



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS AKURASI PERBANDINGAN ALGORITMA INDEKS  
KEBAKARAN HUTAN (NBR, BAIS2, MIRBI, dan NDVI)  
BERDASARKAN CITRA SENTINEL-2A**

**(Studi Kasus :Taman Nasional Gunung Merbabu Provinsi Jawa Tengah)**

**TUGAS AKHIR**

**Salsabilla Nurul Rizqika**

**NIM. 21110118130042**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**FAKULTAS TEKNIK**

**SEMARANG**

**JANUARI 2023**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISIS AKURASI PERBANDINGAN ALGORITMA INDEKS  
KEBAKARAN HUTAN (NBR, BAIS2, MIRBI, dan NDVI)  
BERDASARKAN CITRA SENTINEL-2A**

**(Studi Kasus :Taman Nasional Gunung Merbabu Provinsi Jawa Tengah)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata-1)**

**Salsabilla Nurul Rizqika**

**NIM. 21110118130042**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG  
JANUARI 2023**

## HALAMAN PERNYATAAN

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk

Telah saya nyatakan dengan benar

Nama : SALSABILLA NURUL RIZQIKA

NIM : 21110118130042

Tanda tangan : 

Tanggal : 21 Desember 2022

## HALAMAN PENGESAHAN

Proposal Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Salsabilla Nurul Rizqika

NIM : 21110118130042

Program Studi : Teknik Geodesi

Judul Skripsi :

**ANALISIS AKURASI PERBANDINGAN ALGORITMA INDEKS  
KEBAKARAN HUTAN (NBR, BAIS2, MIRBI, DAN NDVI)  
BERDASARKAN CITRA SENTINEL-2A**

**(Studi Kasus :Taman Nasional Gunung Merbabu Provinsi Jawa Tengah)**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/ S1 pada Departemen/Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

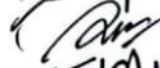

### TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Dr. Yudo Prasetyo, ST., MT

Pembimbing 2 : Muhammad Adnan Yusuf, ST., M. Eng

Penguji 1 : Nurhadi Bashit, ST., M.Eng

Penguji 2 : Reyhan Azeriansyah, S.T., M.Eng

()  
()  
()  
()  
21/12-2022

Semarang, 21 Desember 2022

Ketua Departemen Teknik Geodesi



Dr. Yudo Prasetyo, ST., MT

NIP. 19790423200604100

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tidak ada satu pun perjuangan yang tidak melelahkan. *“Dan berikanlah berita gembira kepada orang-orang yang sabar, yaitu yang ketika ditimpa musibah mereka mengucapkan: sungguh kita semua ini milik Allah dan sungguh kepada Nya lah kita kembali”*.

**(QS Al-Baqarah: 155-156)**

...

Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya.

**(Ali bin Abi Thalib)**

...

Nasib memang diserahkan manusia untuk digarap, tetapi takdir harus ditandatangani di atas materai dan tidak boleh digugat kalau nanti terjadi apa-apa, baik atau buruk.

**(Prof. Dr. Sapardi Djoko Damono)**

Persembahan :

- Allah SWT, terimakasih atas segala rahmat dan hidayahMu, laporan ini dapat terselesaikan dengan baik
- Ayah tercinta, ayah lahir dengan harapan, mencoba berjalan dan berlari meraih cita dengan mengukir tinta emas mencapai sebuah perjuangan dan menuju impian tanpa batas, dengan segala rahmat dan doa. Terimakasih Ayah
- Mamah tercinta, pesan yang selalu kuingat dari mamah adalah “sholat, baca Al-Qur’an karena mereka yang bisa menyelamatkan di dunia dan akhirat”. Terimakasih mamah aku hidup dengan kekuatan do’amu.

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa, Pencipta dan Pemelihara alam semesta, akhirnya Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“Analisis Akurasi Perbandingan Algoritma Indeks Kebakaran Hutan (NBR, BAIS2, MIRBI, NDVI) Berdasarkan Citra Sentinel-2a (Studi Kasus :Taman Nasional Gunung Merbabu Provinsi Jawa Tengah)”**, meskipun proses belajar sesungguhnya tak akan pernah berhenti. Tugas akhir ini sesungguhnya bukanlah sebuah kerja individual dan akan sulit terlaksana tanpa bantuan banyak pihak yang tak mungkin Penulis sebutkan satu persatu, namun dengan segala kerendahan hati, Penulis mengucapkan rasa terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Allah Subhanahu wa ta’ala yang telah memberikan nikmat iman, kesehatan, rahmat dan hidayahnya kepada penulis sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.
2. Nabi Muhammad shallallahu alaihi wasallam yang telah membawa umatnya dari zaman jahiliah ke zaman yang berilmu pengetahuan seperti saat sekarang ini.
3. Kedua Orangtua yang selalu mendukung selama menempuh pendidikan Sarjana di Universitas Diponegoro sehingga banyak waktu, pikiran dan tenaga yang tersita selama ini.
4. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro yang telah memberikan banyak motivasi selama proses perkuliahan berlangsung.
5. Bapak L M Sabri, Dr., ST., MT., selaku Dosen Wali yang telah memberikan banyak arahan, masukan, dan membimbing penulis selama perkuliahan di tengah- tengah kesibukannya
6. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T., selaku Dosen pembimbing I yang ditengah-tengah kesibukannya, masih berkenan meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran dan kearifan.
7. Bapak M. Adnan Yusuf, ST., M. Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang ditengah-tengah kesibukannya, berkenan meluangkan waktu untuk

membimbing dan memberi banyak saran terhadap penelitian penulis dengan penuh kesabaran dan kearifan.

