

PENDETEKSIAN POTENSIAL *HOTSPOT* DATA SATELIT DAN *GROUND CHECK* BERBASIS ALGORITMA *CLUSTERING K-MEANS*

Fitri Handayani^{a,1,*}, Rony Teguh^{a,2}, Ariesta Lestari^{a,3}

^a Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

* corresponding author

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords

Hotspot
Clustering
Pulang Pisau
K-Mean Algoritma
Ground check

In this study, these is a grouping of hotspot data to determine the pattern of areas that are prone and not prone to hotspots in Pulang Pisau Regency in the last 5 years, The dataset starting from 2015-2019. We use the hotspot data for grouping process uses the K-Means clustering algorithm in this computation. After the clustering results are obtained, then the data will be validated using ground check data to determine the accuracy of the clustering results. The validation process is carried out by comparing the coordinates of the clustered data with ground check data at the same location to find out whether the clustering results are really accurate.

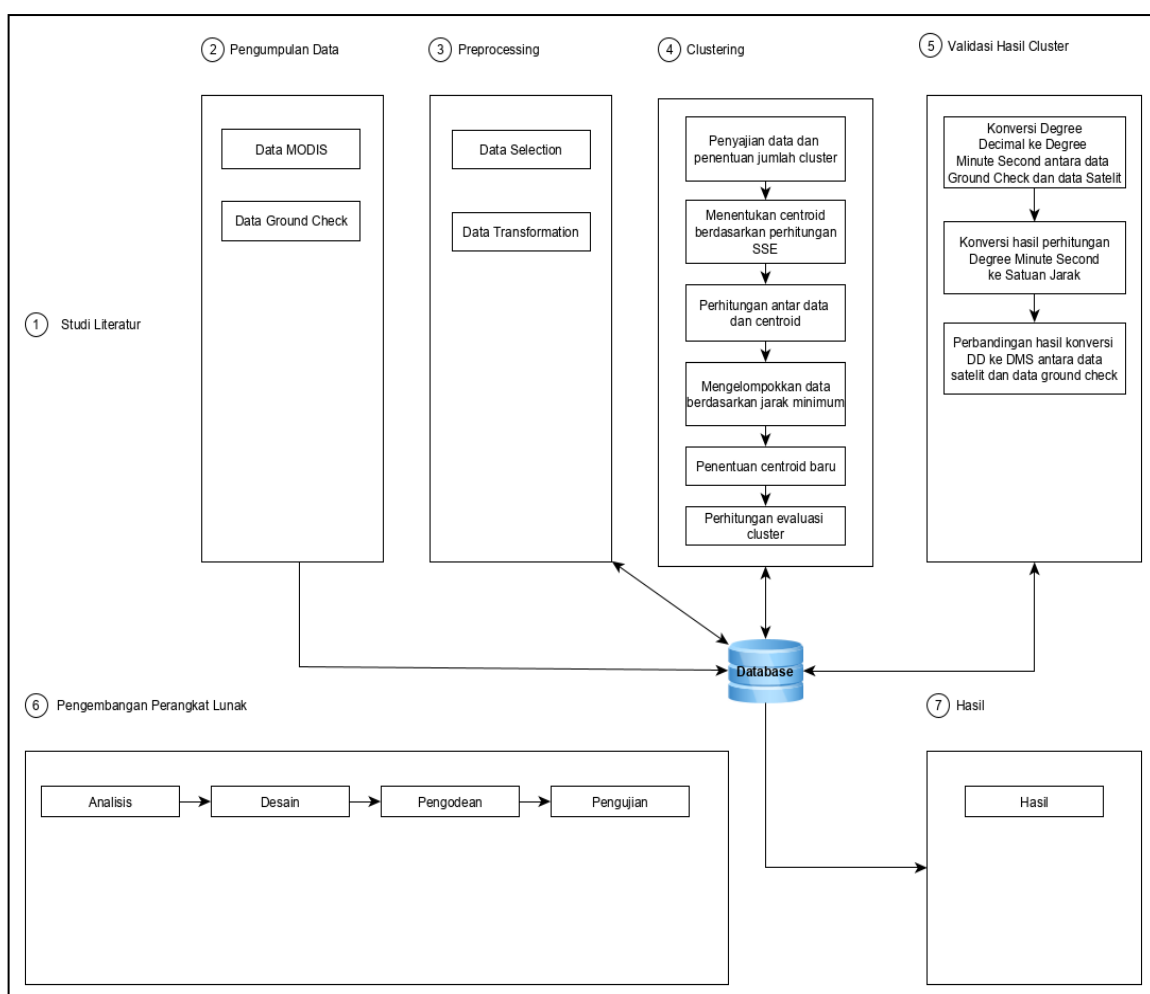
1. Pendahuluan

Kebakaran hutan dan lahan hampir terjadi secara berulang setiap tahun di Indonesia, termasuk daerah Kabupaten Pulang Pisau. Sehingga dibutuhkan deteksi dini agar masyarakat dapat siap siaga dalam menghadapi kebakaran. Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk deteksi dini kebakaran hutan dan lahan adalah dengan mengecek apakah hotspot yang muncul berpotensi menyebabkan kebakaran atau tidak. Apabila hotspot muncul di area yang rawan kebakaran, maka hotspot tersebut lebih berpotensi menyebabkan kebakaran. Oleh sebab itu dibuatlah suatu sistem untuk mengetahui suatu daerah tergolong rawan atau tidak rawan terhadap titik api. Langkah awal yang dapat dilakukan untuk memperkirakan daerah mana saja yang berpotensi terhadap titik api dan tidak berpotensi terhadap titik api di wilayah kabupaten Pulang Pisau adalah dengan melakukan pengelompokan hotspot menggunakan algoritma clustering K-Means.

Algoritma 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 sehingga data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan ke dalam satu cluster yang sama dan data yang mempunyai karakteristik yang berbeda dikelompokkan ke dalam kelompok yang lain [1]. Namun terkadang terdapat kendala dalam pendeteksian data hotspot. Dari data satelit Terra/Aqua masih memiliki kelemahan dalam menentukan titik atau zona potensi hotspot, karena terkadang data citra MODIS masih mengalami gangguan alam oleh awan, garis-garis maupun pancaran sinar matahari yang menyebabkan informasi yang diperoleh kadang kurang sesuai [2]. Sehingga perlu dilakukan validasi untuk mengetahui keakuratan pola dari hasil clustering dengan menggunakan data ground check. Proses validasi dilakukan dengan melakukan perbandingan titik koordinat antara data hasil clustering dengan data ground check di lokasi yang sama.

