

# Metode Clustering Untuk Mengelompokkan Titik Panas Bumi

*Wahyudi Nasution<sup>1</sup>, Rusdianto Roestam<sup>2</sup>*

*Pascasarjana, Magister Sistem Informasi, Universitas Dinamika Bangsa, Jambi  
Jl. Jend. Sudirman Thehok-Jambi Telp: 0741-35096 Fax : 35093  
Email: [wahyunasution1997@gmail.com](mailto:wahyunasution1997@gmail.com)<sup>1</sup>, [rroestam@gmail.com](mailto:rroestam@gmail.com)<sup>2</sup>*

## Abstract

Some of the factors that cause forest and land fires are natural factors and human negligence. To determine areas prone to forest and land fires, namely by analyzing data mining techniques using the clustering method and k-means algorithm in order to find out the clustering rules between these clusters. The data processed is data as much as geothermal points obtained from the Manggala Agni Daops Sumatran XI / BTP which has been recapitulated from January to June and the variables used are id, level of confidence, satellite, probability radius and district. The potential for forest and land fires used is based on very vulnerable, prone and non-prone areas. With this analysis, information on areas that are prone to forest and land fires can be obtained and can help when carrying out integrated patrols and preventive patrols because it is known that areas prone to forest and land fires in the Manggala Agni Daops Sumatra XI / BTP work area, namely Tanjung Regency jabung timur and tanjung jabung barat.

*Keywords:* analysis, data mining, geothermal point, WEKA

## Abstrak

Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya kebakaran hutan dan lahan yaitu faktor alami dan faktor kelalaian manusia. Untuk mengetahui daerah yang rawan terjadi kebakaran hutan dan lahan yaitu dengan cara menganalisis teknik data mining menggunakan metode clustering dan algoritma k-means agar dapat mengetahui aturan clustering antar cluster tersebut. Data yang diolah adalah data sebaran titik panas bumi yang di peroleh dari pihak manggala agni daops sumatera XI/BTP yang telah direkap dibulan januari sampai bulan juni dan variabel yang digunakan merupakan id, tingkat kepercayaan, satelit, radius kemungkinan dan kecamatan. Potensi karhutla yang digunakan berdasarkan daerah sangat rawan, rawan dan tidak rawan. Dengan analisis ini didapatkan informasi daerah-daerah yang rawan terjadi kebakaran hutan dan lahan dan dapat membantu saat melaksanakan patroli terpadu dan patroli pencegahan karena telah diketahui daerah-daerah rawan terjadi kebakaran hutan dan lahan pada wilayah kerja manggala agni daops sumatera XI/BTP yaitu kabupaten tanjung jabung timur dan tanjung jabung barat.

*Kata Kunci:* analisis, data mining, titik panas bumi, WEKA

© 2022 Jurnal MANAJEMEN SISTEM INFORMASI.

---

## 1. Pendahuluan

Bencana kebakaran hutan dan lahan tidak asing lagi terjadi di Indonesia. Seringnya kejadian kebakaran hutan dan lahan menambah daftar panjang peristiwa yang terjadi di beberapa wilayah Indonesia. Terdapat dua faktor yang sering menyebabkan terjadinya peristiwa kebakaran hutan dan lahan yaitu dikarenakan faktor alami dan faktor yang di sebabkan oleh manusia itu sendiri.

Manggala Agni Daops Sumatera XI/BTP merupakan organisasi pemerintahan balai PPIKHL (Pengendalian Perubahan Iklim dan Kebakaran Hutan dan Lahan) yang terletak di Desa Bukit Tempurung Kecamatan Mendahara Ulu Kabupaten Tanjung Jabung Timur. Manggala Agni merupakan Brigade Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan Indonesia yang dibentuk oleh Departemen Kehutanan pada

tahun 2003. Manggala Agni dibentuk dalam rangka melaksanakan tugas pengendalian kebakaran hutan dan lahan yang mana tugas pokok fungsinya meliputi pencegahan, pemadaman dan penanganan pasca-kebakaran hutan. Adapun salah satu tugas pokok fungsi Manggala Agni Daops Sumatera XI/BTP dalam hal pencegahan adalah pengecekan areal rawan yang berdasarkan sebaran titik panas bumi yang terecord oleh satelit. Jadi, dengan memanfaatkan analisis data mining peneliti ingin melakukan suatu penelitian metode clustering yaitu algoritma K-Means untuk mengetahui daerah yang rawan kebakaran di wilayah kerja Manggala Agni Daops Sumatera XI/BTP berdasarkan sebaran titik panas bumi yang telah terecord di Kabupaten Tanjung Jabung Timur dan Kabupaten Tanjung Jabung Barat, guna pencegahan kebakaran hutan sejak dini yang berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutan Nomor : P.32/MenLHK/Setjen/Kum.1/3/2016 Tentang Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan. Penelitian ini diharapkan menghasilkan suatu representasi data yang mewakili suatu pola yang terbentuk akibat relasi yang ada antar data sebagai bahan acuan peningkatan keamanan dalam wilayah tersebut sebagaimana yang selalu dilakukan patroli pencegahan.

## 2. Tinjauan Pustaka

Penelitian yang pertama penulis ambil dari Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, Vol. IV, No. 2, November 2018 yang ditulis oleh Sukamto, dkk. berjudul Penentuan Daerah Rawan Titik Api di Provinsi Riau Menggunakan Clustering Algoritma K-Means (*Determination of Fire Point Prone Areas in Riau Province Using Clustering K-Means Algorithm*). Dalam penelitian ini dibahas tentang algoritma *K-Means* untuk penentuan daerah rawan api di wilayah Provinsi Riau, guna pencegahan kebakaran hutan sejak dini, yang meliputi daerah-daerah sangat rawan api, daerah rawan api, dan daerah tidak rawan api.

Penelitian yang kedua penulis ambil dari Jurnal ilmiah Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol. 2, No. 10, Oktober 2018, yang ditulis oleh Barik Kresna Amijaya, dkk. Berjudul Clustering Titik Panas Bumi Menggunakan Algoritme Affinity Propagation. Dalam penelitian ini dibahas tentang keberadaan titik panas mengindikasikan adanya suhu tinggi yang bisa jadi berpotensi kebakaran atau bisa juga titik panas tersebut hanya menunjukkan suhu tinggi tanpa potensi kebakaran. Oleh karena itu dilakukan clustering untuk menentukan apakah titik panas di area tertentu berpotensi kebakaran.

