

# ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN DAN SEBARAN TITIK PANAS TERHADAP LUAS AREA KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN DI KABUPATEN BENGKALIS MENGGUNAKAN INDEKS *NORMALIZED BURN RATIO*

Eko Widayanti<sup>\*)</sup>, Abdi Sukmono, Firman Hadi

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788  
Email : [ekowidayanti24@gmail.com](mailto:ekowidayanti24@gmail.com)<sup>\*)</sup>

## ABSTRAK

Kebakaran hutan dan lahan merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia, yang menyebabkan banyaknya kerugian mulai dari kerusakan lingkungan hingga tercemarnya polusi udara yang mengganggu kesehatan masyarakat di sekitar lokasi terjadinya kebakaran. Salah satu wilayah yang sering mengalami bencana kebakaran hutan dan lahan adalah Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Banyaknya kerugian yang didapat menuntut perlu adanya upaya penanggulangan bencana kebakaran untuk mengurangi dampak yang dihasilkan seperti melakukan analisis terhadap faktor-faktor penyebab terjadinya kebakaran. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh curah hujan yang menjadi salah satu faktor alam yang dapat mempengaruhi peristiwa kebakaran, serta jumlah sebaran *hotspot* yang menjadi salah satu indikator dalam mendeteksi kebakaran pada suatu wilayah terhadap luasan area kebakaran yang dihasilkan. Proses identifikasi area terbakar dalam penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan teknik penginderaan jauh menggunakan Citra Sentinel-2 serta indeks kebakaran NBR (*Normalized Burn Ratio*) dengan lima model *threshold* dari pengambilan sampel area terbakar. Sedangkan proses analisis pengaruh antara curah hujan dan *hotspot* terhadap luas area kebakaran yang dihasilkan menggunakan pengujian regresi linier berganda. Hasil dari penerapan *threshold* terbaik pada indeks dNBR yaitu model *threshold*  $\mu - 2\sigma$  dengan tingkat akurasi mencapai 81,56% pada periode kebakaran Februari 2019, 73,53% pada periode kebakaran Maret 2019, 71,66% pada periode kebakaran Februari 2020, dan 68,76% pada periode kebakaran April 2020. Sedangkan pada hasil pengujian uji statistika regresi linier berganda menunjukkan bahwa curah hujan dan titik panas (*hotspot*) memberikan pengaruh sebesar 91,41% terhadap luas area kebakaran. Curah hujan berpengaruh negatif terhadap luas area kebakaran yang menunjukkan bahwa semakin rendah curah hujan di suatu wilayah maka semakin besar luas area kebakaran yang dihasilkan begitu pula sebaliknya, sedangkan *hotspot* berpengaruh positif terhadap luas area kebakaran yang menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah *hotspot* di suatu wilayah maka semakin besar luas area kebakaran yang dihasilkan begitu pula sebaliknya.

**Kata Kunci:** Curah Hujan, *Hotspot*, Indeks dNBR, dan *Threshold*

## ABSTRACT

Forest and land fires are a disaster that often occurs in Indonesia, which causes the number of losses ranging from environmental damage to pollution of air pollution that interfere with the health of the community around the location of the fire. One of the areas that often experienced forest and land fires is Bengkalis Regency, Riau Province. The number of losses obtained requires the need for efforts to overcome fire disasters to reduce the resulting impact such as analyzing the factors that cause fire. In this study aims to analyze the effect of rainfall which is one of the natural factors that can affect fire events, as well as the number of hotspots that are one of the indicators in detecting fires in an area of the area of the fire produced. The process of identifying the burning area in this study was carried out by utilizing remote sensing techniques using the Sentinel-2 image and the NBR (*Normalized Burn Ratio*) fire index with five threshold models from the sampling of the burning area. While the process of analysis of the influence between rainfall and hotspot on the area of fire produced using multiple linear regression testing. The results of the application of the best threshold on the dNBR index are the threshold model  $\mu - 2\sigma$  with an accuracy rate of 81.56% in the February 2019 fire period, 73.53% in the March 2019 fire period, 71.66% in the February 2020 fire period, and 68.76% in the April 2020 fire period. While the results of the multiple statistical testing test results showed that rainfall and hotspots had an effect of 91.41% on the area of the fire. Rainfall has a negative effect on the area of the fire which shows that the lower the rainfall in an area, the greater the area of the fire produced and vice versa, while the hotspot has a positive effect on the area of the fire which shows that the more the number of hotspots in an area the more the area of the fire produced and vice versa.

**Keywords :** dNBR Index, Hotspot, Rainfall, and Threshold

<sup>\*)</sup> Penulis Utama, Penanggung Jawab

## I. Pendahuluan

### I.1 Latar Belakang

Kebakaran hutan dan lahan merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia, terutama pada musim kemarau di berbagai wilayah yang menimbulkan kerugian dan kerusakan lingkungan, ekonomi serta sosial yang sangat besar. Polusi udara berupa asap dari kebakaran hutan dan lahan sangat mengganggu kesehatan masyarakat yang tinggal di wilayah terdampak kebakaran. Berdasarkan banyaknya kerugian dari terjadinya kebakaran hutan dan lahan perlu adanya upaya penanggulangan bencana kebakaran untuk mengurangi dampak yang dihasilkan.

Terjadinya kebakaran hutan dan lahan dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Perubahan iklim di Indonesia dapat mempengaruhi terjadinya kebakaran, salah satunya adalah curah hujan. Meskipun curah hujan bukan menjadi penentu terjadinya kebakaran, namun curah hujan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keadaan kelembaban bahan bakar, dimana jika curah hujan berkurang maka kelembaban bahan bakar juga berkurang sehingga berpotensi menyebabkan terjadinya kebakaran hutan dan lahan (Itsaini, 2017). Indikator penyebab terjadinya potensi kebakaran juga dapat dideteksi dengan adanya sebaran titik panas (*hotspot*).

Berdasarkan situs SiPongi KLHK, pada tahun 2017-2021 Kabupaten Bengkalis mengalami kebakaran mencapai 25.745 Ha dan kebakaran tertinggi tahun 2019 mencapai 15.398 Ha. Hal ini karena 69,68% dari luas daratan di Kabupaten Bengkalis merupakan lahan gambut (Nasrul, 2010). Menurut Djajakirana (2002) dalam (Vembrianto dkk, 2015) menyatakan ketika lahan gambut terbakar maka tanahnya habis terbakar dan dampak yang terjadi yaitu adanya pemanasan bahan organik yang tidak ikut terbakar. Akibat pemanasan ini dapat menurunkan kemampuan bahan organik untuk memegang air, menjadikan kekeringan terhadap bahan organik. Karena kadar air tanah rendah dan kemampuan menyerap air menjadi berkurang dapat menyebabkan tanah gambut yang sudah pernah terbakar akan cenderung lebih mudah terbakar kembali. Pemanasan bahan organik dari gambut ini yang dapat terdeteksi sebagai titik panas (*hotspot*).

