

**SEGMENTASI HUTAN LINDUNG TAMAN NASIONAL
GUNUNG LEUSER SUMATERA UTARA MENGGUNAKAN
ALGORITMA K-MEANS PADA CITRA SATELIT**

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

ANNISA MEDINA SARI

NPM. 2009010082



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2024

**SEGMENTASI HUTAN LINDUNG TAMAN NASIONAL
GUNUNG LEUSER SUMATERA UTARA MENGGUNAKAN
ALGORITMA K-MEANS PADA CITRA SATELIT**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
(S.Kom) dalam Program Studi Sistem Informasi pada Fakultas Ilmu Komputer
dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

ANNISA MEDINA SARI

NPM. ISI 2009010082

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Segmentasi Hutan Lindung Taman Nasional Gunung
Leuser Sumatera Utara Menggunakan Algoritma K-Means
Pada Citra Satelit
Nama Mahasiswa : Annisa Medina Sari
NPM : 2009010082
Program Studi : Sistem Informasi

Menyetujui
Komisi Pembimbing

(Ferdy Riza ST, M.Kom)
NIDN. 0103068901

Ketua Program Studi

(Martiano S.Pd, S.Kom., M.Kom)
NIDN. 0128029302

Dekan

(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PERNYATAAN ORISINALITAS

**SEGMENTASI HUTAN LINDUNG TAMAN NASIONAL
GUNUNG LEUSER SUMATERA UTARA MENGGUNAKAN
ALGORITMA K-MEANS PADA CITRA SATELIT**

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, Juni 2024

Yang membuat pernyataan



Annisa Medina Sari

NPM. 2009010082

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Annisa Medina Sari
NPM : 2009010082
Program Studi : Sistem Informasi
Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

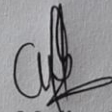
SEGMENTASI HUTAN LINDUNG TAMAN NASIONAL GUNUNG
LEUSER SUMATERA UTARA MENGGUNAKAN ALGORITMA K-
MEANS PADA CITRA SATELIT

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, Juni 2024

Yang membuat pernyataan



Annisa Medina Sari

NPM. 2009010082

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Annisa Medina Sari
Tempat dan Tanggal Lahir : Andaleh, 19 Maret 2000
Alamat Rumah : Jorong Jirek
Telepon/Faks/HP : 082165748752
E-mail : annisamedinasari@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : -
Alamat Kantor : -

DATA PENDIDIKAN

SD : SDN 07 Andaleh TAMAT: 2013
SMP : MTsN 11 Tanah Datar TAMAT: 2016
SMA : SMK N 2 Padang Panjang TAMAT: 2019

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mendapatkan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “*Segmentasi Hutan Lindung Taman Nasional Gunung Leuser Sumatera Utara Menggunakan Algoritma K-Means Pada Citra Satelit*” dimana skripsi ini sangat penulis butuhkan dalam rangka sebagai kelengkapan penulis untuk memperoleh gelar sarjana Komputer pada Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun yang perlu disampaikan penyusunan proposal skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Halim Maulana, ST, M.Kom, selaku Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Lutfi Basit, S.Sos, M.I.Kom, selaku Wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Bapak Martiano S.Pd, S.Kom, M.Kom, selaku Ketua Jurusan Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Yoshida Sary, S.E., S.Kom, M.Kom, selaku Sekretaris Jurusan Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

7. Bapak Ferdy Riza ST., M.Kom , selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
8. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan banyak bekal ilmu kepada penulis.
9. Seluruh Pegawai Biro Administrasi Sistem Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membantu dalam menyelesaikan segala berkas administrasi yang dibutuhkan selama perkuliahan.
10. Terimah Kasih kepada orang tua saya dan keluarga, atas support serta kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
11. Terimakasih kepada Unit Pelaksana Teknik (UPT) Website UMSU yang telah mendorong dan membantu penulis.
12. Dan teman-teman seperjuangan yang telah membantu saya dalam penyusunan proposal ini terutama seluruh teman-teman Sistem Informasi stambuk 2020 yang telah banyak memberikan bantuan serta dukungannya kepada penulis.

