Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: galungwaknook@gmail.co

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
5 (3) 2025, Page: 27956-27965

Pengembangan Sistem Informasi Geografis (Sig) *Monitoring* Kebakaran Hutan Di Kalimantan Barat Menggunakan Algoritma *K-Means*

Andrea Risli[1], Putri Yuli Utami[2*], Istikoma[3]
[1,2,3]Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Pontianak
Email: 201230004@unmuhpnk.ac.id[1], putriyuli@unmuhpnk.ac.id[2*], istikoma@unmuhpnk.ac.id[3]

Published: Oktober, 2025

ABSTRAK

Forest and land fires are one of the natural phenomena that always occur in West Kalimantan, forest and land fires cause environmental damage and health problems. The rainfall factor has an influence on the occurrence of forest and land fires, the higher the rainfall, the smaller the occurrence of fires. The need for information related to hotspots (diffusion of hot spots) is a mitigation of forest and land fire prevention. This research uses the K-Means algorithm to cluster or to group hotspots in the West Kalimantan region, namely the districts of Kubu Raya and Mempawah. The grouping is done based on 3 clusters, namely low, high, and very high. The results of the research were obtained by cluster per sub-district.

Keywords: Cluster, Rainfall, K-Means, Hotspot.

ABSTRAK

Kebakaran hutan dan lahan merupakan salah satu fenomena alam yang selalu terjadi di Kalimantan Barat, kebakaran hutan dan lahan mengakibatkan kerusakan lingkungan dan gangguan kesehatan. Faktor curah hujan berpengaruh terhadap kejadian kebakaran hutan dan lahan, semakin tinggi curah hujan maka semakin kecil terjadinya kebakaran. Perlunya informasi terkait *hotspot* (penyebaran titik panas) merupakan mitigasi pencegahan kebakaran hutan dan lahan. Penelitian ini menggunakan algoritma *K-Means* untuk melakukan *cluster* atau untuk mengelompokkan hotspot di wilayah Kalimantan Barat yaitu kabupaten Kubu Raya dan Mempawah. Pengelompokkan yang dilakukan berdasarkan 3 *cluster* yaitu rendah, tinggi, dan sangat tinggi. Hasil penelitian diperoleh *cluster* per kecamatan.

Kata kunci: *Cluster,* Curah Hujan, *K-Means*, *Hotspot.*

© The Author(s). 2025 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan merupakan bencana alam yang sering terjadi di Kalimantan Barat, mengakibatkan aktivitas masyarakat menjadi terganggu karena asap kebakaran dan dapat berdampak serius pada kesehatan. Faktor utama dari kebakaran hutan di Kalimantan Barat menurut pengamat yaitu pembukaan lahan baru yang disalahgunakan dan adanya api yang terpapar hembusan angin kencang mengenai daerah lahan yang beresiko mudah terbakar seperti lahan gambut. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, pada 2011 Kalimantan Barat memiliki 2,2 juta hektar lahan gambut, 20% dari total 14 juta hektar wilayahnya. Rendahnya curah hujan meningkatkan risiko kebakaran hutan dan lahan, sementara curah hujan tinggi mengurangi kemungkinan kebakaran. Menurut data satelit dari website BRIN fire hotspot daerah Kalimantan Barat pada tahun 2023, sebaran hotspot sebanyak 30.964 titik, Kabupaten Kubu Raya 1626 titik, dan Kabupaten Mempawah sebanyak 1015 titik, setiap tahunnya dari kedua kabupaten tersebut mengalami kenaikan titik hotspot. Kebakaran hutan yang terjadi di kabupaten Kubu Raya dan Mempawah mengakibatkan kualitas udara

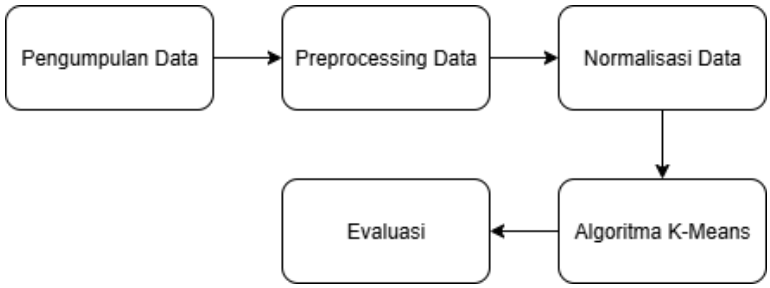
di kabupaten Kubu Raya dan Mempawah dan sekitarnya menjadi buruk sehingga mengganggu aktifitas masyarakat. Menurut BMKG Kalimantan Barat kebakaran hutan terjadi karena rendahnya curah hujan. Oleh karena itu penulis mengembangkan sistem monitoring untuk membantu mengurangi dampak kebakaran.

