

## Implementasi Metode *Improved K-Means* untuk Mengelompokkan Titik Panas Bumi

Al-mar'atush Shoolihah<sup>1</sup>, M. Tanzil Furqon<sup>2</sup>, Agus Wahyu Widodo<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>sh.almaratus@gmail.com, <sup>2</sup>m.tanzil.furqon@ub.ac.id, <sup>3</sup>a\_wahyu\_w@ub.ac.id

### Abstrak

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor. Salah satu bencana yang terjadi yaitu kebakaran. Kebakaran adalah nyala api yang terjadi baik itu kecil ataupun besar, menyala pada suatu daerah yang tidak diinginkan dan sulit untuk dikendalikan. Oleh karena itu harus dilakukan pencegahan dini, salah satu cara yaitu dengan titik panas bumi yang terdeteksi oleh satelit. Hal tersebut digunakan sebagai indikator kebakaran lahan dan hutan di suatu wilayah, sehingga semakin banyak titik hotspot, semakin banyak pula potensi kejadian kebakaran lahan di suatu wilayah. Oleh sebab itu diperlukan penerapan sistem yang dapat melakukan klusterisasi data titik panas bumi guna untuk menghasilkan keluaran sistem yang dapat melakukan pengelompokan data titik panas berisi informasi titik panas yang berpotensi menyebabkan kebakaran dengan berbagai status, seperti berpotensi tinggi, sedang, dan lemah. *Improved K-Means* merupakan salah satu metode klustering yang paling populer dan dapat digunakan untuk pengelompokan titik panas bumi. Algoritma ini melakukan proses klustering berdasarkan jarak maksimal sebagai pusat kluster dan pusat kluster tersebut akan dihitung jaraknya dengan data lain untuk dikelompokkan. Hal tersebut dilakukan terus menerus sampai pengelompokan data kedalam kluster tidak berubah. Hal tersebut dibuktikan dalam penelitian ini dimana hasil dari evaluasi menggunakan *silhouette coefficient* memberikan nilai tertinggi 0.908000874 untuk nilai cluster 2 dan jumlah data 700.

**Kata kunci:** Titik panas, data mining, clustering, k-means, improved k-means, silhouette coefficient.

### Abstract

*Disaster is an incident or a series of incidents that threaten and disturb people's lives and livelihoods caused by both natural and / or non-natural factors. One of the disasters that happen is fire. Fire is a flame that occur either in small or large size, burning in an unexpected area and difficult to control. Therefore, early prevention is needed. one of the way is with geothermal point which is detected by the satellite. It is used as the indicator of land and forest fires in a region, so that the more geothermal point exist, the more potential for landfill incidents in a region. Hence, it is necessary to implement a system that can kluster the geothermal point data that has the potential in causing fire with farious status such as high, middle, and low potential. Improved K-Means is one of the most popular klustering methods and it can be used for geothermal point grouping. This algorithm performs klustering process based on the maximum distance as the kluster center and the kluster center distance will be calculated with the other data to be grouped. The calculation is done continuously until the data klustering does not change. That case is proven in this research where the evaluation result that uses silhouette coefficient give the highest point of 0.908000874 for the value of klaster 2 and the amount of data 700.*

**Keywords:** Hotspot, data mining, clustering, k-means, Improved k-means, silhouette coefficient.

### 1. PENDAHULUAN

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu

kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia. Salah satu bencana yang terjadi yaitu kebakaran.

Kebakaran adalah nyala api yang terjadi baik itu kecil ataupun besar, menyala pada suatu daerah yang tidak diinginkan dan sulit untuk dikendalikan (DKI, 2008). Oleh karena itu harus dilakukan penanganan dini untuk mengetahui akan terjadinya kebakaran. Dimana salah satu cara untuk mengetahui terjadinya kebakaran adalah dengan diketahui titik panas bumi (*hotspot*) yang terdeteksi oleh satelit.