Identifikasi kebakaran hutan dan lahan dapat teramati melalui indeks kebakaran salah satunya yaitu NBR (*Normalized Burn Ratio*) yang dapat mengidentifikasi tingkat keparahan terjadinya kebakaran. Area terbakar diidentifikasi berdasarkan nilai *threshold* yang dihasilkan dari sampel area terbakar dNBR. Mengacu pada Fraser dkk, 2000 dan (Pusfatja LAPAN, 2015), model *threshold* yang digunakan untuk penentuan potensi area terbakar dalam penelitian ini yaitu  $\mu+2\sigma$ ,  $\mu+1\sigma$ ,  $\mu$ ,  $\mu-1\sigma$ ,  $\mu-2\sigma$  agar dapat menghasilkan model *threshold* terbaik untuk hasil identifikasi area terbakar.

Berdasarkan penjabaran kajian permasalahan serta penelitian terdahulu mengenai permasalahan kebakaran hutan dan lahan dalam penelitian ini penulis memiliki tujuan untuk menganalisis hubungan antara curah hujan dan sebaran titik panas (*hotspot*) terhadap

luasan kebakaran hutan dan lahan yang dihasilkan dengan menggunakan NBR sebagai indeks kebakaran untuk mengidentifikasi area terbakar. Hal ini dikarenakan curah hujan merupakan salah satu faktor alam yang dapat mempengaruhi peristiwa kebakaran pada suatu wilayah, sedangkan jumlah sebaran titik panas (*hotspot*) juga merupakan salah satu indikator dalam mendeteksi kebakaran.

### I.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini memiliki rumusan masalah yakni:

1. Bagaimana hasil ekstraksi area terbakar menggunakan indeks NBR di Kabupaten Bengkalis?
2. Bagaimana hasil *threshold* dan uji akurasi penerapan *threshold* area terbakar yang paling sesuai dengan identifikasi area terbakar?
3. Bagaimana hasil hubungan antara data curah hujan dengan titik panas (*hotspot*) terhadap luasan kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Bengkalis?

### I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan diantaranya yaitu:

1. Mengetahui hasil ekstraksi area terbakar menggunakan indeks NBR di Kabupaten Bengkalis.
2. Mengetahui hasil *threshold* dan uji akurasi penerapan *threshold* area terbakar yang paling sesuai dengan identifikasi area terbakar.
3. Mengetahui hasil hubungan antara data curah hujan dengan titik panas (*hotspot*) terhadap luasan kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Bengkalis.

### I.4 Batasan Lingkup Penelitian

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini membahas mengenai pengaruh curah hujan dan sebaran *hotspot* secara langsung terhadap luas area kebakaran hutan dan lahan.
2. Wilayah penelitian berada di Kabupaten Bengkalis dengan cakupan terkecil dari penelitian ini adalah grid ukuran 2'30" x 2'30".
3. Data yang diperlukan dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait.
4. Identifikasi area terbakar menggunakan visualisasi citra, penerapan indeks NBR, model *threshold*, data tutupan lahan, dan data kebakaran dari KLHK.
5. Model *threshold* yang digunakan yaitu  $\mu+2\sigma$ ,  $\mu+1\sigma$ ,  $\mu$ ,  $\mu-1\sigma$ , dan  $\mu-2\sigma$ .
6. Uji akurasi area terbakar berdasarkan perbandingan luas data hasil pengolahan dengan data referensi kebakaran hutan dan lahan..

**II. Tinjauan Pustaka**

**II.1 Kebakaran Hutan dan Lahan**

Kebakaran hutan dan lahan atau biasa disebut Karhutla merupakan suatu peristiwa terbakarnya hutan dan lahan yang terjadi baik secara alami maupun karena aktivitas manusia, sehingga mengakibatkan kerusakan lingkungan yang menimbulkan kerugian ekologi, ekonomi, sosial budaya, dan politik (MenLHK, 2016). Hingga saat ini, kebakaran hutan dan lahan menjadi bencana tahunan di berbagai wilayah di Indonesia. Berdasarkan data sistem monitoring kebakaran hutan dan lahan dari KLHK mencatat bahwa kebakaran di Kabupaten Bengkalis mencapai total 25.993 Ha dari tahun 2017-2021 dengan kebakaran paling tinggi pada tahun 2019 yaitu mencapai 15.398 Ha.

**II.2 Curah Hujan**

Menurut BMKG, musim hujan merupakan suatu periode dimana jumlah curah hujan bulanan lebih dari 150 mm, sedangkan jika curah hujan bulanan kurang dari 150 mm termasuk dalam periode musim kemarau (Tjasyono, dkk, 2008). Berdasarkan (Supriyati dkk, 2018), BMKG membagi curah hujan bulanan menjadi empat kategori yang dapat dilihat pada **Tabel II-1**.

**Tabel II-1** Klasifikasi Curah Hujan Bulanan

Curah Hujan (Bulanan)	Keterangan
0 - 100 mm	Rendah
100 - 300 mm	Sedang
300 - 500 mm	Tinggi
>500 mm	Sangat Tinggi

Kabupaten Bengkalis beriklim tropis dengan temperatur 26° - 32°C dan kelembaban 85%. Musim hujan berlangsung di bulan September - Januari dengan rata-rata curah hujan berkisar 900 - 1.500 mm/tahun dan jumlah hujan < 110 hari/tahun. Sedangkan musim kemarau terjadi antara bulan Februari - Agustus.

**II.3 Hotspot (Titik Panas)**

*Hotspot* merupakan istilah untuk sebuah *pixel* yang memiliki nilai temperatur di atas ambang batas (*threshold*) tertentu dari hasil interpretasi citra satelit, yang dapat dimanfaatkan sebagai indikasi kejadian kebakaran hutan dan lahan (MenLHK, 2016). Tidak semua titik *hotspot* mengindikasikan adanya titik api di lokasi tersebut, namun menunjukkan bahwa suhu permukaan di wilayah tersebut sangat tinggi atau panas dan diindikasikan akan atau sedang terjadi kebakaran, sehingga semakin banyak titik *hotspot* maka semakin banyak potensi terjadinya kebakaran di suatu wilayah. Merujuk pada (Herdian, Boreel, & Loppies, 2021), klasifikasi *hotspot* terhadap kerawanan kebakaran hutan dan lahan dapat dilihat pada **Tabel II-2**.

**Tabel II-2** Klasifikasi *Hotspot* Terhadap Kerawanan Kebakaran

Jumlah <i>Hotspot</i>	Keterangan
<10	Sangat Tidak Rawan
10 - 20	Tidak Rawan
20 - 40	Sedang
40 - 50	Rawan
>50	Sangat Rawan

**II.4 Citra Sentinel-2**

Satelit Sentinel-2 merupakan satelit resolusi menengah dengan resolusi temporal 10 hari untuk satu satelit atau 5 hari untuk dua satelit. Satelit identik Sentinel-2 akan memberikan kesesuaian informasi gambar tipe SPOT dan Landsat, berkontribusi pada pengamatan multispektral yang sedang berlangsung dan memberikan manfaat seperti pengelolaan lahan, pertanian dan kehutanan, pengendalian bencana, operasi bantuan kemanusiaan, pemetaan risiko, dan masalah keamanan. Berdasarkan (ESA, 2015), spesifikasi citra Sentinel-2 seperti pada **Tabel II-3**.

