



Clustering NDVI K-Means: Analisis Vegetasi Pra-Pasca Kebakaran Hutan Kabupaten Ogan Komering Ilir

Muhammad Fathir Fadillah¹, Veni Zahara Kartika², Jelli Kurnilia³, Andrian Agustinus L.Gaol⁴, Ima Alifah Izati Zalfa⁵, Febri Dwi Irawati⁶, Rizki Dimas Permana⁷, Rizty Maulida Badri⁸

^{1,2,3,4,5,6,8}Program Studi Sains Data, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera

¹muhammad.121450098@student.itera.ac.id,

²veni.121450075@student.itera.ac.id,

³jelli.121450083@student.itera.ac.id,

⁴andrian.121450090@student.itera.ac.id,

⁵ima.121450140@student.itera.ac.id,

⁶febri.dwi@sd.itera.ac.id,

⁸rizty.badri@sd.itera.ac.id

⁷Program Studi Sains Lingkungan Kelautan, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera
rizki.permana@sll.itera.ac.id

Corresponding author email: febri.dwi@sd.itera.ac.id

Abstract: Vegetation cover analysis can understand environmental phenomena and land changes, one of which is due to forest and land fires. The vegetation index refers to parameters obtained from satellite imagery as a description of the vegetation density of an area. This study aims to analyze the vegetation index using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) method in East Pedamaran District, OKI Regency before and after the forest and land fires that occurred in September 2019. This study used Landsat 8 data of OKI region and K-means algorithm to group NDVI data into vegetation classes. The results showed a reduction in the area with healthy vegetation (Dense Vegetation) reaching 65.0944 km², and an increase in the area of moderate vegetation and non-vegetation (Moderate Vegetation) reaching 65.0944 km². Therefore, it can be concluded that forest and land fires in Pedamaran Timur Sub-district have a significant impact on changes in vegetation conditions. This research provides an overview of the impact of fires on vegetation conditions and shows the potential for utilizing machine learning in vegetation analysis.)

Keywords: Clustering, Vegetation Index, K-means, NDVI, Spatial

Abstrak: Analisis tutupan vegetasi dapat memahami fenomena lingkungan dan perubahan lahan salah satunya akibat bencana kebakaran hutan dan lahan. Indeks vegetasi merujuk pada parameter yang didapat dari citra satelit sebagai gambaran densitas vegetasi suatu wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis indeks vegetasi menggunakan metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) di Kecamatan Pedamaran Timur, Kabupaten OKI sebelum dan setelah kebakaran hutan dan lahan yang terjadi pada bulan September 2019. Penelitian ini menggunakan data Landsat 8 wilayah OKI dan algoritma K-means untuk mengelompokkan data NDVI kedalam kelas vegetasi. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengurangan area dengan vegetasi sehat (Dense Vegetation) mencapai 65,0944 km², dan penambahan area vegetasi sedang dan non vegetasi (Moderate Vegetation) mencapai 65,0944 km². Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa, kebakaran hutan dan lahan di Kecamatan Pedamaran Timur berdampak signifikan terhadap perubahan kondisi vegetasi. Penelitian ini memberikan gambaran terkait dampak kebakaran terhadap kondisi vegetasi dan menunjukkan potensi pemanfaatan machine learning dalam analisis vegetasi.

Kata kunci: Clustering, Indeks Vegetasi, K-means, NDVI, Spasial

I. PENDAHULUAN

Eksistensi tumbuhan hijau yang melakukan proses fotosintesis membuat vegetasi dependen terhadap mereka. Keseluruhan flora yang digunakan sebagai penutup lahan disebut sebagai vegetasi [1]. Tentunya dengan melakukan analisis terhadap vegetasi mampu memberikan gambaran terhadap



luas tutupan lahan. Besarnya vegetasi suatu tutupan lahan dihitung berdasarkan indeks vegetasi. Indeks vegetasi merujuk pada parameter yang didapat dari citra satelit sebagai gambaran densitas vegetasi suatu wilayah [2].

Pengelompokan suatu wilayah dapat berdasarkan apa yang terbangun di atasnya seperti lahan pemukiman, badan air, hijau, dan lain-lain. Di sisi lain, dapat juga dilakukan pengelompokan berdasarkan analisis terhadap indeks vegetasinya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis dan mengelompokkan wilayah berdasarkan indeks vegetasi yakni clustering, misalnya dengan algoritma k-means.