Beberapa penelitian sebelumnya yang terkait penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Nur Armina Rahmah [3] yang melakukan pengelompokan hotspot dengan algoritma clustering K-Means untuk menentukan waktu terjadinya hotspot berdasarkan karakteristik lokasi dan confidence di Kalimantan Selatan. Sukanto, Ibnu Daqiqil Id, T. Rahmilia Angraini Al-mar'atush Shoolihah, M. Tanzil Furqon, Agus Wahyu Widodo [1] yang melakukan pengelompokan hotspot dengan algoritma clustering K-Means untuk menentukan daerah mana saja yang termasuk kategori daerah sangat rawan api, rawan api dan tidak rawan api di Provinsi Riau. Penelitian Athifaturrofifah, Rito Goejantoro dan Desi Yuniarti [4] yang melakukan pengelompokan hotspot dengan algoritma k-means dan k-medoids untuk menentukan algoritma mana yang lebih baik dalam menentukan potensi kebakaran hutan/lahan.

2. Metodologi Penelitian



Gambar 1 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini, metode penelitian di bagi atas beberapa kerangka kerja yaitu :

a. Studi Literatur

Studi literatur yang akan digunakan pada penelitian ini adalah berbagai referensi berupa buku, jurnal maupun artikel yang relevan dengan topik permasalahan yang akan dibahas.

b. Pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan data *hotspot* citra sensor MODIS dari satelit aqua dan terra pada tahun 2015-2019 dari bulan Januari-Desember yang tersebar di Kalimantan Tengah diambil dari website Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dengan total sebanyak 29.888 data dan menggunakan data *ground check* tahun 2019 diperoleh dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Pulang Pisau dengan total 148 data.

c. Preprocessing data

Pada tahap preprocessing terdapat proses *data selection* dan *data transformation*. *Data selection* merupakan proses penyeleksian data apa saja yang digunakan dalam perhitungan *clustering* dengan *K-Means*. Sedangkan pada *data transformation* terdapat proses normalisasi *min-max* [1] dengan persamaan berikut.

$$X^* = \frac{x - \min(X)}{\max(X) - \min(x)} \quad (1)$$

Dimana nilai X ada data yang akan dinormalisasi, $\min(X)$ adalah nilai minimal dari range data yang akan dinormalisasi dan $\max(X)$: nilai maksimal dari range data yang akan di normalisasi.

d. Proses Clustering

Pada tahapan proses clustering meliputi:

1. Penyajian data dan penentuan jumlah *cluster*
2. Menentukan *centroid* berdasarkan perhitungan *sum square of error* (SSE)

Proses penentuan *centroid* berdasarkan nilai SSE menggunakan persamaan berikut [5].

$$SSE = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^k d(p_1 - m_i)^2 \quad (2)$$

Dimana nilai d adalah jarak minimum dari hasil perhitungan antara data dengan titik pusat *cluster*, p_i adalah fitur atau atribut dari data ke-i dan, m_i adalah fitur atau atribut titik pusat *cluster* ke-i

3. Perhitungan antar data dan *centroid* menggunakan *euclidean distance*

Proses penentuan *centroid* berdasarkan nilai *euclidean distance* menggunakan persamaan berikut [6].