Penelitian yang ketiga penulis ambil dari Jurnal ilmiah Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol. 1, No. 9, Juni 2017, yang ditulis oleh Vianti Mala Anggraeni Kusuma, dkk. Berjudul Implementasi Metode Fuzzy Subtractive Clustering Untuk Pengelompokan Data Potensi Kebakaran Hutan/Lahan. Dalam penelitian ini dibahas tentang Penanganan kebakaran hutan dapat dilakukan dengan melakukan pemetaan tingkat kerawanan kebakaran hutan dimana merupakan suatu proses yang memanfaatkan data titik panas sebagai indikator terjadinya kebakaran hutan berdasarkan jumlah persebaran titik panas (hotspot) pada suatu wilayah. Analisis terhadap titik panas (hotspot) dari hasil pemetaan dapat membantu pihak-pihak terkait untuk perlindungan lingkungan. Proses pemetaan tingkat kerawanan kebakaran hutan dengan pengolahan data titik panas (hotspot) dapat dilakukan dengan mengimplementasikan metode clustering, salah satunya yaitu dengan metode Fuzzy subtractive clustering, dengan menggunakan data yang didapatkan dari proses ekstraksi data dari citra satelit yang ditampilkan dalam beberapa parameter.

Penelitian selanjutnya penulis ambil dari Jurnal ilmiah Jurnal EKSPONENSIAL Volume 10, Nomor 2, Nopember 2019 yang ditulis Athifaturrofifah, dkk. dengan judul Perbandingan Pengelompokan K-Means dan K-Medoids Pada Data Potensi Kebakaran Hutan/Lahan Berdasarkan Persebaran Titik Panas (Studi Kasus: Data Titik Panas di Indonesia Pada 28 April 2018). Dalam penelitian Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan Pramesti (2017) terhadap proses pengelompokan pada kasus pengelompokan data potensi kebakaran hutan/lahan berdasarkan persebaran titik panas di Wilayah Asia Tenggara pada tahun 2015. Penelitian yang dilakukan menggunakan metode K-Medoids. Penelitian berikutnya penulis ambil dari Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer yang ditulis oleh Al-mar'atush Shoolihah, dkk. Dengan judul Implementasi Metode Improved K-Means untuk Mengelompokkan TitikPanas Bumi. Dalam penelitian dirancanglah sebuah system pengelompokan data titik panas bumi dengan menggunakan metode *improved k-means* untuk mengetahui titik panas yang berpotensi menyebabkan kebakaran.

### 3. Metodologi

#### 3.1 Alur Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan penulis selama mengerjakan penelitian adalah sebagai berikut:

##### 1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, penulis melakukan identifikasi dan merumuskan permasalahan hal ini bertujuan agar mengetahui masalah yang dialami oleh pihak manggala agni daops sumatera XI/BTP untuk mengetahui sebaran titik panas bumi guna mengetahui daerah yang rawan terjadi kebakaran hutan dan lahan pada wilayah kerja Manggala Agni yaitu kabupaten Tanjung Jabung Timur dan Tanjung Jabung Barat. Sehingga penulis dapat menentukan rencana kerja serta menentukan data apa saja yang akan dibutuhkan dalam penelitian ini.

##### 2. Studi Literatur

Pada tahap ini penulis melakukan pencarian terhadap landasan-landasan teori yang diperoleh dari berbagai sumber seperti buku, jurnal ilmiah dan juga referensi lainnya untuk melengkapi penelitian baik mengenai konsep dan teori sehingga memiliki acuan yang baik dan relevan, adapun jurnal ilmiah dan buku yang dipelajari,

##### 3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini adalah pengumpulan data akan diperoleh data yang tepat, sehingga proses penelitian dapat berlangsung sampai selesai. Untuk itu, data yang akan dicari tersebut harus sesuai dengan tujuan penelitian. Untuk mengumpulkan data dalam kegiatan penelitian ini penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data, yaitu:

###### a. Pengamatan Langsung (Observation)

Penelitian dengan metode *observasi* ini dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap objek yang akan diteliti yang bertujuan untuk memperkuat data, mengetahui serta mendapat informasi secara langsung. Untuk mengetahui sebaran titik panas bumi guna mengetahui daerah yang rawan terjadi kebakaran hutan dan lahan pada wilayah kerja Manggala Agni yaitu kabupaten Tanjung Jabung Timur dan Tanjung Jabung Barat sehingga dapat mengetahui langkah-langkah apa saja yang harus diambil dalam menyelesaikan permasalahan yang ditemukan.

###### b. Wawancara (Interview)

Penulis melakukan tanya jawab secara langsung kepada ketua tim administrasi manggala agni daops sumatera XI/BTP untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan.

##### 4. Analisis Data menggunakan metode K-Means Clustering

Pada tahap ini dilakukan analisis data dari hasil survei, wawancara, dan kuesioner yang telah dilakukan sebelumnya. Data-data dan wawancara yang telah dilakukan oleh penulis akan di analisis dengan metode *k-means clustering* secara manual sehingga dihasilkan informasi mengetahui sebaran titik panas bumi pada wilayah kerja Daops Manggala Agni Sumatera XI/BTP, ada pun tahapan analisis data tersebut adalah :