SEGMENTASI HUTAN LINDUNG TAMAN NASIONAL GUNUNG LEUSER SUMATERA UTARA MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS PADA CITRA SATELIT

ABSTRAK

Konservasi dan pemantauan area hutan lindung menjadi krusial untuk menjaga keanekaragaman hayati, mengatur tata kelola air, dan berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim. Namun, luasnya area dan keterbatasan sumber daya manusia menjadi kendala dalam pemantauan langsung. Penelitian ini menerapkan algoritma K-Means pada citra satelit untuk melakukan segmentasi area hutan lindung Taman Nasional Gunung Leuser di Sumatera Utara. Tujuannya adalah mengoptimalkan pemanfaatan citra satelit untuk pemantauan dan konservasi hutan lindung melalui pengelompokan area berdasarkan karakteristiknya. Metode kuantitatif dengan citra satelit sebagai data utama digunakan dalam penelitian ini. Algoritma K-Means dikategorikan area hutan menjadi kluster berdasarkan kesamaan atribut. Hasil penelitian menunjukkan efektivitas algoritma K-Means dalam segmentasi citra satelit Taman Nasional Gunung Leuser, memberikan gambaran yang terstruktur dan jelas tentang kondisi hutan.

Kata Kunci: Hutan Lindung; Taman Nasional Gunung Leuser; Segmentasi Citra Satelit; Algoritma K-Means; Algoritma K-Means

*SEGMENTATION OF PROTECTED FORESTS IN NORTH SUMATRA MOUNT
LEUSER NATIONAL PARK USING K-MEANS ALGORITHM ON SATELLITE
IMAGES*

ABSTRACT

Conservation and monitoring of protected forest areas is crucial to maintain biodiversity, regulate water governance, and contribute to climate change mitigation. However, the vast area and limited human resources are obstacles in direct monitoring. This research applies the K-Means algorithm to satellite imagery to segment the protected forest area of Gunung Leuser National Park in North Sumatra. The goal is to optimize the use of satellite imagery for protected forest monitoring and conservation by grouping areas based on their characteristics. Quantitative method with satellite imagery as the main data was used in this research. The K-Means algorithm categorized forest areas into clusters based on similarity of attributes. The results showed the effectiveness of the K-Means algorithm in segmenting satellite images of Gunung Leuser National Park, providing a structured and clear picture of forest conditions.

Keywords: *Protected Forest; Gunung Leuser National Park; Satellite Image Segmentation; K-Means Algorithm; K-Means Algorithm*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORISINALITAS	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Segmentasi	6
2.1.2 Citra Digital.....	9
2.1.2.1 Elemen Citra Digital	9
2.1.2.2 Representasi Citra Digital	10
2.1.2.3 Model Warna Pada Citra.....	12
2.1.3 Taman Nasional Gunung Leuser Sumatera Utara.....	15
2.1.4 Algoritma K-Means	16
2.1.5 Citra Satelit.....	18
2.1.6 Google Earth Engine	18
2.1.7 Visual Basic	19
2.1.8 Flowchart.....	21
2.1.9 UML	22
2.2 Literatur Review	25
BAB III 30 METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Jenis Penelitian	30

3.2	Teknik Pengumpulan Data	30
3.4	Teknik Analisis Data	31
3.5	Rancangan <i>Flowchart</i> Sistem.....	34
3.6	Use Case Diagram	35
3.7	Activity Diagram	36
3.8	Spesifikasi Minimum.....	37
3.9	Antar Muka Sistem.....	38
3.9.1	Tampilan Depan	38
3.9.2	Tampilan Segmentasi	38
3.9.3	Tampilan Hasil Segmentasi.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		40
4.1.1	Mentransformasi matriks citra RGB menjadi matrik 2 dimensi	40
4.1.2	Inisialisasi Jumlah Klaster (K) dan Centeroid.....	41
4.1.3	Melakukan Pengklasteran.....	42
4.1.4	Pembaruan Centroid	51
BAB V PENUTUP.....		62
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA		64
LAMPIRAN.....		68