8. Ibu Ir. Junita Parjanti, M.T., selaku Kepala Balai Taman Nasional Gunung Merbabu yang telah mengizinkan penulis menimba ilmu dan mengetahui berbagai macam hal terkait Taman Nasional Gunung Merbabu.
9. Semua Dosen Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro yang telah memberikan banyak ilmu dan pembelajaran selama proses perkuliahan berlangsung.
10. Staff Tata Usaha Departemen Teknik Geodesi yang telah memberikan pelayanannya selama proses perkuliahan.
11. Teman-teman seperjuangan Keluarga Teknik Geodesi Undip Angkatan 2018 yang selalu siap membantu dari awal perkuliahan hingga seterusnya
12. Teman-teman Pasullow yaitu Riska Amirotul Qudriyah, Rino Tuhu Sayekti, Siti Badriyah, Cici Nurmalasari, Muizzatun Ihsani, Fitria Damayanti yang selalu menemani selama proses perkuliahan dari maba hingga saat ini.
13. Teman-teman 3 Angel yaitu Putri Sukma Arum dan Fifin Fajar Utami yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
14. Teman-teman Pembasmi Coro yaitu Meinar Nur Aziza dan Novelia Fathani Hasanah yang selalu membawa canda dan tawa yang menjadikan penulis selalu terhibur.
15. Sahabatku tersayang Riska Amirotul Qudriyah yang selalu menemani penulis serta memberikan segala dukungan dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
16. Selain itu, semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian studi, penulis sampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tinggi nya

Semarang, 15 November 2022



Salsabilla Nurul Rizqika  
NIM 21110118130042



## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : SALSABILLA NURUL RIZQIKA  
NIM : 21110118130042  
Departemen : TEKNIK GEODESI/S1 TEKNIK GEODESI  
Fakultas : TEKNIK  
Jenis Karya : SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Noneksklusif Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **ANALISIS AKURASI PERBANDINGAN ALGORITMA INDEKS KEBAKARAN HUTAN (NBR, BAIS2, MIRBI, DAN NDVI) BERDASARKAN CITRA SENTINEL-2A**

**(Studi Kasus :Taman Nasional Gunung Merbabu Provinsi Jawa Tengah)**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 30 Desember 2022

Yang menyatakan,



Salsabilla Nurul Rizqika

NIM 21110118130042



## ABSTRAK

Kebakaran hutan dan lahan merupakan salah satu bencana alam yang dapat mengganggu ekosistem hutan dengan merusak sejumlah besar pohon. Salah satu kawasan yang mengalami bencana kebakaran hutan dan lahan hampir setiap tahun adalah Taman Nasional Gunung Merbabu yang terletak di Kabupaten Magelang, Kabupaten Semarang, dan Kabupaten Boyolali Provinsi Jawa Tengah. Identifikasi kebakaran hutan dan lahan guna bertanggung jawab atas suksesi vegetasi hutan pasca kebakaran hutan dan lahan. Penelitian dilakukan menggunakan teknik penginderaan jauh melalui pemanfaatan indeks kebakaran hutan dan lahan. Perbedaan penggunaan indeks dalam identifikasi area terbakar akan mengakibatkan perbedaan interpretasi kebakaran hutan dan lahan. Penelitian ini berfokus membandingkan indeks kebakaran hutan dan lahan yang umum seperti *Normalized Burn Ratio* (NBR), *Burned Area Index for Sentinel-2* (BAIS2), *Mid-Infrared Burned Index* (MIRBI), dan indeks vegetasi seperti *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) pada citra satelit Sentinel-2A. Perbandingan yang digunakan berdasarkan metode *thresholding*, indeks keterpisahan dan uji kemampuan indeks.

Hasil perbandingan indeks NBR, BAIS2, MIRBI, dan NDVI dengan metode *thresholding*, indeks keterpisahan dan uji kemampuan indeks diperoleh pada metode *thresholding* uji akurasi dengan nilai terbaik didapatkan pada indeks NBR  $\mu-2\sigma$  dengan luas data valid 565,891Ha atau 75,51% sesuai dengan data referensi kebakaran hutan dan lahan dari Taman Nasional Gunung Merbabu. Pada metode indeks keterpisahan NBR juga mendapat hasil 12,705 dimana semakin besar nilai indeks keterpisahan maka akan sebaik baik dalam deteksi area kebakaran hutan dan lahan. Pada metode uji kemampuan indeks BAIS2 mendapati nilai 4,878 dimana nilai tersebut lebih dari 1 yang menunjukkan BAIS2 memiliki kemampuan untuk mendeteksi tingkat keparahan kebakaran hutan dan lahan. Dari tiga metode yang telah dilakukan NBR memiliki kualitas yang lebih dari indeks BAIS2, MIRBI, dan NDVI dalam mendeteksi area kebakaran hutan dan lahan.

**Kata Kunci** : BAIS2, MIRBI, NBR, NDVI, Taman Nasional Gunung Merbabu

## **ABSTRACT**

*Forest and land fires are natural disaster that can disrupt a large number of forest tree ecosystem. One area that enchouters forest and land fires almost every year is Mount Merbabu National Park which is located in Magelang Regency, Semarang Regency, and Boyolali Regency, Central Java Province. Identification of forest and land fires are responsible for the succession of forest vegetation after forest and land fires. The research was used remote sensing techniques by extracting forest and land fire indexes. Differences in the use of indexes in helping burnt areas will lead to different interpretations of forest and land fires. This research focuses on common forest and land fire indexes such as the Normalized Burn Ratio (NBR), Burned Area Index for Sentinel-2 (BAIS2), Mid-Infrared Burend Index (MIRBI), and vegetation indices such as the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). using Sentinel-2A satellite imagery. The comparison used is based on the thresholding method, separability index and index ability test.*

*The results of the comparison of the NBR, BAIS2, MIRBI, and NDVI indexes with the thresholding method, separability index and index ability test were obtained in the accuracy test thresholding method with the best value obtained at the NBR index  $\mu - 2\sigma$  with a valid data area of 565.891Ha or 75.51% according to reference data for forest and land fires from Mount Merbabu National Park. The NBR separability index method also yields 12.705 where the greater the separability index value, the better the detection of land and forest fires. In the BAIS2 index capability test method, it found a value of 4.878 where the value is more than 1 which indicates BAIS2 has the ability to detect the severity of forest and land fires. Of the three methods that have been used, NBR has better quality than the BAIS2, MIRBI, and NDVI indexes in detecting areas of forest and land fires.*

**Keywords :** BAIS2, , MIRBI, NBR, NDVI, Mount Merbabu National Park

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	2
I.4 Batasan Masalah .....	3
I.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
I.5.1 Area Penelitian .....	3
I.5.2 Peralatan Penelitian .....	4
I.5.3 Data Penelitian .....	5
I.6 Metodologi Penelitian.....	6
I.6.1 Diagram Alir Penelitian .....	6
I.6.2 Sistematika Penulisan Penelitian.....	7
I.7 Sistematika Kerangka Berpikir.....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
II.1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	9
II.2 Kajian Area Penelitian .....	11
II.3 Kebakaran Hutan dan Lahan .....	13
II.4 Titik Panas ( <i>Hotspot</i> ).....	14
II.4.1 Ciri Titik Panas Penanda Kebakaran .....	15
II.4.2 Kesalahan Interpretasi Titik Panas .....	15

