
39.                if (length(jreachables) +
40.                  classn[j] >= minpts) {
41.                  isseed[j] <- TRUE
42.                  cv[jreachables[cv[jreachables] <
43.                    0]] <- cn
44.                  reachables <- union(reachables,
45.                    jreachables[cv[jreachables] ==
46.                      0])
47.                }
48.                classn[jreachables] <-
49.                  classn[jreachables] + 1
50.            }
51.          }
52.        }
53.      }
54.    }
55.  }
56. }
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 1 Lanjutan

```
38.         unclass <- setdiff(unclass, j)
39.     }
40.   }
41. }
42. if (!length(unclass))
43.   break
44. }
45. rm(classn)
46. if (any(cv == (-1))) {
47.   cv[cv == (-1)] <- 0
48. }
49. out <- list(cluster = cv, eps = eps, minpts =
50. minpts)
51. if (seeds && cn > 0) {
52.   out$isseed <- isseed
53. }
54. class(out) <- "stddbscan"
55. out
56. }
```



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 2 Ilustrasi algoritme *clustering* ST-DBSCAN menggunakan 20 data.
Data diambil dari *dataset* asli Pulau Kalimantan tahun 2002-2003

	long	lat	date
1	112.544	-2.145	39448
2	111.617	-2.720	39448
3	110.277	-2.554	39448
4	117.037	-0.553	39449
5	117.583	-0.462	39454
6	110.292	-1.517	39455
7	111.517	-2.399	39455
8	110.285	-2.660	39455
9	109.527	-0.219	39455
10	110.756	-2.727	39457
11	110.765	-2.729	39457
12	110.755	-2.736	39457
13	110.764	-2.738	39457
14	112.702	-2.602	39457
15	111.613	-2.755	39457
16	112.328	-2.437	39457
17	112.798	-2.001	39457
18	110.277	-1.517	39457
19	109.016	0.355	39457
20	114.841	-3.000	39459

Berikut adalah contoh perhitungan jarak antara titik 1 dan titik 2 menggunakan *eucidean distance*.

Eps1:

$$d_{12} = \sqrt{(longitude_1 - longitude_2)^2 + (latitude_1 - latitude_2)^2}$$

$$\begin{aligned} d_{12} &= \sqrt{(112.544 - 111.617)^2 + (-2.145 - (-2.720))^2} \\ &= \sqrt{0.859 + 0.331} \\ &= 1.091 \end{aligned}$$

Eps2:

$$d_{12} = \sqrt{(39448 - 39448)^2}$$

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 2 Lanjutan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Bogor Agricultural University
 Hasil pertulungan jarak jauh untuk *Edu*, menggunkakan *elideaan distane*

distributing, lat)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.000	1.091	2.304	4.767	5.131	2.338	1.058	2.317	3.579	1.880	1.884	1.876	0.484	1.113	0.363	0.292	2.352	4.324	2.451	
2	1.091	0.000	1.350	5.837	6.379	1.790	0.336	1.333	3.259	0.861	0.852	0.862	0.853	0.035	0.795	1.383	3.236	4.028	3.236	
3	2.304	0.000	1.350	0.000	7.050	7.600	1.037	1.250	2.425	0.509	0.518	0.511	0.512	0.106	2.452	0.500	0.476	0.485	0.484	
4	4.767	5.837	6.379	1.790	0.336	1.333	3.259	0.861	0.852	0.862	0.853	0.035	0.795	1.383	3.236	4.028	3.236	4.028	3.236	
5	5.313	6.379	7.600	1.037	6.814	7.367	0.000	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	
6	2.338	1.790	1.037	6.814	7.367	0.000	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	
7	1.058	0.336	1.250	5.820	6.268	1.509	1.143	1.507	1.296	1.296	0.829	0.476	2.793	0.000	0.000	0.000	1.341	1.522	3.720	
8	2.317	1.333	0.106	7.073	7.622	1.143	1.259	0.000	2.556	0.476	0.485	0.476	0.485	2.418	1.331	2.055	2.598	1.143	3.271	
9	3.579	3.259	2.452	7.517	8.060	1.507	2.952	2.556	0.000	2.793	2.799	2.801	2.806	3.970	3.284	3.284	3.725	1.499	0.769	
10	1.880	0.862	0.511	6.650	7.197	1.304	0.833	0.476	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	
11	1.877	0.852	0.518	6.639	7.185	1.304	0.833	0.476	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	
12	1.884	0.862	0.511	6.650	7.197	1.304	0.833	0.476	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	
13	1.876	0.853	0.521	6.643	7.189	1.309	0.833	0.476	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	
14	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	
15	1.113	0.035	0.351	5.854	6.395	1.810	1.331	3.284	0.858	0.849	1.049	1.049	1.049	1.049	1.049	1.049	1.049	1.049	1.049	
16	0.363	0.765	2.054	5.077	5.614	2.234	2.055	0.812	2.055	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	
17	1.383	0.292	1.801	2.552	3.725	1.331	1.331	1.331	1.331	1.331	1.331	1.331	1.331	1.331	1.331	1.331	1.331	1.331	1.331	
18	2.352	1.801	1.037	6.828	7.382	0.015	1.307	1.307	1.307	1.307	1.307	1.307	1.307	1.307	1.307	1.307	1.307	1.307	1.307	
19	4.324	4.028	3.171	8.606	2.266	3.720	3.271	0.769	3.559	3.545	4.052	4.052	4.052	4.052	4.052	4.052	4.052	4.052	4.052	
20	2.451	3.236	4.586	3.288	3.736	4.785	3.378	4.569	5.998	4.094	4.085	4.085	4.085	4.085	4.085	4.085	4.085	4.085	4.085	