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Literatur Review	26
Tabel 3. 1 Waktu Penelitian	31
Tabel 4. 1 Hasil perhitungan jarak Euclidean	51
Tabel 4. 2 Pembaruan centroid C1	52
Tabel 4. 3 Pembaruan centroid C2.....	53
Tabel 4. 4 Pembaruan centroid C2.....	54
Tabel 4. 5 Hasil Pengklasteran akhir.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Segmentasi Citra	7
Gambar 2. 2 Contoh Citra Grayscale	11
Gambar 2. 3 Contoh Citra Berwarna	11
Gambar 2. 4 Contoh Citra Biner	12
Gambar 2. 5 Warna RGB.....	13
Gambar 2. 6 Model HIS.....	14
Gambar 2. 7 Model Warna HVS	14
Gambar 2. 8 Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser.....	15
Gambar 2. 9 Flowchart Algoritma K-Means	17
Gambar 2. 10 Contoh Google Earth Engine.....	19
Gambar 2. 11 Simbol Flowchart.....	22
Gambar 2. 12 Komponen Activity Diagram.....	23
Gambar 2. 13 Komponen Use Case Diagram.....	24
Gambar 2. 14 Komponen ERD	25
Gambar 3 1 Flowchart Sistem	34
Gambar 3 2 Use Case Diagram.....	35
Gambar 3 3 Activity Diagram.....	37
Gambar 3 4 Tampilan Depan.....	38
Gambar 3 5 Tampilan Segmentasi	39
Gambar 3 6 Tampilan Hasil.....	39
Gambar 4. 1 Data matriks dari citra RGB	40

Gambar 4. 2 Matriks 2D citra.....	41
Gambar 4. 3 Hasil Antarmuka Perancangan	56
Gambar 4. 4 Halaman Segmentasi Citra	57
Gambar 4. 5 Proses Baca Citra.....	58
Gambar 4. 6 Proses Segmentasi.....	59
Gambar 4. 7 Tampilan Proses Citra	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Taman Nasional Gunung Leuser (TNGL) adalah salah satu daerah konservasi alam di Indonesia. Itu memiliki area 792.675 hektar dan diresmikan secara hukum pada tanggal 6 Maret 1980 melalui pengumuman nomor 881/Kpts/UM/1980 dari Menteri Pertanian. Kemudian, luas Taman Nasional Gunung Leuser diperbaharui dengan Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 276/Kpts-VI/1997 tanggal 23 Mei 1997 menjadi 1.094.692 ha. TNGL terletak di dua provinsi, yaitu Aceh dan Sumatera Utara (Harefa, 2021).

Pemantauan dan konservasi kawasan hutan lindung menjadi semakin penting dalam menjaga kelestarian lingkungan. Hutan lindung memiliki peran strategis dalam menjaga keanekaragaman hayati, mengatur tata air, serta memberikan kontribusi dalam mitigasi perubahan iklim. Namun, tantangan utama dalam upaya konservasi hutan lindung adalah luasnya wilayah yang sulit dijelajahi secara langsung dan keterbatasan sumber daya manusia yang membuat pemantauan lapangan secara langsung menjadi tidak efisien.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memantau dan mengelola hutan lindung yang luas, terutama mendeteksi perubahan-perubahan yang terjadi pada daerah hutan lindung Gunung Leuser di Sumatera Utara, adalah dengan melakukan segmentasi pada daerah hutan lindung pada citra satelit.

Segmentasi adalah teknik yang memungkinkan gambar untuk dipisahkan menjadi beberapa wilayah lokal, masing-masing memiliki sifat yang identik.

Ketika dikombinasikan dengan pengetahuan profesional yang tepat, segmentasi gambar - salah satu teknologi kunci pemrosesan gambar digital - secara luas diterapkan di berbagai bidang, termasuk pengenalan mesin, pengakuan wajah, identifikasi sidik jari, sistem kontrol lalu lintas, deteksi pejalan kaki, pencitraan medis, dan posisi gambar satelit objek. (roads, forests, etc.). Perlu penyelidikan lebih lanjut (Mhd Furqan et al 2022).

Segmentasi gambar digital membagi atau memisahkan gambar menjadi beberapa area atau objek yang memiliki karakteristik yang sama. Ini memungkinkan untuk mengidentifikasi setiap objek dalam gambar, yang dapat digunakan sebagai input untuk langkah pemrosesan berikutnya. Segmentasi penuh memisahkan objek dari latar belakang dengan mengidentifikasi setiap segmen. Segmentasi parsial hanya memisahkan sebagian data dari latar belakang dan menyimpan data yang terpisah untuk mempercepat proses. (Mellyadi & Harliana, 2022).