###### a. Penyeleksian data sebaran titik panas bumi yang telah terkumpul, penulis melakukan penyeleksian data titik panas bumi pada tahun 2020 antara bulan januari hingga bulan juni dengan jumlah 227 record data titik panas bumi.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
No	id	tanggal (WIB)	waktu (WIB)	lintang	bujur	tingkat keparasan	satelit	radius kemungkinan	kecamatan	kabupaten	provinsi
1	9910	1/6/2020	10:15:54	-12,321,974,999,999,900	103,043,518	9	landsat8	102	Tungkalulu	Tanjung Jabung Barat	Jambi
2	9911	1/6/2020	10:15:54	-11,896,433,333,333,300	10,337,176,766,666,600	9	landsat8	111	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
3	9912	1/6/2020	10:15:54	-1,008,999	10,367,073	9	landsat8	90	Muara Sabak	Tanjung Jabung Timur	Jambi
4	9913	1/6/2020	10:15:54	-1,209,219	104,394,061	9	landsat8	90	Nipah Panjang	Tanjung Jabung Timur	Jambi
5	13949	1/7/2020	0:51:13	-11,910,728,800,000,000	103,371,456,143	8	smap	1280	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
6	13950	1/7/2020	0:51:15	-120,374,608	10,336,216,889	8	smap	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
7	13951	1/7/2020	0:51:15	-131,656,611	10,306,535,004	8	smap	1125	Tungkalulu	Tanjung Jabung Barat	Jambi
8	13961	1/2/2020	0:44:49	-11,915,712	10,337,232,208	8	smap	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
9	14116	1/15/2020	1:41:50	-10,078,582,150,000,000	10,399,124,906,499,900	8	smap	1280	Muara Sabak	Tanjung Jabung Timur	Jambi
10	14117	1/15/2020	1:41:50	-117,576,587	10,335,850,525	8	smap	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
11	14118	1/15/2020	1:41:50	-118,933,832	10,337,059,021	8	smap	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
12	14217	1/27/2020	1:15:19	-119,184,864	10,337,137,604	8	smap	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
13	14325	1/29/2020	0:17:28	-118,839,657	103,371,222,265	8	smap	1280	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
14	14573	1/31/2020	1:44:53	-119,036,543	10,337,251,282	8	smap	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
15	15155	1/15/2020	10:09:53	-1,627,758	104,450,024	9	landsat8	90	Nipah Panjang	Tanjung Jabung Timur	Jambi
16	15217	1/13/2020	0:37:14	-118,818,879	10,337,143,707	8	smap	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
17	15270	1/6/2020	1:10:07	-118,997,908	10,337,187,958	8	smap	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
18	15510	1/16/2020	1:22:54	-115,204,799	10,347,535,706	8	smap	1125	Muara Sabak	Tanjung Jabung Timur	Jambi
19	15513	1/16/2020	1:22:54	-117,385,125	10,335,800,171	8	smap	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
20	15513	1/16/2020	1:22:54	-118,992,221	10,337,335,205	8	smap	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
21	15513	1/16/2020	1:22:54	-120,488,977	10,336,171,387	8	smap	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
22	34587	1/9/2020	1:03:06	-11,910,907	10,337,275,696	8	noaa20	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
23	34663	1/7/2020	1:42:24	-117,304,385	10,335,910,034	8	noaa20	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
24	34663	1/7/2020	1:42:24	-118,041,502	1,033,706,963	8	noaa20	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
25	34663	1/7/2020	1:42:24	-131,631,017	10,306,576,963	8	noaa20	1125	Tungkalulu	Tanjung Jabung Barat	Jambi
26	34807	1/2/2020	1:35:59	-117,274,559	10,335,732,269	8	noaa20	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
27	34808	1/2/2020	1:35:59	-118,918,276	10,337,065,887	8	noaa20	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
28	34828	1/13/2020	1:29:52	-11,753,912	10,335,972,593	8	noaa20	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
29	34829	1/13/2020	1:29:52	-119,090,712	10,337,162,781	8	noaa20	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
30	34879	1/15/2020	0:52:00	-100,588,226	10,398,822,021	8	noaa20	1125	Muara Sabak	Tanjung Jabung Timur	Jambi
31	34880	1/15/2020	0:52:00	-10,485,667	10,290,076,447	8	noaa20	1125	Tungkalulu	Tanjung Jabung Barat	Jambi
32	34881	1/15/2020	0:52:00	-118,884,552	1,033,716,507	8	noaa20	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
33	34882	1/15/2020	0:52:00	-13,348,123	10,306,569,316	8	noaa20	1125	Tungkalulu	Tanjung Jabung Barat	Jambi
34	35052	1/18/2020	1:36:14	-118,740,034	10,337,069,702	8	noaa20	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
35	35053	1/18/2020	1:36:14	-120,326,328	10,338,020,325	8	noaa20	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
36	35067	1/25/2020	1:03:21	-119,021,976	1,033,704,834	8	noaa20	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
37	35880	1/29/2020	1:30:05	-117,334,197	10,335,962,977	8	noaa20	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi
38	34811	1/9/2020	1:40:05	-118,877,864	10,337,143,674	8	noaa20	1125	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	Jambi

Gambar 1. Penyeleksian data sebaran titik panas bumi

- b. Pada tahap ini penulis menentukan 3 cluster dimana cluster 1 daerah sangat rawan, cluster 2 daerah rawan, cluster 3 daerah tidak rawan.
- c. Membangkitkan nilai random untuk pusat cluster awal (centroid) sebanyak cluster yang ditentukan sebelumnya.
- d. Menghitung jarak setiap data *input* terhadap masing – masing *centroid* menggunakan rumus jarak *euclidean* (*euclidean distance*) hingga

$$d(x_i, \mu_j) = \sqrt{\sum (x_i - \mu_j)^2}$$

ditemukan jarak yang paling dekat dari setiap data dengan *centroid*. Berikut adalah persamaan *euclidian distance*:

Dimana :

- $x_i$  : data kriteria,
- $\mu_j$  : *centroid* pada *cluster* ke- $j$

- e. Mengklasifikasikan setiap data berdasarkan kedekatannya dengan *centroid* (jarak terkecil).
- f. Memperbaharui nilai *centroid*. Nilai *centroid* baru di peroleh dari rata-rata *cluster* yang bersangkutan dengan menggunakan rumus:

$$\mu_j(t + 1) = \frac{1}{N_{sj}} \sum_{j \in s_j} x_j$$

Dimana:

$\mu_j(t+1)$  : *centroid* baru pada iterasi ke ( $t + 1$ )

$N_{sj}$  : banyak data pada *cluster*  $s_j$ .

- 5. Pada tahap ini penulis menganalisis hasil dari perhitungan metode *k-means clustering*, hasil analisis perhitungan penulis dengan hasil perhitungan menggunakan *tools WEKA*.
- 6. Pada tahap pembuatan laporan akhir penelitian, dilakukan berdasarkan kerangka yang telah dirancang yang terdiri dari Pendahuluan, Landasan Teori, Metodologi penelitian, analisis, Implementasi dan Pengujian Sistem, dan penutup serta lampiran bukti hasil penelitian.