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
- Dilarang mengumumkan dan memperanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 2 Lanjutan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Bogor Agricultural

© Hak cipta milik Penerjemah. Dilarang memperdagangkan.



Lampiran 2 Lanjutan

Parameter:

$$Eps\ 1 = 0.5; Eps\ 2 = 7; MinPts = 2$$

Titik 1:

$$Eps\ 1 (dist \leq 0.5) = \{1, 14, 16, 17\}$$

$$Eps\ 2 (dist \leq 7) = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

$$Eps\ 1 \cap Eps\ 2 = \{1\}$$

Jumlah titik = 1 < $MinPts$, maka titik 1 dianggap

noise



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
© Hak Cipta IPB (Institut Pertanian Bogor)

Titik 2:

$$Eps\ 1 (dist \leq 0.5) = \{2, 7, 15\}$$

$$Eps\ 2 (dist \leq 7) = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

$$Eps\ 1 \cap Eps\ 2 = \{2, 7\}$$

Jumlah titik = 2 = $MinPts$, maka titik 2 dimasukkan ke dalam cluster 1

Titik 7:

$$Eps\ 1 (dist \leq 0.5) = \{2, 7, 15\}$$

$$Eps\ 2 (dist \leq 7) = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$$

$$Eps\ 1 \cap Eps\ 2 = \{2, 7, 15\}$$

Jumlah titik = 3 > $MinPts$, maka titik 7 dimasukkan ke dalam cluster 1

Titik 15:

$$Eps\ 1 (dist \leq 0.5) = \{2, 7, 15\}$$

$$Eps\ 2 (dist \leq 7) = \{5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$$

$$Eps\ 1 \cap Eps\ 2 = \{7, 15\}$$

Jumlah titik = 2 = $MinPts$, maka titik 15 dimasukkan ke dalam cluster 1

#cluster 1 = titik 2, titik 7 dan titik 15

Titik 3:

$$Eps\ 1 (dist \leq 0.5) = \{3, 8\}$$

$$Eps\ 2 (dist \leq 7) = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

$$Eps\ 1 \cap Eps\ 2 = \{3, 8\}$$

Jumlah titik = 2 = $MinPts$, maka titik 3 dimasukkan ke dalam cluster 2

Titik 8:

$$Eps\ 1 (dist \leq 0.5) = \{3, 8, 10, 11, 12, 13\}$$

$$Eps\ 2 (dist \leq 7) = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$$

$$Eps\ 1 \cap Eps\ 2 = \{3, 8, 10, 11, 12, 13\}$$

Jumlah titik = 6 > $MinPts$, maka titik 8 dimasukkan ke dalam cluster 2

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Bogor Agricultural University

Lampiran 2 Lanjutan

Titik 10:

$$Eps 1 (dist \leq 0.5) = \{8, 10, 11, 12, 13\}$$

$$Eps 2 (dist \leq 7) = \{5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$$

$Eps 1 \cap Eps 2 = \{8, 10, 11, 12, 13\}$ Jumlah titik = $5 > MinPts$, maka titik 10 dimasukkan ke dalam *cluster* 2

Titik 11:

$$Eps 1 (dist \leq 0.5) = \{8, 10, 11, 12, 13\}$$

$$Eps 2 (dist \leq 7) = \{5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$$

$Eps 1 \cap Eps 2 = \{8, 10, 11, 12, 13\}$ Jumlah titik = $5 > MinPts$, maka titik 11 dimasukkan ke dalam *cluster* 2

Titik 12:

$$Eps 1 (dist \leq 0.5) = \{8, 10, 11, 12, 13\}$$

$$Eps 2 (dist \leq 7) = \{5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$$