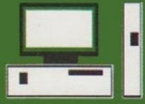
$$D_e = \sqrt{(x_i - s_i)^2 + (y_i - t_i)^2} \quad (3)$$

Dimana, D_e adalah *Euclidean Distance*, I adalah banyaknya objek, (x,y) merupakan koordinat objek, dan (s,t) merupakan koordinat *centroid* (titik pusat *cluster*)

4. Mengelompokkan data berdasarkan jarak minimum
5. Penentuan *centroid* baru

Proses penentuan *centroid* baru menggunakan persamaan berikut [6].

$$\bar{v}_{ij} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=0}^{N_i} x_{kj} \quad (4)$$



Dimana \bar{v}_{ij} adalah *centroid*/rata-rata *cluster* ke- i untuk variabel ke- j , N_i = jumlah data yang menjadi anggota *cluster* ke- i , i, k adalah indeks dari *cluster*, j adalah indeks dari variable dan x_{kj} = nilai data ke- k yang ada di dalam *cluster* tersebut untuk variabel ke- j .

6. Perhitungan evaluasi *cluster* menggunakan metode *Davies Bouldien Index*
Proses perhitungan evaluasi hasil *cluster* terdiri dari beberapa tahapan berikut ini [7].

a. *Sum square of within* (SSW)

Proses perhitungan nilai SSW menggunakan persamaan berikut ini.

$$SSW = \frac{1}{m} \sum_{j=i}^{m_i} d(x_j - c_i) \quad (5)$$

Dari persamaan tersebut, m_i merupakan jumlah data dalam *cluster* ke- i , c_i adalah *centroid cluster* ke- i , dan $d()$ merupakan jarak setiap data ke *centroid* yang dihitung menggunakan jarak *euclidean*.

b. *Sum square of between* (SSB)

Proses perhitungan nilai SSB menggunakan persamaan berikut.

$$SSB_{i,j} = d(c_i c_j) \quad (6)$$

c. *Ratio*

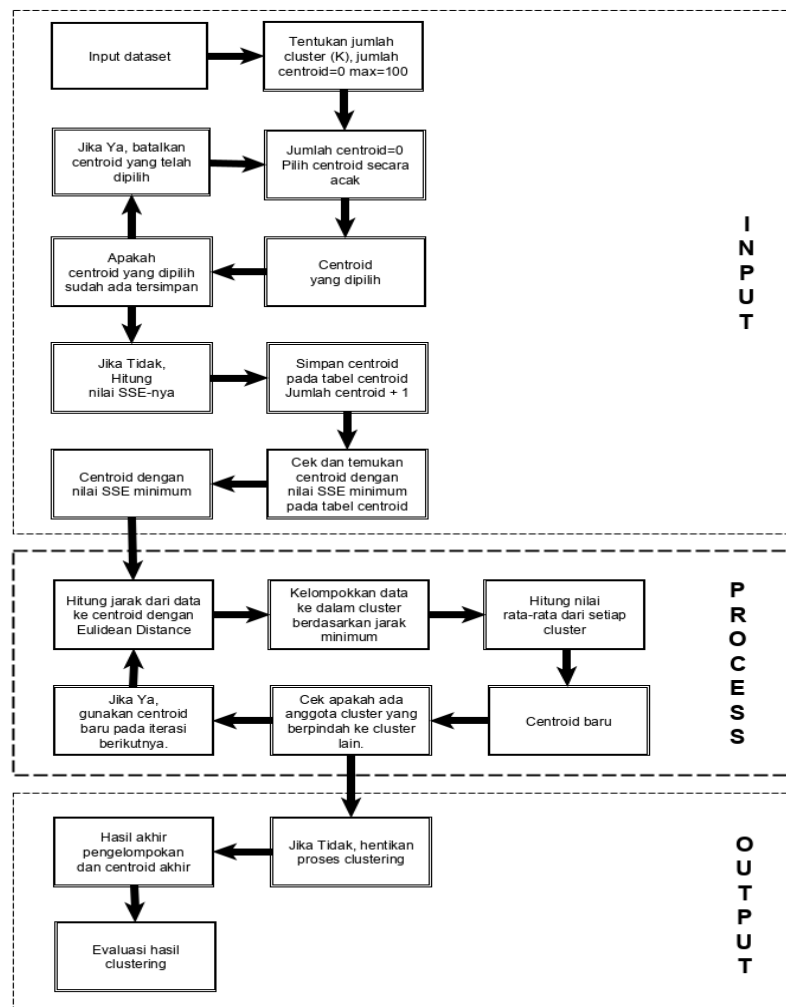
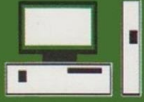
Proses perhitungan nilai *Ratio* menggunakan persamaan berikut