Analisis data spasial dalam bidang penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) semakin banyak digunakan dalam memahami fenomena lingkungan dan tutupan lahan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023, Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI) secara keseluruhan memiliki luas wilayah sebesar 17.071,31 km², sementara itu, kecamatan Pedamaran Timur memiliki luas sekitar 671,38 km². Penggunaan metode K-means clustering pada data NDVI dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai perubahan vegetasi sebelum dan setelah kebakaran. Metode K-means clustering memungkinkan pengelompokan data NDVI ke dalam beberapa klaster yang dapat mengindikasikan tingkat kesehatan vegetasi sehingga dapat mengetahui ukuran besar perpindahan untuk setiap status vegetasi ke vegetasi yang lain pada pra dan pasca kebakaran hutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan NDVI di Pedamaran Timur sebelum dan setelah kebakaran serta mengetahui status tingkat kesehatan vegetasi di wilayah tersebut. Analisis ini penting karena dapat memberikan informasi yang berharga bagi pengambilan keputusan dalam pengelolaan lahan dan mitigasi bencana. Dengan memahami pola perubahan vegetasi, langkah-langkah restorasi dan pencegahan kebakaran dapat direncanakan dengan lebih baik.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data citra satelit Landsat 8 wilayah Ogan Komering Ilir (OKI) dengan tanggal perekaman 9 September 2019 dan 28 September 2023. Data ini dipilih berdasarkan sebelum dan sesudah peristiwa kebakaran hutan dan lahan di Sumatera Selatan salah satunya wilayah Ogan Komering Ilir (OKI) yang terdampak. Data ini bersumber dari website <https://earthexplorer.usgs.gov>. Data yang digunakan adalah data band 4 dan band 5 pada Landsat 8. Band 4 menangkap cahaya merah pada spektrum elektromagnetik (0,64-0,67 mikrometer), dimana tanaman hijau sangat efektif menyerap cahaya untuk fotosintesis, sementara Band 5 menangkap cahaya *near-infrared* (0,85-0,88 mikrometer), dimana vegetasi yang sehat akan memantulkan banyak cahaya NIR. Kombinasi Band 4 dan 5 menjadi sangat efektif untuk mendekripsi dan menganalisis kondisi vegetasi. Selain itu, terdapat data vektor Kecamatan Pedamaran Timur sebagai fokus utama wilayah yang akan di analisis dalam penelitian.



2.2. NDVI

Normalized Difference Vegetation Index atau NDVI merupakan indeks vegetasi yang paling umum digunakan untuk memantau dan menganalisis kondisi vegetasi suatu daerah, dengan mengukur perbedaan reflektansi antara cahaya inframerah dekat/*Near Infrared* atau NIR dan citra band merah atau RED [3]. NDVI memberikan informasi mengenai jumlah dan kepadatan klorofil dalam tumbuhan serta aktivitas fotosintesis. Nilai NDVI berkisar antara -1 hingga 1, dengan nilai yang lebih tinggi menunjukkan vegetasi yang lebih sehat dan lebih produktif. Nilai negatif mengindikasikan air atau awan, sedangkan nilai mendekati nol menunjukkan lahan yang tidak tertutup oleh vegetasi. Tanaman hijau dengan optimal dengan menyerap radiasi cahaya tampak (PAR) untuk fotosintesis. Disisi lain, mereka juga memantulkan radiasi inframerah dekat (NIR). Lumrahnya klorofil akan menyerap cahaya merah sedangkan inframerah dekat direfleksikan oleh jaringan mesofil daun [4]. Prinsip ini mendasari perhitungan NDVI yang memanfaatkan pola spektral vegetasi.

Nilai NDVI dapat dihitung sebagai berikut. Pada landsat 8 untuk NIR dan RED masing-masing digunakan band 5 dan 4.

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{Red}}{\text{NIR} + \text{Red}} \quad (1)$$

Indeks vegetasi dapat diartikan berdasarkan rentang piksel [5] seperti pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Klasifikasi NDVI pada piksel

Pixel Range	Class
<0	Air
0.03 - 0	Lahan Terbuka
0.03 - 0.3	Sparse vegetation
0.3 - 0.5	Moderate vegetation
0.5>	Dense vegetation

2.3. Algoritma K-Means

K-means clustering merupakan salah satu metode untuk mengelompokkan data menjadi sebanyak k cluster berdasarkan kedekatan nilai antara data sehingga menjadi sebuah cluster. Proses algoritma K-means [6] adalah sebagai berikut.

