

## ST-DBSCAN Algorithm Implementation At Riau Province Forest Fire Points (2015-2022)

### Implementasi Algoritma ST-DBSCAN Pada Titik Api Kebakaran Hutan Provinsi Riau (2015-2022)

Kemal El Faraouk<sup>1)</sup>; Harry Witriyono<sup>2)</sup>; Dwita Deslianti<sup>3)</sup>; Nuri David Maria Veronika<sup>4)</sup>

<sup>1,2,3,4)</sup> Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Bengkulu

Email: <sup>1)</sup> [kemalelfaraouk554@gmail.com](mailto:kemalelfaraouk554@gmail.com); <sup>2)</sup> [harrywitriyono@umb.ac.id](mailto:harrywitriyono@umb.ac.id); <sup>3)</sup> [dwitadeslianti@umb.ac.id](mailto:dwitadeslianti@umb.ac.id);

<sup>4)</sup> [nurivironika@umb.ac.id](mailto:nurivironika@umb.ac.id)

#### How to Cite :

Faraouk, K. E.; Witriyono, H.; Deslianti, D.; Veronika, N. D. M. (2023). Implementasi Algoritma ST-DBSCAN pada Titik Api Kebakaran Hutan Provinsi Riau (2015-2022), Jurnal Komputer, Informasi dan Teknologi, 3 (1). DOI: <https://doi.org/10.53697/jkomitek.v3i1>

#### ARTICLE HISTORY

Received [12 Mei 2023]

Revised [21 Mei 2023]

Accepted [03 Juni 2023]

#### Keywords :

Cluster, hotspot, forest fire, R language

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



#### ABSTRAK

Kondisi hutan di Indonesia perlu mendapat perhatian lebih serius karena terus menerus terganggu, salah satunya kebakaran. Clustering atau pengelompokan dengan algoritma ST-DBSCAN akan mengelompokkan titik api kebakaran hutan berdasarkan jarak dan waktu. Data tersebut dapat diperoleh di website FIRMS (Fire Information for Resource Management System). Data tersebut menggunakan data sensor MODIS. Penelitian ini mengimplementasikan algoritma ST-DBSCAN menggunakan bahasa R. Penelitian ini menggunakan studi kasus di Provinsi Riau periode 2015-2022. Parameter Algoritma ST-DBSCAN yang digunakan dalam penelitian ini adalah Eps1= 0.7, Eps2= 2, dan MinPts= 2. Pada algoritma ini, akan terbentuk beberapa jenis pola sebaran pengelompokan, antara lain yang akan dihasilkan yaitu *Stationary*, *Reappearing Regular*, *Irregular*, *Occasional*, dan *Tracks*. Data titik api yang digunakan pada penelitian ini merupakan tahun 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, dan 2022 pada Provinsi Riau. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu 1(satu) pola *Reappearing Regular*, 5(lima) pola *Tracks*, 1(satu) pola *Reappearing Irregular*, dan 1(satu) pola *Stationary*. Dalam rentang waktu 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, dan 2022 kemunculan titik api tertinggi terjadi pada bulan November tahun 2015 mencapai 573 titik api.

#### ABSTRACT

The forest conditions in Indonesia require more serious attention as they are constantly disturbed, including incidents of forest fires. Clustering or grouping using the ST-DBSCAN algorithm will group forest fire points based on distance and time. This data can be obtained from the FIRMS (Fire Information for Resource Management System) website, which utilizes MODIS sensor data. The research implements the ST-DBSCAN algorithm using the R language, focusing on a case study in the Riau Province from 2015 to 2022. The parameters used in this research for the ST-DBSCAN algorithm are Eps1 = 0.7, Eps2 = 2, and MinPts = 2. The algorithm generates several types of clustering patterns, including *Stationary*, *Reappearing Regular*, *Irregular*, *Occasional*, and *Tracks*. The fire point data used in this research covers the years 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, and 2022 in the Riau Province. The results obtained from this research include 1 *Reappearing Regular* pattern, 5 *Tracks* patterns, 1 *Reappearing Irregular* pattern, and 1 *Stationary* pattern. Within the time frame of 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, and 2022, the highest occurrence of forest fire spots happened in the month of November 2015, reaching a total of 573 fire spots.