Titik panas (*Hotspot*) secara definisi dapat diartikan sebagai daerah yang memiliki suhu permukaan relatif lebih tinggi dibandingkan daerah di sekitarnya berdasarkan ambang batas suhu tertentu yang terpantau oleh satelit penginderaan jauh (Louis Giglio, 2003). Hal ini digunakan sebagai indikator kebakaran lahan dan hutan di suatu wilayah, sehingga semakin banyak titik *Hotspot*, semakin banyak pula potensi kejadian kebakaran lahan di suatu wilayah. Koordinat lokasi *Hotspot* diambil dari ekstraksi data satelit dimana ini merupakan parameter yang sudah digunakan secara meluas baik di Indonesia maupun negara-negara lain untuk memantau kebakaran hutan dan lahan dari satelit (Glauber, et al., 2016).

Kebakaran yang terjadi masih sulit untuk diketahui secara dini. Terbatasnya informasi titik panas bumi yang memiliki potensi terjadinya kebakaran, menyebabkan kurangnya pengawasan dini terhadap kebakaran yang akan terjadi. Meskipun titik panas bumi dapat mengindikasikan kebakaran, namun tidak semua informasi titik panas bumi yang didapat dari satelit merekam kejadian kebakaran yang sesungguhnya. Begitu juga sebaliknya, belum tentu kejadian kebakaran yang terekam pada satelit merupakan kejadian kebakaran yang sesungguhnya. Maka dari itu diperlukan pengecekan secara langsung pada titik panas bumi dengan cara melakukan investigasi langsung ke lapangan untuk memastikan apakah kebakaran tersebut terjadi atau hanya beberapa indikasi yang menimbulkan panas sehingga terdeteksi oleh satelit sebagai titik panas (Massal, et al., 2014). Namun hal itu membutuhkan waktu lama sehingga tidak efisien. Disisi lain, belum tentu di wilayah tersebut terjadi kebakaran yang sesungguhnya. Melihat bahwa tidak semua titik panas bumi yang terdeteksi adalah indikasi terjadinya kebakaran.

Oleh sebab itu diperlukan penerapan sistem yang dapat melakukan klasterisasi data titik panas bumi guna untuk menghasilkan keluaran

sistem yang dapat melakukan pengelompokan data titik panas yang berisi informasi titik panas dimana berpotensi menyebabkan kebakaran dengan berbagai status, seperti berpotensi tinggi, sedang, dan lemah. Hal ini bertujuan untuk memudahkan penyebaran dalam mengeluarkan informasi yang lebih akurat dan informatif akan kondisi lapangan kepada masyarakat. Adapun penelitian terdahulu yang telah dilakukan sebelumnya sebagai pembelajaran dalam penelitian ini.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *improved k-means* disusun oleh Chen Guang-ping dan Wang Wen-peng berjudul *an improved k-means algorithm with meliorated initial center*. Penelitian ini menggunakan dataset yang diambil dari KDD cup. Penelitian dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara *k-means* tradisional dan *improved k-means*. Tahapan yang dilakukan adalah mencari titik pusat (titik pusat) dengan cara mencari jarak terjauh antar data. Pada tahap selanjutnya, Titik pusat digunakan dalam perhitungan dengan algoritma *k-means*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah perhitungan dengan *improved k-means* menghasilkan titik pusat yang lebih baik dan memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan dengan *k-means* tradisional (Guang-ping & Wen-peng, 2012).

Berdasarkan pemaparan diatas, maka dalam penelitian ini dirancanglah sebuah sistem pengelompokan data titik panas bumi dengan menggunakan metode *improved k-means* untuk mengetahui titik panas yang berpotensi menyebabkan kebakaran. Klastering adalah suatu metode untuk mencari dan mengelompokkan data yang memiliki kemiripan karakteristik (*similarity*) antara satu data dengan data yang lain (Ong, 2013). Metode *improved k-means* merupakan pengembangan dari metode *k-means* klasterisasi. Metode *k-means* adalah salah satu dari metode klasterisasi yang bertujuan untuk membagi data set ke dalam *k* klaster (Gosno, et al., 2013). Pada *improved k-means*, ditambahkan beberapa tahapan sehingga klaster yang dihasilkan lebih optimal. Fitur yang digunakan dalam perhitungannya terdiri dari *Brightness* dan *Fire Radiative Power (FRP)*.