1. Menentukan jumlah k cluster dengan memilih k data secara acak sebagai centroid awal.
2. Setelah itu, hitung jarak setiap data ke centroid terdekat menggunakan rumus euclidean.
Rumus Euclidean:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (2)$$

3. Anggota cluster didapatkan berdasarkan jarak data ke centroid bernilai paling kecil.
4. Hitung ulang cluster dengan rata-rata dari semua objek yang diberikan untuk tiap cluster.



$$Centroid_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad (3)$$

5. Ulangi langkah 2 hingga 4 dan tidak ada lagi data yang berpindah cluster.

Performa algoritma K-means sangat dependen terhadap pemilihan parameter K. Salah satu cara yang mengukur kemampuan algoritma K-means adalah dengan membandingkan nilai *between sum square* dengan *total sum square* pada tiap nilai K yang dikehendaki. Selain itu, ada cara lain yakni dengan menggunakan *elbow method*. Metode elbow yakni ditujukan sebagai penentu banyak cluster terbaik, yakni dengan meninjau persentase setiap cluster yang membuat siku pada suatu titik [7]. Untuk menghitung *between sum square*, *within sum squared*, dan *total sum square* adalah sebagai berikut

$$BetweenSS = \sum_{k=1}^K n_k \sum_{j=1}^d (\bar{x}_{kj} - \bar{x}_j)^2 \quad (4)$$

$$WithinSS = \sum_{i=1}^n \sum_{i \in C_k} \sum_{j=1}^d (x_{ij} - \bar{x}_{kj})^2 \quad (5)$$

$$TotalSS = BetweenSS + WithinSS \quad (6)$$

keterangan :