## PENDAHULUAN

Kondisi hutan di Indonesia perlu mendapat perhatian lebih karena terus menerus mendapat gangguan, salah satunya adalah kebakaran. Kebakaran hutan terjadi setiap tahun pada berbagai wilayah dengan intensitas, frekuensi, dan luasan yang berbeda. Perhatian masyarakat dunia terfokus ketika dunia dilanda bencana El Nino (ENSO) 1997/1998 yang menghancurkan lahan hutan seluas 25 juta hektar di seluruh dunia. Kebakaran hutan dan lahan yang terjadi pada tahun 2015 di beberapa Provinsi, seperti Riau, Jambi, dan Sumatera Selatan, menyebabkan bencana terburuk dalam 18 tahun, yang menyebabkan polusi udara parah di beberapa negara Asia Tenggara. Tahun 2019 kebakaran hutan dan lahan gambut di Provinsi Riau mencapai 90 ribu hektare lahan, dan Kabupaten Siak merupakan salah satu daerah yang mempunyai titik panas terbanyak di Riau, yakni mencapai 1.243 titik panas dengan luas lahan terbakar mencapai 3626,45 hektare lahan. Terkait hal ini, Provinsi Riau menjadi salah satu daerah yang perlu mendapat perhatian khusus karena memiliki luas lahan gambut 3,867,413 ha atau 43,61% dari total luas. Menurut data yang terdapat pada tabel kebakaran hutan dan lahan dapat terjadi berdasarkan 2 faktor utama yaitu faktor alami dan faktor yang dilakukan manusia, faktor alami dapat berupa kemarau panjang sehingga tanaman menjadi kering dan kegiatan manusia berupa pembakaran liar untuk memperluas lahan. Hal ini menimbulkan konsekuensi terhadap terjadinya kebakaran hutan dan lahan yang ditimbulkan dari usaha perluasan lahan kelapa sawit tersebut. Kondisi ini kemudian menyebabkan timbulnya bencana kebakaran hutan terutama di Provinsi Riau.

Kebakaran dapat menyebabkan banyak kerugian lingkungan terutama pada kebakaran hutan yang tidak terkendali, aspek yang ditinjau adalah sosial ekonomi, ekologi, dan politis. Dampak kerugian pada kebakaran hutan dan lahan antara lain: Mengalami Kerusakan dan hilangnya sumberdaya hutan, meningkatnya erosi tanah, sistem penyangga kehidupan yang menurun dengan berkurangnya keanekaragaman jenis flora dan fauna sebagai sumber plasma nutra, iklim mikro yang mengalami perubahan, dan nilai estetika yang menurun. Dampak dari asap tebal yang berasal dari kebakaran hutan dan lahan yang tidak terkendali akan mengakibatkan kerugian lainnya juga seperti menurunnya aktivitas ekonomi. Bentuk kerugian dari asap kebakaran dapat ditinjau dari aspek: kesehatan kehilangan produksi industri, pariwisata, gangguan transportasi, pengunjung hotel dan penginapan akan menurun drastis akibat kebakaran hutan dan lahan yang tidak terkendali, serta kemungkinan memburuknya kerjasama diplomasi dengan negara lain.

Titik api adalah jumlah kejadian kebakaran lahan atau hutan yang terjadi di permukaan bumi, titik api juga dijadikan suatu indikator terjadinya kebakaran hutan atau lahan yang di indikasikan sebagai lokasi yang memiliki suatu indikator suhu yang relatif tinggi tingkat suhunya dibandingkan suhu di sekitarnya. Titik api mempunyai data yang dapat di ambil oleh sensor MODIS yang pada data tersebut dapat di peroleh sesuai dengan waktu, tanggal, bulan, tahun kejadian yang kita inginkan atau berdasarkan dengan waktu, maka pada data titik api merupakan suatu data time series. *dataset* digunakan untuk mencatat setiap terjadinya titik api dipermukaan bumi, *dataset* meliputi suatu data yang berbentuk spasial yaitu titik (*latitude. longitude*), lalu pada data temporal (waktu dan tanggal pemantauan terjadinya titik api) dan data non spasial (suhu udara, curah hujan) [10]. Analisis terjadinya kebakaran hutan dapat menggunakan suatu *dataset* yang pada data tersebut akan mempunyai suatu penggerombolan titik api secara alami yang dapat di pantau melalui sensor MODIS.