## 2. DASAR TEORI

*Hotspot* adalah titik panas yang diindikasikan sebagai lokasi kebakaran hutan dan lahan. Parameter ini sudah digunakan

secara meluas di berbagai negara untuk memantau kebakaran hutan dan lahan dari satelit.

Berdasarkan keterbatasan yang dimiliki, satelit NOAA hanya dapat mendeteksi suatu titik panas berupa *pixel* yang berukuran 1,1km x 1,1km atau 1,21 km<sup>2</sup>, dengan demikian untuk ukuran wilayah panas yang luasannya kurang dari 1,21 km<sup>2</sup> akan dipresentasikan sebagai satu *pixel* dan kebakaran yang sedikit lebih 1,21 km<sup>2</sup> akan dipresentasikan sebagai 2 *pixel*. Luas area minimum yang dideteksi sebagai 1 *pixel* diperkirakan seluas 0.15 ha (Yonatan, 2006).

Titik panas bumi atau *hotspot* memiliki tingkat kepercayaan yang menunjukkan bahwa *hotspot* yang dipantau dari satelit penginderaan yang jauh merupakan benar-benar kejadian kebakaran hutan yang sebenarnya di wilayah tersebut. Semakin tinggi selang kepercayaan, maka semakin tinggi pula potensi bahwa *hotspot* tersebut adalah benar-benar kebakaran lahan atau hutan yang terjadi. Menurut LAPAN dalam MODIS *Active Fire Product User's Guide* membagi tiga kelas tingkat kepercayaan yang ditunjukkan pada Tabel 1 (Roswintarti, 2016).

Tabel 1. Nilai Tingkat Kepercayaan

Tingkat Kepercayaan	Kelas	Tindakan
0% ≤ C ≤ 30%	Rendah	Perlu diperhatikan
30% ≤ C ≤ 80%	Nominal	Waspada
80% ≤ C ≤ 100%	Tinggi	Segera Penanggulangan

### 2.2 Improved K-Means

Pada *improved k-means*, konsep dasar yang digunakan adalah metode *k-means clustering*. Pada metode *k-means* klastering pencarian titik pusat awal dilakukan dengan cara acak. Namun pada *improved k-means*, dilakukan modifikasi pada tahapan algoritma tersebut yaitu dengan menambahkan beberapa tahapan dalam pencarian titik pusat awal sehingga titik pusat awal ditemukan tanpa dilakukan pengacakan. Pencarian titik pusat awal dilakukan dengan mencari jarak terjauh antar dataset kemudian dua data tersebut dijadikan sebagai titik pusat awal klaster. Adapun tahapan pada pencarian titik pusat awal adalah sebagai berikut (Guang-ping & Wen-peng, 2012):

1. Persiapkan dataset

2. Persiapkan klaster kosong sebanyak jumlah nilai klaster (k) yang dimasukkan.
3. Hitung jarak tiap data, temukan data  $x_i$  dan  $x_j$  yang memiliki jarak maksimal. Labeli sebagai klaster X dan Y, kemudian masukkan pada klaster kosong yang telah disediakan pada langkah ke 2.
4. Hitung jarak antara objek  $x_i$  dan  $x_j$  dengan data objek pada klaster M. Jika data objek pada klaster M memiliki jarak minimal ke data objek  $x_i$ , maka data tersebut masuk pada klaster X. Jika data objek pada klaster M memiliki jarak minimal ke data objek  $x_j$ , maka data tersebut masuk pada klaster Y.

Jika dataset sudah terbagi menjadi K klaster, maka proses dihentikan dan ambil nilai titik pusat dari masing-masing klaster. Jika terjadi hal sebaliknya, ulangi dari langkah ke 3.

### 2.3 Silhouette Coefficient

*Silhouette coefficient* digunakan untuk melihat kualitas dan kekuatan klaster, seberapa baik suatu objek ditempatkan dalam suatu klaster. Tahapan perhitungan *Silhouette coefficient* adalah sebagai berikut (Handoyo, et al., 2014):

1. Hitung rata-rata jarak dari suatu data misalkan  $i$  dengan semua data lain yang berada dalam satu klaster ( $a_i$ ).

$$a(i) = \frac{1}{|A|-1} \sum_{j \in A, j \neq i} d(i, j) \tag{1}$$

Dengan  $j$  adalah data lain dalam satu cluster A dan  $d(I, j)$  adalah jarak antara data I dengan  $j$ .

