

Implementasi Dbscan Untuk Pengendalian Karhutla Di Provinsi Riau

Syarfi Aziz¹

¹Institut Az Zuhra

e-mail: 1syarfiiaziz@institutazzuhra.ac.id

Abstract - It is very important to preserve forests because they can provide peace and become a source of livelihood for residents living nearby. However, forest and land fires often occur which hit Riau province, causing harm to many parties such as the government, residents and animals. There is a need to handle forest fire control by grouping forest and land fires, one way is by using data mining techniques using DBSCAN. By using the DBSCAN algorithm you can group data by looking at the density of a hot spot. The data used in this research is MODIS hotspot data taken from NASA. The DBSCAN parameters in this study used Epsilon 1.5 and MinPts 6 with the best results in cluster 4 with an average Silhouette Coefficient value of 0.8460479. The results of this grouping will be used as solutions offered to deal with forest fires that will occur.

Keywords - *Data Mining, DBSCAN, Forest and Forestry, Hotspot Detection, Control.*

Abstrak - Menjaga kelestarian hutan sangat penting untuk dilakukan karena dapat memberikan ketentraman dan menjadi salah satu sumber mata pencaharian bagi penduduk yang tinggal didekatnya. Namun seringkali terjadi bencana Karhutla yang menjadi peristiwa melanda provinsi Riau yang banyak merugikan banyak pihak seperti pemerintah, penduduk maupun satwa. Perlunya penanganan terhadap pengendalian kebakaran hutan dengan melakukan pengelompokan terhadap kebakaran hutan dan lahan salah satu caranya dengan teknik data mining menggunakan DBSCAN. Dengan menggunakan algoritma DBSCAN dapat mengelompokkan data dengan melihat kepadatan suatu titik panas. Data yang digunakan dalam penelitian ini ialah data titik panas MODIS diambil dari NASA. Parameter DBSCAN pada penelitian ini menggunakan Epsilon 1.5 dan MinPts 6 dengan hasil terbaik pada *cluster* 4 dengan nilai rata-rata Silhouette Coefficient 0.8460479. Hasil dari pengelompokan tersebut akan dijadikan sebagai solusi yang ditawarkan untuk menangani kebakaran hutan yang akan terjadi.

Kata Kunci - *Data Mining, DBSCAN, Karhutla, Deteksi Titik Panas, Pengendalian.*

I. PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan (Karhutla) merupakan suatu kejadian yang sering terjadi di wilayah Indonesia, khususnya di Pulau Riau. Kebakaran hutan merupakan salah satu penyebab berkurangnya kualitas alam, seperti kerusakan lahan hutan dan vegetasi [1], serta dapat merugikan ekosistem dikarenakan dapat mengganggu ekosistem hutan yang telah lama terbentuk [2]. Karhutla sering terjadi saat musim kemarau [3]. Kebakaran hutan dan lahan berdampak secara langsung terhadap kesehatan dikarenakan kabut asap yang sangat tebal yang dapat mengganggu kesehatan masyarakat, termasuk peningkatan kasus infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) akibat polusi asap [4]. Dampak lain dari karhutla juga seperti adanya kabut yang mengganggu sektor transportasi karena mengganggu jarak pandang, sehingga perjalanan darat, laut dan udara [5].

Riau adalah salah satu provinsi yang berada pada wilayah Sumatra, Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 137 Tahun 2017 Provinsi Riau memiliki luas area sebesar 87.023,66 km². Riau menduduki provinsi tertinggi dari berbagai variabel sebaran luas areal kebakaran hutan dan lahan mencapai 60% atau 58.416 ha. Kabut tebal yang menyelimuti Riau dan beberapa daerah disekitarnya menimbulkan dampak serius pada kesehatan dan ekonomi [6]. Upaya yang dilakukan oleh Pemerintah Provinsi Riau [7] dalam penanganan kebakaran hutan dan lahan yaitu memaksimalkan patroli, meningkatkan sosialisasi mengenai kebakaran hutan dan lahan sebagai bentuk upaya penyadartahuan perilaku masyarakat dalam pengelolaan lahan tanpa bakar [8].