**Tabel II-3** Spesifikasi Citra Sentinel-2

Band	Panjang Gelombang (nm)	Resolusi Spasial (m)
Band 1-Coastal Aerosol	443	60
Band 2-Blue	490	10
Band 3-Green	560	10
Band 4-Red	665	10
Band 5-Vegetation Red Edge	705	20
Band 6-Vegetation Red Edge	740	20
Band 7-Vegetation Red Edge	783	20
Band 8-NIR	842	10
Band 8A-Vegetation Red Edge	865	20
Band 9-Water Vapour	945	60
Band 10-SWIR Cirrus	1375	60
Band 11-SWIR 1	1610	20
Band 12-SWIR 2	2190	20

**II.5 NBR (Normalized Burn Ratio)**

NBR (*Normalized Burn Ratio*) merupakan indeks yang digunakan untuk mengidentifikasi area terbakar dan memberikan ukuran keparahan luka bakar. NBR dihitung sebagai rasio antara nilai panjang gelombang NIR dan SWIR. Vegetasi sebelum kebakaran akan memiliki nilai reflektansi yang tinggi terhadap NIR dan reflektansi rendah terhadap SWIR dan sebaliknya pada citra setelah kebakaran akan memiliki nilai reflektansi yang rendah pada NIR dan reflektansi yang tinggi terhadap SWIR. Nilai NBR yang tinggi umumnya menunjukkan vegetasi yang masih baik, sedangkan nilai NBR yang rendah menunjukkan berupa tanah kosong dan daerah baru terbakar (Loboda dkk, 2007). Persamaan yang digunakan ditunjukkan dalam persamaan II.1 (Fibyana, 2020).

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \dots \dots \dots (II.1)$$

Keterangan :

NBR = *Normalized Burn Ratio*

NIR = Nilai spektral *near infrared* (Band 8)

SWIR = Nilai spektral *shortwave infrared* (Band 12)

Berdasarkan (Wulder & Franklin, 2006), menyatakan bahwa nilai dNBR mampu digunakan untuk mengestimasi tingkat keparahan kebakaran hutan dan lahan dengan baik. dNBR dihitung dengan menggunakan data citra satelit sebelum dan sesudah terbakar. Hasil nilai dNBR yang tinggi menunjukkan telah terjadi kebakaran besar hingga mengakibatkan kerusakan yang parah, sedangkan nilai dNBR negatif menunjukkan tingkat pertumbuhan vegetasi yang

tinggi setelah terbakar (Saputra dkk, 2017). Nilai dNBR dapat dihitung berdasarkan persamaan II.2.

$$dNBR = NBR\ pre\ fire - NBR\ post\ fire \dots\dots\dots(II.2)$$

Keterangan :

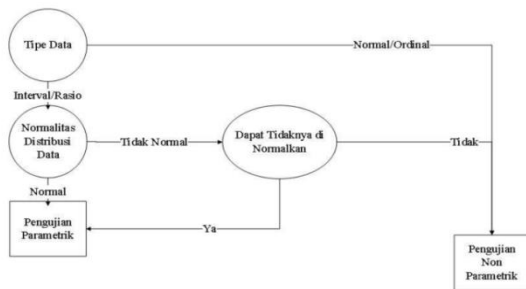
- dNBR = Selisih NBR<sub>prefire</sub> dan NBR<sub>postfire</sub>
- NBR<sub>prefire</sub> = NBR citra sebelum terbakar
- NBR<sub>postfire</sub> = NBR citra sesudah terbakar

**II.6 Pengambilan Sampel**

Sampel merupakan sekumpulan data yang diambil dari populasi. Penentuan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *Systematic Grid Sampling* dimana titik koordinat sampel dipilih secara acak sesuai dengan jarak titik yang telah ditentukan. Teknik *Systematic Grid Sampling* ini memiliki kesamaan dengan Teknik *Simple Random Sampling*. Oleh karena itu *Systematic Grid Sampling* juga memerlukan *sampling frame* serta pemilihan sampel dilakukan secara sistematis berdasarkan interval yang telah ditetapkan sesuai grid.

**II.7 Statistika Inferensi**

Statistik inferensi merupakan metode untuk menganalisis sebagian atau keseluruhan data yang berasal dari sampel hingga memperoleh pengambilan keputusan (inferensi) terhadap populasi yang bertujuan untuk melakukan perkiraan terhadap populasi dan melakukan uji hipotesis terhadap parameter populasi. Statistik inferensi terdiri atas dua jenis yaitu parametrik dan non parametrik. Apabila setelah dilakukan pengujian terhadap distribusi data dan menunjukkan bahwa data terdistribusi normal maka dapat dilakukan berbagai inferensi dengan metode statistik parametrik. Sedangkan apabila hasil pengujian menunjukkan data tidak terdistribusi normal maka menggunakan metode statistik non parametrik (Priyastama, 2020). Kriteria statistika menurut (Sunjoyo dkk, 2013) seperti terlihat pada **Gambar II-1**.



**Gambar II-1** Kriteria Statistika

**II.8 Threshold (Ambang Batas)**

*Threshold* merupakan nilai ambang batas dalam penentuan informasi area terbakar. Perhitungan nilai ambang batas dilakukan dengan menghitung nilai rerata ( $\mu$ ) dan standar deviasi ( $\sigma$ ) dari sampel area daerah terbakar pada citra. Mengacu pada Fraser dkk,2000 dan (Pusfatja LAPAN, 2015), *Threshold* yang digunakan untuk penentuan potensi area terbakar dalam penelitian ini ditunjukkan dalam persamaan (II.3) sampai persamaan (II.7) (Suwarsono dkk, 2013).

$$\mu + 2\sigma \dots\dots\dots(II.3)$$

$$\mu + 1\sigma \dots\dots\dots(II.4)$$

$$\mu \dots\dots\dots(II.5)$$

$$\mu - 1\sigma \dots\dots\dots(II.6)$$

$$\mu - 2\sigma \dots\dots\dots(II.7)$$

Keterangan :

- $\mu$  = Nilai rerata
- $\sigma$  = Nilai standar deviasi

**II.9 Uji Akurasi Klasifikasi**

Uji akurasi area terbakar dilakukan dengan membandingkan hasil identifikasi area bekas terbakar dengan data referensi daerah bekas terbakar. Data referensi yang digunakan dapat diperoleh dari instansi terkait, pengukuran di lapangan, atau pengolahan citra akurasi tinggi. Baik data hasil identifikasi maupun data referensi kebakaran harus dalam format yang sama agar dapat dilakukan perhitungan data valid, omisi, dan komisi. Data valid merupakan data pengolahan area terbakar yang sesuai dengan data referensi. Data omisi merupakan data referensi yang tidak sesuai dengan data hasil pengolahan area terbakar. Data komisi merupakan data pengolahan area terbakar yang tidak sesuai dengan data referensi. Hasil perhitungan luas data valid, omisi, dan komisi kemudian digunakan untuk menghitung besarnya akurasi dengan persamaan (II.8), (II.9), dan (II.10).