$$R_{i,j} = \frac{SSW_i + SSW_j}{SSB_{i,j}} \quad (7)$$

d. *Davies Bouldin Index* (DBI)

Proses perhitungan nilai DBI menggunakan persamaan berikut.

$$DBI = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \max_{i \neq j} (R_{i,j}) \quad (8)$$



Gambar 2 Diagram blok proses *clustering*

e. Validasi hasil cluster

Proses validasi dilakukan dengan membandingkan titik koordinat antara data satelit dan *ground check* dengan kondisi apabila jarak antara data satelit dan *ground check* tidak lebih dari radius 2 km maka data tersebut dianggap valid. Langkah awal yang dilakukan adalah mengubah nilai lintang dan bujur data dari bentuk *Degree Decimal* (DD) ke bentuk *Degree Minute Second* (DMS). Langkahnya sebagai berikut [8].

- Nilai D/ *Degree* diambil dari Nilai Integer bernilai positif.
- Nilai M/ *Minute* diambil dari Nilai Integer ((Pecahan Nilai *Degree*) * 60).
- Nilai S/ *Second* diambil dari ((Pecahan Nilai *Minute* * 60).

Apabila hasil perhitungan konversi telah ditemukan, selanjutnya mengubah DMS ke dalam satuan jarak (m atau km). Berikut ini adalah konversi *Degree Minute Second* (DMS) dalam

ukuran jarak. 1 derajat = 40,075 km: 360 ° = 111,320 Km, 1 menit = 111,320 Km: 60 = 1,855 Km, 1 detik = 1,855 Km: 60 = 30,92 Meter.

Hasil perhitungan DMS dari data *ground check* yang telah dikonversi ke dalam satuan jarak selanjutnya dibandingkan dengan hasil jarak dari data satelit. Jika jaraknya < 2 km maka dianggap data satelit valid dibuktikan dengan data *ground check* tersebut.

f. Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Metode pengembangan perangkat lunak yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Metode Waterfall [9]. Metode Waterfall menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terturut dimulai dari analisis, desain, pengkodean dan pengujian. Tahap analisis menggunakan flowchat, tahap desain menggunakan Unified Modelling System, pengodean dan impelentasi desain sistem menggunakan Bahasa pemrograman PHP dan DMBS MySQL serta pengujian menggunakan metode black box.