\bar{x}_j = rerata nilai dimensi ke-j

\bar{x}_{kj} = rerata nilai pada cluster ke-k dimensi ke-j

n_k = banyak data cluster ke-k

K = banyak cluster

d = dimensi

n = banyak data

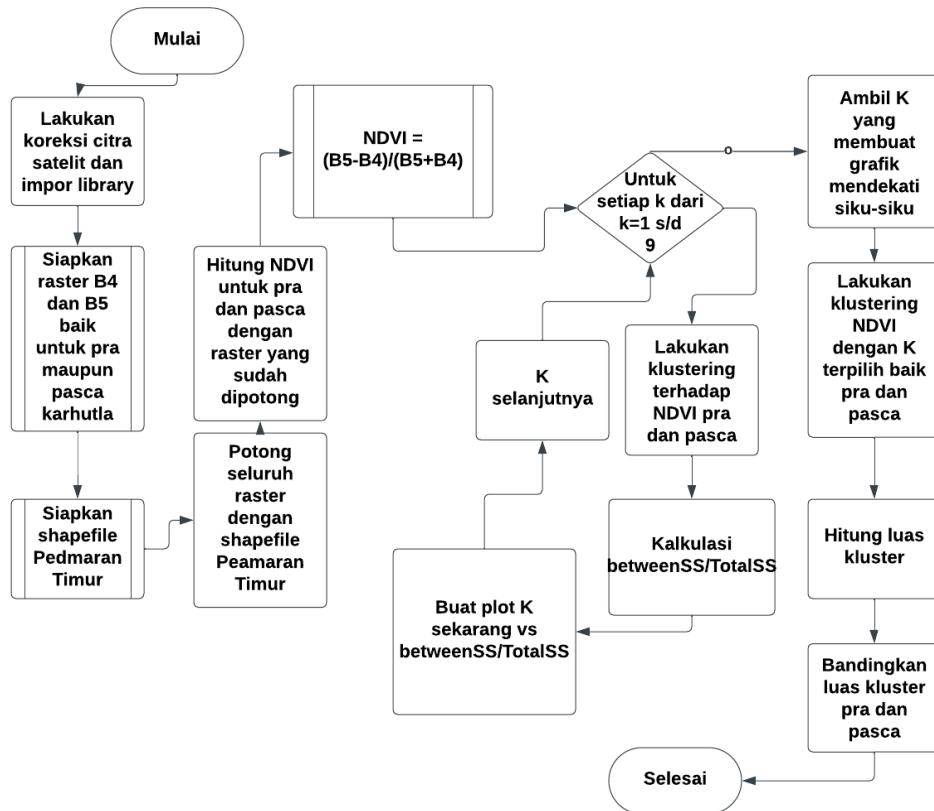
x_{ij} = data ke-i dimensi ke-j

C_k = himpunan data cluster ke-k

Semakin tinggi nilai yang didapatkan dari persamaan (6) maka semakin bagus pemilihan K. Namun, jika dikombinasikan dengan elbow method maka hanya diambil nilai K ketika sudut antar perpindahan *BetweenSS/TotalSS* dari suatu nilai K ke K+1 merupakan yang paling dekat dengan 90°.

2.4. Diagram Alir

Alur penelitian pada kasus "clustering NDVI K-Means: analisis vegetasi pra-pasca kebakaran hutan kabupaten Ogan Komering Ilir" dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.5. Pseudocode

```
Initialize:  
    Import libraries  
  
    // K-Means Clustering Algorithm  
    // Initialize Parameters  
    SET k TO chosen_number_of_clusters  
    SET converged TO False  
    SET centroids TO randomly_selected_data_points_as_centroids  
  
    WHILE converged IS False DO  
        FOR EACH data_point IN dataset DO  
            CALCULATE distance TO each centroid  
            ASSIGN data_point TO the nearest centroid's cluster  
        END FOR  
  
        UPDATE centroids TO mean_of_data_points_in_each_cluster  
  
        IF clusters_have_not_changed THEN  
            SET converged TO True  
        END IF  
    END WHILE  
  
    // Elbow Method for Optimal k  
    SET ratios TO []  
  
    FOR k IN range(1, 10) DO  
        APPLY k-means_with_k_clusters TO dataset
```



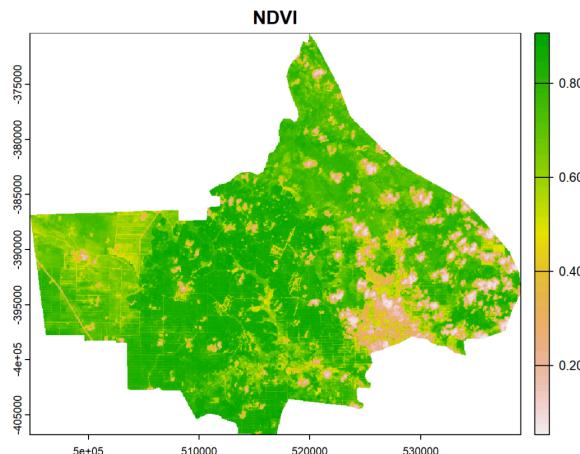
```
CALCULATE ratio TO between_cluster_sum_of_squares/total_sum_of_squares
APPEND ratio TO ratios
END FOR
PLOT ratios
End
```

Gambar 1. Diagram alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum pengolahan data, dilakukan preprocessing data, untuk mengolah data lebih lanjut. Preprocessing yang dilakukan adalah pengubahan masing-masing data ke sistem koordinat UTM zone 48N. Setelah itu dilakukan pemotongan raster dengan vektor yang berisikan batas wilayah Kecamatan Pedamaran Timur.

Setelah preprocessing data dilakukan, data akan masuk ke dalam peninjauan nilai NDVI. Hasil penilaian pada data tersebut kemudian divisualisasikan dalam bentuk plot untuk memberikan gambaran kondisi vegetasi menurut nilai NDVI nya.



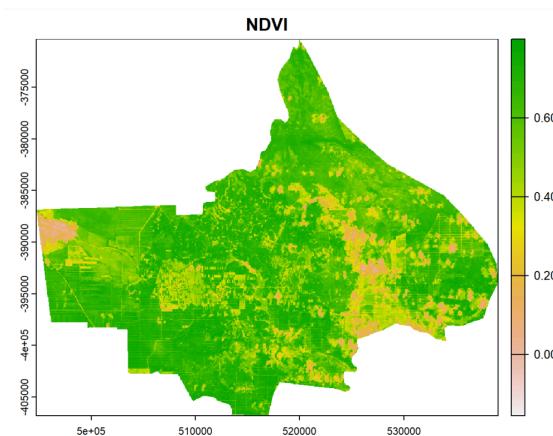
Gambar 2. NDVI pra-kebakaran Pedamaran Timur