$$Akurasi\ Pengguna\ (\%) = \frac{v}{v+k} \times 100\% \dots\dots\dots(II.8)$$

$$Akurasi\ Penghasil\ (\%) = \frac{v}{v+o} \times 100\% \dots\dots\dots(II.9)$$

$$Akurasi\ Keseluruhan\ (\%) = \frac{v}{v+o+k} \times 100\% \dots\dots\dots(II.10)$$

Keterangan:

- v = Data valid
- o = Data kesalahan omisi
- k = Data kesalahan komisi

**II.10 Grid Skala Ragam**

Skala ragam (*multiscale*) merupakan metode yang digunakan untuk menggambarkan suatu fenomena dengan pola yang tidak berubah atau berubah secara monoton dalam skala dengan memanfaatkan informasi yang mengacu pada suatu rentang skala atau spectrum skala secara simultan. Melalui metode pendekatan sistem skala ragam, akan memudahkan dalam melakukan pengelolaan terutama dalam hal penggabungan atau agregasi data pada level yang berbeda guna memperoleh analisis yang lebih mendalam dari sistem dan prosesnya (Riqqi, 2008). Adapun ukuran grid beserta resolusi seperti terlihat pada **Tabel II-4**.

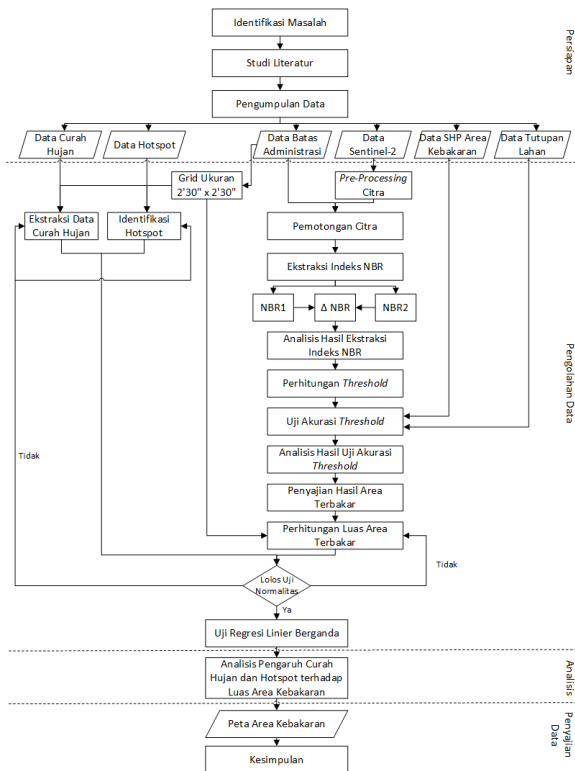
**Tabel II-4** Ukuran Grid Beserta Resolusi

Paralel	Meridian	Resolusi (Km)
1°	1° 30'	111 x 166,5
30'	30'	55,5 x 55,5
15'	15'	27,75 x 27,75
7'30"	7'30"	13,875 x 13,875
2'30"	2'30"	4,625 x 4,625
30"	30"	0,900 x 0,900
5"	5"	0,150 x 0,150

Keterangan : 1° ≈ 111 km(Sofiyanti, 2010)







Gambar III-1 Diagram Alir Penelitian

### III.3 Pelaksanaan Penelitian

#### 1. Preprocessing Citra

Data Citra Sentinel-2 yang telah diunduh melalui Google Earth Engine sudah terkoreksi secara geometrik, radiometrik, dan atmosferik menggunakan sen2cor. Citra Sentinel-2 yang diunduh telah dilakukan proses resampling atau penyamaan resolusi citra menjadi 10m. Pada penelitian ini dilakukan proses uji geometrik untuk menguji akurasi geometrik Sentinel-2. Uji geometrik yang dilakukan dengan menggunakan metode *image to image* untuk mengetahui nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) sebagai nilai pergeseran koordinat dan nilai CE90 (*Circular Error*) yaitu nilai ketelitian horizontal citra satelit dengan tingkat kepercayaan 90%. Persamaan RMSE dan CE90 bersumber dari PERKA BIG Nomor 6 Tahun 2018. Pada penelitian ini data yang diuji yaitu Citra Sentinel-2 dengan menggunakan sebaran 30 titik ICP (*Independent Check Point*).

#### 2. Ekstraksi Area Terbakar Menggunakan NBR

Ekstraksi indeks area terbakar merupakan tahapan perhitungan indeks citra sebelum terbakar dan sesudah terbakar, serta perhitungan nilai dNBR.

#### 3. Penentuan Nilai Threshold

Nilai *threshold* atau ambang batas dapat digunakan dalam menentukan informasi area kebakaran. *Threshold* dihitung menggunakan nilai rerata ( $\mu$ ) dan standar deviasi ( $\sigma$ ) dari sampel area yang mewakili daerah terbakar pada citra *difference*. Adapun model *threshold* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu  $\mu+2\sigma$ ,  $\mu+1\sigma$ ,  $\mu$ ,  $\mu-1\sigma$ , dan  $\mu-2\sigma$ .

#### 4. Uji Akurasi Klasifikasi

Uji akurasi klasifikasi area terbakar dilakukan dengan membandingkan hasil identifikasi area bekas

terbakar dengan data referensi daerah bekas terbakar. Baik data hasil identifikasi maupun data referensi kebakaran harus dalam format yang sama agar dapat dilakukan perhitungan data valid, omisi, dan komisi. Hasil perhitungan luas data valid, omisi, dan komisi kemudian digunakan untuk menghitung besarnya akurasi pengguna, penghasil, dan keseluruhan.

#### 5. Tahapan Pembuatan Grid

Pembuatan grid digunakan sebagai wilayah spasial terkecil dalam penelitian. Berdasarkan (Sofiyanti, 2010) ukuran grid yang dipilih yaitu 2'30" x 2'30" (4,625 km x 4,625 km).

#### 6. Perhitungan Area Terbakar Berdasarkan Grid

Perhitungan luas area kebakaran berdasarkan grid sebagai unit spasial terkecil dalam penelitian yang kemudian akan disusun dalam data tabular untuk keperluan uji statistika.

#### 7. Ekstraksi Data Curah Hujan

Ekstraksi data curah hujan dilakukan untuk mendapat nilai curah hujan rata-rata yang ada dalam grid.

#### 8. Identifikasi Hotspot

Identifikasi *hotspot* pada periode kebakaran hutan dan lahan dapat dilihat dari jumlah *hotspot* yang banyak, bergerombol dan berulang di suatu tempat.

#### 9. Tabulasi Data Penelitian

Tabulasi data penelitian dilakukan dengan mengelompokkan data variabel penelitian yaitu luas area terbakar, curah hujan, dan *hotspot* berdasarkan letak grid yang telah dibuat.

#### 10. Uji Normalitas Data

Uji normalitas dalam penelitian ini digunakan untuk menguji apakah model regresi berdistribusi normal atau tidak karena regresi yang baik memiliki data terdistribusi normal. Uji normalitas yang dilakukan yaitu Kolmogorov-Smirnov dengan ketentuan data terdistribusi normal jika nilai signifikansi hasil uji Kolmogorov-Smirnov  $> 0,05$ .