2. Hitung rata-rata jarak dari data  $i$  tersebut dengan semua data diklaster lain, dan diambil nilai terkecilnya.

$$d(i, C) = \frac{1}{|A|} \sum_{j \in C} d(i, j) \tag{2}$$

Dengan  $d(I, C)$  adalah jarak rata-rata data I dengan semua objek pada cluster lain C dimana  $A \neq C$ .

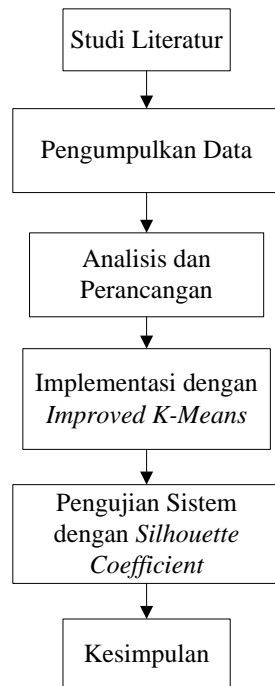
$$b(i) = \min_{C \neq A} d(i, C) \tag{3}$$

3. Rumus *Silhouette coefficient* adalah:

$$s(i) = (b(i) - a(i)) / \max(a(i), b(i)) \tag{4}$$

Dengan  $s(i)$  adalah semua rata-rata pada semua kumpulan data.

### 3. METODOLOGI



Gambar 1. Alur Metodologi

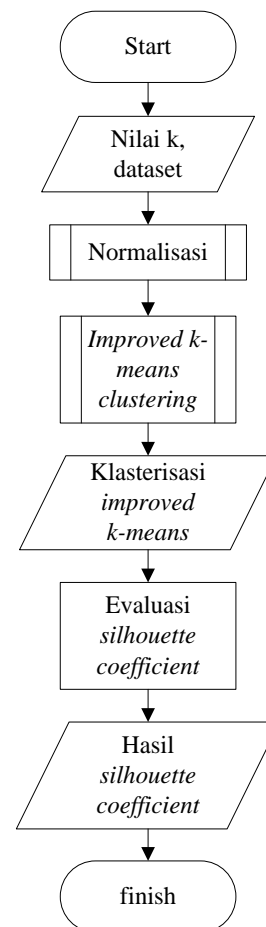
1. Peneliti mengidentifikasi yang akan dilakukan dengan melakukan studi pustaka. Hal ini untuk mengetahui metode apa yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang diteliti, serta mendapatkan dasar-dasar referensi yang kuat dalam menerapkan suatu metode yang akan digunakan dalam tugas akhir ini.
2. Hal yang dibutuhkan oleh penulis adalah informasi-informasi mengenai data dan metode yang digunakan pada penelitian ini, dimana data yang digunakan adalah data titik panas bumi (*hotspot*) diambil dari NASA LANCE-FIRMS MODIS pada tanggal 24 Januari 2017 yang diambil dari web resmi NASA, yaitu <https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms/active-fire-data#ed-firms-shapefile>. Sedangkan untuk metode yang digunakan untuk mengelompokkan data titik panas bumi adalah *improved k-means*.
3. Analisa kebutuhan digunakan untuk mengambil informasi tentang spesifikasi kebutuhan yang diperlukan dan mendukung dalam pembuatan sistem deteksi kebakaran berdasarkan titik panas pada bumi yang

diimplementasikan menggunakan metode *improved k-means*. Sedangkan perancangan

4. Implementasi sitem merupakan penerapan dari studi literatur yang telah dilakukan dan penerapan sistem yang telah dirancang.
5. Pengujian adalah jaminan kualitas dari perangkat lunak pada sistem yang telah dibangun serta untuk mempresentasikan kajian pokok dari spesifikasi, desain dan pengkodean.