Penelitian ini mengelompokkan *hotspot* di wilayah Kalimantan Barat yaitu kabupaten Kubu Raya dan Mempawah. Pengelompokkan yang dilakukan berdasarkan 3 *cluster* yaitu rendah, tinggi, dan sangat tinggi. Hasil penelitian diperoleh *cluster* per kecamatan. Algoritma yang digunakan untuk melakukan cluster ini yaitu algoritma K-Means, algoritma ini digunakan karena dapat memisahkan area yang terpengaruh kebakaran berdasarkan data spasial secara efektif dan efisien. K-Means juga dapat melakukan analisis skala besar.

Berdasarkan penelitian terdahulu oleh (Utami, P. Y. (2023) tanda-tanda kebakaran hutan dan lahan dapat dideteksi dengan mengidentifikasi titik api di lokasi tertentu. Penelitian ini mengimplementasikan metode K-Means menggunakan RapidMiner, aplikasi ini freeware dan menyediakan berbagai metode pengolahan data yang mudah digunakan. Metode K-Means digunakan untuk mengumpulkan titik panas kebakaran hutan dan lahan. Proses pengumpulan data, pra-pemrosesan data, penerapan metode, evaluasi model, dan analisis hasil adalah bagian dari penelitian ini.

METODE

Dalam penelitian ini, terdiri dari lima langkah utama tahapan cluster Kmeans. Langkah-langkah tersebut yaitu pengumpulan data, preprocessing data, normalisasi data, algoritma k-means, dan evaluasi. Tahapan K-Means ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Cluster Kmeans

Pengumpulan Data

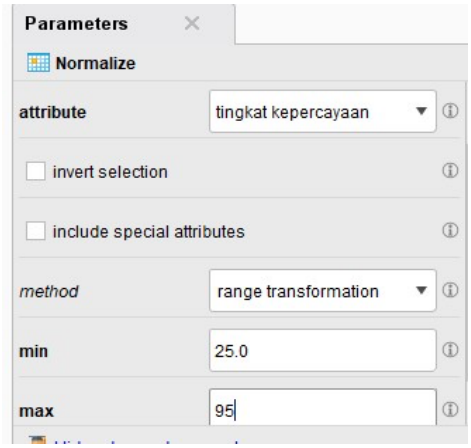
Penulis menggunakan dataset hotspot di provinsi Kalimantan Barat dari tahun 2020 sampai dengan tahun 2023, dataset didapatkan dari data satelit pemerintah yaitu *website* BRIN *Fire Hotspot* yang dikembangkan oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) . Wilayah yang penulis jadikan sampel pada penelitian ini yaitu Kabupaten Mempawah dan Kubu Raya. Data yang didapatkan berbentuk file *CSV* (*Comma Separated Values*) yang didalamnya terdapat beberapa informasi seperti waktu, tingkat kepercayaan, radius kemungkinan, serta titik lokasi dari *hotspot*. Penulis juga menggunakan data curah hujan provinsi Kalimantan Barat yang penulis dapatkan dari data online oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), data yang digunakan dari tahun 2020 sampai dengan 2023.

Preprocessing Data

Langkah pertama yang dilakukan penulis dalam *cluster* data yaitu *preprocessing data*, merupakan langkah-langkah untuk mempersiapkan *dataset* sebelum digunakan pada proses *cluster*. Pada tahap ini penulis membersihkan data yang missing dan mengurangi atribut data yang tidak diperlukan, karena penulis hanya menggunakan atribut radius kemungkinan dan Tingkat kepercayaan untuk menentukan kelas kebakaran yaitu rendah, tinggi , dan sangat tinggi.