### 3.2 Metode Analisa Data

Metode yang digunakan adalah metode *k-means clustering* yang mana *K-Means* merupakan salah satu metode data *clustering non hirarki* yang berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk satu atau

lebih *cluster*/kelompok. Metode ini mempartisi data ke dalam *cluster*/kelompok sehingga data yang memiliki karakteristik sama dikelompokkan ke dalam satu *cluster* yang sama.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Gambaran Umum Kantor Daops Manggala Agni Sumatera XI/BTP

Kantor Daops Manggala Agni merupakan salah satu cabang balai PPI (pencegahan perubahan iklim) yang terletak di Bukit Tempurung Kabupaten Tanjung Jabung Timur. Yang bertugas dalam pencegahan kebakaran hutan dan lahan khusus diwilayah 212anjang timur dan 212anjang jabung barat. Kabupaten Tanjung Jabung Timur terbentuk berdasarkan undang-undang No. 54 Tahun 1999 dan undang-undang No. 14 Tahun 2000 dengan luas 5.445 Km<sup>2</sup> atau 10,2 % dari luas wilayah provinsi Jambi, namun sejalan dengan berlakunya undang-undang No. 27 Tahun 2007 tentang pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil, luas wilayah Kabupaten Tanjung Jabung Timur termasuk perairan dan 29 pulau kecil (11 di antaranya belum 212anjang) menjadi 13.102,25 Km<sup>2</sup>. Luas wilayahnya 5.445 km<sup>2</sup> dengan populasi 205.272 jiwa (2010) atau 10,86% dari Luas Provinsi Jambi<sup>[2]</sup>. Ibu kotanya ialah Kota Muara Sabak. Kabupaten ini terbagi menjadi 11 kecamatan yang terbagi lagi menjadi 60 desa. Dulunya dengan Kabupaten Tanjung Jabung Barat yang membentuk Kabupaten Tanjung Jabung Disamping itu memiliki 212anjang pantai sekitar 191 km atau 90,5 % dari 212anjang pantai provinsi Jambi. Kabupaten Tanjung Jabung Timur yang terletak di pantai timur pulau Sumatera ini berbatasan langsung dengan Provinsi Kepulauan Riau dan merupakan daerah hinterland segitiga pertumbuhan ekonomi Singapura-Batam-Johor (SIBAJO). Wilayah perairan laut kabupaten ini merupakan bagian dari alur pelayaran kapal nasional dan internasional (ALKI I) dari utara keselatan atau sebaliknya, sehingga dari sisi geografis daerah ini sangat potensial untuk berkembang.

##### 4.2 Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini diperoleh melalui situs <http://modis-catalog.lapan.go.id/monitoring/> yang berupa data titik panas bumi yang telah terecord mulai dari bulan Januari hingga Juni pada tahun 2020 dan telah diarsipkan oleh pihak Manggala Agni sebagai bahan evaluasi akhir tahun. Adapun sumber data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *dataset* sebaran titik panas bumi pada wilayah kerja Manggala Agni Daops Sumatera XI/BTP tahun 2020 dengan format .xlsx karena data yang diberikan berupa dokumen *excel*.

##### 4.3 Mendeskripsikan Data

*Dataset* titik panas bumi terdiri dari atribut id, tanggal (WIB), waktu (WIB), lintang, bujur, tingkat kepercayaan, satelit, radius kemungkinan, kecamatan, kabupaten, provinsi, dan tipe. Jumlah data yang ada pada atribut berjumlah 227 *record*, namun dalam penelitian ini hanya beberapa atribut data saja yang digunakan, seperti kecamatan, kabupaten, tingkat kepercayaan, radius kemungkinan dan satelit. Berikut ini adalah data titik panas bumi yang terecord pada tahun 2020.

Tabel 1. *Data titik panas bumi tahun 2020*

No	Kecamatan	kabupaten	tingkat kepercayaan	radius kemungkinan	satelit
1	Tungkalulu	Tanjung Jabung Barat	9	102	landsat8
2	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	9	111	landsat8
3	Muara Sabak	Tanjung Jabung Timur	9	90	landsat8
4	Nipah Panjang	Tanjung Jabung Timur	9	90	landsat8
5	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1280	snpp
6	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1125	snpp
7	Tungkalulu	Tanjung Jabung Barat	8	1125	snpp
8	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1125	snpp

9	Muara Sabak	Tanjung Jabung Timur	8	1280	snpp
10	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1125	snpp
11	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1125	snpp
12	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1125	snpp
13	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1280	snpp
14	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1125	snpp
15	Nipah Panjang	Tanjung Jabung Timur	9	90	landsat8
16	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1125	snpp
17	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1125	snpp
18	Muara Sabak	Tanjung Jabung Timur	8	1125	snpp
19	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1125	snpp
20	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1125	snpp
21	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1125	snpp
22	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1125	noaa20
23	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1125	noaa20
24	Tungkalilir	Tanjung Jabung Barat	8	1125	noaa20
25	Tungkalulu	Tanjung Jabung Barat	8	1125	noaa20
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
220	Tungkalulu	1	8	1125	2
221	Tungkalilir	1	9	102	3
222	Tungkalulu	1	7	102	3
223	Tungkalulu	1	9	90	3
224	Tungkalilir	1	9	120	3
225	Tungkalilir	1	9	102	3
226	Tungkalilir	1	9	90	3
227	Muara Sabak	2	9	90	3

#### 4.4 Transformasi Data

Agar data di atas dapat diolah dengan menggunakan metode *k-means clustering*, maka data yang berjenis data huruf seperti satelit dan kabupaten harus diinisialisasikan terlebih dahulu dalam bentuk angka. Untuk melakukan inisialisasi program studi dilakukan seperti berikut:

Tabel 2. *Inisialisasi Satelit*

Satelit		Inisialisasi
noaa20	112	1
Snpp	59	2
Landsat8	22	3
Terra	19	4
Aqua	15	5
227		