### 4. PERANCANGAN

Perancangan dilakukan untuk menjelaskan bagaimana proses yang dikerjakan dalam pengelompokan data titik panas. Data yang digunakan berupa *format csv*. Pada perancangan sistem ini dilakukan pengelompokan data dengan metode *improved k-means* dan mencari kualitas kluster dengan metode *Silhouette Coefficient*. Rancangan alur pengelompokan secara umum dijelaskan pada Gambar 2(a).



Gambar 2. Alur Sistem

Alur sistem yang ditunjukkan pada gambar 2(a), pertama yang dilakukan adalah memasukkan data dan jumlah kluster.

Kemudian data dinormalisasi untuk menghasilkan nilai data yang memiliki skala 0-1. Setelah data ternormalisasi akan dihitung dengan metode *improved k-means* untuk dicari titik pusat kluster, ketika titik pusat kluster didapat maka data akan diklusterisasi dalam mengelompokan data titik panas masuk kedalam sebuah kluster. Hasil pengelompokan data ke dalam kluster akan diuji kualitasnya dengan menggunakan metode *silhouette coefficient*.

**5. HASIL DAN ANALISIS**

Pengujian *silhouette coefficient* dilakukan untuk mengetahui kualitas kluster. Hasil pengelompokan data dari *improved k-means* akan diuji dengan menggunakan *silhouette coefficient* untuk mendapat hasil tertinggi dengan nilai yang mendekati angka 1. Skenario pengujian dilakukan 2 tahap yaitu dengan mengganti jumlah data dengan angka 50, 100, 200, 300, 400, 500,600,700 dan mengganti jumlah kluster dengan angka 2 sampai 10.

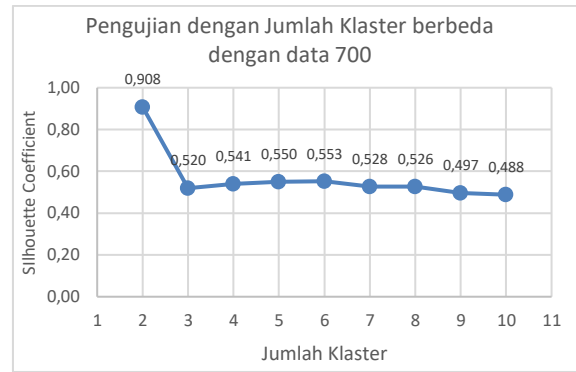
**5.1 Pengujian dengan Jumlah Cluster dan Jumlah Data Latih yang Berbeda**

Pengujian dilakukan dengan mengevaluasi kualitas hasil pegelompokan data algoritma *improved k-means* menggunakan *Silhouette Coefficient* berdasarkan kombinasi masukan nilai kluster yang berbeda. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Silhouette Coefficient dengan Nilai Kluster Berbeda-beda

No	Jumlah Kluster	Nilai <i>Silhouette coefficient</i>
1	2	0.908000874
2	3	0.519872825
3	4	0.540542654
4	5	0.550240717
5	6	0.55293984
6	7	0.528060964
7	8	0.525817515
8	9	0.496895493
9	10	0.488161702

Dari hasil pengujian pada Tabel 3 menunjukkan jumlah kluster yang terbaik adalah kluster 2 dengan nilai *Silhouette coefficient* adalah 0.908000874 dan kluster yang paling buruk adalah kluster 10 dengan nilai *Silhouette coefficient* adalah 0.488161702.



Gambar 3. Grafik pengaruh perbedaan jumlah kluster dengan 700 data terhadap *Silhouette Coefficient*