II.4.3	<i>Fire Information For Resource Management System (FIRMS)</i> .....	16
II.5	Indeks Kebakaran Hutan dan Lahan .....	17
II.5.1	<i>Normalized Burn Ratio (NBR)</i> .....	17
II.5.2	<i>Burned Area Index for Sentinel-2 (BAIS2)</i> .....	18
II.5.3	<i>Mid-Infrared Burend Index (MIRBI)</i> .....	19
II.6	Indeks Vegetasi .....	19
II.6.1	<i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i> .....	19
II.7	Data Statistik .....	20
II.7.1	Pengambilan Sampel.....	20
II.7.2	Jumlah Sampel .....	20
II.7.3	Distribusi Data.....	21
II.7.4	Uji Normalitas .....	21
II.7.5	Uji <i>Wilcoxon Signed Rank Test</i> .....	22
II.8	<i>Thresholding</i> .....	22
II.9	Indeks Keterpisahan.....	24
II.10	Uji Kemampuan Indeks.....	25
II.11	Validitas Data.....	26
II.12	Sentinel-2.....	26
II.12.1	Google Earth Engine (GEE).....	28
II.12.2	Uji Ketelitian Geometrik .....	28
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	29
III.1	Tahap Persiapan .....	29
III.1.1	Tahap Pengumpulan Data.....	29
III.2	Tahap Perizinan.....	32
III.3	Tahap <i>Preprocessing</i> Data.....	33
III.3.1	Uji Ketelitian Geometrik .....	33
III.4	Tahap Pengolahan Data.....	36
III.4.1	Ekstraksi Indeks Area Terbakar.....	36
III.4.2	Pengambilan Sampel.....	38
III.4.3	Uji Statistika .....	40
III.4.4	Perhitungan <i>Thresholding</i> .....	41
III.4.5	Perhitungan Indeks Keterpisahan .....	47
III.4.6	Perhitungan Uji Kemampuan Indeks .....	50
III.5	Tahap Validitas Data .....	51

<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	53
IV.1	Hasil Uji Geometrik	53
IV.1.1	Hasil Uji Kualitas GCP	53
IV.1.2	Hasil Uji CE90	53
IV.2	Hasil Interpretasi Indeks dan <i>Difference</i> Indeks	54
IV.2.1	Hasil Interpretasi Indeks	54
IV.2.2	Hasil Interpretasi <i>Difference</i> Indeks	58
IV.3	Analisis <i>Thresholding</i>	61
IV.4	Analisis Indeks Keterpisahan	67
IV.5	Analisis Uji Kemampuan Indeks	68
IV.6	Analisis Validitas Data	68
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	70
V.1	Kesimpulan	70
V.2	Saran	71
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		72
<b>LAMPIRAN</b>		L-1

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar I-1</b>	Area Penelitian.....	4
<b>Gambar I-2</b>	Diagram Alir Peneitian.....	6
<b>Gambar I-3</b>	Sistematika Kerangka Berpikir.....	8
<b>Gambar II-1</b>	Wilayah Zonasi Taman Nasional Gunung Merbabu.....	11
<b>Gambar II-2</b>	Kebakaran Hutan dan Lahan.....	14
<b>Gambar II-3</b>	Sebaran Titik Panas.....	15
<b>Gambar II-4</b>	Website FIRMS.....	16
<b>Gambar II-5</b>	Kriteria Statistika.....	21
<b>Gambar II-6</b>	Histogram Normalitas Data.....	22
<b>Gambar II-7</b>	Pemisah Data Valid, Omisi, Komisi.....	24
<b>Gambar II-8</b>	Ketentuan Jumlah Titik Uji Geometrik.....	28
<b>Gambar III-1</b>	Pengunduhan Sentinel 2A Level 2A.....	30
<b>Gambar III-2</b>	Laman Website FIRMS.....	32
<b>Gambar III-3</b>	<i>Download Request</i> .....	32
<b>Gambar III-4</b>	Perizinan Pihak Balai Taman Nasional Gunung Merbabu.....	33
<b>Gambar III-5</b>	<i>Add Raster Layer</i> .....	34
<b>Gambar III-6</b>	Tampilan Citra SPOT 6.....	34
<b>Gambar III-7</b>	<i>Georeferencing</i> .....	34
<b>Gambar III-8</b>	Tampilan Citra Sentinel-2A.....	35
<b>Gambar III-9</b>	Proses Digitasi Uji Geometrik.....	35
<b>Gambar III-10</b>	<i>Transformation Settings</i> .....	36
<b>Gambar III-11</b>	Hasil Uji Geometrik Titik GCP.....	36
<b>Gambar III-12</b>	Perhitungan Indeks.....	37
<b>Gambar III-13</b>	Hasil Perhitungan Indeks.....	37
<b>Gambar III-14</b>	Raster Calculation Perhitungan <i>Difference</i> Indeks.....	38
<b>Gambar III-15</b>	Hasil Perhitungan Indeks.....	38
<b>Gambar III-16</b>	Sampel Area Terbakar.....	39
<b>Gambar III-17</b>	Sampel Area Tidak Terbakar.....	39
<b>Gambar III-18</b>	Sampel Area Pra dan Pasca Terbakar.....	40
<b>Gambar III-19</b>	Perhitungan Nilai Citra <i>Difference</i> .....	42
<b>Gambar III-20</b>	Ekstraksi Nilai <i>Difference</i> Ke Sampel.....	42
<b>Gambar III-21</b>	Visualisasi Normalitas Data <i>Difference</i> .....	43
<b>Gambar III-22</b>	Simbologi.....	44
<b>Gambar III-23</b>	Penerapan <i>Thresholding</i> .....	45
<b>Gambar III-24</b>	<i>Polygonize (Raster to Vector)</i> .....	45
<b>Gambar III-25</b>	Hasil Vektor.....	45
<b>Gambar III-26</b>	Pengambilan Data Valid.....	46
<b>Gambar III-27</b>	Pengambilan Data Omisi.....	47
<b>Gambar III-28</b>	Pengambilan Data Komisi.....	47
<b>Gambar III-29</b>	Visualisasi Normalitas Sampel Area Terbakar.....	49
<b>Gambar III-30</b>	Visualisasi Normalitas Sampel Area Tidak Terbakar.....	49
<b>Gambar III-31</b>	Wilayah Terbakar dan Tidak Terbakar Indeks.....	52
<b>Gambar IV-1</b>	Visualisasi Komposit <i>Band True Color (R:4 G:3 B:2)</i> .....	54