#### 11. Uji Regresi Linier Berganda

Uji Regresi Linier Berganda dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh antara dua variabel independen terhadap variabel dependen.

#### 12. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk membuktikan kebenaran hipotesis awal yang sudah dibuat. Pembuktian hipotesis dapat dilakukan dengan Uji Parsial (Uji T) dan Uji Simultan (Uji F).

#### 13. Uji Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Uji Koefisien Determinasi digunakan untuk mengukur kemampuan model dalam menerangkan variasi variabel dependen. Nilai koefisien determinasi berada pada rentang nol sampai satu, yang menunjukkan bahwa semakin kecil atau mendekati nol nilai  $R^2$  maka semakin lemah hubungan antar variabel.

#### 14. Tahapan Analisis

Tahapan analisis akhir penelitian berupa hasil pengujian statistika menggunakan data curah hujan, *hotspot* dan luas area kebakaran dari hasil identifikasi area kebakaran menggunakan indeks NBR untuk

mengetahui apakah terdapat hubungan antar variabel sehingga saling mempengaruhi satu dengan lainnya.

15. Tahapan Penyajian Data

Tahap penyajian data akhir dalam penelitian ini berupa peta persebaran *hotspot*, peta persebaran titik sampel area terbakar, peta hasil identifikasi area terbakar menggunakan indeks NBR berdasarkan *threshold* terbaik, serta kesimpulan dari penelitian.

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Hasil dan Analisis Uji Geometrik

Uji geometrik yang dilakukan dengan menggunakan metode *image to image* dengan menggunakan sebaran 30 titik ICP. RMSE yang dihasilkan dengan melakukan sebaran titik ICP sebanyak 30 titik yaitu mencapai 1,33103.

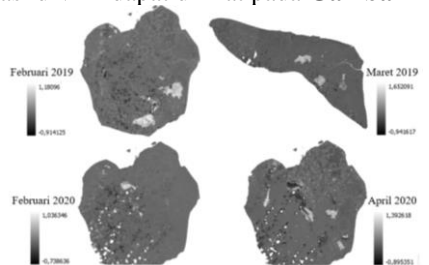
Perhitungan CE90 guna mengetahui perbedaan posisi horizontal objek di peta dengan posisi yang dianggap sebenarnya tidak lebih besar dari radius tersebut. Nilai CE90 mencapai 2,0198 piksel, 1 piksel pada Sentinel-2 mempunyai ukuran 10 m, jadi perhitungan nilai CE90 mencapai 20,198 m. Berdasarkan Tabel IV-1 termasuk dalam kelas 1 dengan skala horizontal 1:50.000 dan ketelitian horizontal mencapai 15 m.

Tabel IV-1 Pedoman Teknis Ketelitian Dasar Peta

No	Skala	Interval Kontur (m)	Ketelitian Peta RHI							
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3			
			Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)		
1	1:1.000.000	400	300	200	600	300	900,0	400		
2	1:500.000	200	150	100	300	150	450,0	200		
3	1:250.000	100	75	50	150	75	225,0	100		
4	1:100.000	40	30	20	60	30	90,0	40		
5	1:50.000	20	15	10	30	15	45,0	20		
6	1:25.000	10	7,5	5	15	7,5	22,5	10		
7	1:10.000	4	3	2	6	3	9,0	4		
8	1:5.000	2	1,5	1	3	1,5	4,5	2		
9	1:2.500	1	0,75	0,5	1,5	0,75	2,3	1		
10	1:1.000	0,4	0,3	0,2	0,6	0,3	0,9	0,4		

IV.2 Hasil dan Analisis Ekstraksi Area Terbakar Menggunakan Indeks NBR

*Difference* indeks (dNBR) merupakan hasil perubahan nilai dari NBR sebelum terbakar dengan NBR setelah terbakar. Perubahan nilai pada citra sebelum dan sesudah terbakar dikarenakan adanya perubahan tutupan lahan di area terbakar. Hasil visualisasi dNBR dapat dilihat pada Gambar IV-5.



Gambar IV-1 Visualisasi *Difference* Indeks (dNBR)

Pada visualisasi *difference* indeks warna putih pada citra terindikasi sebagai area kebakaran dengan nilai yang tinggi. Pada kebakaran periode Februari 2019 nilai dNBR dari -0,914 sampai 1,181. Pada Maret 2019 nilai dNBR dari -0,941 sampai 1,652. Pada Februari 2020 nilai dNBR dari -0,739 sampai 1,036. Pada April 2020 nilai dNBR dari -0,895 sampai 1,393.

IV.3 Hasil dan Analisis *Threshold* serta Uji Akurasi Penerapan *Threshold Area* Terbakar

1. Hasil *Threshold Area* Terbakar

Hasil model *threshold* diperoleh dari perhitungan *mean* dan *standard deviation* pada titik sampel area terbakar. Penelitian ini menggunakan lima model *threshold* yaitu  $\mu+2\sigma$ ,  $\mu+1\sigma$ ,  $\mu$ ,  $\mu-1\sigma$ , dan  $\mu-2\sigma$  dengan hasil perhitungan masing-masing model *threshold* seperti terlihat pada Tabel IV-2.

Tabel IV-2 Hasil Perhitungan *Threshold*

Model Threshold Februari 2019						
Mean ( $\mu$ )	Standar Deviasi ( $\sigma$ )	Model Threshold				
		$\mu+2\sigma$	$\mu+1\sigma$	$\mu$	$\mu-1\sigma$	$\mu-2\sigma$
0,78300	0,16120	1,10541	0,94421	0,78300	0,62180	0,46059
Model Threshold Maret 2019						
Mean ( $\mu$ )	Standar Deviasi ( $\sigma$ )	Model Threshold				
		$\mu+2\sigma$	$\mu+1\sigma$	$\mu$	$\mu-1\sigma$	$\mu-2\sigma$
0,80736	0,16963	1,14663	0,97700	0,80736	0,63773	0,46810
Model Threshold Februari 2020						
Mean ( $\mu$ )	Standar Deviasi ( $\sigma$ )	Model Threshold				
		$\mu+2\sigma$	$\mu+1\sigma$	$\mu$	$\mu-1\sigma$	$\mu-2\sigma$
0,70331	0,10059	0,90448	0,80389	0,70331	0,60272	0,50213
Model Threshold April 2020						
Mean ( $\mu$ )	Standar Deviasi ( $\sigma$ )	Model Threshold				
		$\mu+2\sigma$	$\mu+1\sigma$	$\mu$	$\mu-1\sigma$	$\mu-2\sigma$
0,80293	0,15691	1,11675	0,95984	0,80293	0,64602	0,48911

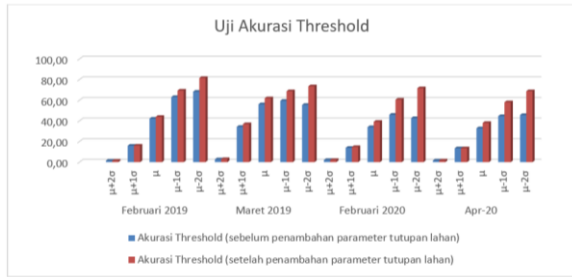
2. Hasil Uji Akurasi Penerapan *Threshold*

Uji akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil identifikasi area bekas terbakar berdasarkan model *threshold* dengan data referensi daerah terbakar. Perhitungan akurasi berdasarkan perbandingan luasan poligon area terbakar hasil pengolahan dengan data referensi area terbakar. Berdasarkan identifikasi area terbakar menggunakan indeks NBR dan model *threshold* masih terdapat adanya tutupan lahan lain yang ikut terdeteksi sebagai area terbakar seperti beberapa lahan terbuka. Hal ini dapat mempengaruhi hasil akurasi antara data hasil pengolahan dengan data referensi kebakaran, oleh karena itu perlu dilakukan alternatif lain dengan melakukan *overlay* antara data hasil pengolahan area terbakar dengan data tutupan lahan *non-vegetasi* untuk memperoleh area kebakaran di wilayah hutan dan lahan. Hasil akurasi setelah penambahan parameter tutupan lahan adalah sebagai berikut.