Kebakaran hutan dan lahan dapat ditangani dengan dilakukan pemetaan tingkat kerawanan kebakaran yang memanfaatkan data titik panas dijadikan sebagai acuan dalam menyusun berbagai kebijakan atau strategi

dalam penanggulangan bencana kebakaran hutan dan lahan [9]. Pemetaan atau pengelompokan dalam suatu wilayah terhadap kebakaran hutan dengan data titik panas dapat menggunakan teknik data mining.

Data Mining adalah serangkaian proses untuk menggali informasi yang berharga [10]. Dalam data mining terdapat suatu cara untuk *cluster* data *Clustering* merupakan proses yang digunakan untuk mengelompokkan objek dalam dataset sehingga objek yang mempunyai kemiripan ditempatkan pada *cluster* yang sama [11] atau proses digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan kesamaan fitur atau karakteristik tertentu [12]. Salah satu algoritma data mining dengan metode *Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise* (DBSCAN) . DBSCAN merupakan metode data mining yang populer yang dikenalkan oleh Ester Martin tahun 1996 [13] dan banyak di gunakan untuk pengelompokan kepadatan dan mengidentifikasi berdasarkan jumlah minimum data dalam radius tertentu, dan menentukan apakah data tersebut termasuk dalam kelompok kepadatan tertentu [14].

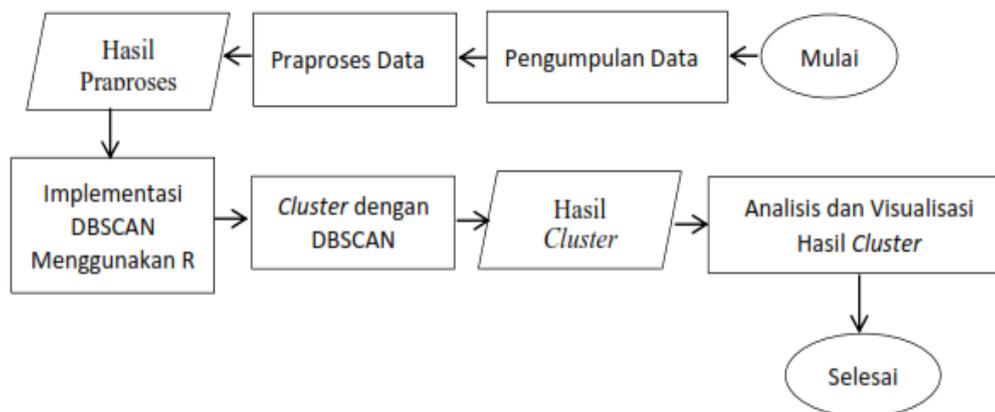
Berdasarkan uraian di atas perlunya dilakukan implementasi DBSCAN untuk pengendalian Karhutla di provinis Riau guna mendapatkan sebuah pengetahuan yang bermanfaat dan sebagai rekomendasi kepada pemerintah dan membantu pihak-pihak terkait untuk perlindungan lingkungan dari tanda-tanda titik panas apabila sewaktu-waktu membesar dan menjadi kebakaran hutan dan lahan di provinsi Riau.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Penelitian terdahulu dilakukan oleh Utami dkk tahun 2023 dengan judul “Optimasi Parameter Algoritma DBSCAN untuk Mendeteksi Titik Panas Kebakaran Hutan dan Lahan”. Penelitian ini bertujuan menentukan nilai minimum points dan epsilon terbaik yaitu memiliki noise yang paling sedikit dalam mengelompokkan area rawan kebakaran hutan [15]. Penelitian lain juga dilakukan oleh Pakuani dkk tahun 2021 terkait penentuan Parameter algoritma DBSCAN berdasarkan nilai minimum points dan epsilon [16]. Perlunya atribut tambahan dalam penelitian ini untuk menentukan nilai minimum points dan epsilon untuk algoritma DBSCAN.