Normalisasi *Data*

Sebelum data di cluster pada aplikasi Rapidminer penulis mengubah nilai parameter atribut tingkat kepercayaan, nilai minimal 25 dan nilai maximal 95. Proses normalisasi data dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Normalisasi Data

Melakukan normalisasi data atau standarisasi data untuk memperoleh skala kecil yang dapat mempermudah pada proses cluster, normalisasi digunakan pada tingkat kepercayaan untuk mendapatkan nilai persentase. Dengan nilai persentase memudahkan dalam pelabelan atribut tingkat kebakaran

Algoritma K-Means

Jumlah nilai k yang penulis gunakan adalah 3 yang menghasilkan 3 *cluster* yaitu rendah, tinggi, dan sangat tinggi. Adapun rumus persamaan Euclidean Distance yaitu:

$\text{Euclidean}(A,B) = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2$ Persamaan (1)

Dimana : x = radius kemungkinan, dan y = tingkat kepercayaan.

Jarak antar *cluster*:

$M_{01} = \sqrt{(1318.27-2489.55)^2+(25-95)^2} = \sqrt{(-1171.28)^2+(-70)^2} = \sqrt{1372576.84+4900} = \mathbf{1173.37}$

$M_{02} = \sqrt{(1318.27-1373.61)^2+(25-60)^2} = \sqrt{(-55.34)^2+(-35)^2} = \sqrt{3062.66+1225} = \mathbf{65.48}$

$M_{12} = \sqrt{(2489.55-1373.61)^2+(95-60)^2} = \sqrt{(1115.94)^2+(35)^2} = \sqrt{1245117.28+1225} = \mathbf{1116.49}$

Evaluasi

Dalam pengujian *K-Means*, penulis menggunakan persamaan *Davies Bouldin Index (DBI)* sebagai berikut:

DBI = $\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}\max_{j\neq i}(R_{ij})$ Persamaan (2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, disajikan hasil analisis clustering menggunakan algoritma K-Means terhadap data titik hotspot yang terdeteksi di wilayah Kabupaten Mempawah dan Kubu Raya. Proses clustering dilakukan untuk mengelompokkan titik-titik hotspot berdasarkan kedekatan spasialnya, dengan tujuan mengidentifikasi pola sebaran dan konsentrasi kejadian kebakaran hutan dan lahan. Hasil klaster yang diperoleh kemudian dianalisis untuk melihat distribusi titik panas di masing-masing cluster serta potensi wilayah yang memiliki tingkat kerawanan lebih tinggi terhadap kejadian hotspot.

Hasil dan Pembahasan Implementasi *K-Means*

Hasil cluster Kmeans hotspot kabupaten Mempawah dan Kubu Raya ditampilkan pada tabel 1.

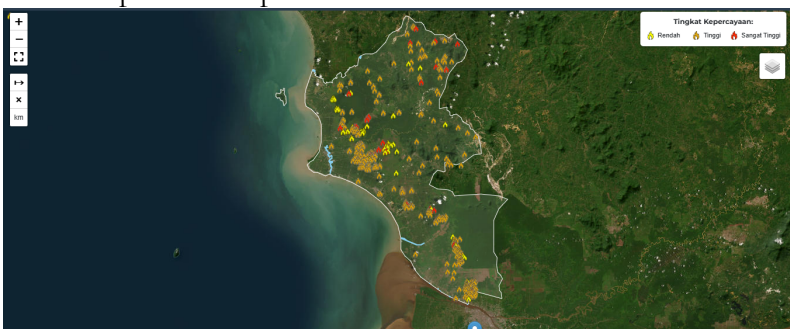
Tabel 1. Hasil Cluster K-Means

Kabupaten	Atribut	Cluster 0	Cluster 1	Cluster 2
Mempawah	Tingkat Kepercayaan	60	25	95
	Radius Kemungkinan	-0,039	-0,141	2,015
Kubu Raya	Tingkat Kepercayaan	60	25	95
	Radius Kemungkinan	-0,046	0,025	1,721