Tabel 3. *Inisialisasi Kabupaten*

Kabupaten		Inisialisasi
Tanjung jabung timur	184	1
Tanjung jabung barat	43	2
227		

Tabel 4. Hasil Inisialisasi

No	kecamatan	Kabupaten	tingkat kepercayaan	radius kemungkinan	satelit
1	Tungkalulu	1	9	102	3
2	Tungkalilir	1	9	111	3
3	Muara Sabak	2	9	90	3
4	Nipah Panjang	2	9	90	3
5	Tungkalilir	1	8	1280	2
6	Tungkalilir	1	8	1125	2
7	Tungkalulu	1	8	1125	2
8	Tungkalilir	1	8	1125	2
9	Muara Sabak	2	8	1280	2
10	Tungkalilir	1	8	1125	2
11	Tungkalilir	1	8	1125	2
12	Tungkalilir	1	8	1125	2
13	Tungkalilir	1	8	1280	2
14	Tungkalilir	1	8	1125	2
15	Nipah Panjang	2	9	90	3
16	Tungkalilir	1	8	1125	2
17	Tungkalilir	1	8	1125	2
18	Muara Sabak	2	8	1125	2
19	Tungkalilir	1	8	1125	2
20	Tungkalilir	1	8	1125	2
21	Tungkalilir	1	8	1125	2
22	Tungkalilir	1	8	1125	1
23	Tungkalilir	1	8	1125	1
24	Tungkalilir	1	8	1125	1
25	Tungkalulu	1	8	1125	1
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
220	Tungkalulu	1	8	1125	2
221	Tungkalilir	1	9	102	3
222	Tungkalulu	1	7	102	3
223	Tungkalulu	1	9	90	3
224	Tungkalilir	1	9	120	3
225	Tungkalilir	1	9	102	3
226	Tungkalilir	1	9	90	3

227	Muara Sabak	2	9	90	3
-----	-------------	---	---	----	---

#### 4.5 Pengolahan Data

Setelah semua data titik panas bumi pada tahun 2020 diinisialisasi ke dalam bentuk angka, maka data-data tersebut telah dapat dikelompokkan dengan menggunakan algoritma *K-Means Clustering*. Untuk dapat melakukan pengelompokan data-data tersebut menjadi beberapa *cluster*.

Tabel 5. Titik Pusat awal setiap cluster

diambil dari data ke no 45 sebagai pusat cluster ke-1	Nipah Panjang	2	7	90	3	tidak rawan
diambil dari data no 118 sebagai pusat cluster ke-2	Tungkalilir	1	8	1125	2	rawan
diambil dari data no 159 sebagai pusat cluster ke-3	Muara Sabak	2	8	3414	4	sangat rawan

1. Tentukan jumlah cluster yang diinginkan. Dalam penelitian ini data-data yang ada akan dikelompokkan menjadi tiga *cluster*.
2. Tentukan titik pusat awal dari setiap cluster. Dalam penelitian ini titik pusat awal ditentukan secara random dan didapat titik pusat dari setiap cluster dapat dilihat pada tabel berikut:
3. Tempatkan setiap data pada cluster. Dalam penelitian ini digunakan metode *hard k-means* untuk mengalokasikan setiap data ke dalam suatu *cluster*, sehingga data akan dimasukkan dalam suatu *cluster* yang memiliki jarak paling dekat dengan titik pusat dari setiap *cluster*.

Untuk mengetahui *cluster* mana yang paling dekat dengan data, maka perlu dihitung jarak setiap data dengan titik pusat setiap *cluster*. Untuk perhitungan pertama, akan dihitung jarak dari data titik panas bumi pertama ke pusat *cluster* pertama:

Jarak "Tungkalulu" ke Centroid Pertama

$$\sqrt{(1-2)^2 + (9-7)^2 + (102-90)^2 + (3-3)^2} = 12.2066$$

Jarak "Tungkalilir" ke Centroid Pertama

$$\sqrt{(1-2)^2 + (9-7)^2 + (111-90)^2 + (3-3)^2} = 21.1187$$

Dan seterusnya sampai jarak terakhir "Muara Sabak" ke Centroid Pertama

$$\sqrt{(2-2)^2 + (9-7)^2 + (90-90)^2 + (3-3)^2} = 2$$

Dengan perhitungan jarak seluruh data terhadap 3 *centroid* yang sudah ditetapkan, maka dapat dilihat jarak semua nama yang menjadi sampel ke *Centroid* 1, 2 dan 3 terdapat pada tabel berikut:

Tabel 5. Iterasi 1

No	kecamatan	tingkat kepercayaan	radius kemungkinan	satelit	Jarak Terdekat ke		
					C1	C2	C3
1	Tungkalulu	9	102	3	V		
2	Tungkalilir	9	111	3	V		
3	Muara Sabak	9	90	3	V		
4	Nipah Panjang	9	90	3	V		
5	Tungkalilir	8	1280	2		V	
6	Tungkalilir	8	1125	2		V	
7	Tungkalulu	8	1125	2		V	
8	Tungkalilir	8	1125	2		V	
9	Muara Sabak	8	1280	2		V	
10	Tungkalilir	8	1125	2		V	
11	Tungkalilir	8	1125	2		V	

12	Tungkalilir	8	1125	2		V	
13	Tungkalilir	8	1280	2		V	
14	Tungkalilir	8	1125	2		V	
15	Nipah Panjang	9	90	3	V		
16	Tungkalilir	8	1125	2		V	
17	Tungkalilir	8	1125	2		V	
18	Muara Sabak	8	1125	2		V	
19	Tungkalilir	8	1125	2		V	
20	Tungkalilir	8	1125	2		V	
21	Tungkalilir	8	1125	2		V	
22	Tungkalilir	8	1125	1		V	
23	Tungkalilir	8	1125	1		V	
24	Tungkalilir	8	1125	1		V	
25	Tungkalulu	8	1125	1		V	
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
220	Tungkalulu	8	1125	2		V	
221	Tungkalilir	9	102	3	V		
222	Tungkalulu	7	102	3	V		
223	Tungkalulu	9	90	3	V		
224	Tungkalilir	9	120	3	V		
225	Tungkalilir	9	102	3	V		
226	Tungkalilir	9	90	3	V		
227	Muara Sabak	9	90	3	V		

Penghitungan Ratio antara BCV dan WCV. Pada langkah ini dihitung pula rasio antara besaran BCV (Between Cluster Variation) dengan WCV (Within Cluster Variation). Melihat tabel centroid seperti dibawah ini:

Tabel 6. Centroid awal

diambil dari data ke no 45 sebagai pusat cluster ke-1	Nipah Panjang	2	7	90	3	tidak rawan
diambil dari data no 118 sebagai pusat cluster ke-2	Tungkalilir	1	8	1125	2	rawan
diambil dari data no 159 sebagai pusat cluster ke-3	Muara Sabak	2	8	3414	4	sangat rawan

$$M1 = (1; 102; 1) \quad M2 = (2; 1125; 2) \quad M3 = (2; 1280; 2)$$

$$d(M1, M2) = \sqrt{(2-1)^2 + (7-8)^2 + (90-1125)^2 + (3-2)^2} = 1035.0014$$

$$d(M1, M3) = \sqrt{(2-2)^2 + (7-8)^2 + (9-3414)^2 + (3-4)^2} = 3324.0003$$

$$d(M2, M3) = \sqrt{(1-2)^2 + (8-8)^2 + (1125-3414)^2 + (2-4)^2} = 2289.0010$$

$$BCV = d(m1, m2) + d(m1, m3) + d(m2, m3) = 1035.0014 + 3324.0003 + 2289.0010 = 6648.0028$$

Maka Nilai **Between Cluster Variation** nya adalah **6648.0028**

Selanjutnya adalah menghitung WCV yaitu dengan memilih jarak terkecil antara data dengan centroid pada masing-masing cluster:

Tabel 7. *Jarak terdekat dan WCV*

No	kecamatan	Jarak terdekat	Proses WCV
1	Tungkalulu	12.20656	149
2	Tungkalilir	21.11871	446
3	Muara Sabak	2	4
4	Nipah Panjang	2	4
5	Tungkalilir	155	24025
6	Tungkalilir	0	0
7	Tungkalulu	0	0
8	Tungkalilir	0	0
9	Muara Sabak	155.0032	24026
10	Tungkalilir	0	0
11	Tungkalilir	0	0
12	Tungkalilir	0	0
13	Tungkalilir	155	24025
14	Tungkalilir	0	0
15	Nipah Panjang	2	4
16	Tungkalilir	0	0
17	Tungkalilir	0	0
18	Muara Sabak	1	1
19	Tungkalilir	0	0
20	Tungkalilir	0	0
21	Tungkalilir	0	0
22	Tungkalilir	1	1
23	Tungkalilir	1	1
24	Tungkalilir	1	1
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
220	Tungkalulu	0	0

221	Tungkalilir	12.20656	149
222	Tungkalulu	12.04159	145
223	Tungkalulu	2.236068	5
224	Tungkalilir	30.08322	905
225	Tungkalilir	12.20656	149
226	Tungkalilir	2.236068	5
227	Muara Sabak	2	4

Pada tabel diatas adalah hasil perhitungan nilai WCV (*Within Cluster Variation*) menggunakan metode clustering algoritma k-means dengan nilai yang ditemukan nilai nya adalah 6381.50. Selanjutnya adalah menghitung nilai Ratio yang didapat nilai BCV dibagi nilai WCV, Nilai BCV = 6648.0028 dibagi dengan nilai WCV = 631.501, maka nilai Ratio nya adalah 0.00104. Karena langkah ini merupakan proses awal maka dilanjutkan pada tahap selanjutnya dengan mengulang langkah yang sama (Iterasi berlanjut).

Tabel 8. *Persebaran Cluster 1*

status	Kabupaten	Kecamatan	Jumlah Titik Api	Satelit	Jumlah Satelit	Radius Rata Rata
Tidak Rawan	Tanjung Jabung Barat	Tungkalulu	5	noaa20	0	10.363636
		Tungkalilir	9	snpp	0	
	Tanjung Jabung Timur	Nipah Panjang	2	Landsat 8	22	
		Muara Sabak	6	Terra	0	
				Aqua	0	
Jumlah			22			

Tabel 9. *Persebaran Cluster 2*

status	Kabupaten	Kecamatan	Jumlah Titik Api	Satelit	Jumlah Satelit	Radius Rata Rata
Sangat Rawan	Tanjung Jabung Barat	Tungkalulu	13	noaa20	112	1146.7426
		Tungkalilir	11	snpp	59	
	Tanjung Jabung Timur	Nipah Panjang	5	Landsat 8	0	
		Muara Sabak	5	Terra	0	
				Aqua	0	
Jumlah			34			

Tabel 10. Persebaran Cluster 3

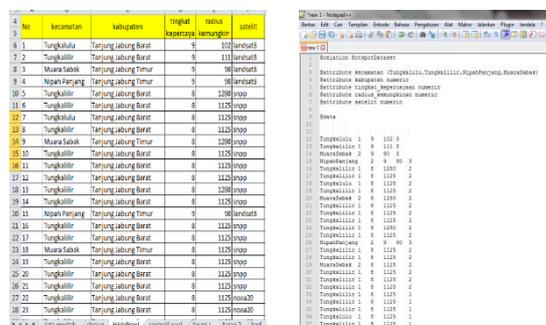
status	Kabupaten	Kecamatan	Jumlah Titik Api	Satelit	Jumlah Satelit	Radius Rata Rata
Rawa n	Tanjung Jabung Barat	Tungkalulu	26	noaa20	0	3012.1764
		Tungkalilir	120	snpp	0	
	Tanjung Jabung Timur	Nipah Panjang	12	Landsat 8	0	
		Muara Sabak	13	Terra	19	
				Aqua	15	
<b>Jumlah</b>			<b>171</b>			

Dari hasil cluster 1 dengan status tidak rawan, terlihat bahwa sebaran titik panas bumi pada Kabupaten tanjung jabung barat di Kecamatan Tungkalulu berjumlah 5 titik, Tungkal ilir 9 titik dan Kabupaten tanjung jabung timur di Kecamatan Nipah panjang 2 titik dan Muara sabak 6 titik. cluster 1 didominasi oleh titik panas bumi yang terecord dari satelit Landsat8. Sedangkan berdasarkan kecamatan didominasi oleh titik panas bumi yang berasal dari Tungkalilir Kabupaten tanjung jabung barat, sehingga dapat disimpulkan bahwa Sebagian besar titik panas bumi pada cluster 1 yang berasal dari satelit Landsat8 berada pada kecamatan tungkalilir.

Kemudian, dari hasil cluster 2 dengan status rawan, terlihat bahwa sebaran titik panas bumi pada Kabupaten tanjung jabung barat di Kecamatan Tungkalulu berjumlah 13 titik, Tungkal ilir 11 titik dan Kabupaten tanjung jabung timur di Kecamatan Nipah panjang 5 titik dan Muara sabak 5 titik. cluster 2 didominasi oleh titik panas bumi yang terecord dari satelit noaa20. Sedangkan berdasarkan kecamatan didominasi oleh titik panas bumi berasal dari tungkalulu Kabupaten tanjung barat, sehingga dapat disimpulkan bahwa Sebagian besar titik panas bumi pada cluster 2 yang berasal dari satelit noaa20 berada pada kecamatan tungkalulu.