<b>Gambar IV-2</b>	Visualisasi NBR Pra Kebakaran.....	55
<b>Gambar IV-3</b>	Visualisasi NBR Pasca Kebakaran .....	55
<b>Gambar IV-4</b>	Visualisasi BAIS2 Pra Kebakaran.....	55
<b>Gambar IV-5</b>	Visualisasi BAIS2 Pasca Kebakaran .....	56
<b>Gambar IV-6</b>	Visualisasi MIRBI Pra Kebakaran .....	56
<b>Gambar IV-7</b>	Visualisasi MIRBI Pasca Kebakaran.....	56
<b>Gambar IV-8</b>	Visualisasi NDVI Pra Kebakaran .....	57
<b>Gambar IV-9</b>	Visualisasi NDVI Pasca Kebakaran .....	57
<b>Gambar IV-10</b>	Grafik Reflektansi Spektral.....	58
<b>Gambar IV-11</b>	Visualisasi <i>Difference</i> Indeks NBR.....	59
<b>Gambar IV-12</b>	Visualisasi <i>Difference</i> Indeks BAIS2 .....	59
<b>Gambar IV-13</b>	Visualisasi <i>Difference</i> Indeks MIRBI.....	59
<b>Gambar IV-14</b>	Visualisasi <i>Difference</i> Indeks NDVI .....	60
<b>Gambar IV-15</b>	<i>Thresholding</i> BAIS2 $\mu+2\sigma$ .....	64
<b>Gambar IV-16</b>	<i>Thresholding</i> NBR $\mu-2\sigma$ .....	64
<b>Gambar IV-17</b>	<i>Thresholding</i> MIRBI $\mu-2\sigma$ .....	65
<b>Gambar IV-18</b>	<i>Thresholding</i> NDVI $\mu-1\sigma$ .....	65
<b>Gambar IV-19</b>	<i>Thresholding</i> NBR $\mu+2\sigma$ .....	65
<b>Gambar IV-20</b>	<i>Thresholding</i> BAIS2 $\mu-2\sigma$ .....	66
<b>Gambar IV-21</b>	<i>Thresholding</i> MIRBI $\mu-2\sigma$ .....	66
<b>Gambar IV-22</b>	<i>Thresholding</i> NDVI $\mu-2\sigma$ .....	66



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel I-1</b> Data Penelitian.....	5
<b>Tabel II-1</b> Penelitian Terdahulu.....	9
<b>Tabel II-2</b> Karakteristik Vegetasi di Pembagian Zona Kawasan Merbabu .....	12
<b>Tabel II-3</b> Klasifikasi Titik Panas Terhadap Kebakaran Hutan dan Lahan .....	17
<b>Tabel II-4</b> Klasifikasi Tingkat Kebakaran dNBR.....	18
<b>Tabel II-5</b> Klasifikasi Tingkat Kebakaran dBAIS2 .....	19
<b>Tabel II-6</b> Klasifikasi Tingkat Kebakaran dMIRBI.....	19
<b>Tabel II-7</b> Klasifikasi Tingkat Kebakaran dNDVI .....	20
<b>Tabel II-8</b> Klasifikasi Akurasi Kappa .....	24
<b>Tabel II-9</b> Interpretasi Nilai Kemampuan Indeks Berdasarkan Nilai <i>Distance</i> ..	26
<b>Tabel II-10</b> Spesifikasi Citra Sentinel 2A .....	27
<b>Tabel III-1</b> Hasil Uji Normalitas .....	40
<b>Tabel III-2</b> Hasil Uji <i>Wilcoxon Signed Rank Test</i> .....	41
<b>Tabel III-3</b> Nilai <i>Difference</i> Indeks .....	42
<b>Tabel III-4</b> Nilai <i>Thresholding</i> .....	44
<b>Tabel III-5</b> Hasil Perhitungan Uji Akurasi <i>Thresholding</i> .....	47
<b>Tabel III-6</b> Rata-Rata dan Standar Deviasi Sampel Area Terbakar .....	48
<b>Tabel III-8</b> Nilai Indeks Keterpisahan .....	49
<b>Tabel III-9</b> Rata dan Standar Deviasi Sampel Pra dan Pasca Terbakar.....	50
<b>Tabel III-10</b> Nilai Uji Kemampuan Indeks.....	51
<b>Tabel III-11</b> Luas Wilayah Terbakar dan Tidak Terbakar Referensi .....	52
<b>Tabel III-12</b> Luas Wilayah Terbakar dan Tidak Terbakar Indeks.....	52
<b>Tabel III-13</b> Hasil Validitas Data .....	52
<b>Tabel IV-1</b> Hasil RMSE GCP .....	53
<b>Tabel IV-2</b> Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar .....	54
<b>Tabel IV-3</b> Reflektansi Spektral .....	57
<b>Tabel IV-4</b> Grafik Frekuensi <i>Difference</i> Indeks.....	60
<b>Tabel IV-5</b> Hasil Perhitungan <i>Thresholding</i> .....	61
<b>Tabel IV-6</b> Hasil Luasan Model <i>Thresholding</i> .....	61
<b>Tabel IV-7</b> Hasil Uji Akurasi <i>Thresholding</i> .....	62
<b>Tabel IV-8</b> Hasil Indeks Keterpisahan.....	67
<b>Tabel IV-9</b> Hasil Uji Kemampuan Indeks.....	68
<b>Tabel IV-10</b> Hasil Perhitungan Validasi Data.....	69

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Kebakaran hutan dan lahan dapat mempengaruhi siklus karbon global dan berperan sebagai pengganggu penting ekosistem hutan dan lahan dengan merusak sejumlah besar pohon (Aru dkk., 2021). Di sisi lain, suksesi akibat kebakaran hutan dan lahan berperan penting dalam mengatur struktur komunitas tumbuhan dan menjaga keanekaragaman jenis yang sangat diperlukan bagi perkembangan komunitas tumbuhan ekosistem hutan dan lahan. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, (2022) terjadi kebakaran hutan seluas 529,266 Ha pada tahun 2018 dan meningkat seluas 1.649.258 Ha pada tahun 2019. Semakin luasnya hutan yang terbakar akan mempengaruhi kehidupan ekosistem baik perubahan tutupan lahan, fungsi ekologi, dan permukaan hutan dan lahan. Pengidentifikasi pasca kebakaran sangat penting sebagai evaluasi secara kuantitatif tingkat kebakaran hutan dan lahan. Tujuannya mengungkap perkembangan dan perubahan dalam berbagai proses ekologi dan mekanisme yang bertanggung jawab atas suksesi vegetasi hutan setelah kebakaran hutan dan lahan.