Jumlah *dataset hotspot* kabupaten Mempawah yang diambil dari tahun 2020 sampai dengan 2023 yaitu 2458 titik panas. Setelah data di *cluster* menghasilkan data *cluster* seperti yang ada pada tabel dibawah ini. Hasil *cluster* Kabupaten Mempawah menghasilkan nilai *centroid cluster* 0 dengan nilai *confident* 60% merupakan kelas tinggi , *cluster* 1 dengan nilai *confident* 25% merupakan kelas rendah dan *cluster* 2 dengan nilai *confident* 95% merupakan kelas sangat tinggi. Jumlah *dataset hotspot* kabupaten Kubu Raya yang diambil dari tahun 2020 sampai dengan 2023 yaitu 3772 titik panas. Hasil *cluster* Kabupaten Kubu Raya menghasilkan nilai *centroid cluster* 0 dengan nilai *confident* 60% merupakan kelas tinggi , *cluster* 1 dengan nilai *confident* 25% merupakan kelas rendah dan *cluster* 2 dengan nilai *confident* 95% merupakan kelas sangat tinggi.

Analisis dan Evaluasi Hasil *Cluster*

1. Analisis *Cluster* Kabupaten Mempawah



Gambar 3. Peta *Cluster Hotspot* Kabupaten Mempawah Tahun 2020-2023.

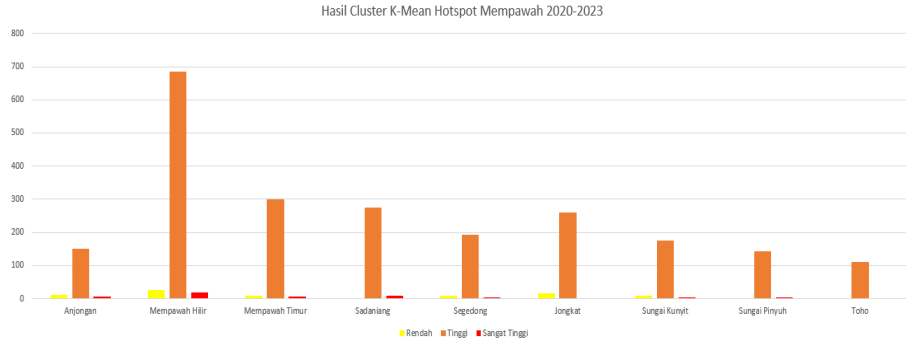
Berdasarkan dari hasil *cluster* kabupaten Mempawah diatas menghasilkan tabel *cluster* per kecamatan sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil *Clustering* menggunakan *K-Means* Kabupaten Mempawah

No	Kecamatan	Tahun	Rendah	Tinggi	Sangat Tinggi	Jumlah Titik Panas
1	Anjongan	2020	4	9	-	13
	(168 titik panas)	2021	-	3	-	3
		2022	4	58	2	64
		2023	4	80	4	88
2	Mempawah Hilir	2020	-	22	-	22
	(732 titik panas)	2021	4	48	2	54
		2022	16	272	6	294
		2023	6	344	12	362
3	Mempawah Timur	2020	2	16	-	18
	(316 titik panas)	2021	8	152	4	164
		2022	-	46	-	46
		2023	-	86	2	88
4	Sadaniang	2020	-	73	5	78
	(286 titik panas)	2021	-	38	1	39

No	Kecamatan	Tahun	Rendah	Tinggi	Sangat Tinggi	Jumlah Titik Panas
		2022	-	58	1	59
		2023	2	107	1	110
5	Segedong	2020	1	2	-	3
	(205 Titik Panas)	2021	4	61	1	66
		2022	1	21	-	22
		2023	4	108	2	114
6	Jongkat (278	2020	-	18	-	18
	titik panas)	2021	12	105	1	118
		2022	4	59	-	63
		2023	1	78	-	79
7	Sungai Kunyit	2020	-	14	-	14
	(187 titik panas)	2021	-	10	-	10
		2022	8	71	2	81
		2023	1	80	1	82
8	Sungai Pinyuh	2020	-	6	-	6
	(149 titik panas)	2021	1	41	1	44
		2022	-	61	3	64
		2023	1	35	-	36
9	Toho	2020	-	19	-	19
	(114 titik panas)	2021	1	13	-	14
		2022	-	25	-	25
		2023	1	55	-	56