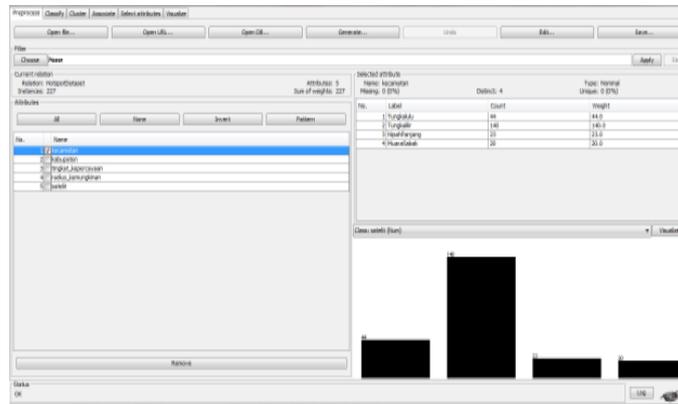
Sedangkan dari hasil cluster 3 dengan status sangat rawan, terlihat bahwa sebaran titik panas bumi pada Kabupaten tanjung jabung barat di Kecamatan Tungkalulu berjumlah 26 titik, Tungkal ilir 120 titik dan Kabupaten tanjung jabung timur di Kecamatan Nipah panjang 12 titik dan Muara sabak 13 titik. cluster 3 didominasi oleh titik panas bumi yang terecord dari satelit Terra. Sedangkan berdasarkan kecamatan didominasi oleh titik panas bumi berasal dari tungkalilir Kabupaten tanjung barat, sehingga dapat disimpulkan bahwa Sebagian besar titik panas bumi pada cluster 3 yang berasal dari satelit terra berada pada kecamatan tungkalilir.

4.6 Visualisasi Hasil Weka



Gambar 2. Tahapan data sebaran titik hotspot

Pada gambar diatas merupakan tahapan data sebaran titik hotspot yang telah di inialisasi dirubah kedalam bentuk data arff agar bisa di proses kedalam aplikasi weka, data yang digunakan berjumlah 227 data sebaran titik panas.



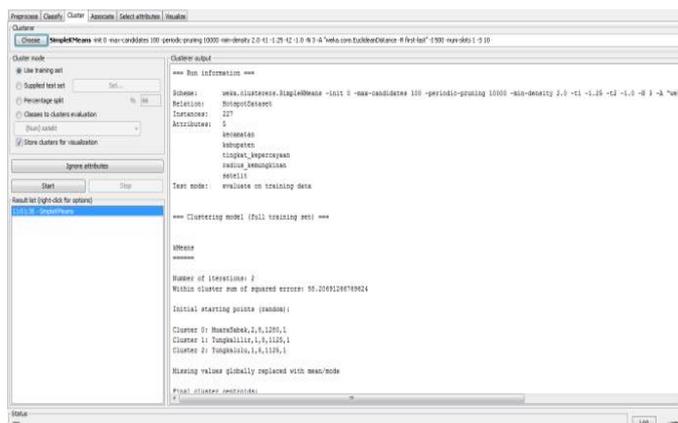
Gambar 3. Tampilan awal pada proses dalam aplikasi weka

Gambar diatas adalah tampilan awal pada proses dalam aplikasi weka terdapat 5 atribut yang telah terinput yaitu kecamatan, kabupaten, tingkat kepercayaan, radius kemungkinan dan satelit yang dimana jika dipilih atau dicentang memiliki data yang berbeda.



Gambar 4. Proses pemilihan algoritma k-means

Pada gambar diatas adalah proses pemilihan algoritma k-means dan penginputan jumlah kluster yang dibutuhkan.



Gambar 5. Melihatkan hasil dari kluster algoritma k-means

Pada gambar diatas melihatkan hasil dari klaster algoritma k-means pada weka yang memiliki 5 atribut yang telah terinput yaitu kecamatan, kabupaten, tingkat kepercayaan, radius kemungkinan dan satelit. Berikut adalah nilai cluster yang terbentuk secara random pada weka:

Tabel 11. *Perbandingan Hasil*

Perbandingan	Perhitungan Manual			Perhitungan WEKA		
Jumlah iterasi	2			2		
Jumlah <i>Cluster</i>	C1	C2	C3	C0	C1	C2
	22	34	171	43	140	44
Jumlah <i>Centroid</i>	3			3		
Radius Rata-rata	101.3636	1146.7426	3012.1764	1405.3953	1221.9929	1573.3182

Tabel diatas menjelaskan perbandingan hasil antara perhitungan manual, dan perhitungan menggunakan *tools WEKA*. Pada perhitungan manual terdapat jumlah iterasi sebanyak 2 kali iterasi, dan perhitungan *WEKA* diketahui jumlah iterasi 2. Jumlah *cluster* pada perhitungan manual adalah, C1 terdapat 22 data, C2 terdapat 34 data, C3 terdapat 171 data dan Jumlah *cluster* pada perhitungan *WEKA* adalah, C0 terdapat 43 data, C2 terdapat 140 data, C2 terdapat 44 data. Jumlah *Centroid* pada perhitungan manual berjumlah 3 *Centroid*, dan jumlah *centroid* pada perhitungan *WEKA* adalah 3. Radius Rata-rata pada perhitungan manual adalah, C1 terdapat 101.3636, C2 terdapat 1146.7426 dan C3 terdapat 3012.1764. Jumlah nilai rasio pada perhitungan *WEKA* adalah, C0 terdapat 1405.3953, C1 terdapat 1221.9929 dan C2 terdapat 1573.3182