*Clustering* merupakan metode data mining yang bersifat tanpa arahan (*unsupervised*) Ada dua jenis data *clustering* yang sering dipergunakan dalam proses pengelompokan data yaitu *hierarchical* (hirarki) data *clustering* dan *non-hierarchical* (non hirarki) data clustering. *Clustering* juga merupakan suatu metode pencarian data yang bersifat mining dan mengelompokkan data yang memiliki suatu kemiripan karakteristik antara satu data dengan data lainnya. Ada beberapa kategori untuk pengelompokan data, yaitu terbagi menjadi dua, data komplit dan parsial. Jika semua data bergabung menjadi satu dalam ruang lingkup berdekatan atau kerapatan, maka data tersebut menjadi satu kelompok. Namun jika terdapat data yang tidak ikut bergabung atau yang mempunyai

jarak yang tidak termasuk kedalam ruang lingkup yang berdekatan atau bertetangga, maka data tersebut sebagai *outlier* atau noise. Metode yang dapat mendeteksi outlier tersebut adalah metode *ST-DBSCAN*.

*ST-DBSCAN* merupakan metode *clustering* yang dipakai dalam penelitian ini. *Clustering* atau pengelompokan dengan algoritma *ST-DBSCAN* ini akan mengelompokkan titik api kebakaran hutan berdasarkan jarak dan waktu yang data tersebut dapat diperoleh di website FIRMS data tersebut menggunakan data sensor MODIS. Algoritma *ST-DBSCAN* merupakan perkembangan dari algoritma *DBSCAN* dimana jika *DBSCAN* melakukan olah data berupa spatial sedangkan untuk *ST-DBSCAN* dapat mengolah data temporal. *ST-DBSCAN* memiliki ukuran data lebih besar dan lebih fleksibel dibandingkan *DBSCAN*.

## LANDASAN TEORI

### Penelitian Terkait

1. Klasifikasi Data Titik Api Menggunakan Algoritma *Subtractive Fuzzy C-Means* (Studi Kasus : Titik Api Pulau Sumatera Tahun 2016, 2017 Dan 2018) oleh Aji Dwi Herza Novariadi, Arie Vatesia, Yudi Setiawan (2019). Pada penelitian ini menggunakan metode *Subtractive Fuzzy C-Means*. Hasil pada penelitian yang telah dilakukan dengan metode *Subtractive Fuzzy C-Means*. Penelitian dilakukan pada pulau Sumatra yang di mana pada hasil penelitian ini terdapat beberapa pengklasifikasian titik api yang berpotensi terjadinya kebakaran. Perbedaannya pada tahun pengambilan data yaitu dari tahun 2015-2022 data titik api Provinsi Riau dan algoritma yang di terapkan juga berbeda yaitu *ST-DBSCAN*.
2. Deteksi Potensi Kebakaran Berdasarkan Klasifikasi Data Titik Panas (Hot Spot) Dengan Metode *Support Vector Machine* (Svm) oleh Rika Febrianti, Arie Vatesia, Aan Erlansari (2019). Pada penelitian ini menggunakan metode *Support Vector Machine*. Hasil pada penelitian yang telah dilakukan dengan metode *Support Vector Machine* menunjukkan metode SVM dapat digunakan dalam proses klasifikasi data hotspot di Pulau Papua selama tiga tahun yaitu tahun 2016, 2017 dan 2018 dengan hasil potensi kebakaran. Perbedaannya pada tahun penelitian 2015-2022 data titik api Provinsi Riau dan algoritma yang digunakan yaitu *ST-DBSCAN*.
3. Implementasi Metode *K-Means Clustering* Dalam Penambangan Data Hotspot (Titik Api) (Studi Kasus: Kepulauan Nusa Tenggara, Tahun 2013- 2018) oleh Widia Oktarianti, Arie Vatesia, Yudi Setiawan (2019). Pada penelitian ini menggunakan metode *K-Means Clustering*. Hasil pada penelitian yang telah dilakukan dengan metode *K-Means Clustering* di dapatkan 3 jenis kelas pengelompokan tingkat pada titik api. Perbedaannya pada metode yang di terapkan dan data yang digunakan data titik api Provinsi Riau.