$Eps 1 \cap Eps 2 = \{8, 10, 11, 12, 13\}$ Jumlah titik = $5 > MinPts$, maka titik 12 dimasukkan ke dalam *cluster* 2

Titik 13:

$$Eps 1 (dist \leq 0.5) = \{8, 10, 11, 12, 13\}$$

$$Eps 2 (dist \leq 7) = \{5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$$

$Eps 1 \cap Eps 2 = \{8, 10, 11, 12, 13\}$ Jumlah titik = $5 > MinPts$, maka titik 13 dimasukkan ke dalam *cluster* 2

#*cluster* 2 = titik 3, titik 8, titik 10, titik 11, titik 12 dan titik 13

Titik 4:

$$Eps 1 (dist \leq 0.5) = \{4\}$$

$$Eps 2 (dist \leq 7) = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

$Eps 1 \cap Eps 2 = \{4\}$ Jumlah titik = $1 < MinPts$, maka titik 4 dianggap *noise*

Titik 5:

$$Eps 1 (dist \leq 0.5) = \{5\}$$

$$Eps 2 (dist \leq 7) = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$$

$Eps 1 \cap Eps 2 = \{5\}$ Jumlah titik = $1 < MinPts$, maka titik 5 dianggap *noise*

Titik 6:

$$Eps 1 (dist \leq 0.5) = \{6, 18\}$$

$$Eps 2 (dist \leq 7) = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$$



Lampiran 2 Lanjutan

$Eps 1 \cap Eps 2 = \{6, 18\}$

Jumlah titik = 2 = $MinPts$, maka titik 6 dimasukkan

ke dalam *cluster* 3

Titik 18:

$Eps 1 (dist \leq 0.5) = \{6, 18\}$

$Eps 2 (dist \leq 7) = \{5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$

$Eps 1 \cap Eps 2 = \{6, 18\}$

Jumlah titik = 2 = $MinPts$, maka titik 18 dimasukkan

ke dalam *cluster* 3

#*cluster* 3 = titik 6 dan titik 18

Titik 9:

$Eps 1 (dist \leq 0.5) = \{9\}$

$Eps 2 (dist \leq 7) = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$

$Eps 1 \cap Eps 2 = \{9\}$

Jumlah titik = 1 < $MinPts$, maka titik 9 dianggap

noise

Titik 14:

$Eps 1 (dist \leq 0.5) = \{1, 14, 16\}$

$Eps 2 (dist \leq 7) = \{5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$

$Eps 1 \cap Eps 2 = \{14, 16\}$

Jumlah titik = 2 = $MinPts$, maka titik 14 dimasukkan

ke dalam *cluster* 4

Titik 16:

$Eps 1 (dist \leq 0.5) = \{1, 14, 16\}$

$Eps 2 (dist \leq 7) = \{5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$

$Eps 1 \cap Eps 2 = \{14, 16\}$

Jumlah titik = 2 = $MinPts$, maka titik 16 dimasukkan

ke dalam *cluster* 4

#*cluster* 4 = titik 14 dan titik 16

Titik 17:

$Eps 1 (dist \leq 0.5) = \{1, 17\}$

$Eps 2 (dist \leq 7) = \{5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$

$Eps 1 \cap Eps 2 = \{17\}$

Jumlah titik = 1 < $MinPts$, maka titik 17 dianggap *noise*

Titik 19:

$Eps 1 (dist \leq 0.5) = \{19\}$

$Eps 2 (dist \leq 7) = \{5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$

$Eps 1 \cap Eps 2 = \{19\}$

Jumlah titik = 1 < $MinPts$, maka titik 19 dianggap *noise*

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 2 Lanjutan

Titik 20:

$$Eps 1 (dist \leq 0.5) = \{20\}$$

$$Eps 2 (dist \leq 7) = \{5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$$

$Eps 1 \cap Eps 2 = \{20\}$ Jumlah titik = $1 < MinPts$, maka titik 20 dianggap noise