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan jumlah titik panas per tahun pada Kabupaten Mempawah dari tahun 2020 sampai 2023. Tahun 2023 merupakan jumlah tertinggi yaitu terdeteksi 1015 titik panas. Pada tahun 2020 kecamatan Sadaniang memiliki titik panas paling tinggi yaitu 78 titik panas, pada tahun 2021 kecamatan Jongkat memiliki titik panas paling tinggi yaitu 118 titik panas, pada tahun 2022 kecamatan Mempawah Hilir memiliki titik panas paling tinggi dengan 249 titik panas dan pada tahun 2023 kecamatan Mempawah Hilir memiliki titik panas paling banyak yaitu 362 titik panas. Dari tabel *cluster hotspot* per kecamatan tersebut menghasilkan diagram batang dibawah ini:



Gambar 4. Diagram Batang *Hotspot* per Kecamatan Kabupaten Mempawah

Berdasarkan diagram diatas menunjukkan jumlah *hotspot* per kecamatan dari Kabupaten Mempawah, kecamatan Mempawah Hilir menjadi kecamatan dengan titik panas tertinggi di kabupaten Mempawah selama 4 tahun terakhir yaitu sebanyak 732 titik panas. Sedangkan kecamatan Toho menjadi kecamatan dengan titik panas terendah yaitu 114 titik panas. Berikut merupakan tabel daerah penanganan di Kabupaten Mempawah.

Tabel 3. Penanganan *Hotspot* Kabupaten Mempawah

Cluster	Tingkat	Kecamatan
Cluster 0	Tinggi	Anjongan, Mempawah Hilir, Mempawah Timur, Sadaniang, Segedong, Jongkat, Sungai Kunyit, Sungai Pinyuh dan Toho.
Cluster 1	Rendah	Anjongan, Mempawah Hilir, Mempawah Timur, Sadaniang, Segedong, Jongkat, Sungai Kunyit, Sungai Pinyuh dan Toho.
Cluster 2	Sangat Tinggi	Anjongan, Mempawah Hilir, Mempawah Timur, Sadaniang, Segedong, Jongkat, Sungai Kunyit dan Sungai Pinyuh.

Berdasarkan tabel diatas, pada *cluster* 0 (kategori tinggi) terdapat 9 kecamatan, pada *cluster* 1 (kategori rendah) terdapat 9 kecamatan, dan pada *cluster* 2 (kategori sangat tinggi) terdapat 8 kecamatan.

Berdasarkan data curah hujan diketahui bahwa ada 2246 *hotspot* dengan keadaan cuara berawan, 148 *hotspot* dengan keadaan hujan ringan, 31 *hotspot* dengan keadaan hujan sedang , 5 *hotspot* selama hujan lebat dan 5 *hotspot* selama hujan sangat lebat. Jadi kemungkinan yang masih terjadi kebakaran saat itu adalah 2394 *hotspot*.

2. Analisis *Cluster* Kabupaten Kubu Raya



Gambar 5. Peta *Hotspot* Kabupaten Kubu Raya Tahun 2020-2023

Berdasarkan dari hasil *cluster* kabupaten Kubu Raya diatas menghasilkan tabel *cluster* per kecamatan sebagai berikut:

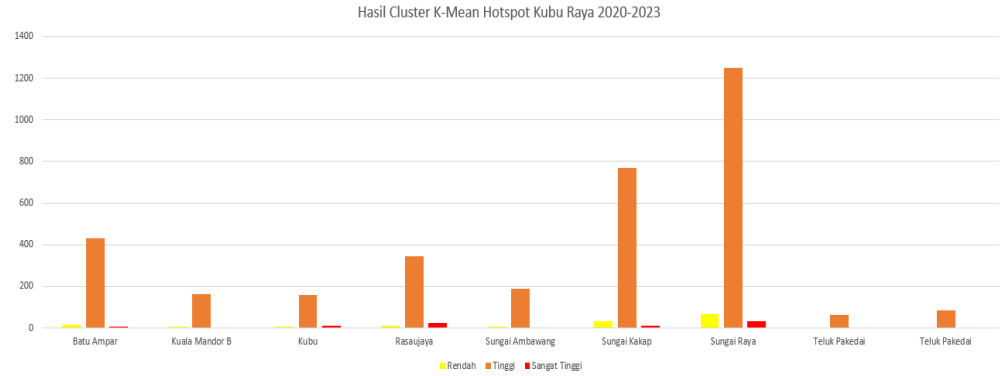
Tabel 4. Hasil *Clustering* menggunakan *K-Means* Kabupaten Kubu Raya