III. METODE PENELITIAN

A. Adapun Tahapan-tahapan yang dilakukan pada Penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

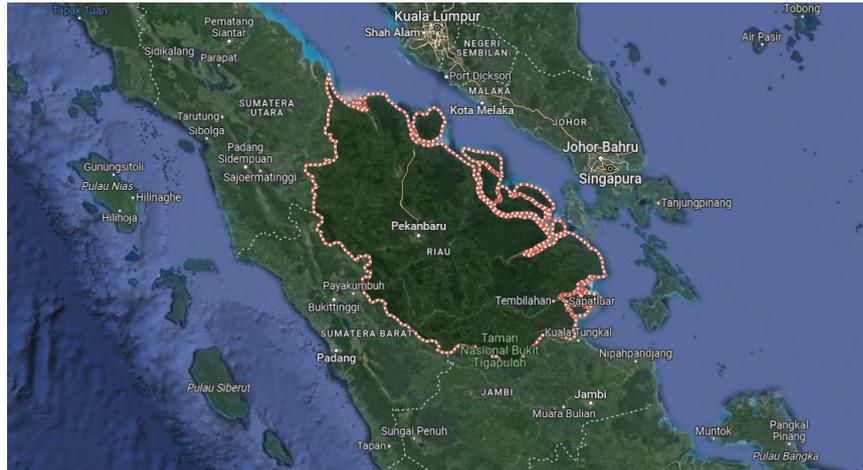


Gambar 1. Tahapan Penelitian

Gambar 1 diatas merupakan alur dari tahapan penelitian yang akan dilakukan, adapun penjelasannya adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini ialah data titik panas MODIS Riau (Gambar 2) diambil dari NASA pada tahun 2019 (<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>).



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Titik panas atau hotspot adalah istilah untuk sebuah pixel yang memiliki nilai temperatur di atas ambang batas (threshold) tertentu dari hasil interpretasi citra satelit, yang dapat digunakan sebagai indikasi kejadian kebakaran hutan dan lahan [17]. Titik panas suatu area dengan suhu tinggi direpresentasikan dalam suatu titik yang memiliki koordinat dengan menganalisis data MODIS menggunakan 7 spektrum gelombang elektromagnetik yaitu *spektrum thermal* 4 μm , 11 μm dan 12 μm , serta reflektansi *spectrum* 0.65 μm , 0.86 μm dan 2.1 μm digunakan untuk meminimalisir gangguan awan, pantulan sinar matahari terhadap lautan (*sun glint*), pesisir, serta pembukaan hutan.

2. Praproses data

Tahap pada praproses data melakukan *cleaning* dan transformasi pada data MODIS yaitu dengan mengambil wilayah titik panas Sumatera dari seluruh peta wilayah Indonesia yang diambil pada Data titik panas berupa MODIS diperoleh dari FIRMS NASA (<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>).

3. Implementasi DBSCAN

Setelah selesai, didapatkan data hasil praproses data MODIS dan selanjutnya di implementasi menggunakan algoritme DBSCAN menggunakan bahasa R yang dapat dilihat pada Gambar 3.

4. Clustering dengan algoritme DBSCAN

Kemudian dilakukan *Clustering* dengan menggunakan algoritme DBSCAN dengan menghitung jarak dengan aturan metrik Euclidean.