Tabel 2. Rentang indeks NDVI terhadap Rentang warna pada visualisasi NDVI pra-kebakaran Pedamaran Timur

Rentang Indeks	Rentang Warna
<0.2	Putih - Merah muda
0,2 - 0,4	Merah - Jingga
0,4 - 0,6	Kuning - Hijau Muda
0,6 - 0,8	Hijau Muda - Hijau Tua
0,8>	Hijau Tua



Berdasarkan visualisasi dari data pra kebakaran hutan dan lahan tersebut, dapat dilihat nilai NDVI yang digambarkan dalam rentang warna. Dari Visualisasi tersebut, terlihat bahwa sebaran warna hijau cukup luas, yang mengindikasikan vegetasi sehat yang dominan. Namun terdapat area berwarna merah (rentang nilai 0,2-0,4) yang cukup menyebar di beberapa area, mengindikasikan area tersebut memiliki vegetasi sedang atau tidak terlalu padat. Di Beberapa area berwarna merah juga terdapat sebagian kecil area berwarna putih (rentang nilai 0-0,2), mengindikasikan sedikit atau tidak adanya vegetasi.



Gambar 3. NDVI pasca-kebakaran Pedamaran Timur

Tabel 3. Rentang indeks NDVI terhadap Rentang warna pada visualisasi NDVI pasca-kebakaran Pedamaran Timur

Rentang Indeks	Rentang Warna
<0,2	Putih - Jingga
0,2 - 0,4	Merah - Jingga
0,4 - 0,6	Kuning - Hijau Muda
0,6>	Hijau Muda - Hijau Tua

Berdasarkan visualisasi dari data pasca kebakaran hutan dan lahan tersebut, dapat dilihat nilai NDVI yang digambarkan dalam rentang warna. Berbeda dengan visualisasi sebelumnya, visualisasi ini memiliki rentang nilai yang lebih kecil, dimana warna merah sudah mengindikasikan vegetasi yang buruk atau tidak ada vegetasi. Berdasarkan visualisasi tersebut, dapat dilihat sebaran warna hijau masih cukup luas. Namun area berwarna kuning(rentang nilai 0,2-0,4) mulai menyebar luas diantara area berwarna hijau, yang mengindikasikan vegetasi sedang atau tidak terlalu padat semakin meluas dan hampir menyamai dominasi area berwarna hijau. Selain itu dapat dilihat area berwarna merah (rentang 0-0,2) yang cukup tersebar di beberapa area, yang mengindikasikan vegetasi yang buruk atau tidak adanya vegetasi.

Kedua visualisasi NDVI tersebut, memberikan gambaran perbedaan yang cukup signifikan pada persebaran area dengan vegetasi sedang dan vegetasi buruk atau non vegetasi pra dan pasca kebakaran hutan dan lahan di kecamatan Pedamaran Timur.



Setelah mendapatkan data indeks NDVI, dilakukan perhitungan jumlah cluster yang akan dikelompokkan nanti. Penentuan jumlah cluster dilakukan dengan metode Elbow yang melibatkan nilai inersia yaitu pembagian jumlah varian cluster(BetweenSS) dan total varians (TotalSS) terhadap jumlah cluster. Dengan penerapan metode tersebut didapatkan plot sebagai berikut.

Berdasarkan gambar (4), dapat dilihat saat saat nilai klaster berada pada nilai 2, kenaikan nilai rasio



Gambar 4a.



Gambar 4b.

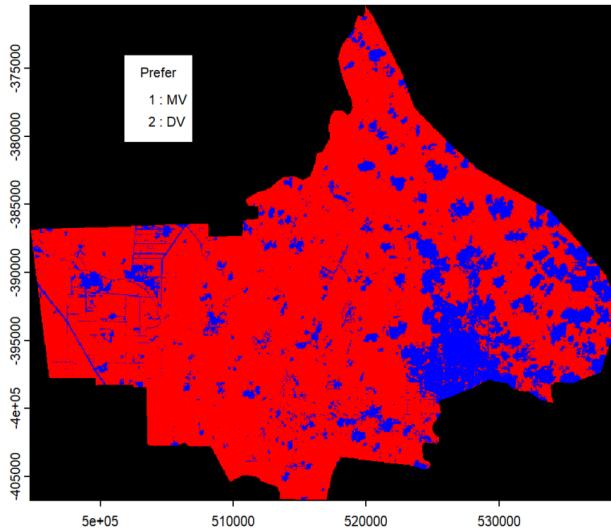
Gambar 4. Plot elbow K terbaik berdasarkan rasio Between SS dan Total SS : (4a) pra-Karhutla, (4b) pasca-Karhutla