### Kebakaran Hutan

Kondisi hutan di Indonesia perlu mendapat perhatian lebih karena terus menerus mendapat gangguan, salah satunya adalah kebakaran. Kebakaran hutan terjadi setiap tahun pada berbagai wilayah dengan intensitas, frekuensi, dan luasan yang berbeda. Setiap tahunnya terdapat berjuta herkar hutan yang terbakar pada seluruh penjuru dunia tidak terkecuali di Indonesia khususnya Provinsi Riau, kabakaran hutan menjadi suatu topik perdebatan di bidang lingkungan juga ekonomi dan merambat ke pusat perhatian internasional, berdampaknya kebakaran hutan menyebabkan pencemaran udara seperti kabut asap, lalu berdampak pula pada sektor perekonomian hutan dan pada produktivitas tanah, terancamnya kepunahan pada flora dan fauna di hutan yang akan terus menerus merusak siklus kehidupan di hutan yang disebabkan oleh kebakaran hutan.

Perhatian masyarakat dunia yang berfokus ketika dunia dilanda bencana El Nino (ENSO) 1997/1998 yang menghanguskan lahan hutan seluas 25 juta hektar di seluruh dunia Di tahun tersebut [4]. Kebakaran hutan dan lahan yang terjadi pada tahun 2015 di beberapa Provinsi, seperti Riau, Jambi, dan Sumatera Selatan, menyebabkan bencana terburuk dalam 18 tahun, yang menyebabkan polusi udara parah di beberapa negara Asia Tenggara. Tahun 2019 kebakaran hutan

dan lahan gambut di Provinsi Riau mencapai 90 ribu hektare lahan, dan Kabupaten Siak merupakan salah satu daerah yang mempunyai titik panas terbanyak di Riau, yakni mencapai 1243 titik panas dengan luas lahan terbakar mencapai 3626,45 hektare lahan [7]. Terkait hal ini, Provinsi Riau menjadi salah satu daerah yang perlu mendapat perhatian khusus karena memiliki luas lahan gambut 3,867,413 ha atau 43,61% dari total luas.

### Titik Api

Titik Api merupakan suatu titik-titik panas di permukaan bumi yang dapat digunakan sebagai indikasi adanya kebakaran hutan. Pada indikasi kebakaran hutan dapat di peroleh data titik api melalui satelit penginderaan jarak jauh. Pada Titik api yang menggerombol dalam sebuah ruang secara alami akan mengikuti hukum Geografi 1 Tobbler yaitu untuk semua yang berkaitan dengan sesuatu yang lainnya, tetapi ada hal-hal yang lebih dekat akan lebih terkait daripada hal-hal yang jauh sehingga titik api akan mengelompok karena kedekatan secara lokasi dan waktu. Kebakaran hutan dapat di analisis apabila data penggerombolan titik api lokasi titik api telah diketahui maka data tersebut bisa digunakan dalam analisis kebakaran hutan, sehingga pengambilan langkah dini untuk menanggulangi kebakaran hutan dan lahan yang intinya sangat penting dalam suatu hal dan keperluan untuk perencanaan.

### Clustering

Clustering merupakan metode yang khususnya mengelompokkan data yang memiliki kemiripan karakteristik pada data satu dengan data yang lainnya, pada perbandingan tersebut mencari kemiripan karakteristik pada masing-masing data, data yang mempunyai perbedaan pada tiap masing-masing data dan ada juga kemiripan tiap masing-masing data yang signifikan, pengelompokan (clustering) merupakan bagian dari ilmu data mining yang bersifat tanpa arahan (unsupervised). Clustering adalah suatu proses yang dalam spesifikasinya khusus untuk mengelompokkan data menjadi beberapa cluster atau suatu kelompok sehingga data yang terdapat dalam satu cluster memiliki tingkat kemiripan yang sedemikian rupa mempunyai kesamaan dan data antar cluster memiliki kemiripan yang minimum.

Dalam clustering yang mempunyai bagian dari suatu composit partisi set objek data ke dalam himpunan pada bagian tersendiri maka disebut dengan cluster. Data yang terdapat pada cluster memiliki kemiripan atau kesamaan karakteristik antar satu sama lainnya, jika tidak memiliki kemiripan satu dengan yang lainnya maka data tersebut adalah noise tidak termasuk ke dalam kelompok atau sekumpulan data manapun istilahnya tidak mempunya tetangga dari tetangga yang terdekat dalam penggerombolan data karakteristik. Partisi ini tidak dapat dilakukan dengan cara otomatis tetapi dengan cara manual yaitu dengan cara memasukkan algoritma clustering. Oleh karena itu, untuk cluster sangat berguna untuk menentukan dan menemukan suatu group atau sebuah kelompok yang tidak dapat dikenal dalam suatu data. Clustering juga banyak digunakan dalam berbagai jenis aplikasi seperti misalnya pada business intelligence, pengenalan pola citra, web search, bidang ilmu biologi, dan untuk keamanan (security). Banyak terdapat algoritma clustering yang telah digunakan oleh peneliti-peneliti sebelumnya seperti K-Means, Further developed K-Means, Fluffy C-Means, DBSCAN, ST-DBSCAN, K-Medoids (PAM), CLARANS dan Fluffy Subtractive, yang mana setiap klastering tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan .

### ST-DBSCAN

Perhitungan *ST-DBSCAN* merupakan pengembangan dari kemajuan algoritma *DBSCAN*. Berbeda dengan perhitungan pengelompokan lainnya yang berbasis kepadatan, perhitungan *ST-DBSCAN* dapat menemukan penggerombolan yang diidentifikasi dengan spasial dan temporal dari objek. Menurut ada tiga perubahan yang dilakukan pada perhitungan *DBSCAN* adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan *ST-DBSCAN* dapat mengelompokkan informasi spasial temporal sesuai dengan karakteristik spasial dan temporal.

2. DBSCAN tidak membedakan titik noise ketika kepadatan bervariasi tetapi perhitungan ini dapat mengatasi masalah tentang faktor kepadatan untuk setiap pengelompokan.
3. Untuk menentukan konflik pada batas objek, diselesaikan dengan membandingkan nilai normal dari pengelompokan yang akan datang dengan nilai baru [2].

## METODE PENELITIAN

### Metode Pengumpulan Data

Peneliti melakukan pengumpulan data dengan cara menggunakan metode dokumentasi, yaitu suatu cara untuk memperoleh data informasi tentang hal yang berkaitan dengan data yang akan digunakan dengan melihat kembali laporan yang tertulis baik berupa angka maupun keterangan, dalam penelitian ini yang akan dilakukan yaitu data yang akan diolah merupakan data titik api dari tahun 2015, 2016, 2017, 2018, dan 2019 Provinsi Riau, data yang di ambil juga melalui website NASA FIRMS yaitu website ini milik Badan Penerbangan dan Antariksa Amerika Serikat, pada data tersebut menggunakan data dari satelit *Terra* dan juga pada satelit *Aqua* dengan tipe sensornya MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*). Data ini merupakan data yang mempunyai format (.csv) berupa data titik api yang mempunyai 3 atribut, (*Latitude, Longitude*), dan waktu (*Date*).

Data titik api yang telah di *download* sebelumnya pada *website* FIRMS data tersebut akan di kelola dengan menggunakan algoritma *ST-DBSCAN* untuk mengetahui pola pergerakan sebaran titik api tersebut. Dari data yang sudah di peroleh hasil yang di dapat menjadi 4 pola sebaran hotspot yaitu: *reappearing (Regular & Irregular), Stationary, Occasional, Tracks. Output*, dan dari sistem yaitu berupa pola pergerakan titik api.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

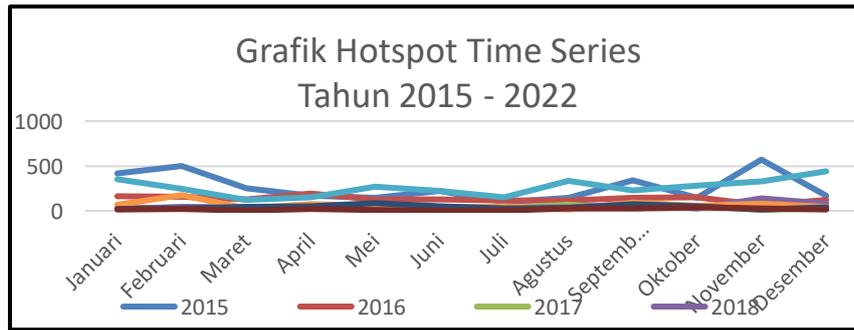
#### Hasil Pengujian Algoritma ST-DBSCAN

Pada hasil pengujian data hotspot dengan menggunakan Algoritma ST-DBSCAN menggunakan data titik api Provinsi Riau dari tahun 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, dan 2022. Perhitungan yang dilakukan sistem merupakan hasil inputan dari *Eps1, Eps2* dan *MinPts* yang sebelumnya telah ditentukan oleh peneliti. Adapun dalam menentukan pola sebaran hotspot tersebut berdasarkan dari interpretasi peneliti sendiri dengan acuan dari penelitian yang ada sebelumnya dan adapun juga syarat hotspot yang dapat dianalisis setidaknya memiliki 2 periode visualisasi hotspot.