Density-Based Spatial *Clustering* of Applications with Noise (DBSCAN) diperkenalkan oleh Ester tahun 1996 yang merupakan algoritma data mining berdasarkan kepadatan dengan mengelompokkan suatu titik/data. Data dengan kepadatan yang tinggi ke dalam *cluster* dan menempatkan *cluster* irregular pada database spasial dengan *noise* dengan mendefinisikan *cluster* sebagai maximal set dari titik-titik yang density-connected [18]. DBSCAN memiliki 2 parameter yaitu Eps (radius maksimum dari *neighborhood*) dan MinPts (jumlah minimum titik dalam Eps-neighborhood dari suatu titik). DBSCAN akan mendeteksi klaster serta menentukan parameter epsilon dengan cara yang akurat untuk menemukan parameter input dan menemukan klaster dengan outlier yang berbeda-beda [19]. Pengelompokan dengan algoritma DBSCAN adalah dengan menghitung jarak titik pusat ke titik yang lain menggunakan Perhitungan jarak Euclidean dapat digunakan untuk menghitung tingkat kemiripan sampel dengan rumus [20]:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{d=1}^D (x_{id} - y_{jd})^2}$$

Dimana d_{ij} adalah jarak euclidean antara objek i dan j , D adalah banyaknya dimensi variabel, x_{id} adalah koordinat dari objek i pada dimensi d , dan y_{jd} adalah koordinat dari objek j pada dimensi d .

5. Hasil Cluster

Setelah melakukan *Clustering* dengan algoritme DBSCAN menggunakan bahasa R didapatkan hasil *cluster*. Kemudaiian hasil *cluster* akan dianalisis menggunakan *Silhouette Coefficient* (SC) dengan rumus sebagai berikut [21]:

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}}$$

$s(i)$ jumlah rataan data suatu *cluster*, $a(i)$ jarak rataan dari data satu *cluster* dan $b(i)$ rataan antara data i dengan semua objek pada *cluster* lain.

6. Analisis dan Visualisasi Hasil Cluster

Setelah mendapatkan hasil *cluster* terhadap objek yang dicari, selanjutnya dilakukan proses visualisasi untuk melihat pola pengelompokan yang terbentuk dengan menggunakan R dan dilakukan analisis pola pengelompokan yang terbentuk untuk mendapatkan informasi terkait perutean mitigasi dari titik panas yang berada di Provinsi Riau.

B. Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perangkat keras berupa Komputer dengan spesifikasi:

- a. *Processor*: Intel(R) Celeron (R) CPU N3060 @ 160 GHz
- b. *Sytem Type 64-bit Operating System, x64-based processor*
- c. *Memory*(RAM) 4 GB
- d. *Harddisk* 1 Terabyte

2. Perangkat Lunak seperti:

- a. Sistem operasi dengan Windows 10 Ultimate
- b. R dan R Studio untuk *cluster* data titik panas (*hotspot*)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data titik panas MODIS yang diambil dari NASA pada tahun 2019 dengan *record* 9484 dengan 16 atribut seperti *latitude*, *longitude*, *brightness*, *scan*, *track*, *acq_date*, *acq_time*, *satellite*, *instrument*, *confidence*, *version*, *bright_t31*, *frp*, *daynight*, *type* dan ID. Dataset titik panas tersebut seperti Tabel 1.

Tabel 1. Dataset hotspot MODIS

| No | <i>latitude</i> | <i>longitude</i> | ... | <i>type</i> |
|------|-----------------|------------------|-----|-------------|
| 1 | -0.1695 | 1.017.776 | ... | 0 |
| 2 | -0.168 | 1.017.886 | ... | 0 |
| 3 | 16.292 | 1.012.611 | ... | 0 |
| 4 | 16.312 | 1.012.756 | ... | 0 |
| 5 | 1.618 | 1.012.628 | ... | 0 |
| 6 | 16.229 | 1.012.728 | ... | 0 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 9484 | 0.0846 | 1.034.051 | ... | 0 |