## 5. Kesimpulan

### 5.1 Simpulan

1. Penelitian ini menggunakan data sebaran titik panas bumi pada tahun 2020 sebanyak 225 data.
2. Atribut yang digunakan berupa Kecamatan, Kabupaten, Tingkat kepercayaan Radius Kemungkinan, dan Satelit.
3. Metode yang digunakan adalah *Clustering* dengan Algoritma K-means.
4. Setelah dilakukan pengelompokan data sebaran titik panas bumi berdasarkan daerah menggunakan *K-Means clustering* terbentuk tiga *cluster* yaitu, C1 terdapat 22 data, C2 terdapat 34 data, C3 terdapat 171 data dan Jumlah *cluster* pada perhitungan *WEKA* adalah, C0 terdapat 43 data, C2 terdapat 140 data, C2 terdapat 44 data. Jumlah *Centroid* pada perhitungan manual berjumlah 3 *Centroid*, dan jumlah *centroid* pada perhitungan *WEKA* adalah 3. Radius Rata-rata pada perhitungan manual adalah, C1 terdapat 101.3636, C2 terdapat 1146.7426 dan C3 terdapat 3012.1764. Jumlah nilai rasio pada perhitungan *WEKA* adalah, C0 terdapat 1405.3953, C1 terdapat 1221.9929 dan C2 terdapat 1573.3182.
5. Pencegahan Karhutla Dengan Menugaskan Anggota Manggala Agni yang Sesuai dengan sebaran titik panas yang paling banyak ditemui. Strategi pencegahan pertama yang dapat dilakukan pihak Manggala Agni berdasarkan hasil *clustering* adalah melakukan strategi pencegahan pada kecamatan tungkalilir dan sekitarnya berdasarkan sebaran titik panas bumi yang banyak ditemui. Jadi, pihak Manggala Agni dapat menugaskan tim yang memiliki pengetahuan dan pengalaman lebih untuk melakukan pencegahan pada kecamatan yang memiliki sebaran titik panas bumi lebih banyak yang telah terecord pada satelit tersebut, sehingga pencegahan yang dilakukan akan lebih efektif dan efisien karena dengan melakukan strategi ini pihak Manggala Agni dapat membagi tim-tim Manggala Agni untuk melakukan pencegahan di kecamatan tunggal ilir dan sekitarnya, sehingga sumber daya anggota Manggala Agni yang dibutuhkan disetiap wilayah tidak terlalu banyak.
6. Pencegahan Pada kecamatan Berdasarkan Jarak Radius dari sebaran titik panas bumi. Strategi pencegahan kedua yang dapat dilakukan pihak Manggala Agni jika ingin meminimalisir sebaran titik panas bumi yang memiliki tingkat radius di atas rata-rata, maka dapat dianalisa berdasarkan hasil rata-rata jarak radius dari setiap sebaran titik panas bumi yang telah terecord.

## 5.2 Saran

Analisis perhitungan sebaran titik panas bumi untuk kantor Manggala Agni Daops Sumatera XI/BTP ini masih jauh dari sempurna sehingga perlu dilakukan perbaikan dan pengembangan, maka ada beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut, yaitu:

1. Diharapkan untuk analisis selanjutnya peneliti menggunakan beberapa metode yang lain seperti metode asosiasi atau klasifikasi pada data mining untuk data sebaran titik panas bumi dan melakukan perbandingan antara metode yang satunya dengan yang lainnya.
2. Diharapkan dalam penelitian selanjutnya peneliti dapat menggunakan metode yang lain seperti metode asosiasi dan klasifikasi dalam datamining agar dapat menganalisis data dan mengetahui hasil yang memuaskan dan menjadi perbandingan dengan metode yang lain sehingga bisa menjadi bahan evaluasi bagi instansi terkait.
3. Diharapkan dalam penelitian selanjutnya peneliti dapat menambahkan beberapa variabel yang berbeda dalam penelitiannya agar dapat menganalisis data dan mengetahui hasil serta menjadi perbandingan dengan hasil yang menggunakan variabel berbeda dalam penelitian lainnya

## 6. Daftar Rujukan

- [1] Al-mar'atush Shoolihah, M. Tanzil Furqon, Agus Wahyu Widodo. 2017. *Implementasi Metode Improved K-Means untuk Mengelompokkan Titik Panas Bumi*, *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN: 2548-964X Vol. 1, No. 11, November 2017, hlm. 1270-1276* <http://j-ptiik.ub.ac.id> : Universitas Brawijaya
- [2] Edo Fadila Sirat, Budi Darma Setiawan, Fatwa Ramdani. 2018. *Analisis Perbandingan Algoritma K-Means dan Isodata untuk Klasterisasi Data Kejadian Titik Api di Wilayah Sumatera pada Tahun 2001 hingga 2014*. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN: 2548-964X Vol. 2, No. 11, November 2018*, Universitas Brawijaya.
- [3] Hermawati Fajar Astuti 2014. *Data Mining*. CV Andi Offset.
- [4] Muhidin dan Abdurahman. 2012. *Analisis Korelasi, Regresi, dan Jalur*. CV Pustaka Setia.
- [5] Prasetyo Eko 2014. *Data Mining Konsep dan Aplikasi Menggunakan MATLAB*. CV Andi Offset.
- [6] Sukanto, Ibnu Daqiqil Id, T.Rahmilia Angraini. 2018 *Penentuan Daerah Rawan Titik Api di Provinsi Riau Menggunakan Clustering Algoritma K-Means (Determination of Fire Point Prone Areas in Riau Province Using Clustering K-Means Algorithm)*. *JUITA p-ISSN: 2086-9398 (print); e-ISSN: 2579-9801 (online); Volume VI, Nomor 2, November 2018* : Universitas Riau Kampus Binawidya
- [7] Suyanto 2017. *Data Mining Untuk Klasifikasi dan Klasterisasi Data*. Informatika Bandung
- [8] Suhandio Handoko, Fauziah Fauziah, Endah Tri Esti Handayani. 2020. *IMPLEMENTASI DATA MINING UNTUK MENENTUKAN TINGKAT PENJUALAN PAKET DATA TELKOMSEL MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING, Vol 25, No 1(2020)*
- [9] Vianti Mala Anggraeni Kusuma, M. Tanzil Furqon, Lailil Muflikhah 2017. *Implementasi Metode Fuzzy Subtractive Clustering Untuk Pengelompokan Data Potensi Kebakaran Hutan/Lahan*. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN: 2548-964X Vol. 1, No. 9, Juni 2017, hlm. 876-884* : Universitas Brawijaya
- [10] Widodo Prabowo Pudjo, dkk 2014. *Penerapan Data Mining Dengan MATLAB*. Penerbit Rekayasa Sains, Bandung.