Pengidentifikasi pasca kebakaran hutan dan lahan dapat memanfaatkan teknik penginderaan jauh yang dapat bermanfaat untuk mengetahui data atau informasi penting kondisi fisik hutan dan lahan. Perubahan area dan wilayah hutan dan lahan pra dan pasca terbakar dapat teramati melalui nilai indeks kebakaran dan indeks vegetasi. Indeks kebakaran hutan dan lahan maupun indeks vegetasi yang umum digunakan seperti NBR (*Normalized Burn Ratio*), BAIS2 (*Burned Area Index for Sentinel-2*), MIRBI (*Mid-Infrared Burned Index*) dan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Pada penelitian Teodoro (2019) menggunakan NBR (*Normalized Burn Ratio*) dan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) untuk deteksi area kebakaran hutan dan lahan dihasilkan NBR (*Normalized Burn Ratio*) mampu memperkirakan tingkat kebakaran hutan dan lahan serta NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) mampu mengevaluasi penurunan substansial dalam aktivitas fotosintesis dengan hasil uji validitas NBR 87% dan NDVI 92,2% sesuai dengan kondisi lapangan. Dalam penelitian Filipponi (2020) menggunakan NBR (*Normalized Burn Ratio*) dan BAIS2 (*Burned Area Index for*

*Sentinel-2*), keduanya menghasilkan kinerja yang baik dalam mendeteksi area kebakaran hutan dan lahan yang dinilai dengan indeks keterpisahan. NBR(*Normalized Burn Ratio*) menghasilkan indeks keterpisahan 1,324 dan BAIS2 (*Burned Area Index for Sentinel-2*) 1,337. Pada penelitian Rahmi (2020) menggunakan NBR (*Normalized Burn Ratio*), MIRBI (*Mid-Infrared Burend Index*), dan BAIS2 (*Burned Area Index for Sentinel-2*) menggunakan indeks keterpisahan dihasilkan indeks keterpisahan tertinggi pada MIRBI (*Mid-Infrared Burend Index*) dengan nilai 2,07 dengan simpulan MIRBI (*Mid-Infrared Burend Index*) merupakan indeks yang sesuai digunakan di area penelitian lahan terbuka. Pada penelitian Suwarsono (2012) dengan menggunakan NBR (*Normalized Burn Ratio*) dan metode *thresholding* dihasilkan model *thresholding* terbaik pada model  $\mu+1\sigma$  dengan hasil akurasi 63% sesuai dengan kondisi kebakaran hutan dan lahan di lapangan.

Berdasarkan kajian terkait penelitian terdahulu tersebut deteksi area kebakaran hutan dan lahan dapat dilakukan dengan beberapa indeks dan metode, penulis ingin melakukan penelitian membandingkan indeks kebakaran hutan dan lahan serta indeks vegetasi yaitu NBR, BAIS2, MIRBI, dan NDVI berdasarkan model *thresholding*, indeks keterpisahan dan ditambah dengan uji kemampuan indeks berdasarkan penelitian dari Suwarsono (2012) sebagai penilaian kemampuan indeks dalam mendeteksi area kebakaran hutan dan lahan.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana interpretasi area terbakar di Taman Nasional Gunung Merbabu berdasarkan indeks NBR, BAIS2, MIRBI, dan NDVI ?
2. Bagaimana perbandingan indeks NBR, BAIS2, MIRBI dan NDVI dalam menginterpretasi kebakaran hutan dan lahan ?
3. Bagaimana validitas indeks NBR, BAIS2, MIRBI, dan NDVI terhadap data referensi Balai Taman Nasional Gunung Merbabu ?

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil interpretasi area terbakar di Taman Nasional Gunung Merbabu berdasarkan indeks NBR, BAIS2, MIRBI, dan NDVI.

2. Mengetahui perbandingan indeks NBR, BAIS2, MIRBI, dan NDVI dalam menginterpretasi guna mengetahui kualitas indeks dalam mendeteksi kebakaran hutan dan lahan.
3. Mengetahui validitas NBR, BAIS2, MIRBI, dan NDVI terhadap kesesuaian data referensi Balai Taman Nasional Gunung Merbabu.

#### **I.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah penelitian ini sebagai berikut :

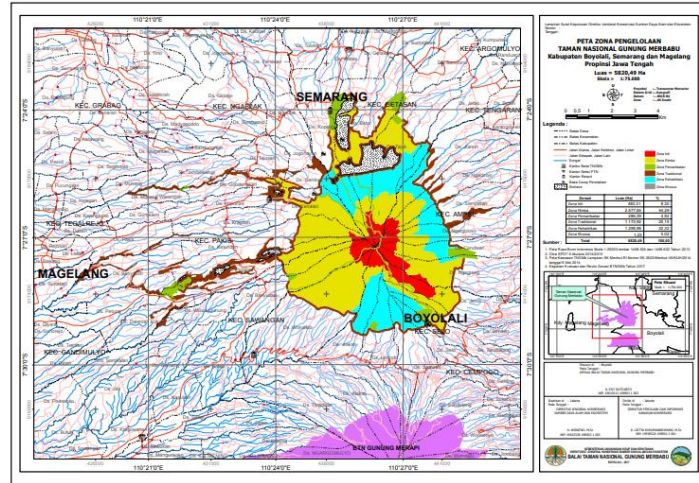
1. Penilaian kualitas indeks dalam mendeteksi kebakaran hutan dan lahan didasarkan pada *thresholding* dengan tingkat akurasi kappa yang merujuk pada Viera dan Gratt (2005) menggunakan 5 model *thresholding*  $\mu$ ,  $\mu+\sigma$ ,  $\mu-\sigma$ ,  $\mu+2\sigma$ ,  $\mu-2\sigma$  merujuk pada Fraser (2000) dan LAPAN (2015), indeks keterpisahan dengan nilai  $>1$  yang merujuk pada Filipponi (2018) dan uji kemampuan indeks dengan nilai  $>1$  yang merujuk pada Kaufman dan Remer (1994)
2. Indeks yang digunakan dalam identifikasi kebakaran hutan dan lahan adalah *Normalized Burn Ratio* (NBR), *Burned Area Index for Sentinel-2* (BAIS2), *Mid-Infrared Burned Index* (MIRBI), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)
3. Citra satelit dalam penelitian ini menggunakan citra Sentinel-2A yang mencakup wilayah area penelitian pada 3 September 2019 sebagai citra pra kebakaran dan 30 Oktober 2019 sebagai citra pasca kebakaran
4. Validitas area terbakar berdasarakan indeks NBR, BAIS2, MIRBI, dan NDVI dihitung berdasarkan hasil *thresholding* referensi dengan data kebakaran hutan dan lahan pada tahun 2019 yang dihitung menggunakan *Individual Classification Success Index* (ICSI) merujuk pada Koukoulas dan Blackburn.