C. Implementasi Menggunakan R

Implementasi DBSCAN menggunakan R dengan source code seperti pada Gambar 3.

```

str(data_hotspot)
data_hotspot$satellite <- NULL
data_hotspot$instrument <- NULL
data_hotspot$version <- NULL
data_hotspot$acq_date <- NULL
data_hotspot$acq_time <- NULL
data_hotspot$daynight <- NULL
data_hotspot$ID <- NULL

sum(is.na(data_hotspot))
sum(is.null(data_hotspot))

summary(data_hotspot)

data_cluster <- data_hotspot
data_cluster <- scale(data_cluster, center = T, scale = T)
data_cluster <- as.matrix(data_cluster)

library(fpc)
library("factoextra")
library(dbscan)

knn <- knnDist(data_cluster, k=6, all = TRUE)
par(mfrow=c(1,1))
knnDistplot(data_cluster, k=6)
abline(h = 1.5, lty = 2)

result <- dbscan(data_cluster, eps = 1.5, minPts =6)

fviz_cluster(result, data = data_cluster, stand = FALSE,
             ellipse = FALSE, show.clust.cent = FALSE,
             geom = "point", palette = "jco", ggtheme = theme_classic())
silhouette <- silhouette(result$cluster, dist(data_hotspot))
data_hotspot$cluster <- result$cluster

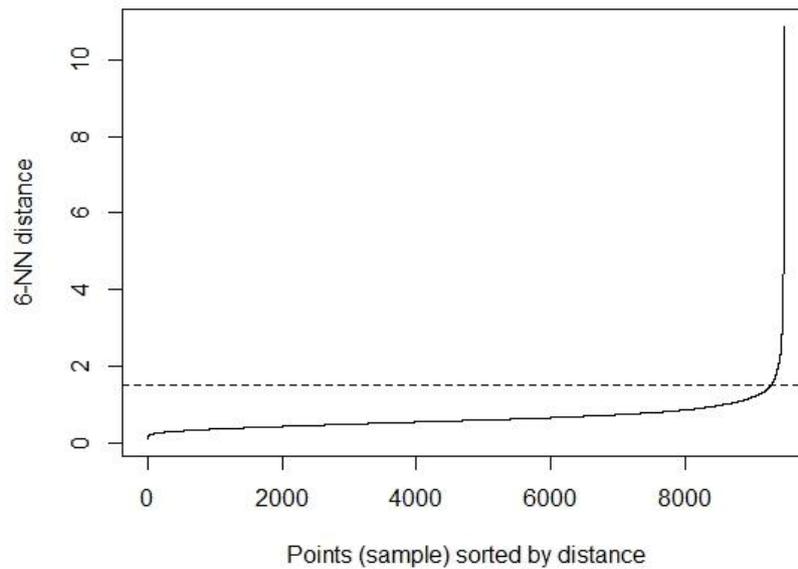
library(cluster)
silhouette <- silhouette(result$cluster, dist(data_hotspot))
summary(silhouette)
windows()
plot(silhouette)

```

Gambar 3. Source code DBSCAN

Adapun tahapan yang dilakukan dalam pengolahan DBSCAN dengan menggunakan R sebagai berikut:

1. Membaca data dengan format csv.
2. Inisialisasi parameter dan sebelumnya dilakukan pengukuran jarak terhadap titik tetangganya dengan perintah knndist dan mendapatkan hasil seperti pada Gambar 4.



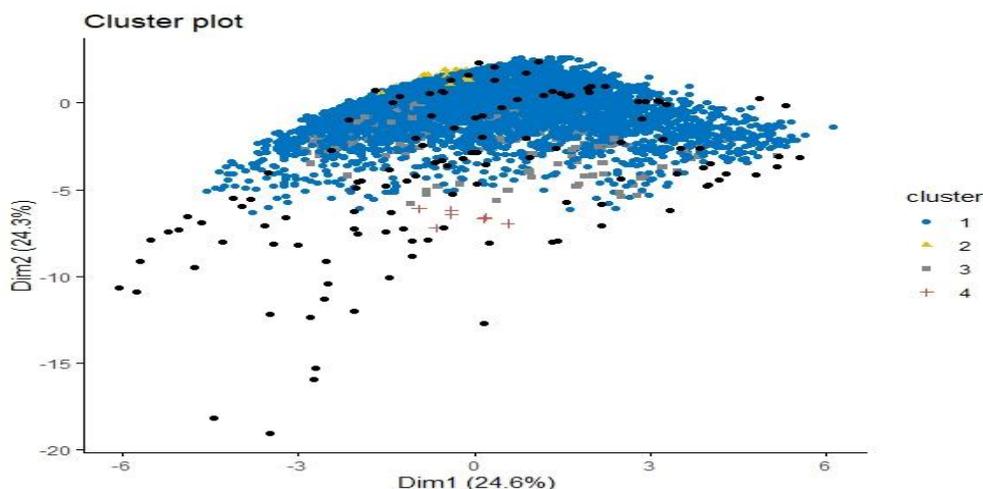
Gambar 4. Penentuan jarak dari setiap titik