No	Kecamatan	Tahun	Rendah	Tinggi	Sangat Tinggi	Jumlah Titik Panas
1	Batu Ampar	2020	-	19	-	19
	(455 titik panas)	2021	2	75	-	77
		2022	2	48	-	50
		2023	10	291	8	309
2	Kuala Mandor B	2020	-	10	-	10
	(173 titik panas)	2021	2	51	-	53
		2022	1	44	2	47
		2023	3	59	1	63
3	Kubu	2020	-	14	-	14
	(175 titik panas)	2021	4	78	12	94
		2022	-	19	-	19
		2023	2	46	-	48
4	Rasaujaya	2020	-	11	-	11
	(379 titik	2021	3	179	14	196
	panas)	2022	6	78	3	87

No	Kecamatan	Tahun	Rendah	Tinggi	Sangat Tinggi	Jumlah Titik Panas
		2023	3	77	5	85
5	Sungai Ambawang	2020	-	34	-	34
	(196 Titik Panas)	2021	2	50	1	53
		2022	-	30	-	30
		2023	5	74	-	79
6	Sungai Kakap	2020	-	95	2	97
	(809 titik panas)	2021	10	294	3	307
		2022	13	176	1	190
		2023	9	203	3	215
7	Sungai Raya	2020	11	40	1	52
	(1350 titik panas)	2021	12	414	14	440
		2022	2	85	3	90
		2023	43	712	13	768
8	Teluk Pakedai	2020	-	11	1	12
	(68 titik panas)	2021	-	13	-	13
		2022	-	11	-	11
		2023	1	30	1	32
9	Teluk Pakedai	2020	-	16	1	17
	(89 titik panas)	2021	2	31	1	34
		2022	2	9	-	11
		2023	-	27	-	27

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan jumlah titik panas per tahun pada Kabupaten Kubu Raya dari tahun 2020 sampai 2023. Tahun 2023 merupakan jumlah tertinggi yaitu terdeteksi 1626 titik panas. Pada tahun 2020 kecamatan Sungai Kakap memiliki titik panas paling tinggi yaitu 97 titik panas, pada tahun 2021 kecamatan Sungai Raya memiliki titik panas paling tinggi yaitu 440 titik panas, pada tahun 2022 kecamatan Sungai Kakap memiliki titik panas paling tinggi dengan 190 titik panas dan pada tahun 2023 kecamatan Sungai Raya memiliki titik panas paling banyak yaitu 768 titik panas.

Dari tabel *cluster hotspot* per kecamatan tersebut menghasilkan diagram batang dibawah ini:



Gambar 6. Diagram Batang *Hotspot* per Kecamatan Kabupaten Kubu Raya

Berdasarkan diagram diatas menunjukkan jumlah *hotspot* per kecamatan dari Kabupaten Kubu Raya, kecamatan Sungai Raya menjadi kecamatan dengan titik panas tertinggi di kabupaten Kubu Raya selama 4 tahun terakhir yaitu sebanyak 1341 titik panas. Sedangkan kecamatan Teluk Pakedai menjadi kecamatan dengan titik panas terendah yaitu 69 titik panas. Berikut merupakan tabel daerah *cluster* di Kabupaten Kubu Raya.

Tabel 5. *Cluster Hotspot* Kabupaten Kubu Raya Tahun 2020-2023

Cluster	Tingkat	Kecamatan
Cluster 0	Tinggi	Batu Ampar, Kuala Mandor, Kubu, Rasau Jaya, Sungai Ambawang, Teluk Pakedai, dan Terentang.
Cluster 1	Rendah	Batu Ampar, Kuala Mandor, Kubu, Rasau Jaya, Sungai Ambawang, Teluk Pakedai, dan Terentang.
Cluster 2	Sangat Tinggi	Batu Ampar, Kuala Mandor, Kubu, Rasau Jaya, Sungai Ambawang, Teluk Pakedai, dan Terentang.

Berdasarkan tabel diatas, pada *cluster* 0 (kategori tinggi) terdapat 9 kecamatan, pada *cluster* 1 (kategori rendah) terdapat 9 kecamatan, dan pada *cluster* 2 (kategori sangat tinggi) terdapat 8 kecamatan.