#### **I.5 Ruang Lingkup Penelitian**

##### **I.5.1 Area Penelitian**

Area penelitian adalah Taman Nasional Gunung Merbabu yang terletak di Kabupaten Magelang, Semarang dan Boyolali Provinsi Jawa Tengah dengan letak geografis  $110^{\circ}26'22''$  BT dan  $7^{\circ}27'13''$  LS. Kawasan Taman Nasional Gunung Merbabu berdasarkan Undang-Undang Menteri Kehutanan Nomor 135/Menhut-

II/2004 tentang merubah fungsi kawasan hutan lindung dan taman wisata alam kelompok hutan Merbabu seluas 5.725 ha. Adapun wilayah Balai Taman Nasional Gunung Merbabu dapat dilihat pada **Gambar I-1** berikut :



**Gambar I-1** Area Penelitian

(Balai Taman Nasional Gunung Merbabu, 2017)

### I.5.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan untuk mendukung penelitian ini adalah :

#### 1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan satu unit laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Tipe Laptop : ASUS A442U
- Tipe Processor : Intel® Core™ i5-8250-U Up To 3,4 Hz
- Tipe Sistem : 64-bit Operating System Kapasitas
- RAM : 12.00 GB
- Sistem Operasi : Microsoft Windows 10

#### 2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam pengolahan data ini adalah:

1. QGIS 3.10 digunakan untuk pengolahan data spasial
2. ARCMAP 10.6 digunakan untuk pembuatan layout peta
3. IBM Statistik 25 digunakan untuk pengolahan data
4. Microsoft Office Word 2019 digunakan untuk proses pengolahan data teks

5. Microsoft Office Excel 2019 digunakan untuk proses pengolahan data angka

### I.5.3 Data Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam penelitian dapat dilihat pada **Tabel I-1** berikut:

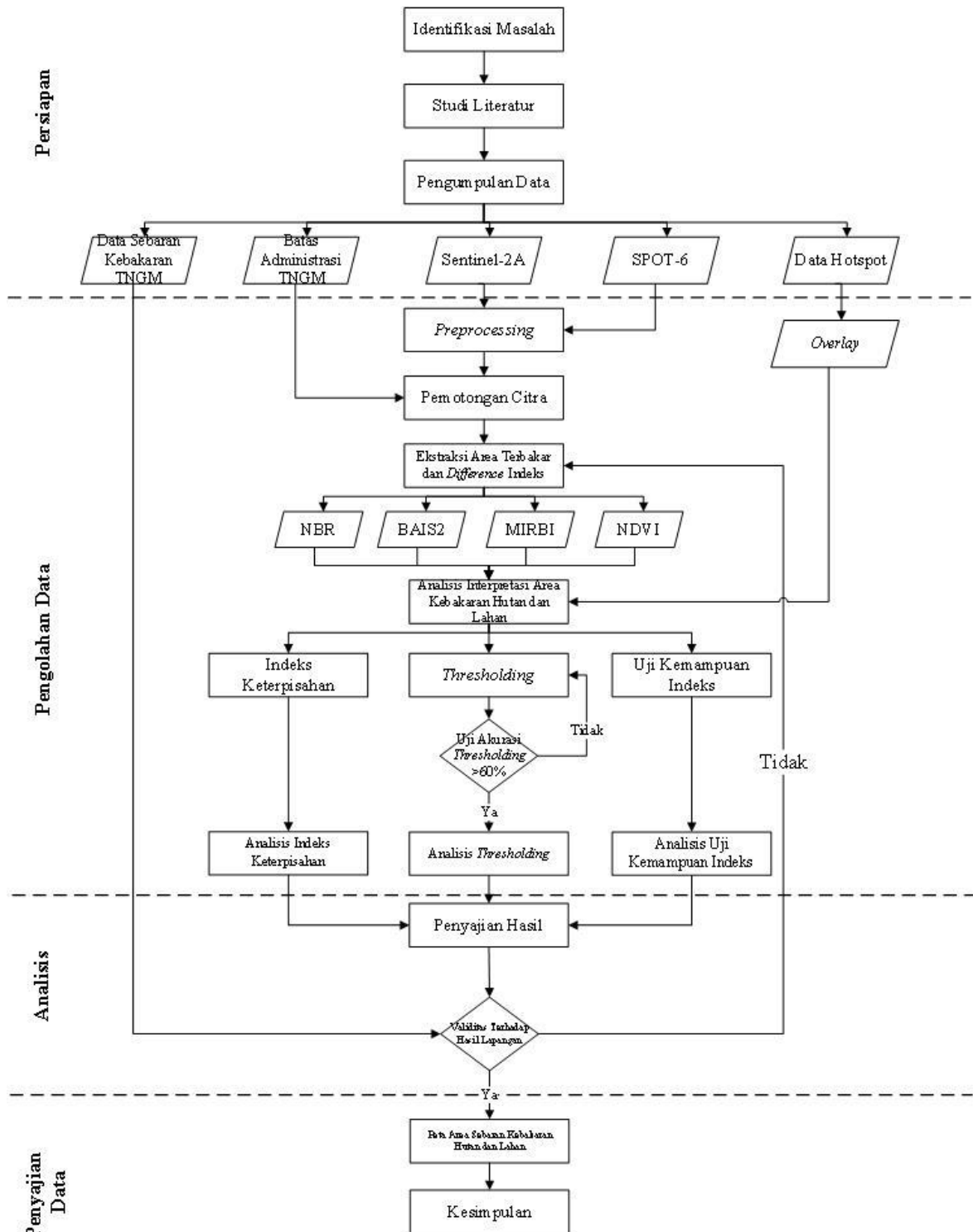
**Tabel I-1** Data Penelitian

No	Nama	Jenis Data	Keterangan
1.	Citra Satelit Sentinel-2A	Digital	Data diunduh melalui <i>website</i> Google Earth Engine dengan resolusi spasial 10 m, 20cm, dan 60 m dengan waktu perekaman pra kebakaran pada 3 September 2019 dan pasca kebakaran pada 30 Oktober 2019
2.	Citra Satelit SPOT-6	Digital	Data didapatkan dari LAPAN yang akan digunakan untuk uji geometrik terhadap citra Sentinel-2 dengan resolusi spasial 6 m x 6 m
3.	Batas administrasi Taman Nasional Gunung Merbabu	Digital	Data didapatkan dari Balai Taman Nasional Gunung Merbabu skala 1 : 25.000
4.	Titik Panas	Digital	Data didapatkan dari <i>website FIRMS (Fire Information For Resource Management System)</i>
5.	Persebaran kebakaran Taman Nasional Gunung Merbabu	Digital	Data didapatkan dari Balai Taman Nasional Gunung Merbabu skala 1: 25.000