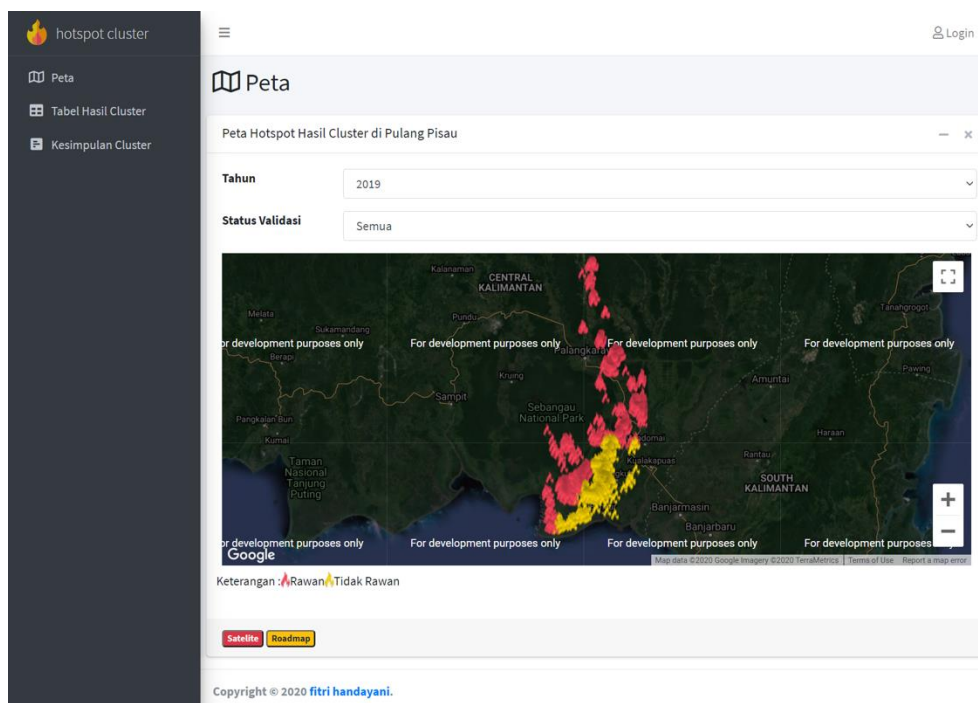
g. Hasil

Pada tahap ini keseluruhan proses dari hasil penelitian akan disimpulkan berdasarkan dari proses clustering, analisis, desain, pengodean sampai dengan tahap pengujian terhadap sistem yang telah dibuat.

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Clustering

Dari hasil clustering dari tahun 2015-2019, jumlah hotspot dapa



Gambar 3 Visualisasi hasil *cluster*

a. Data satelit tahun 2015

Data *hotspot* dari satelit pada tahun 2015 yang didapatkan dalam proses pengumpulan data berjumlah 6271 data. Dataset *hotspot* yang dimiliki masih mencakup wilayah Kalimantan Tengah. Untuk itu dilakukan seleksi data mana saja yang akan digunakan menyesuaikan dengan lokasi yang dijadikan objek penelitian. Sehingga dilakukan *selection* data agar data-data yang digunakan hanya data yang terdapat di Kabupaten Pulang Pisau saja. Setelah melalui proses data *selection*, jumlah keseluruhan dataset *hotspot* yang awalnya 6271 data menjadi 463 data. Setelah data diseleksi, seluruh data tersebut di normalisasi menggunakan persamaan 1. Dimana atribut yang dinormalisasi adalah kecamatan, lintang dan bujur. Setelah di normalisasi, selanjutnya data akan memasuki tahap *clustering*. Pada tahap *clustering* menggunakan dua *cluster* untuk menentukan daerah mana yang tergolong rawan dan tidak rawan. Proses ini membutuhkan sebanyak 3 iterasi sampai mendapatkan hasil *cluster* yang tidak berpindah. Berdasarkan hasil *cluster* yang telah dilakukan didapatkan hasil sebanyak 311 (75%) data yang masuk ke dalam kategori rawan dan 101 (25%) tidak rawan. Dari 311 data dalam *cluster* rawan 213 data diantaranya berada di Kecamatan Kahayan Kuala dan 61 data berada di Jabiren, maka dapat disimpulkan bahwa Kahayan Kuala merupakan daerah paling rawan di Pulang Pisau Pada Tahun 2015. Hasil *cluster* ini memiliki nilai DBI sebesar 0.907, karena nilai DBI ≥ 0 maka dapat disimpulkan bahwa hasil *cluster* sudah optimal. Hasil klaster data tahun 2015 tidak dapat divalidasi menggunakan data *ground check*. Hal ini dikarenakan tidak adanya data *ground check* yang didapatkan pada tahun tersebut. Sehingga persentase data yang tidak terkonfirmasi sebanyak 100%.

b. Data Satelit Tahun 2016

Data *hotspot* dari satelit pada tahun 2016 yang didapatkan dalam proses pengumpulan data berjumlah 1539 data. Dataset *hotspot* yang dimiliki masih mencakup wilayah Kalimantan Tengah. Untuk itu dilakukan seleksi data mana saja yang akan digunakan menyesuaikan dengan lokasi yang dijadikan objek penelitian. Sehingga dilakukan *selection* data agar data-data yang digunakan hanya data yang terdapat di Kabupaten Pulang Pisau saja. Setelah melalui proses data *selection*, jumlah keseluruhan dataset *hotspot* yang awalnya 870 data menjadi 43 data. Setelah data diseleksi, seluruh data tersebut di normalisasi menggunakan persamaan (1). Dimana atribut yang dinormalisasi adalah kecamatan, lintang dan bujur. Setelah di normalisasi, selanjutnya data akan memasuki tahap *clustering*. Pada tahap *clustering* menggunakan dua *cluster* untuk menentukan daerah mana yang tergolong rawan dan tidak rawan. Proses ini membutuhkan sebanyak 2 iterasi sampai mendapatkan hasil *cluster* yang tidak berpindah. Berdasarkan hasil *cluster* yang telah dilakukan didapatkan hasil sebanyak 37 (88%) data yang masuk ke dalam kategori rawan dan 5 (12%) data tidak rawan. Dari 37 data dalam *cluster* rawan 17 data diantaranya berada di kecamatan Kahayan Kuala, 13 data di Jabiren dan 6 data di Banama Tingang, maka dapat disimpulkan bahwa Kahayan Kuala, Jabiren dan Banama Tingang merupakan daerah paling rawan di Pulang Pisau Pada Tahun 2016. Hasil *cluster* ini memiliki nilai DBI sebesar 0.778, karena nilai DBI ≥ 0 maka dapat disimpulkan bahwa hasil *cluster* sudah optimal. Hasil klaster data tahun 2016 tidak dapat divalidasi menggunakan data *ground check*. Hal ini dikarenakan tidak adanya data *ground check* yang didapatkan pada tahun tersebut. Sehingga persentase data yang tidak terkonfirmasi sebanyak 100%.