cukup signifikan, sementara pada nilai 3 sampai 9 tidak begitu signifikan. Titik kenaikan ini disebut Elbow Point, yang menandakan jumlah cluster yang paling optimal untuk digunakan pada algoritma K-Means nanti.

Setelah mendapatkan jumlah cluster yang optimal, dilakukan penerapan algoritma K-Means clustering dengan 2 cluster. Hasil dari clusterisasi tersebut divisualisasikan menjadi plot dengan dua warna yang saling kontras, untuk menggambarkan kelompok-kelompok data berdasarkan kemiripan karakteristik dari setiap piksel data. kedua kelompok yang dihasilkan akan dimasukkan kedalam 2 kategori, yaitu MV(Moderate Vegetation) dan DV(Dense Vegetation). MV menggambarkan vegetasi sedang sampai buruk atau non vegetasi, sementara DV menggambarkan vegetasi sedang sampai sehat. Hasil plot dari Cluster dapat dilihat sebagai berikut.



Klustering NDVI Pedamaran Timur Pra Kebakaran dengan 2 Kluster

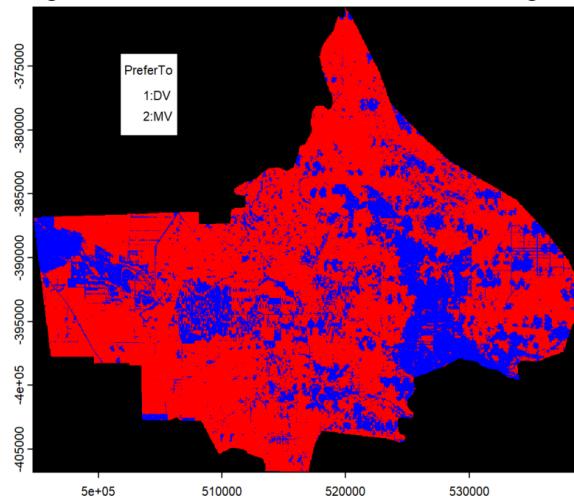


Gambar 5. Clustering NDVI Pedamaran Timur Pra-kebakaran dengan 2 cluster

Tabel 4. Pusat cluster yang dihasilkan algoritma K-Means Pra-kebakaran hutan dan lahan

Pusat Cluster	Kategori	Warna
0.3473041	Moderate Vegetation	Biru
0.7548669	Dense Vegetation	Merah

Klustering NDVI Pedamaran Timur Pasca Kebakaran dengan 2 Kluster



Gambar 6. Clustering NDVI Pedamaran Timur Pra-kebakaran dengan 2 cluster



Tabel 5. Pusat cluster yang dihasilkan algoritma K-Means Pasca-kebakaran hutan dan lahan

Pusat Cluster	Kategori	Warna
0.3644533	Moderate Vegetation	Biru
0.6482287	Dense Vegetation	Merah

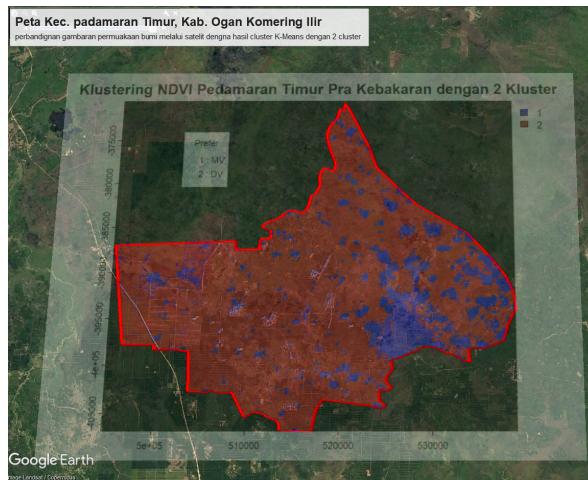
Berdasarkan plot pra kebakaran hutan dan lahan pada gambar (5), dapat dilihat sebaran area berwarna merah cukup signifikan dari pada area berwarna biru yang berarti area DV yang dominan, namun dapat dilihat area MV yang cukup tersebar di beberapa area. Berdasarkan plot tersebut dapat diasumsikan bahwa vegetasi pra kebakaran hutan dan lahan cukup baik, namun vegetasi sedang dan buruk atau non vegetasi juga sudah mulai menyebar. Sementara itu pada plot pasca kebakaran hutan pada gambar (6), dapat dilihat sebaran area MV yang cukup signifikan, dimana sebar area ini hampir menyamai area DV. Berdasarkan plot tersebut dapat diasumsikan bahwa vegetasi sehat pasca kebakaran hutan sangat berkurang dan hampir menyamai area vegetasi sehat.