Tabel IV-3 Hasil Akurasi Setelah Penambahan Parameter Tutupan Lahan

Periode Kebakaran	Model Threshold	Luasan (Ha)				Akurasi (%)	
		Keseluruhan	Valid	Omissi	Komisi	Pengguna	Penghasil
Februari 2019	$\mu+2\sigma$	70,493	70,290	4897,051	0,203	99,71	1,41
	$\mu+1\sigma$	816,892	797,806	4169,535	19,086	97,66	16,06
	$\mu$	2338,943	2229,859	2737,482	109,084	95,34	44,89
	$\mu-1\sigma$	3880,144	3624,213	1343,128	255,931	93,40	72,96
	$\mu-2\sigma$	4612,203	4303,361	663,981	308,843	93,30	86,63
Maret 2019	$\mu+2\sigma$	50,207	47,794	1567,029	2,413	95,19	2,96
	$\mu+1\sigma$	698,454	622,785	992,039	75,669	89,17	36,84
	$\mu$	1377,873	1144,305	470,518	233,568	83,05	70,86
	$\mu-1\sigma$	1806,838	1393,686	221,137	413,152	77,13	86,31
	$\mu-2\sigma$	1922,662	1498,993	115,831	423,670	77,96	92,83
Februari 2020	$\mu+2\sigma$	18,237	18,135	839,490	0,101	99,44	2,11
	$\mu+1\sigma$	127,270	125,970	731,656	1,300	98,98	14,67
	$\mu$	347,937	339,017	518,609	8,920	97,44	39,53
	$\mu-1\sigma$	562,746	535,757	321,868	26,989	95,20	62,47
	$\mu-2\sigma$	700,052	650,039	207,586	49,502	92,92	75,80
Apr-20	$\mu+2\sigma$	44,964	44,861	2693,800	0,103	99,77	1,64
	$\mu+1\sigma$	374,691	368,923	2369,739	5,768	98,46	13,47
	$\mu$	1117,007	1062,723	1675,938	54,283	95,14	38,80
	$\mu-1\sigma$	1869,937	1693,015	1045,647	176,922	90,54	61,82
	$\mu-2\sigma$	2359,936	2077,399	661,262	282,537	88,03	75,85

Model *threshold*  $\mu-2\sigma$  tetap menjadi model *threshold* untuk mendeteksi kebakaran terbaik pada masing-masing periode kebakaran setelah dilakukan uji akurasi kembali dari hasil *overlay* antara data pengolahan citra terhadap data tutupan lahan *non-vegetasi*. Perbedaan hasil perubahan uji akurasi dapat dilihat pada Gambar IV-2.



**Gambar IV-2** Perubahan Uji Akurasi

Hasil identifikasi area terbakar menggunakan model *threshold* terbaik yaitu  $\mu - 2\sigma$  didapatkan hasil uji akurasi setelah penambahan tutupan lahan pada periode kebakaran Februari 2019 sebesar 81,56% dengan luasan keseluruhan 4.612,203 Ha. Pada Maret 2019 sebesar 73,53% dengan luasan keseluruhan 1.922,662 Ha. Pada Februari 2020 sebesar 71,66% dengan luasan keseluruhan 700,052 Ha. Pada April 2020 sebesar 68,76% dengan luasan keseluruhan 2.359,936 Ha.

**IV.4 Hasil dan Analisis Hubungan Data Curah Hujan dengan *Hotspot* Terhadap Luasan Kebakaran Hutan dan Lahan**

1. Hasil Ekstraksi Curah Hujan, *Hotspot*, dan Luas Area Kebakaran

Ekstraksi data curah hujan, sebaran *hotspot*, dan luas area kebakaran dikelompokkan berdasarkan cakupan wilayah terkecil yaitu berupa grid dengan ukuran 2'30" x 2'30" merujuk pada ukuran grid pada penelitian (Sofiyanti, 2010). Pada penelitian ini diperoleh sebanyak 44 data dari masing-masing variabel penelitian.

Berdasarkan **Tabel IV-4**, pada Februari 2019 luas area terbakar mencapai 4.612,203 Ha dengan rata-rata curah hujan rendah yaitu 82 mm dan *hotspot* sebanyak 107. Pada Maret 2019 luas area terbakar mencapai 1.922,662 Ha dengan rata-rata curah hujan sedang yaitu 104 mm dan *hotspot* sebanyak 58. Pada Februari 2020 luas area terbakar mencapai 699,541 Ha dengan rata-rata curah hujan rendah yaitu 57 mm dan *hotspot* sebanyak 18. Sedangkan pada April luas area terbakar mencapai 2.359,936 Ha dengan rata-rata curah hujan sedang yaitu 213 mm dan *hotspot* sebanyak 80. Pada April 2020 terjadi terdapat kebakaran yang tinggi walaupun dengan curah hujan sedang dikarenakan memiliki jumlah sebaran *hotspot* yang tinggi. Hal ini dapat terjadi karena Kabupaten Bengkalis merupakan wilayah gambut yang dapat menyimpan suhu panas di bawah permukaan, disebabkan adanya sisa panas api yang masih berada di dasar lahan gambut.

**Tabel IV-4** Data Penelitian

	Februari 2019	Maret 2019	Februari 2020	April 2020
Luas Kebakaran	4612,203	1922,662	699,541	2359,936
Rata-Rata Curah Hujan	82	104	57	213
Jumlah <i>Hotspot</i>	107	58	18	80

2. Hasil Uji Normalitas

Berdasarkan hasil uji normalitas variabel penelitian diketahui nilai signifikansinya mencapai 0,4031 seperti pada **Gambar IV-3**. Hasil uji normalitas menunjukkan nilai signifikansi lebih dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa nilai residual variabel penelitian mempunyai distribusi data yang normal sehingga pada penelitian ini dapat dilakukan berbagai pengambilan keputusan dengan metode statistik parametrik.

```
> lilliefors.test(variabel_eko$Residuals')
Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test
data: variabel_eko$Residuals
D = 0.09532, p-value = 0.4031
```

**Gambar IV-3** Hasil Uji Normalitas

3. Hasil dan Analisis Uji Regresi Linier Berganda

Pengujian regresi linier berganda pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tiga variabel berupa dua variabel independen (X) yaitu curah hujan dan *hotspot* serta satu variabel dependen (Y) yaitu luas area kebakaran yang masing-masing variabel berjumlah 44 data. Berdasarkan model persamaan regresi linier berganda untuk memperkirakan luas area kebakaran yang dipengaruhi oleh curah hujan dan *hotspot* adalah sebagai berikut,

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$$

$$Y = 82,4163 - 0,5408X_1 + 35,6701X_2$$

Persamaan regresi linier berganda  $Y = 82,4163 - 0,5408X_1 + 35,6701X_2$  ini digunakan sebagai dasar untuk memperkirakan luas area kebakaran yang dipengaruhi oleh curah hujan dan *hotspot*.