## I.6 Metodologi Penelitian

### I.6.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar I-2** berikut :



**Gambar I-2** Diagram Alir Penelitian



## I.6.2 Sistematika Penulisan Penelitian

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, ruang lingkup penelitian, sistematika kerangka berpikir dan sistematika penulisan penelitian

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan kajian penelitian terdahulu, kajian wilayah penelitian, penginderaan jauh, sentinel-2, kebakaran hutan dan lahan, indeks kebakaran hutan dan lahan dan indeks vegetasi yang meliputi NBR, BAIS2, MIRBI, NDVI, threshold, indeks keterpisahan serta uji kemampuan indeks

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai langkah-langkah dalam penelitian yang dilakukan mulai dari tahapan persiapan, tahapan perizinan, tahapan *pre processing* data, tahapan pengolahan, tahapan analisis dan validitas.

### **BAB IV HASIL DAN ANALISIS**

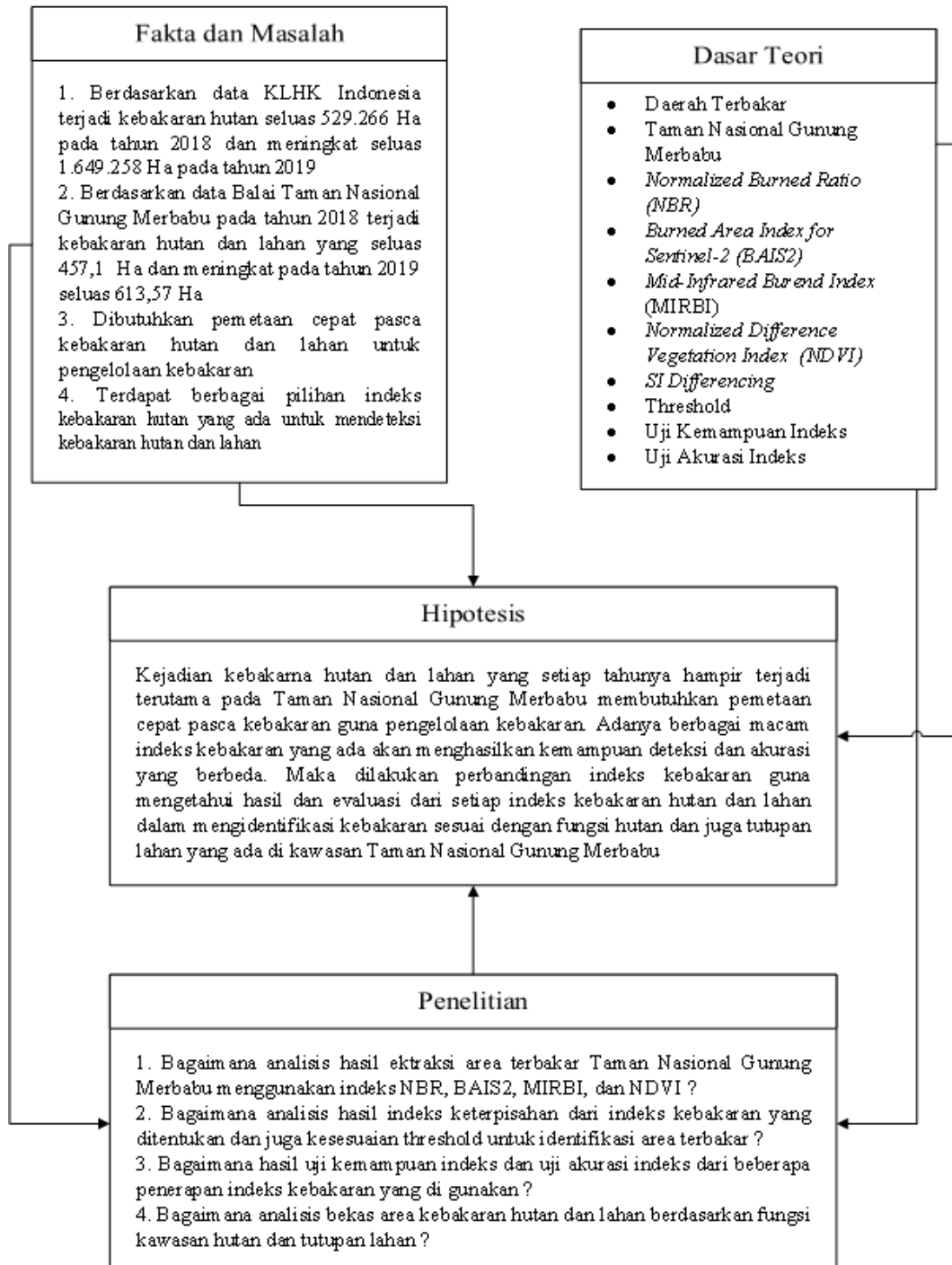
Bab ini berisikan analisis hasil pengolahan data yang telah dilakukan dimulai dari hasil uji geometrik, hasil penerapan indeks dan *difference* indeks, hasil perbandingan indeks NBR, BAIS2, MIRBI, NDVI dan hasil validitas data.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan serta saran untuk penelitian di masa yang akan datang agar menjadi lebih baik.

## I.7 Sistematika Kerangka Berpikir

Sistematika kerangka berpikir pada penelitian ini berisi kerangka penelitian yang memuat garis besar penelitian yang dilakukan. Sistematika kerangka berpikir tersebut dapat dilihat pada **Gambar I-3** berikut :