c. Data Satelit Tahun 2017

Data *hotspot* dari satelit pada tahun 2017 yang didapatkan dalam proses pengumpulan data berjumlah 748 data. Dataset *hotspot* yang dimiliki masih mencakup wilayah Kalimantan Tengah. Untuk itu dilakukan seleksi data mana saja yang akan digunakan menyesuaikan dengan lokasi yang dijadikan objek penelitian. Sehingga dilakukan *selection* data agar data-data yang digunakan hanya data yang terdapat di Kabupaten Pulang Pisau saja. Setelah melalui proses data *selection*, jumlah keseluruhan dataset *hotspot* yang awalnya 748 data menjadi 58 data. Setelah data diseleksi, seluruh data tersebut di normalisasi menggunakan persamaan 1. Dimana atribut yang dinormalisasi adalah kecamatan, lintang

dan bujur. Setelah di normalisasi, selanjutnya data akan memasuki tahap *clustering*. Pada tahap *clustering* menggunakan dua *cluster* untuk menentukan daerah mana yang tergolong rawan dan tidak rawan. Proses ini membutuhkan sebanyak 2 iterasi sampai mendapatkan hasil *cluster* yang tidak berpindah. Berdasarkan hasil *cluster* yang telah dilakukan didapatkan hasil sebanyak 50 (86%) data yang masuk ke dalam kategori rawan dan 8 (14%) data tidak rawan. Dari 50 data dalam *cluster* rawan, 42 data diantaranya berada di kecamatan Sebangau Kuala, dan 5 data di Kahayan Kuala, maka dapat disimpulkan bahwa Sebangau Kuala dan Kahayan Kuala merupakan daerah paling rawan di Pulang Pisau Pada Tahun 2017. Hasil *cluster* ini memiliki nilai DBI sebesar 0.795, karena nilai DBI ≥ 0 maka dapat disimpulkan bahwa hasil *cluster* sudah optimal. Hasil klaster data tahun 2017 tidak dapat divalidasi menggunakan data *ground check*. Hal ini dikarenakan tidak adanya data *ground check* yang didapatkan pada tahun tersebut. Sehingga persentase data yang tidak terkonfirmasi sebanyak 100%.