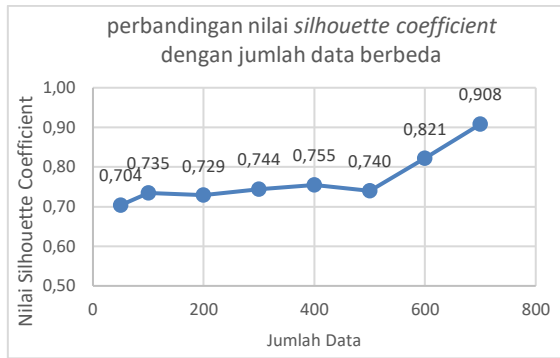
Dari pengujian dengan memasukkan jumlah kluster yang berbeda menghasilkan sebuah pola dimana jika nilai kluster semakin kecil maka hasil dari nilai *silhouette coefficient* semakin besar dan sebaliknya jika nilai kluster semakin besar maka hasil dari nilai *silhouette coefficient* semakin kecil. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa data di dalam data uji terkluster dengan baik, yaitu memiliki jarak *inter* kluster (jarak antar satu kluster dengan kluster lainnya) tinggi dan jarak *intra* kluster (jarak antar data dengan data lainnya didalam satu kluster yang sama) rendah.

Hal tersebut menggambarkan bahwa setiap kluster terpisah cukup jauh dengan kluster yang lain sedang setiap anggota kluster memiliki kerapatan yang tinggi dengan data lainnya yang berada dalam satu kluster yang sama.

Tabel 3. Pengujian dengan Jumlah Dataset yang Berbeda

No	Jumlah Data	Nilai <i>Silhouette coefficient</i>
1	50	0.703655567
2	100	0.734805575
3	200	0.728542168
4	300	0.744329996
5	400	0.754582611
6	500	0.739540507
7	600	0.821468469
8	700	0.908000874

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian data terbaik yang diperoleh adalah data berjumlah 700 dengan nilai *silhouette coefficient* 0.908000874.



Gambar 4. Grafik pengaruh perbedaan jumlah data dengan kluster 2 terhadap *silhouette coefficient*

Gambar 3, menunjukkan bahwa dari jumlah data terendah sampai dengan data tertinggi, grafik hasil dari perhitungan *silhouette coefficient* semakin meningkat. Pada jumlah data tertentu terjadi penurunan nilai *silhouette coefficient* namun penurunan tersebut tidak melampaui nilai *silhouette coefficient* yang dimiliki data terendah. Dengan begitu semakin banyak data yang digunakan, maka semakin baik nilai *silhouette coefficient* yang didapat. Dikarenakan banyaknya data dengan nilai kluster 2 membuat data yang memiliki kemiripan dengan data lainnya didalam satu kluster semakin tinggi dan perbedaan data dengan kluster lainnya semakin tinggi pula. Sehingga dapat dijelaskan bahwa nilai *intra* kluster semakin kecil dan nilai *inter* kluster semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin dekat tingkat kemiripan data pada sesama kluster dan semakin jauh tingkat kemiripan data pada kluster yang berbeda. Dengan begitu, banyaknya data yang memiliki kesamaan data antar kluster akan membuat nilai *silhouette coefficient* semakin besar.

**5.1.1 Analisis potensi kebakaran**

Nilai *confidence* tertinggi dimiliki oleh kluster 2, yaitu 100. Sedangkan kluster 1 memiliki nilai *confidence* 60.3477. Hal ini menunjukkan bahwa titik-titik panas yang terdapat pada kluster 2 memiliki potensi lebih tinggi terjadi kebakaran. Menurut Lapan, *confidence* dengan nilai lebih dari 80 termasuk dalam kategori berpotensi tinggi sehingga perlu dilakukan penanggulangan lebih lanjut. Sedangkan titik panas pada kluster 1, memiliki nilai *confidence* 60.3477. Dengan potensi kebakaran sedang karena nilai *confidence* berada dibawah 80.

Tabel 4. Hasil Analisis Tingkat Potensi Kebakaran

Kluster	Jumlah Data	Rata-rata <i>Confidence</i>
Kluster 1	696	60.3477
Kluster 2	4	100

**6. KESIMPULAN DAN SARAN**

**6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis dari implementasi algoritma *improved k-means* untuk mengelompokan titik panas bumi dan diujikan dengan menggunakan metode *silhouette coefficient*, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulannya sebagai berikut:

1. Metode *improved k-means* berhasil diimplementasikan pada sistem untuk mengelompokkan data titik panas bumi.
2. Metode *improved k-means* yang diterapkan pada sistem dilakukan dengan 2 tahapan yaitu memilih titik pusat awal dan melakukan pengelompokan data dengan menggunakan metode *k-means clustering*.
3. Pada *improved k-means*, penentuan titik pusat diambil berdasarkan jarak terjauh antar data sehingga jika dilakukan pengujian berulang pada data yang sama nilai titik pusat awal tidak berubah.
4. Pengujian dilakukan menggunakan data yang berbeda-beda yaitu 50 data,100 data,200 data,300 data,400 data,500 data, 600 data dan 700 data dengan jumlah kluster 2 sampai dengan 10, mendapatkan nilai *silhouette coefficient* tertinggi pada kluster 2 dan untuk data 700 yaitu 0.908000874.
5. Hasil pengujian yang didapat dari nilai kluster terbaik yaitu 2, menghasilkan nilai *confidence* sebesar 100 pada kluster 2 dan nilai *confidence* 61.73986486 pada kluster 1. Dengan begitu, potensi terjadinya kebakaran pada titik panas yang terdapat pada kluster 2 lebih tinggi dari pada kluster 1.

**6.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka berikut merupakan beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

1. Data titik panas bumi yang digunakan lebih banyak dan bervariasi untuk parameternya, tidak hanya *brightness* dan *frp* sehingga

semakin banyaknya parameter yang digunakan akan diketahui hasil yang lebih akurat dan bisa lebih baik dari pengujian sebelumnya yang telah dilakukan.

2. Untuk metode yang digunakan agar dilakukan perbandingan dengan metode lainnya. Perbandingan metode dilakukan agar diketahui, metode manakah yang akan menghasilkan nilai terbaik dari pengelompokan data titik panas bumi.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Alisjahbana, A., Minnemeyer, S. & Anderson, J., 2014. *Kebakaran Hutan Indonesia Membawa Lebih Banyak Asap ke Asia Tenggara*, Riau: World Resoueces Institute.
- BBC, 2016. *Ratusan titik panas bermunculan di Sumatera*, s.l.: BBC.
- Giglio, L., Csiszar, I. & Justice, C. O., 2006. Global distribution and seasonality of active fires as observed with the Terra and Aqua Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) sensors. *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*.
- Glauber, A. J., Moyer, S., Adriani, M. & Gunawan, I., 2016. *Kerugian dari Kebakaran Hutan*, s.l.: Work Bank Group.
- Gosno, E. B., Arieshanti, I. & Soelaiman, R., 2013. Implementasi KD-Tree *K-means* klastering untuk Klasterisasi Dokumen. *JURNAL TEKNIK POMITS*, Volume 2, pp. 432-437.
- Guang-ping, C. & Wen-peng, W., 2012. An Improved K-means Algorithm with Meliorated Initial Center. *The 7th International Conference on Computer Science & Education*, Volume 12, pp. 150-153.
- Handoyo, R., M, R. R. & Nasution, S. M., 2014. Perbandinga Metode Clustering menggunakan metode single linkage dan k-means pada pengelompokan dokumen. Volume 15, pp. 73-82.
- Heryalianto, S. C., 2006. Studi Tentang Sebaran Titik Panas (Hotspot) Sebagai Penduga Kebakaran Hutan dan Lahan Di Provisi Kalimantan Barat Tahun 2003 dan tahun 2004,s.l.: Intitude Pertanian Bogor.
- Massal, F., Manjin, S., Juni, E. & Graham, F. d. L. L. B., 2014. *Monitoring Hotspot dan Investigasi Kebakaran di Wilayah Kerja KFCP*, Kalimantan: Indonesia-Australia

Forest Carbon Partnership.

- Ong, J. O., 2013. IMPLEMENTASI ALGORITMA *K-MEANS CLUSTERING* UNTUK MENENTUKAN STRATEGI MARKETING PRESIDENT UNIVERSITY. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Volume 12, pp. 10-20.
- Roswintiarti, O., 2016. Informasi Titik Panas (Hotspot) Kebakaran Hutan/Lahan. *Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh Deputi Bidang Penginderaan Jauh – LAPAN*, pp. 1-15.