**Gambar I-3** Sistematika Kerangka Berpikir

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, J., dan Sorbel, B. (2008). *Assessing the differenced Normalized Burn Ratio's ability to map burn severity in the boreal forest and.* *Int. J. Wildland Fire*, 17, 463–475, doi:10.1071/WF08034.
- Aru, H., Song, Q., Yongbin, B., Li, N., Yuhai, B., Xingpeng, L., dan Jiquan, Z. (2021). *Short-Term Effects of Fire Severity on Vegetation Based. Sustainability*, 13, 432. <https://doi.org/10.3390/su13010432>.
- Balai Taman Nasional Gunung Merbabu. (2017). *Zona Pengelolaan Taman Nasional Gunung Merbabu*. Kabupaten Boyolali: Balai Taman Nasional Gunung Merbabu.
- Balai Taman Nasional Gunung Merbabu. (2021). *Laporan Tahunan*. Boyolali: BTNGMb (Balai Taman Nasional).
- Blumenfeld, J. (2019, 11 4). *Wildfires Can't Hide from Earth Observing Satellites*. Retrieved from *Earthdata Open Acces For Open Science*: <https://www.earthdata.nasa.gov/learn/articles/wildfire-articles/wildfires-cant-hide-from-earth-observing-satellites>
- ESA. (2015). *SENTINEL-2 User Handboo*. In *E. Commission, European Commission* (pp. 1-64).
- European Comission, ..* (2013). *Eearth Engine Data Catalog*. Retrieved from Google Earth Engine: [https://scihub.copernicus.eu/twiki/pub/SciHubWebPortal/TermsConditions/Sentinel\\_Data\\_Terms\\_and\\_Conditions.pdf](https://scihub.copernicus.eu/twiki/pub/SciHubWebPortal/TermsConditions/Sentinel_Data_Terms_and_Conditions.pdf)
- European Space Agency, ..* (2015). *Sentinel-2 User Handbook*. *Sentinel-2 User Handbook*.
- Fakhri, S. A., Lailan, S., dan Imas, S. S. (2021). *Forest and peatland fire severity assessment at Siak Regency, Riau Province* . *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 621-630.
- Fandi, D. J., Dinda, P. D., dan Hafizh, H. S. (2020). *Analisis Perubahan Vegetasi dengan Data Sentinel-2 menggunakan Google Earth Engine (Studi Kasus Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta)*. *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia* , 13-18.
- Filipponi, F. (2018). *BAIS2: Burned Area Index for Sentinel-2*. *Proceedings*, 2,364; doi:10.3390/ecrs-2-05177.
- García, M., dan Caselles, V. (1991). *Mapping burns and natural reforestation using thematic Mapper data*. *Geocarto Int*, 6, 31–37.

- Giglio, L., Jacques, D., Christopher, O. J., dan Yoram, J. K. (2003). *An Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS. Remote Sensing of Environmen*, 273 – 282.
- Jensen, J. R. (2005). *Introductory Digital Image Processing, A remote sensing perspective, 3rd edn*. Sidney: Pearson Prentice Hall.
- Kaufman, Y., dan Remer, L. (1994). *Detection of forests fire using mid-IR reflectance an application for aerosol studies. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 32:672-683.
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2022, 2 20). Retrieved from <https://sipongi.menlhk.go.id/>
- Khalifah, I. N., dan Nur, F. (2020). Pemanfaatan Data Sentinel-2 untuk Analisis Indeks Area Terbakar (Burned Area). *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 2657-0378.
- Koukoulas, S., dan Blackburn, G. (2001). *Intoducing new indices for accuracy evaluation of classified images representing semi-natural woodland environments. Photogrammetric Engineering dan Remote Sensing*, 67(4):499-510.
- LAPAN, .. P. (2015). Pedoman Pemanfaatan Data Landsat 8 untuk Deteksi Daerah Terbakar (Burned Area). Jakarta: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.
- Lillesand, T. M., dan Keifer, R. W. (1994). *Remote Sensing and Image Interpretation. 3rd. Edition*. Canada: John Wiley and Sons, Inc.
- Maulana, S. (2022). ANALISIS AKURASI ALGORITMA INDEKS VEGETASI DAN KEBAKARAN UNTUK PEMETAAN LAHAN TERBAKAR MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT 8 (Studi Kasus: Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan). *Jurnal Geodesi Undip*.
- McFEETERS, S. (1996). *The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. International Journal of Remote Sensing*, 1425-1432 .
- Muwarni, S. (2001). *Statistika Terapan (Teknik Analisis Data)*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Nigel, S., James, A., dan Josh, W. (2014, July 22). Satelit Resolusi Tinggi Bantu Monitor dan Menindaklanjuti Kebakaran di Asia Tenggara.
- Nuryadi, .., Tutut, D. A., Endang, S. U., dan Budiantara, .. (2017). *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Malang : Yogyakarta.
- Putra, E. I., Ramadhi, A., Shadiqin, M. F., Saad, A., Setianto, E., Nurhayati, A. D., . . . Cochrane, M. A. (2021). *Assessing the severity of forest fire in Sungai*

*Buluh Protected Peat Forest, Jambi. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1755-1315.

- R. Fraser, Zhanqing. Li, dan J. Cihlar. (2000). *Hotspot and NDVI Differencing Synergy (HANDS): A New Technique for Burned Area Mapping over Boreal Forest. Remote Sensing of Environment*, 362,376.
- Rafael, L., Jose, A. S., Cristina, F., Jose, M. F., dan Jose, A. V. (2021). *A methodology to estimate forest fires burned areas and burn severity degrees using Sentinel-2 data. Application to the October 2017 fires in the Iberian Peninsula . International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, 95 102243.
- Rahmi, K. I., Ardha, A., Rarasati, A., Nugroho, G., Mayestika, P., U, C. N., dan Y. F. (2021). *Burned area monitoring based on multiresolution and multisensor remote sensing image in Muaro Jambi, Jambi. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1755-1315.
- Rouse, J., Haas, R., Schell, J., dan Deering, D. (1973). *A Comparison of Change Detection Analyses Using Different Band Algebras for Baraila Wetland with Nasa's Multi-Temporal Landsat Dataset. Journal of Geographic Information System*, 309-317.
- Samsuri. (2008). *Model Spasial Tingkat Kerawanan Kebakaran Hutan dan Lahan (Studi Kasus di Wilaya Propinsi Kalimantan Tengah)*. 14.
- Sinaga, D. (2014). *Statistik Dasar . Jakarta Timur: Uki Press*.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif . Bandung: Alfabeta*.
- Sukojo, B. M. (2018). *ANALISA PERBANDINGAN BERDASARKAN IDENTIFIKASI AREA KEBAKARAN DENGAN MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT-8 DAN CITRA MODIS (Studi Kasus : Kawasan Gunung Bromo)*. Geoid, 174-180.
- Sunjoyo, ..., Rony, S., Verani, C., Nonie, M., dan Albert, K. (2013). *Aplikasi SPSS Untuk Smart Riset . Bandung : Alfabeta*.
- Teodoro, a., dan Ana, A. (2019). *A Statistical and Spatial Analysis of Portuguese Forest Fires in Summer 2016 Considering Landsat 8 and Sentinel 2A Data. Environments*, 36.
- Trigg., S., dan Flasse., S. (2001). *An evaluation of different bi-spectral spaces for discriminating burned shrub-savannah. Int. J. Remote Sens vol. 22, no. 13, pp., 2641–2647*.