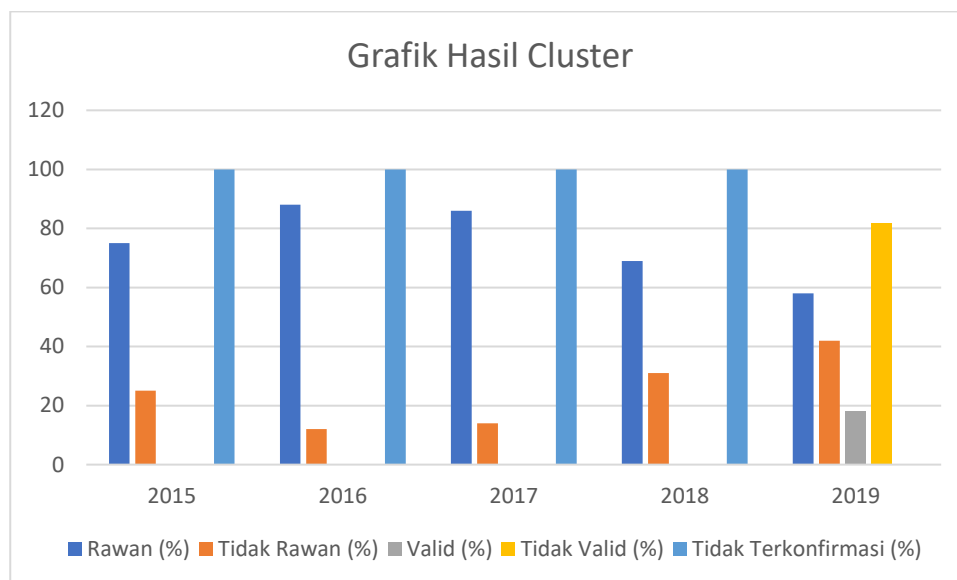
d. Data Satelit Tahun 2018

Data *hotspot* dari satelit pada tahun 2018 yang didapatkan dalam proses pengumpulan data berjumlah 1381 data. *Dataset hotspot* yang dimiliki masih mencakup wilayah Kalimantan Tengah. Untuk itu dilakukan seleksi data mana saja yang akan digunakan menyesuaikan dengan lokasi yang dijadikan objek penelitian. Sehingga dilakukan *selection* data agar data-data yang digunakan hanya data yang terdapat di Kabupaten Pulang Pisau saja. Setelah melalui proses data *selection*, jumlah keseluruhan *dataset hotspot* yang awalnya 1381 data menjadi 392 data. Setelah data diseleksi, seluruh data tersebut di normalisasi menggunakan persamaan 1. Dimana atribut yang dinormalisasi adalah kecamatan, lintang dan bujur. Setelah di normalisasi, selanjutnya data akan memasuki tahap *clustering*. Pada tahap *clustering* menggunakan dua *cluster* untuk menentukan daerah mana yang tergolong rawan dan tidak rawan. Proses ini membutuhkan sebanyak 2 iterasi sampai mendapatkan hasil *cluster* yang tidak berpindah. Berdasarkan hasil *cluster* yang telah dilakukan didapatkan hasil sebanyak 269 (69%) data yang masuk ke dalam kategori rawan dan 123 (31%) data tidak rawan. Dari 269 data dalam *cluster* rawan, 141 data berada di kecamatan Sebangau Kuala dan 128 data di Pedih Batu, maka dapat disimpulkan bahwa Sebangau Kuala dan Pedih Batu merupakan daerah paling rawan di Pulang Pisau Pada Tahun 2018. Hasil *cluster* ini memiliki nilai DBI sebesar 0.687, karena nilai DBI ≥ 0 maka dapat disimpulkan bahwa hasil *cluster* sudah optimal. Hasil klaster data tahun 2018 tidak dapat divalidasi menggunakan data *ground check*. Hal ini dikarenakan tidak adanya data *ground check* yang didapatkan pada tahun tersebut. Sehingga persentase data yang tidak terkonfirmasi sebanyak 100%.

e. Data Satelit Tahun 2019

Data *hotspot* dari satelit pada tahun 2019 yang didapatkan dalam proses pengumpulan data berjumlah 28341 data. *Dataset hotspot* yang dimiliki masih mencakup wilayah Kalimantan Tengah. Untuk itu dilakukan seleksi data mana saja yang akan digunakan menyesuaikan dengan lokasi yang dijadikan objek penelitian. Sehingga dilakukan *selection* data agar data-data yang digunakan hanya data yang terdapat di Kabupaten Pulang Pisau saja. Setelah melalui proses data *selection*, jumlah keseluruhan *dataset hotspot* yang awalnya 28341 data menjadi 3762 data. Setelah data diseleksi, seluruh data tersebut di normalisasi menggunakan persamaan 1. Dimana atribut yang dinormalisasi adalah kecamatan, lintang dan bujur. Setelah di normalisasi, selanjutnya data akan memasuki tahap *clustering*. Pada tahap *clustering* menggunakan dua *cluster* untuk menentukan daerah mana yang tergolong rawan dan tidak rawan. Proses ini membutuhkan sebanyak 2 iterasi sampai mendapatkan hasil *cluster* yang tidak berpindah. Berdasarkan hasil *cluster* yang telah dilakukan didapatkan hasil sebanyak 2198 (58%) data yang masuk ke dalam kategori rawan dan 1564 (42%) data tidak rawan. Dari 2198 data dalam *cluster* rawan, 794 data berada di kecamatan Jabiren, 781 data di Kahayan Kuala dan 397 data di Kahayan Hilir, maka dapat disimpulkan bahwa Jabiren merupakan daerah paling rawan di Pulang Pisau Pada Tahun 2019. Hasil *cluster* ini memiliki nilai DBI sebesar 0.750, karena nilai DBI ≥ 0 maka dapat disimpulkan bahwa hasil *cluster* sudah optimal. Selanjutnya data *hotspot* divalidasi menggunakan data *ground check*. Berdasarkan hasil validasi terdapat 687 data *hotspot* yang valid dari total 3762 *hotspot*

pada tahun 2019, dengan rincian 472 (68,7%) data berada dalam *cluster* rawan dan 215 (31,3%) data berada dalam *cluster* tidak rawan. Sehingga persentase data yang valid sebanyak 18,26% dan yang tidak valid sebanyak 81,74%.