Dari perbandingan kedua plot tersebut dapat dilihat sebaran area vegetasi sedang sampai buruk atau non vegetasi semakin meluas pasca kebakaran, yang menunjukkan pengaruh kebakaran yang cukup signifikan pada kondisi vegetasi di kecamatan Pedamaran Timur.

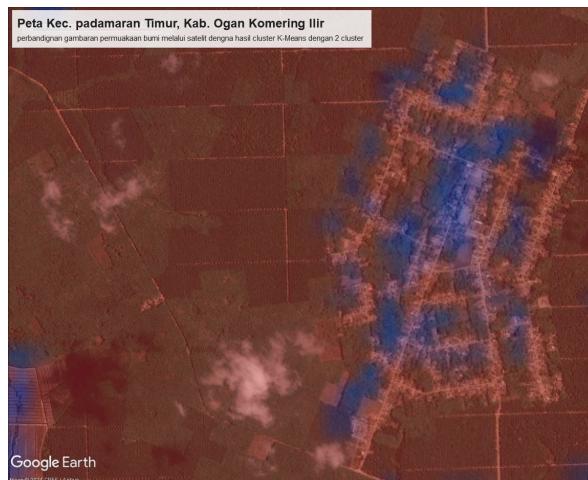
Untuk memperkaya analisis clustering, dilakukan pencocokan gambaran permukaan bumi langsung terhadap area gambaran satelit. Pencocokan dilakukan dengan membandingkan gambaran permukaan bumi pada google earth pro dengan hasil cluster.



Gambar 7. Gambaran permukaan bumi kecamatan Pedamaran Timur pada Google Earth



Gambar 8. Perbandingan gambaran permukaan bumi dan hasil cluster K-Means dengan 2 cluster pada kecamatan Pedamaran Timur pra-kebakaran pada Google Earth



Gambar 9. Perbandingan gambaran permukaan bumi dan hasil cluster K-Means dengan 2 cluster pada kecamatan Pedamaran Timur pra-kebakaran pada Google Earth dalam mode perbesaran

Berdasarkan gambaran perbandingan antara hasil cluster dengan gambarnya muka bumi, dapat disimpulkan secara garis besar model sudah dapat mengkategorikan vegetasi padat (*dense vegetation*) dan vegetasi sedang (*moderate vegetation*). Hal ini terlihat dari area pemukiman yang berwarna biru dan area tanaman yang berwarna merah.

Setelah mendapatkan cluster, dilakukan perhitungan luas berdasarkan peta batas wilayah dan raster yang didapatkan. Luas dihitung dari pembagian antara luas sesungguhnya dengan jumlah piksel dari raster. Luas dari Kecamatan Pedamaran timur adalah 671.384 km^2 , sementara jumlah piksel dari hasil clustering adalah vektor 1.214×1477 . Untuk jumlah piksel dan luas setiap cluster pada pra maupun pasca kebakaran hutan dan lahan dapat dilihat sebagai berikut.