Gambar diatas menunjukkan nilai 1.5 akan dijadikan sebagai nilai epsilon karena memiliki nilai optimal pada dataset ini dan mintspts dengan nilai 6.

- Setelah dilakukan inialisasi parameter, memasukkan ke fungsi DBSCAN dengan paket `fpc`, `dbscan` dan `factoextra`. Jika titik yang memenuhi Epsilon lebih dari `MinPts` maka *cluster* akan terbentuk. Adapun hasil *cluster* seperti pada Tabel 2 dan *plot* pada Gambar 3.

Tabel 2. Hasil *cluster*

| No | <i>latitude</i> | <i>longitude</i> | ... | <i>cluster</i> |
|------|-----------------|------------------|-----|----------------|
| 1 | -0.1695 | 1.017.776 | ... | 1 |
| 2 | -0.168 | 1.017.886 | ... | 1 |
| 3 | 16.292 | 1.012.611 | ... | 1 |
| 4 | 16.312 | 1.012.756 | ... | 1 |
| 5 | 1.618 | 1.012.628 | ... | 1 |
| 6 | 16.229 | 1.012.728 | ... | 1 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 9484 | 0.0846 | 1.034.051 | ... | 1 |



Gambar 5. Plot hasil cluster

Adapun karakteristik dari masing-masing *cluster* adalah sebagai berikut:

1. *Cluster 1* memiliki sebanyak 8961 anggota dengan rata-rata *latitude* 0.557, *longitude* 102.2, *brightness* 319.4, *scan* 1.546, *track* 1.194, *confidence* 65.47, *bright_t31* 294.1 dan *frp* 28.75.
2. *Cluster 2* memiliki sebanyak 43 anggota dengan rata-rata *latitude* 1.0111, *longitude* 102.6, *brightness* 318.2, *scan* 1.163, *track* 1.06, *confidence* 42.67, *bright_t31* 297.4 dan *frp* 9.63.
3. *Cluster 3* memiliki sebanyak 349 anggota dengan rata-rata *latitude* 3.821, *longitude* 108.2, *brightness* 325.6, *scan* 1.623, *track* 1.208, *confidence* 69.29, *bright_t31* 293.7 dan *frp* 42.92.
4. *Cluster 4* memiliki sebanyak 7 anggota dengan rata-rata *latitude* 1.769, *longitude* 101.2, *brightness* 360.0, *scan* 2.814, *track* 1.692, *confidence* 98.43, *bright_t31* 269.0 dan *frp* 353.7.

Kemudian setelah didapatkan *cluster*, dilakukan analisis *cluster* dengan *Silhouette Coefficient* (SC) seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata SC

| No | Cluster | Nilai Rataan SC |
|----|---------|-----------------|
| 1 | 1 | -0.2064432 |
| 2 | 2 | 0.5239683 |
| 3 | 3 | -0.2135877 |
| 4 | 4 | 0.8460479 |

Pada tabel rata-rata nilai *cluster* dengan 4 *cluster* yang terbentuk. Nilai SC yang paling baik adalah yang mendekati angka 1 yaitu *cluster 4* dengan nilai 0.8460479 dan nilai yang mendekati angka -1 berarti *cluster* yang terbentuk kurang optimal dan lebih dekat ke *cluster* tetangganya.