Gambar 4 Grafik hasil *cluster* Per tahun

4. Penutup

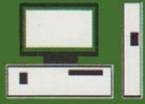
4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Dari proses *clustering* pada sistem, dalam 5 tahun terakhir ditemukan pola titik api untuk daerah paling rawan di Pulang Pisau terdapat di Kecamatan Kahayan Kuala, Sebangau Kuala, Banama Tingang, Pedih Batu, Kahayan Hilir dan Jabiren. Dengan rincian sebagai berikut.
 - a) Pada tahun 2015 sebanyak 311 (75%) data masuk ke dalam kategori rawan dan 101 (25%) tidak rawan.
 - b) Pada tahun 2016 sebanyak 37 (88%) data masuk ke dalam kategori rawan dan 5 (12%) data tidak rawan.
 - c) Pada tahun 2017 sebanyak 50 (86%) data masuk ke dalam kategori rawan dan 8 (14%) data tidak rawan.
 - d) Pada tahun 2018 sebanyak 269 (69%) data masuk ke dalam kategori rawan dan 123 (31%) data tidak rawan.
 - e) Pada tahun 2019 sebanyak 2198 (58%) data yang masuk ke dalam kategori rawan dan 1564 (42%) data tidak rawan.
2. Dalam proses validasi data, data yang di validasi hanya data tahun 2019 dikarenakan tidak adanya data *ground check* yang didapatkan pada tahun 2015-2018 sehingga persentase data yang tidak terkonfirmasi pada tahun 2015-2018 sebanyak 100%. Pada data tahun 2019 berdasarkan hasil validasi terdapat 687 data *hotspot* yang valid dari total 3792 *hotspot* dengan rincian 472 (68,7%) data berada dalam *cluster* rawan dan 215 (31,3%) data berada dalam *cluster* tidak rawan. Untuk persentase data yang valid sebanyak 18,26% dan yang tidak valid sebanyak 81,74% dari total keseluruhan jumlah data.

4.2 Saran

Penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga peneliti mengajukan beberapa saran berikut.



1. Penentuan titik awal *centroid* sebaiknya menggunakan metode lain untuk lebih mengoptimalkan proses *cluster* dan meningkatkan kinerja dari algoritma *clustering k-means*.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode *cluster* lainnya yang lebih baik atau terbaru agar hasil yang diperoleh lebih optimal.

Ucapan terima kasih

Elemenesia selaku pemberi Beasiswa Penelitian Elemenesia 2020 yang membantu dari segi biaya yang diperlukan peneliti untuk menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Sukanto, Ibnu Daqiqil Id dan T.Rahmilia Angraini. 2018. Penentuan Daerah Rawan Titik Api di Provinsi Riau Menggunakan Clustering Algoritma K-Means. *Jurnal Informatika(Juita)*. 4 (2) : 137-148.
- [2] Endrawati, 2016. Analisis Data Titik Panas (Hotspot) dan Areal Kebakaran Hutan dan Lahan tahun 2016. Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan, Ditjen Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan : Jakarta.
- [3] Rahmah, Nur Armina. 2017. Karakteristik Waktu Terjadi Hotspot Menggunakan K-Means Clustering Di Wilayah Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik "Technologia"*. 8 (1) : 20-24..
- [4] Athifaturrofifah, Rito Goejantoro, dan Desi Yuniarti, 2019. 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). *Jurnal EKSPONENSIAL*. 10(2):143-151
- [5] Qi, J., Yu, Y., Wang, L. & Liu, J. 2016. K*-Means: An effective and efficient kmeans clustering algorithm. *Big Data and Cloud Computing (BDCloud), Social Computing and Networking (SocialCom), Sustainable Computing and Communications (SustainCom), 2016 IEEE International Conferences on IEEE*, pp. 242-249.
- [6] Poteras, C.M., Mihăescu, M.C. & Mocanu, M. 2014. An optimized version of the kmeans clustering algorithm. *Proceedings of the 2014 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, pp. 695–699.
- [7] Bates, A. & Kalita, J. 2016. Counting clusters in twitter posts. *Proceedings of the 2nd International Conference on Information Technology for Competitive Strategies*, pp. 85.
- [8] Data Resource Centre, University of Guelph. (2012). Convert Degrees Minutes Seconds Values To Decimal Degree Values in Values To Decimal Degree Values in. https://www.lib.uoguelph.ca/sites/default/files/converting_latitude_longitude_in_dms_to_dd_ten_one.pdf. Diakses pada 29 Agustus 2020.
- [9] Shalahuddin, Rosa.A.S.M. 2018. *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Bandung : Informatika Bandung.
- [10] Teguh, Rony & Igarashi, Hajime. 2015. Optimization of sensor network topology in deployed in inhomogeneous lossy media. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*. 13(2): 469-477.