Berdasarkan data curah hujan diketahui bahwa ada 3336 *hotspot* dengan keadaan cuaca berawan, 268 *hotspot* dengan keadaan hujan ringan, 76 *hotspot* dengan keadaan hujan sedang , 9 *hotspot* selama hujan lebat dan 5 *hotspot* selama hujan sangat lebat. Jadi kemungkinan yang masih terjadi kebakaran saat itu adalah 3604 *hotspot*.

Evaluasi *K-means* Menggunakan *Davies Bouldin Index (DBI)*

Pengujian *Davies Bouldin Index (DBI)* digunakan dalam evaluasi *cluster K-Means*. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel berikut:

PerformanceVector

```
PerformanceVector:
Avg. within centroid distance: 0.461
Avg. within centroid distance_cluster_0: 0.421
Avg. within centroid distance_cluster_1: 0.653
Avg. within centroid distance_cluster_2: 2.096
Davies Bouldin: 0.029
```

Gambar 7. Hasil pengujian *DBI* di *Software Rapidminer*

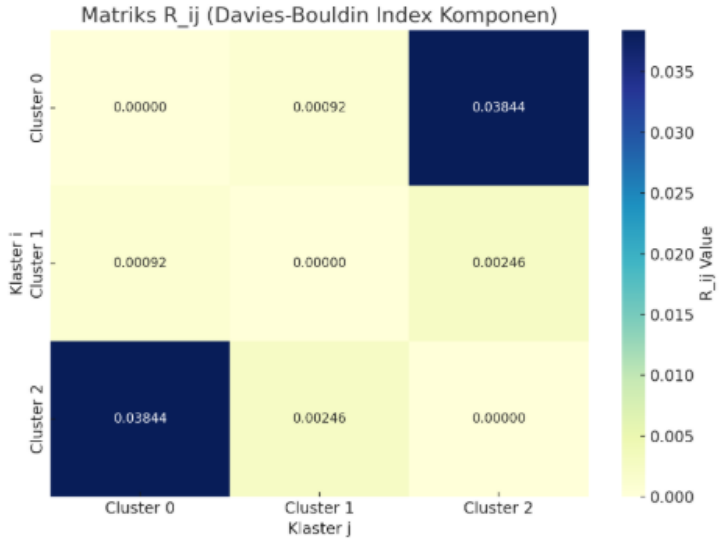
Setelah mendapatkan hasil nilai *DBI*, penulis masukkan nilai *DBI* tiap kabupaten ke dalam sebuah tabel berikut ini:

Tabel 6. Nilai *DBI K-Means*

Kecamatan	Cluster yang Terbentuk	Jumlah Titik Panas	DBI
Mempawah	Cluster 0	2294	0.421
	Cluster 1	90	0.424
	Cluster 2	51	2.077
	Keseluruhan	2435	0.029
Kubu Raya	Cluster 0	3454	0.414
	Cluster 1	150	0.573
	Cluster 2	90	2.148
	Keseluruhan	3694	0.030

Berdasarkan dari nilai *DBI* diatas diketahui bahwa nilai *DBI* terbaik yaitu ada pada nilai *DBI* keseluruhan kecamatan Mempawah yaitu mendapat nilai 0,029.

Perhitungan Manual:



Gambar 8. Matriks R_{ij} (DBI) *Dataset Hotspot* Mempawah

Berdasarkan matriks Rij diatas dapat diambil nilai tertinggi (Max) yaitu sebagai berikut :

max(Rij) : *cluster* 0 = 0.03844
cluster 1 = 0.00246
cluster 2 = 0.03844

Setelah mendapatkan nilai max(Rij) dari tiap cluster, kita bisa mencari nilai DBI keseluruhan dari data yaitu sebagai berikut:

DBI = 0.03844+0.00246+0.03844 / 3 = 0.0264

Hasil perhitungan Rapidminer dan perhitungan manual sangat mendekati yaitu 0.029 dan 0.0264, ini membuktikan perhitungan manual konsisten dengan hasil system.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil cluster *K-Means* mendapatkan 3 *cluster* dengan kriteria rendah, tinggi dan sangat tinggi. Pada kabupaten Mempawah 90 titik panas kriteria rendah, 2294 titik panas kriteria tinggi dan 51 titik panas kriteria sangat tinggi. Pada kabupaten Kubu Raya 150 titik panas kriteria rendah, 3454 titik panas kriteria tinggi dan 90 titik panas kriteria sangat tinggi. Berdasarkan data BMKG didapatkan kriteria curah hujan yaitu kriteria berawan, hujan ringan, hujan sedang, hujan lebat, dan hujan sangat lebat. Pada kabupaten Mempawah terdapat 2394 titik panas yang bisa memungkinkan terjadi kebakaran. Pada kabupaten Kubu Raya terdapat 3604 titik panas yang memungkinkan terjadinya kebakaran.