#### Grafik Hotspot Time Series tahun 2015 - 2022

Grafik Hotspot time series dari tahun 2015 sampai dengan 2022 di Provinsi Riau ini merupakan grafik perbandingan terjadinya kemunculan titik api dalam kurun waktu rentang waktu delapan tahun yaitu dari tahun 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, dan 2022 dengan adanya terbentuk grafik ini peneliti dapat membandingkan kemunculan titik api terbanyak di setiap tahunnya dalam kurun waktu delapan tahun perbandingan pada hotspot time series ini dari tahun 2015 hingga tahun 2022 dapat dilihat pada gambar 1

**Gambar 1. Grafik Hotspot Time Series Tahun 2015-2022**



Pada gambar 1 merupakan grafik *hotspot time series* dari tahun 2015-2022 di Provinsi Riau, pada grafik tersebut dapat diketahui bahwa pada tahun 2015 bulan Oktober sampai bulan November memiliki tingkat kemunculan *hotspot* yang mengalami peningkatan cukup drastis yaitu mencapai 573 titik api (*hotspot*) yang terjadi di Provinsi Riau.

**Hasil Data Cluster Besar Dengan Algoritma ST-DBSCAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang sudah di lakukan, maka didapatkan hasil visualisasi *ST-DBSCAN* data Hotspot di Provinsi Riau dalam rentang tahun 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, dan 2022 yang telah dianalisis oleh peneliti, dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

**Table 1. Hasil Data Cluster Besar Dengan Algoritma ST-DBSCAN**

| Tahun | Cluster | Eps2=7 | Eps2=14 | Eps2=21 | Eps2=28 | Jenis Pola           |
|-------|---------|--------|---------|---------|---------|----------------------|
| 2015  | 1       | ✓      | ✓       | ✓       | -       | Reapearing Regular   |
| 2016  | 1       | ✓      | ✓       | ✓       | ✓       | Tracks               |
| 2017  | 2       | ✓      | ✓       | ✓       | ✓       | Tracks               |
| 2018  | 4       | ✓      | ✓       | ✓       | -       | Reapearing Irregular |
| 2019  | 1       | ✓      | ✓       | ✓       | ✓       | Tracks               |
| 2020  | 1       | ✓      | ✓       | ✓       | ✓       | Tracks               |
| 2021  | 1       | ✓      | ✓       | ✓       | ✓       | Tracks               |
| 2022  | 6       | ✓      | ✓       | ✓       | ✓       | Stationary           |

Keterangan:

✓ = Terdapat visualisasi

- = Tidak Terdapat visualisasi

**Pengujian Running Time Algoritma ST-DBSCAN**

Pada pengujian untuk running time ini dilakukan cara pada nilai tiap parameter di ubah Adapun nilai parameter yang dirubah tersebut pada Eps1 dan MinPts. Hasil pada pengujian ini dengan algoritma *ST-DBSCAN* dapat dilihat pada Tabel dilembar selanjutnya.

**Tabel 2 Running Time Algoritma ST-DBSCAN**

| MintPts=2 |              | MintPts=3 |              | MintPts=4 |              | MintPts=5 |              | MintPts=6 |              |
|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| Eps 1     |              |
|           | Running Time |
| 0.53      | 2.02 s       | 0.52      | 2.13 s       | 0.57      | 2.16 s       | 0.57      | 2.22 s       | 0.57      | 2.24 s       |
| 0.8       | 2.10 s       | 0.7       | 2.13 s       | 0.6       | 2.07 s       | 0.8       | 2.04 s       | 0.8       | 2.05 s       |

**Pengujian Black Box**

Pengujian blackbox merupakan pengujian yang digunakan untuk mengetahui hasil eksekusi antarmuka melalui data yang telah diuji dan memeriksa fungsional dari aplikasi yang telah dibangun. Dalam pengujian blackbox ini metode perancangan data uji didasarkan pada spesifikasi perangkat lunak. Berikut adalah kasus untuk menguji perangkat lunak yang telah di bangun

dengan menggunakan metode blackbox. Tabel bisa dilihat di lembar selanjutnya.