4. Hasil Uji Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Uji Koefisien Determinasi digunakan untuk mengukur kemampuan model dalam menerangkan variasi variabel dependen. Nilai koefisien determinasi berada pada rentang nol sampai satu, yang menunjukkan bahwa semakin kecil atau mendekati nol nilai  $R^2$  maka semakin lemah hubungan antar variabel. Hasil uji koefisien determinasi dalam penelitian ini yaitu 0,9141 seperti tercantum pada **Gambar IV-3**.

```
> summary(x)
Call:
lm(formula = Luas ~ Hujan + Hotspot, data = Variabel_eko)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-185.395  -59.817   -7.384   52.537  267.371

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  82.4163    35.1777   2.343  0.0241 *
Hujan       -0.5408     0.2036  -2.656  0.0112 *
Hotspot      35.6701     1.7799  20.041 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 87.48 on 41 degrees of freedom
(8 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.9141, Adjusted R-squared:  0.9099
F-statistic: 218.1 on 2 and 41 DF, p-value: < 2.2e-16
```

**Gambar IV-4** Hasil Nilai *R Square*

Nilai *R square* 0,9141 termasuk dalam kategori berpengaruh kuat yang menunjukkan bahwa variabel curah hujan dan *hotspot* secara bersama-sama berpengaruh terhadap variabel luas area kebakaran sebesar 91,41%, sedangkan sisanya sebesar 8,59% dapat dipengaruhi oleh variabel lain di luar persamaan regresi.

5. Hasil Uji Koefisien Korelasi (r)



Hasil koefisien korelasi menunjukkan hubungan antar variabel, Adapun hasilnya dapat dilihat pada **Gambar IV-5**.

```

> cor.test(Tabel_variabel_EXOS_Luas_Area_kebakaran (K1) (Y) and Tabel_variabel_EXOS_Curah_Hujan (X1), method = "pearson")
Pearson's product-moment correlation
data: Tabel_variabel_EXOS_Luas_Area_kebakaran (K1) (Y) and Tabel_variabel_EXOS_Curah_Hujan (X1)
t = -1.8106, df = 42, p-value = 0.07736
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.12469871 0.03021357
sample estimates:
cor
-0.2690904

> cor.test(Tabel_variabel_EXOS_Luas_Area_kebakaran (K1) (Y) and Tabel_variabel_EXOS_Hotspot (K2), method = "pearson")
Pearson's product-moment correlation
data: Tabel_variabel_EXOS_Luas_Area_kebakaran (K1) (Y) and Tabel_variabel_EXOS_Hotspot (K2)
t = 19.3860, df = 42, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.9066954 0.9716399
sample estimates:
cor
0.9483097

> cor.test(Tabel_variabel_EXOS_Curah_Hujan (X1) and Tabel_variabel_EXOS_Hotspot (K2), method = "pearson")
Pearson's product-moment correlation
data: Tabel_variabel_EXOS_Curah_Hujan (X1) and Tabel_variabel_EXOS_Hotspot (K2)
t = -1.0311, df = 42, p-value = 0.3085
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.4337593 0.1466150
sample estimates:
cor
-0.1571097
    
```

**Gambar IV-5** Hasil Korelasi Antar Variabel

Berdasarkan **Gambar IV-5** menunjukkan bahwa hubungan antara curah hujan terhadap luas area kebakaran mencapai -0,269 menunjukkan terdapat hubungan rendah yang tidak searah (negatif), semakin tinggi curah hujan maka semakin sedikit luas area kebakaran yang dihasilkan begitu pula sebaliknya. Nilai koefisien korelasi antara *hotspot* terhadap luas area kebakaran mencapai 0,948 yang menunjukkan terdapat hubungan sangat kuat dan searah (positif), semakin banyak sebaran jumlah *hotspot* di suatu wilayah dapat meningkatkan keparahan kebakaran sehingga semakin meluasnya area yang terbakar begitu pula sebaliknya. Sedangkan nilai koefisien korelasi antara curah hujan terhadap *hotspot* mencapai -0,157 yang menunjukkan terdapat hubungan sangat rendah yang tidak searah (negatif), semakin tinggi curah hujan maka semakin sedikit sebaran jumlah *hotspot* yang dihasilkan begitu pula sebaliknya.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa curah hujan hanya mempunyai pengaruh kecil terhadap luas area kebakaran dibandingkan antara titik panas (*hotspot*) terhadap luas area kebakaran. Hal ini dikarenakan wilayah penelitian yaitu di Kabupaten Bengkulu mempunyai struktur tanah bergambut yang dapat menyimpan sisa panas dari kebakaran sebelumnya di bawah permukaan tanah. Menurut (Najiyati dkk, 2005) kebakaran pada lahan gambut secara signifikan lebih berbahaya dan sangat merugikan dibandingkan kebakaran hutan biasa, hal ini dikarenakan kebakaran lahan gambut sangat sulit untuk dipadamkan dan mudah menyebar luas mengingat bara apinya bisa berada di bawah permukaan tanah dan dapat menyebar ke bawah tanah.

**V. Kesimpulan dan Saran**

**V.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan dari penelitian ini yaitu :

1. Ekstraksi identifikasi area terbakar pada indeks NBR yaitu dengan memproses nilai dNBR. dNBR dihitung menggunakan citra satelit sebelum dan sesudah terbakar guna mengetahui perbedaannya. Hasil visualisasi dNBR menggunakan *singleband*

*gray* menunjukkan warna putih pada citra terindikasi sebagai area kebakaran hutan dan lahan dengan nilai yang tinggi. Pada kebakaran periode Februari 2019 nilai dNBR dari -0,914 sampai 1,181. Pada Maret 2019 nilai nilai dNBR dari -0,941 sampai 1,652. Pada Februari 2020 nilai dNBR dari -0,739 sampai 1,036. Pada April 2020 nilai dNBR dari -0,895 sampai 1,393.