DAFTAR PUSTAKA

Adam, S.S., Rindarjono, M.G. and Karyanto, P. (2019) 'Sistem Informasi Geografi untuk Zonasi Kerentanan Kebakaran Lahan dan Hutan di Kecamatan Malifut, Halmahera Utara', Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK), 6(5), pp. 559–566.

Aronoff, S, 1989. "Geographic Information System a Management Perspective" (Terjemahan). WDL Publication, Ottawa-Canad.

Dicelebica, T.F., Akbar, A.A. and Jati, D.R. (2022) 'Identifikasi dan Pencegahan Daerah Rawan Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut Berbasis Sistem Informasi Geografis Di Kalimantan Barat', JURNAL ILMU LINGKUNGAN, 20(1), pp. 115–126. Available at: https://scholar.archive.org/work/he5toly4qjhibpsxpuxx7ahtme/access/wayback/https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/download/42483/pdf.

Lisakiyanto, D.R. and Sukojo, B.M. (2022) 'Pembangunan WebGIS Untuk Menampilkan Informasi Hotspot Sebagai Bentuk Pemantauan Terjadinya Kebakaran Hutan Dan Lahan Dengan Memanfaatkan Opensource Library Leaflet JavaScript (Studi Kasus: Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan)', Geoid , 18(1). Available at: https://iptek.its.ac.id/index.php/geoid/article/view/10281.

M. A. W. K. Murti, "Plagiat Merupakan Tindakan Tidak Terpuji Penerapan Metode KMeans Clustering Untuk Mengelompokan Potensi Produksi Buah – Buahan Di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta," 2017.

Riyanto, 2010. Sistem Informasi Geografis Berbasis Mobile. Yogyakarta: Penerbit Gava Media.

Sari, E.N., Debataraja, N.N. and Huda, N.M. (2022) 'PEMETAAN TINGKAT KERAWANAN KEBAKARAN HUTAN KALIMANTAN BARAT MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)', Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster), 11(05).

Shalludin, A. and Mullainy, Y. (2021) 'PENERAPAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS KEBAKARAN HUTAN PADA MANGGALA AGNI KALIMANTAN IV MUARA TEWEH DI KABUPATEN BARITO UTARA BERBASIS WEB', Pranala Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer, 16(02), pp. 79–91.

Suwirmayanti, P., Putra, I.K.G.D. & Kumara, I.N.S., 2014. OPTIMASI PUSAT CLUSTER K-PROTOTYPE DENGAN ALGORITMA GENETIKA. Teknologi Elektro, 13, pp.16–23.

Svennerberg, G, 2011. Beginning Google Maps API 3. New York: Springer Science+Bussiness Media, LLC.

Roswintiarti, Dr. Orbita, 2016. Informasi Titik Panas (Hotspot) Kebakaran Hutan/Lahan. Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional. [pdf] Panduan Teknis – V.01. ISBN : 978-602-96532- 2-5. Mei 2016.

S. Nawrin, M. Rahatur, and S. Akhter. 2017. "Exploreing K-Means with Internal Validity Indexes for Data Clustering in Traffic Management System," Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl., vol. 8, no. 3.

Utami, P. Y. (2023). Analisis clustering k-means pada pengelompokkan titik panas kebakaran hutan dan lahan. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, *12*(1), 165–172. https://doi.org/10.31571/saintek.v12i1.6001

A. Bates and J. Kalita. 2016. "Counting clusters in twitter posts," in ACM International Conference Proceeding Series, vol. 04-05-Marc.

Y.S. Nugroho, "Data Mining Menggunakan Algoritma Naive Bayes Untuk Klasifikasi Kelulusan Mahasiswa Universitas Dian Nuswantoro", Dian Nuswantoro Fakultas Ilmu Komputer, November, 2014.