Tabel 6. Jumlah Pusat Cluster terhadap Luas Wilayah Pra-Kebakaran Hutan dan Lahan

Kategori	Jumlah Piksel	Luas (Km^2)
Moderate Vegetation	151868	118.7435
Dense Vegetation	706804	552.6405

Tabel 7. Jumlah Pusat Cluster terhadap Luas Wilayah Pasca-Kebakaran Hutan dan Lahan

Kategori	Jumlah Piksel	Luas (Km^2)
Moderate Vegetation	235121	183.8379
Dense Vegetation	623551	487.5461

Hasil dari tabel (6) dan (7) menunjukkan terjadinya penurunan dense vegetasi sebelum dan sesudah kebakaran, sedangkan untuk moderate vegetasi mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan berkurangnya vegetasi sehat dan bertambahnya vegetasi sedang dan/atau non vegetasi setelah terjadi kebakaran hutan dan lahan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh, baik secara numerik maupun visualisasi, dapat ditarik kesimpulan bahwa kebakaran hutan dan lahan di kecamatan Pedamaran Timur menimbulkan dampak pada perubahan kondisi vegetasi. Hal ini dapat dilihat dari perbandingan luas antara *moderate vegetation* dan *dense vegetation* yang cukup besar.

Terjadi pengurangan area dengan vegetasi sehat (*Dense Vegetation*) mencapai $65,0944 km^2$, dan pada saat yang sama terjadi penambahan area vegetasi sedang dan non vegetasi (*Moderate Vegetation*) mencapai $65,0944 km^2$. Sehingga, dapat dikatakan bahwa terdapat wilayah yang berpindah statusnya *dense vegetation* menjadi *moderate vegetation*.

Disisi lain, model dinilai cukup akurat dalam pengelompokan kondisi vegetasi. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan gambaran permukaan bumi dan hasil cluster pada gambar 9 dan 10, yang menunjukkan keakuratan model dalam pengelompokan *moderate vegetation* dan *dense vegetation*. Meskipun demikian, perlu dilakukan validasi lapangan secara langsung dan analisis yang lebih mendalam untuk memastikan keakuratan yang dapat memberikan angka kepastian yang lebih objektif.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan gambaran yang cukup jelas tentang dampak kebakaran hutan dan lahan terhadap kondisi vegetasi, serta menunjukkan potensi machine learning



Seminar Nasional Sains Data 2024 (SENADA 2024)

E-ISSN 2808-5841

UPN "Veteran" Jawa Timur

P-ISSN 2808-7283

dalam pemanfaatannya pada model untuk memberikan gambaran kondisi vegetasi. Penelitian ini dapat menjadi dasar pengolahan dan peninjauan serta upaya dalam pelestarian alam yang berkelanjutan.

REFERENSI

- [1] N. Maryantika, L. M. Jaelani and A. Setiyoko2, "ANALISA PERUBAHAN VEGETASI DITINJAU DARI TINGKAT KETINGGIAN DAN KEMIRINGAN LAHAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT DAN SPOT 4 (STUDI KASUS KABUPATEN PASURUAN)," GEOID , vol. 07, pp. 94-100, 2011.
- [2] Haeruddin, S. Aminah, F. A. D. Suparno and J. F. Irawan, "Identifikasi Perubahan Indeks Vegetasi dan Kaitannya Dengan Mineral Alterasi Menggunakan Citra Sentinel-2A Multi Temporal," Jurnal Geosains dan Remote Sensing (JGRS), vol. 4, pp. 103-110, 2023.
- [3] Wulandari, D et al. "Analisis Spasial dan Temporal NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) untuk Memantau Kekeringan di Jawa Tengah." Jurnal Ilmiah Geografi, vol. 14, no. 2, pp. 121-130, 2014
- [4] A. Hardianto, P. U. Dewi, 1, N. F. S. Sari and N. S. Rifiana, "Pemanfaatan Citra Landsat 8 Dalam Mengidentifikasi Nilai Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI) Tahun 2013 dan 2019 (Area Studi: Kota Bandar Lampung," Jurnal Geosains dan Remote Sensing (JGRS), vol. 2, pp. 8-15, 2021.
- [5] R. Atun, K. K. and Ö. Gürsoy, "Determining The Forest Fire Risk with Sentinel 2 Images," Turkish Journal Of Geosciences (TURKEGO), vol. 1, pp. 22-26, 2020.
- [6] R. Prabowo, V. Verina, R. Sholehurrohman and R. Andrian, "Implementasi Metode K-Means untuk Clustering Citra Tanaman Obat," Kumpulan jurnal Ilmu Komputer (KLIK), vol. 10, pp. 345-358, 2023.
- [7] N. A. Maori, "METODE ELBOW DALAM OPTIMASI JUMLAH CLUSTER PADA K-MEANS CLUSTERING," Jurnal SIMETRIS, vol. 14, pp. 277-287, 2023.