**Table 3 Hasil Pengujian Black Box**

| No                                 | Aktivitas Pengujian  | Realisasi yang diharapkan  | Hasil dan Kesimpulan | Keterangan |
|------------------------------------|--|--|----------------------|------------|
| 1.                                 | Pilih Menu <i>Dashboard ST-DBSCAN</i>                                  | Menampilkan halaman menu <i>dashboard ST-DBSCAN</i>  | Berhasil             |            |
| 2.                                 | Klik <i>Browse</i>   | Muncul <i>popup</i> untuk <i>browse file .csv</i> data Titik api   | Berhasil             |            |
| 3.                                 | Pilih Data Tahun   | Menampilkan pilihan data tahun   | Berhasil             |            |
| 4.                                 | Pilih <i>input</i> nilai <i>Eps1</i> , <i>Eps2</i> , dan <i>MinPts</i> | Muncul nilai inputan yang akan kemudian di <i>cluster</i> sistem dengan menggunakan algoritma <i>ST-DBSCAN</i>   | Berhasil             |            |
| 5.                                 | Pilih Opsi <i>Cluster</i>  | Menampilkan Peta dan pilihan data <i>cluster</i> semua, besar, dan <i>cluster</i> kecil  | Berhasil             |            |
| 6.                                 | Pilih Menu Data Hasil <i>Cluster</i>                                   | Menampilkan halaman menu Data Hasil <i>Cluster</i> . Berupa informasi data tabel <i>cluster</i> , jumlah <i>cluster</i> , dan <i>hotspot time series</i> | Berhasil             |            |
| Jumlah Skenario yang berhasil      |  |  |                      | 6          |
| Total Skenario                     |  |  |                      | 6          |
| Keberhasilan Fungsionalitas sistem |  |  |                      | 100%       |

Pada table 3 dapat dilihat bahwa terdapat 6 skenario dalam tabel tersebut yaitu *blackbox testing*. Untuk keseluruhan scenario tersebut memiliki realisasi yang diharapkan. Dari 6 buah scenario ini yang telah dilakukan merupakan sesuai dengan apa yang di harapkan oleh peneliti. Adapun juga untuk pengukuran tingkat pengujian fungsionalitas sebagai berikut :

$$\text{Keberhasilan Fungsional} = \frac{6}{6} \times 100\% = 100\%$$

Dengan demikian untuk pengujian kelayakan system ini mendapatkan hasil pengujian sebesar 100%.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Algoritma ST-DBSCAN yang menggunakan parameter nilai *Eps1=0.7*, *Eps2=7*, *MinPts=2* pada tahun 2015 hingga 2022 di Provinsi Riau mendapatkan hasil 1 pola *Reappearing Regular*, 5 pola *Tracks*, 1 pola *Reappearing Irregular*, dan 1 pola *Stationary*.
2. Algoritma ST-DBSCAN dapat diimplementasikan untuk melakukan clustering titik api Provinsi Riau dengan rentang tahun 2015-2022.
3. Berdasarkan hasil pengujian yang telah di lakukan diperoleh jumlah cluster di Provinsi Riau dari tahun 2015 sampai 2022 berjumlah 768 Cluster.

### Saran

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dalam menentukan atau menetapkan parameter nilai *Eps* dan *MinPts* dapat dilakukan secara otomatis dari sistem.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan untuk menggunakan lebih banyak parameter yang digunakan untuk longitude, latitude, dan datanya.

## DAFTAR PUSTAKA

- N. A. Indrawan and H. A. Adrianto, "Spatio - Temporal Clustering Hotspot di Sumatera Selatan Tahun 2002 - 2003 Menggunakan Algoritme ST - DBSCAN dan Bahasa Pemrograman R Spatio -