2. Berdasarkan perhitungan luas area terbakar masing-masing model *threshold* setelah dilakukan *overlay* antara data pengolahan citra terhadap data tutupan lahan *non* vegetasi untuk menghasilkan area kebakaran yang tepat berada di wilayah hutan dan lahan didapatkan model *threshold* terbaik yang memiliki kesesuaian dengan data referensi kebakaran hutan dan lahan yaitu pada model *threshold*  $\mu-2\sigma$ . Hasil uji akurasi model *threshold*  $\mu-2\sigma$  pada periode kebakaran Februari 2019 sebesar 81,56% dengan luasan keseluruhan 4.612,203 Ha. Pada Maret 2019 sebesar 73,53% dengan luasan keseluruhan 1.922,662 Ha. Pada Februari 2020 sebesar 71,66% dengan luasan keseluruhan 700,052 Ha. Pada April 2020 sebesar 68,76% dengan luasan keseluruhan 2.359,936 Ha.
3. Curah hujan dan titik panas (*hotspot*) memberikan pengaruh sebesar 91,41% terhadap luas area kebakaran. Curah hujan berpengaruh negatif terhadap luas area kebakaran yang menunjukkan bahwa semakin rendah curah hujan di suatu wilayah maka semakin besar luas area kebakaran yang dihasilkan begitu pula sebaliknya, sedangkan *hotspot* berpengaruh positif terhadap luas area kebakaran yang menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah *hotspot* di suatu wilayah maka semakin besar luas area kebakaran yang dihasilkan begitu pula sebaliknya.

**V.2 Saran**

Saran untuk penelitian selanjutnya agar mendapatkan hasil yang lebih baik lagi antara lain :

1. Melakukan kombinasi indeks agar dapat saling melengkapi hasil identifikasi area terbakar dari berbagai faktor sehingga mendapatkan hasil terbaik sesuai dengan keadaan dilapangan.
2. Menambahkan model *threshold* sebagai pembanding kesesuaian hasil klasifikasi.
3. Menambahkan analisis faktor iklim lain seperti kelembaban dan kecepatan angin sebagai variabel lain untuk memprediksi pengaruh hasil luas area kebakaran yang dihasilkan.

**DAFTAR PUSTAKA**

BIG. (2018). *Perubahan Atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar*. Bogor: Badan Informasi Geospasial.

ESA. (2015). *SENTINEL-2 User Handbook*. Paris: European Space Agency.

Fibyana, V. (2020, September). *Repository Universitas Jember*. Retrieved Maret 2022, from Pemetaan Area Terbakar Dengan Metode

- Normalized Burn Ratio Nbr Menggunakan Data Landsat 8 Oli/Tirs DI Kota Palangkaraya: <https://repository.unej.ac.id>
- Fraser, R., Li, Z., & Cihlar, J. (2000). Hotspot and NDVI Differencing Synergy (HANDS): A New Technique for Burned Area Mapping Over Boreal Forest. *Remote Sensing of Environment*, 362-376.
- Herdian, A., Boreel, A., & Loppies, R. (2021). Tingkat Kerawanan Kebakaran Hutan dan Lahan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kota Ambon (Studi Kasus di Jazirah Leitimur Selatan). *DOI:10.30598/jhppk.2021.5.1.1*, 1-13.
- Hidayati, T., Handayani, I., & Ikasari, I. (2019). *Statistika Dasar Panduan Bagi Dosen dan Mahasiswa*. Pena Persada.
- Itsaini, N. (2017). Analisis Hubungan Curah Hujan dan Parameter SPBK dengan Kejadian Kebakaran Hutan dan Lahan Untuk Menentukan Nilai Ambang Batas Kebakaran. *Jurnal Geodesi Undip*, 62-70.
- KLHK. (2022, April 4). *SiPongi*. Retrieved from [sipongi.menlhk.go.id](http://sipongi.menlhk.go.id)
- Loboda, T., O'Neal, K., & Csiszar, I. (2007). Regionally adaptable dNBR-based algorithm for burned area mapping from MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 429- 442.
- MenLHK. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.32/MenLHK/Setjen/Kum.1/3/2016 Tentang Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan*. Jakarta: Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Najiyati, S., Muslihat, L., & Suryadiputra, I. N. (2005). *Panduan Pengelolaan Lahan Gambut Untuk Pertanian Berkelanjutan*. Bogor: Wetlands.
- Nasrul, B. (2010). Penyebaran dan Potensi Lahan Gambut di Kabupaten Bengkalis Untuk Pengembangan Pertanian. *Jurnal Agroteknologi, Vol. 1 No. 1*, 1-7.
- Nuryadi, N., Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara. (2017). *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Yogyakarta: Sibuku Media.
- Priyastama, R. (2020). *The Book of SPSS Pengolahan dan Analisis Data*. Yogyakarta: START UP.
- Pujana, A. M. (2020). Identifikasi Burned Area Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 Dengan Metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan Normalized Burn Ratio (NBR) (Studi Kasus : Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah). *eprints.itn*, 1-13.
- Pusfatja LAPAN. (2015). *Pedoman Pemanfaatan Data Landsat-8 Untuk Deteksi Daerah Terbakar (Burned Area)*. Jakarta: LAPAN.
- Riqqi, A. (2008). *Pengembangan Pemetaan Geografik Berbasis Pendekatan Skala Ragam Untuk Pengelolaan Wilayah Pesisir*. Institut Teknologi Bandung.
- Saputra, A. D., Setiabudidaya, D., Setyawan, D., & Iskandar, I. (2017). Validasi Areal Terbakar dengan Metode Normalized Burning Ratio Menggunakan UAV: Studi Kasus. *Jurnal Penelitian Sains*, 66-72.
- Sarwono, J. (2008). *Mengenal AMOS untuk Analisis Structural Model Equation Model*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sofiyanti, I. (2010). *Metode Agregasi Sistem Grid Emisi Gas Rumah Kaca Untuk Kota Bandung*. Institut Teknologi Bandung.
- Sukojo, B. M., & Herwanda, A. S. (2017). Analisis Akurasi Citra Modis dan Landsat 8 Menggunakan Algoritma Normalized Burn Ratio Untuk Pemetaan Area Terbakar (Studi Kasus : Provinsi Riau). *GEOID*, 101-108.
- Sunjoyo, Setiawan, R., Carolina, V., Magdalena, N., & Kurniawan, A. (2013). *Aplikasi SPSS untuk Smart Riset*. Bandung: Alfabeta.
- Supriyati, Tjahjono, B., & Effendy, S. (2018). Analisis Pola Hujan Untuk Mitigasi Aliran Lahar Hujan Gunungapi Sinabung. *J. Il. Tan. Lingk.*, 20 (2) Oktober 2018, 95-100.
- Suwarsono, Rokhmatuloh, & Waryono, T. (2013). Pengembangan Model Identifikasi Daerah Bekas Kebakaran Hutan dan Lahan (Burned Area) Menggunakan Citra Modis di Kalimantan. *Jurnal Penginderaan Jauh Vol.10 No.2* , 93-112.
- Tjasyono, B., Lubis, A., Juaeni, I., Ruminta, & Harijono, S. W. (2008). Dampak Variasi Temperatur Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial Terhadap Curah Hujan di Indonesia. *Jurnal Sains Dirgantara*, 83-95.
- Vembrianto, N., Yoza, D., & Sribudiani, E. (2015). Karakteristik Ekologi Lokasi Kebakaran Hutan dan Lahan di Desa Rantau Bais Kevamatan Tanah Putih Kabupaten Rokan Hilir. *Jom Faperta Vol.2 No. 1*.
- Yusuf, A., Hapsah, Siregar, S. H., & Nurrochmat, D. R. (2019). Analisis Kebakaran Hutan dan Lahan di Provinsi Riau. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 67-84.