V. KESIMPULAN

Implementasi algoritme dengan menggunakan DBSCAN untuk pengelompokan titik panas di Provinsi Riau dengan menggunakan data titik panas MODIS mendapatkan 4 *cluster* dengan parameter epsilon 1.5 dan minpts 6 dengan hasil terbaik pada *cluster 4* dengan 7 anggota yang berdekatan dengan tetangganya yang membentuk kelompok dengan kepadatan titik panas yang tinggi. Hasil pengujian validasi *cluster* menggunakan nilai *Silhouette coefficient* terbaik yaitu 0.8460479, karena mendekati nilai 1 dengan tingkat akurasi paling baik. Dari hasil yang diperoleh dapat dilakukan pengendalian/ penanganan sedini mungkin terhadap wilayah yang berada pada *cluster 4* apabila sewaktu-waktu titik panas tersebut membesar dan berpotensi menjadi kebakaran hutan dan lahan oleh pemerintah Provinsi Riau. Untuk saran penelitian selanjutnya dapat dibuatkan Sistem Informasi untuk pendeteksian sedini mungkin dari titik panas yang berpotensi menjadi kebakaran hutan dan lahan.

V.DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. H. Saharjo and U. Hasanah, "Analisis Faktor Penyebab Terjadinya Kebakaran Hutan dan Lahan di Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah," *J. Trop. Silv.*, vol. 14, no. 01, pp. 25–29, 2023, doi: 10.29244/j-siltrop.14.01.25-29.
- [2] L. Juniarti, S. Padma, A. Resti, F. S. Riyan, and Fatmawati, "Efek Kebakaran Hutan Terhadap Lingkungan Hidup Dan Sumber Daya Alam Di Pekanbaru," vol. 3, pp. 658–671, 2024.
- [3] A. Ambarita, "Pencegahan Kebakaran Hutan Dan Lahan Dalam Rangka Melindungi Pemukiman Masyarakat Di Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah," *J. Tatapamong*, vol. 3, no. 1, pp. 56–78, 2021, doi: 10.33701/jurnaltatapamong.v3i1.1812.
- [4] A. Amri, A. Zaharani, C. Rizki, L. M. Harianja, and N. Prameswari, "Dampak bencana kebakaran hutan terhadap lingkungan dan upaya penanggulangan di Indonesia," vol. 9, no. 2, pp. 159–166, 2024.
- [5] N. Bilqis, "Analisis Dampak Kasus Kebakaran Hutan di Indonesia terhadap Hubungan Diplomatik Indonesia dengan Malaysia dan Singapura," *Gorontalo J. Gov. Polit. Stud.*, vol. 3, no. 2, p. 055, 2020, doi: 10.32662/gjgops.v3i2.1123.
- [6] R. C. Puspitarini, "Kebakaran Hutan Dan Kabut Asap Di Riau Dalam Perspektif Hubungan Internasional," *J. Ilm. Polit. Kebijakan, Sos.*, vol. 2, no. 1, pp. 49–54, 2020.
- [7] A. R. Dini, B. Setiawan, Y. Ali, P. Widodo, and H. J. R. Saragih, "Peran Pemerintah Provinsi Riau Dalam Penanganan Konflik Tenurial Sebagai Upaya Penyelesaian Kebakaran Hutan Dan Lahan Dimasa Pandemi," vol. 7, no. 1, pp. 87–113, 2023.
- [8] N. P. Dharmastuti, C. Marnani, A. Kurniadi, P. Widodo, H. J. R. Saragih, and N. Aryanti, "Antisipasi pemerintah daerah Provinsi Riau terhadap kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Riau pada masa pandemi Covid-19 dalam mendukung keamanan nasional," *J. Kewarganegaraan*, vol. 7, no. 1, pp. 26–35, 2023.