- Temporal Clustering Hotspot in South Sumatera From 2002 - 2003 Using ST - DBSCAN Algorithm and R Programming Lan," vol. 3, pp. 112–121, 2003.
- D. Birant and A. Kut, "ST-DBSCAN: An algorithm for clustering spatial-temporal data," *Data Knowl. Eng.*, vol. 60, no. 1, pp. 208–221, 2007, doi: 10.1016/j.datak.2006.01.013.
- E. Handini and P. Aprilianti, "Buletin Kebun Raya," *Bul. Kebun Raya*, vol. 23, no. 3, p. 173–178, 2020, doi: <https://doi.org/10.14203/bkr.v23i3.631>.
- A. & P. F. M. Rowell, "Global Review of Forest Fires.UICN/WWF," p. 28, 2000, [Online]. Available: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2000-047.pdf>
- A. Yusuf, H. Hapsoh, S. H. Siregar, and D. R. Nurrochmat, "Analisis Kebakaran Hutan Dan Lahan Di Provinsi Riau," *Din. Lingkungan. Indones.*, vol. 6, no. 2, p. 67, 2019, doi: 10.31258/dli.6.2.p.67-84.
- WALHI, "Gambut membara lagi; Asap kembali Catatan atas upaya restorasi ekosistem gambut dalam penanganan Karhutla," *Ayan*, vol. 8, no. 5, p. 55, 2019.
- I. P. Anhar, Rina Mardiana, and Rai Sita, "Dampak Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut terhadap Manusia dan Lingkungan Hidup (Studi Kasus: Desa Bunsur, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Provinsi Riau)," *J. Sains Komun. dan Pengemb. Masy. [JSKPM]*, vol. 6, no. 1, pp. 75–85, 2022, doi: 10.29244/jskpm.v6i1.967.
- A. Humam, M. Hidayat, A. Nurrochman, A. I. Anestatia, A. Yuliantina, and S. P. Aji, "Identifikasi Daerah Kerawanan Kebakaran Hutan dan Lahan Menggunakan Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh di Kawasan Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi," *J. Geosains dan Remote Sens.*, vol. 1, no. 1, pp. 32–42, 2020, doi: 10.23960/jgrs.2020.v1i1.14.
- S. Kasus, H. Pendidikan, G. Walat, and K. Sukabumi, "Mokhammad Ikhsanudin Program Studi Budidaya Hutan," 2006.
- A. Santoso, "Clustering Dataset Titik Panas Dengan Algoritme Rdbc Menggunakan Web Framework Shiny Pada Bahasa R," 2015.
- N. K. Surbakti, "Data Mining Pengelompokan Pasien Rawat Inap Peserta BPJS Menggunakan Metode Clustering (Studi Kasus : RSUD.Bangkatan)," *J. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 47–53, 2021, doi: 10.32938/jitu.v1i2.1470.
- J. Han, M. Kamber, and M. Kaufmann, "Data Mining: Concepts and Techniques (2nd edition) Classification and Prediction," 2006, [Online]. Available: [www.rulequest.com](http://www.rulequest.com).
- Yuli Mardi, "Data Mining : Klasifikasi Menggunakan Algoritma C4 . 5 Data mining merupakan bagian dari tahapan proses Knowledge Discovery in Database ( KDD ) . Jurnal Edik Informatika," *J. Edik Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 213–219, 2019.
- W. Lestari, "Clustering Data Mahasiswa Menggunakan Algoritma K-Means Untuk Menunjang Strategi Promosi (Studi Kasus : STMIK Bina Bangsa Kendari)," *Simkom*, vol. 4, no. 2, pp. 35–48, 2019, doi: 10.51717/simkom.v4i2.37.
- C. Pölitz and G. N. Andrienko, "Finding arbitrary shaped clusters with related extents in space and time," *1st Int. Symp. Vis. Anal. Sci. Technol. EuroVAST@EuroVis 2010*, pp. 19–25, 2010, doi: 10.2312/PE/EuroVAST/EuroVAST10/019-025.
- C. S. TOBING, *SPATIO-TEMPORAL CLUSTERING HOTSPOT DI SUMATERA SELATAN TAHUN 2002-2003 MENGGUNAKAN ALGORITME ST-DBSCAN DAN BAHASA PEMROGRAMAN PYTHON*. 2014.
- D. D. A. N. St-dbscan and U. Y. Purwanto, "Hutan Dan Lahan Menggunakan," 2012.
- M. I. P. Eriansya and M. Syafrullah, "Implementasi Algoritma ST-DBSCAN dan K-MEANS Untuk Pengelompokan Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten / Kota Pulau Jawa Tahun 2014-2016 Berbasis Web Di Badan Pusat Statistik," vol. 1, no. 3, pp. 1026–1033, 2018.
- C. Beeley, "Web Application Development with R using Shiny," *Surveill. Soc.*, vol. 2, no. 2–3, p. 322, 2013.
- M. Wiharto, "Analisis kluster menggunakan bahasa pemrograman r untuk kajian ekologi," *Bionature*, vol. 14, no. 2013, pp. 73–79, 2012.
- C. Alzola, "An Introduction to S and The Hmisc and Design Libraries," 2006.
- D. Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Tindakan*. 2013.