#noise = titik 1, titik 4, titik 5, titik 9, titik 17, titik 19 dan titik 20



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

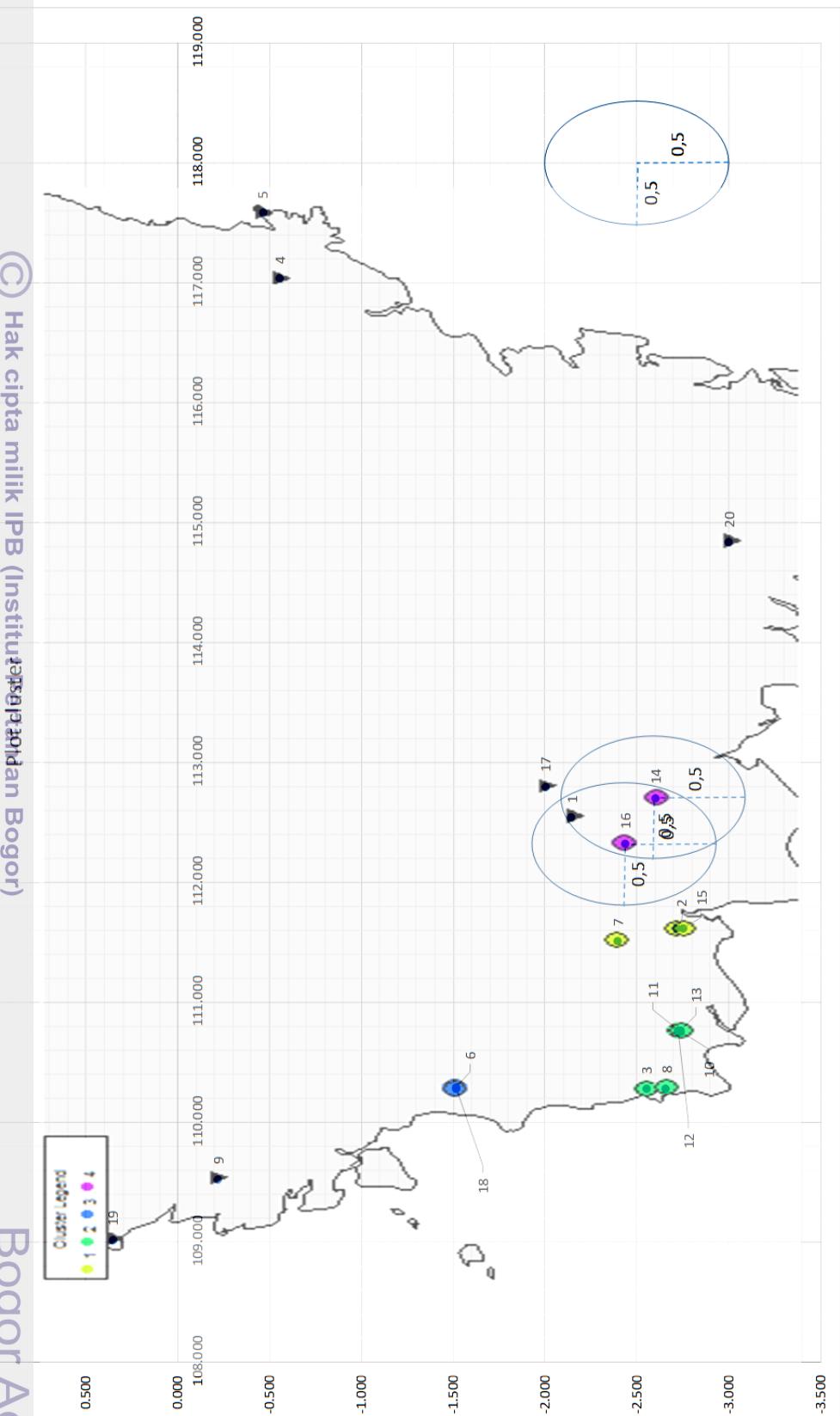
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 2 Lanjutan



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Ujung Pandang Provinsi Sulawesi Selatan pada tanggal 10 Oktober 1993, dari pasangan Munir Ismail dan Marliah Subaer sebagai anak keenam dari tujuh bersaudara. Penulis mendapatkan pendidikan awal di Taman Kanak-kanak Dian Lestari Ujung Pandang pada tahun 1998 hingga 1999. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan sekolah dasar pada tahun 1999 hingga 2005 di SD Negeri Mangkura V Makassar. Pada tahun 2005 hingga 2008 penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Mengengah Pertama di SMP Negeri 3 Makassar. Pada tahun 2011 penulis lulus dari SMA Negeri 3 Makassar dan lulus seleksi masuk Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui jalur SNMPTN Tertulis dan diterima di Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Selama mengikuti masa perkuliahan, penulis pernah aktif menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Ilmu Komputer dan Ikatan Kekeluargaan Mahasiswa/Pelajar Indonesia (IKAMI) Sulawesi Selatan. Selain itu penulis juga mengikuti kepanitiaan dan menjadi Ketua Divisi bidang Publikasi, Dokumentasi dan Dekorasi pada beberapa kegiatan, di antaranya stand IKAMI Sulsel untuk Gebyar Nusantara 2013, Pesta Sains Nasional untuk sub Ilmu Komputer 2013 dan Olimpiade Mahasiswa IPB 2014. Pada tahun 2014, penulis mengikuti kegiatan Praktik Kerja Lapang di Kantor Komunikasi dan Informatika Pemerintah Kota Bogor.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.