- [9] S. K. Khotimah, R. Kumalawati, N. Inu, and K. Hadi, "Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu Pemantauan Titik Panas Dan Mitigasi Kebakaran Hutan dan Lahan Di Kabupaten Katingan Tahun 2019-2023," vol. 2, pp. 5–12, 2024.
- [10] P. M. S. Tarigan, J. Hardinata, H. Qurniawan, M. Safii, and R. Winanjaya, "Implementasi Data Mining Menggunakan Algoritma Apriori Dalam Menentukan Persediaan Barang (Studi Kasus : Toko Sinar Harahap)," *JUSTIFY J. Sist. Inf. Ibrahimi*, vol. 3, no. 1, pp. 55–65, 2024, doi: 10.35316/justify.v3i1.5335.
- [11] R. Wijayati and D. R. S. Saputro, "Clustering Data Campuran Numerik Dan Kategorik Menggunakan Algoritma K-Prototype," *Prism. Pros. Semin. Nas. Mat.*, vol. 6, pp. 702–706, 2023.
- [12] W. Winayah, R. Kurniawan, and Y. Arie Wijaya, "Penerapan Data Mining Clustering Menggunakan Algoritma X-Means Pada Data Penerima Bantuan Program Keluarga Harapan Di Desa Gebang Kulon Kabupaten Cirebon," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 1, pp. 982–988, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i1.8827.
- [13] M. Nana Nurhaliza, "Clustering of Data Covid-19 Cases in the World Using DBSCAN Algorithms Pengelompokan Data Kasus Covid-19 di Dunia Menggunakan Algoritma," *Indones. J. Inform. Res. Softw. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2021.
- [14] M. A. Cherid *et al.*, "Metode Dbscan Clustering Untuk Analisis Pola," 2023.
- [15] P. Y. Utami, S. A. Hudjimartus, T. A. Viona, and H. Sharfina, "Optimasi Parameter Algoritma DBSCAN untuk Mendeteksi Titik Panas Kebakaran Hutan dan Lahan," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 9, no. 3, p. 355, 2023, doi: 10.26418/jp.v9i3.61714.
- [16] K. W. Pakuani and R. Kurniawan, "Kajian Penentuan Nilai Epsilon Optimal Pada Algoritma DMDBSCAN Dan Pemetaan Daerah Rawan Gempa Bumi Di Indonesia Tahun 2014-2020," *Semin. Nas. Off. Stat.*, vol. 2021, no. 1, pp. 991–1000, 2021, doi: 10.34123/semnasoffstat.v2021i1.847.
- [17] B. H. Saharjo and M. R. A. Nasution, "Pola Sebaran Titik Panas (Hotspot) Sebagai Indikator Terjadinya Kebakaran Hutan dan Lahan Di Kabupaten Aceh Barat," *J. Trop. Silv.*, vol. 12, no. 2, pp. 60–66, 2021, doi: 10.29244/j-siltrop.12.2.60-66.
- [18] F. Izhari, "Analisis Algoritma Dbscan Dalam Menentukan Parameter Epsilon Pada Clustering Data Numerik," *Semin. Nas. Teknol. Komput. Sains*, pp. 156–158, 2020.
- [19] E. A. Fadlilah, "Identifikasi Anomali Data Akademik Menggunakan Dbscan Outlier Detection," *Pros. Sains Nas. dan Teknol.*, vol. 12, no. 1, p. 336, 2022, doi: 10.36499/psnst.v12i1.7012.
- [20] S. D. K. Wardani, A. S. Ariyanto, M. Umroh, and D. Rolliawati, "Perbandingan Hasil Metode Clustering K-Means, Db Scanner & Hierarchical Untuk Analisa Segmentasi Pasar," *JIKO (Jurnal Inform. dan Komputer)*, vol. 7, no. 2, p. 191, 2023, doi: 10.26798/jiko.v7i2.796.
- [21] A. Kristianto, E. Sedyono, and K. D. Hartomo, "Implementation dbscan algorithm to clustering satellite surface temperature data in Indonesia," *Regist. J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 109–118, 2020, doi: 10.26594/register.v6i2.1913.