Untuk membagi suatu citra menjadi beberapa bagian dan menganalisis setiap bagiannya, algoritma K-Means adalah salah satu metode yang sangat efektif untuk diterapkan pada citra satelit. Algoritma ini merupakan teknik pengelompokan data yang memungkinkan pembagian wilayah menjadi beberapa kelompok berdasarkan atribut yang serupa. Dalam konteks ini, algoritma K-Means bisa digunakan untuk memetakan kawasan hutan lindung di Taman Nasional Gunung Leuser, Sumatera Utara, menjadi beberapa segmen berdasarkan karakteristik dari citra satelit yang diambil.

Mengaplikasikan algoritma K-Means pada citra satelit memungkinkan kita untuk mengenali dan memetakan beragam jenis vegetasi, topografi, serta pola penggunaan lahan di kawasan hutan lindung. Hal ini dapat membantu dalam pemantauan dan pengelolaan hutan lindung, termasuk dalam mengidentifikasi daerah yang rentan terhadap kerusakan atau perubahan.

Untuk mendukung penelitian ini maka digunakan beberapa jurnal yang relevan dapat menjadi referensi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, dapat disimpulkan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menerapkan algoritma K-Means untuk segmentasi wilayah hutan lindung Taman Nasional Gunung Leuser di Sumatera Utara dengan menggunakan data citra satelit?
2. Bagaimana algoritma K-Means dapat membantu mengidentifikasi dan memisahkan daerah-daerah hutan lindung dari citra satelit yang digunakan?
3. Bagaimana hasil segmentasi dapat digunakan untuk pemantauan dan konservasi kawasan hutan lindung?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memastikan fokus dan kejelasan dalam pembahasan, penulis menetapkan lingkup masalah sebagai berikut

1. Penelitian ini memanfaatkan citra satelit sebagai sumber data utama untuk melakukan segmentasi di wilayah Hutan Lindung Taman Nasional Gunung Leuser, Sumatera Utara.
2. Penelitian ini dibatasi pada kawasan yang terletak di Taman Nasional Gunung Leuser, Sumatera Utara.

3. Penelitian bertujuan untuk monitoring berkala dari citra satelit menggunakan algoritma K-Means.
4. Penelitian akan mengevaluasi hasil segmentasi untuk mengukur tingkat akurasi dan keberhasilan algoritma K-Means dalam memisahkan daerah hutan lindung berdasarkan karakteristik citra satelit yang diambil.
5. Penelitian ini tidak mencakup implementasi tindak lanjut atau tindakan konservasi berdasarkan hasil segmentasi.
6. Citra yang digunakan merupakan hasil tangkapan dari *Google Earth* Engine dalam format gambar jpg.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk monitoring hutan lindung yang ada di dalam Taman Nasional Gunung Leuser
2. Untuk mengkategorikan daerah-daerah tersebut berdasarkan karakteristik yang dimiliki
3. Untuk membuat peta segmentasi yang menunjukkan daerah-daerah hutan lindung yang telah diidentifikasi dan dikategorikan
4. Untuk mengoptimalkan penggunaan citra satelit dalam pemantauan dan konservasi hutan lindung

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat dari penelitian yang penulis buat sebagai berikut:

1. Bagi Intitusi

Hasil penlitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan efektivitas institusi terkait, seperti lembaga konservasi dan pemerintah daerah, dalam pengelolaan Taman Nasional Gunung Leuser. Hasil segmentasi citra

dapat digunakan untuk efisiensi pemantauan dan pengambilan keputusan terkait konservasi hutan lindung.

2. Bagi Penulis

Untuk penulis akan mendapatkan pengalaman dan pengetahuan yang lebih mendalam dalam bidang segmentasi citra dan konservasi hutan. Hasil penelitian dapat menjadi dasar untuk publikasi ilmiah dan meningkatkan reputasi penulis di dunia akademis.

3. Bagi Masyarakat

Masyarakat akan mendapatkan manfaat melalui pemahaman yang lebih baik tentang kondisi hutan lindung dan upaya konservasi yang dilakukan. Kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pelestarian lingkungan dapat meningkat, berperan aktif dalam memelihara keberlanjutan Taman Nasional Gunung Leuser.

BAB II

LANDASAN TEORI

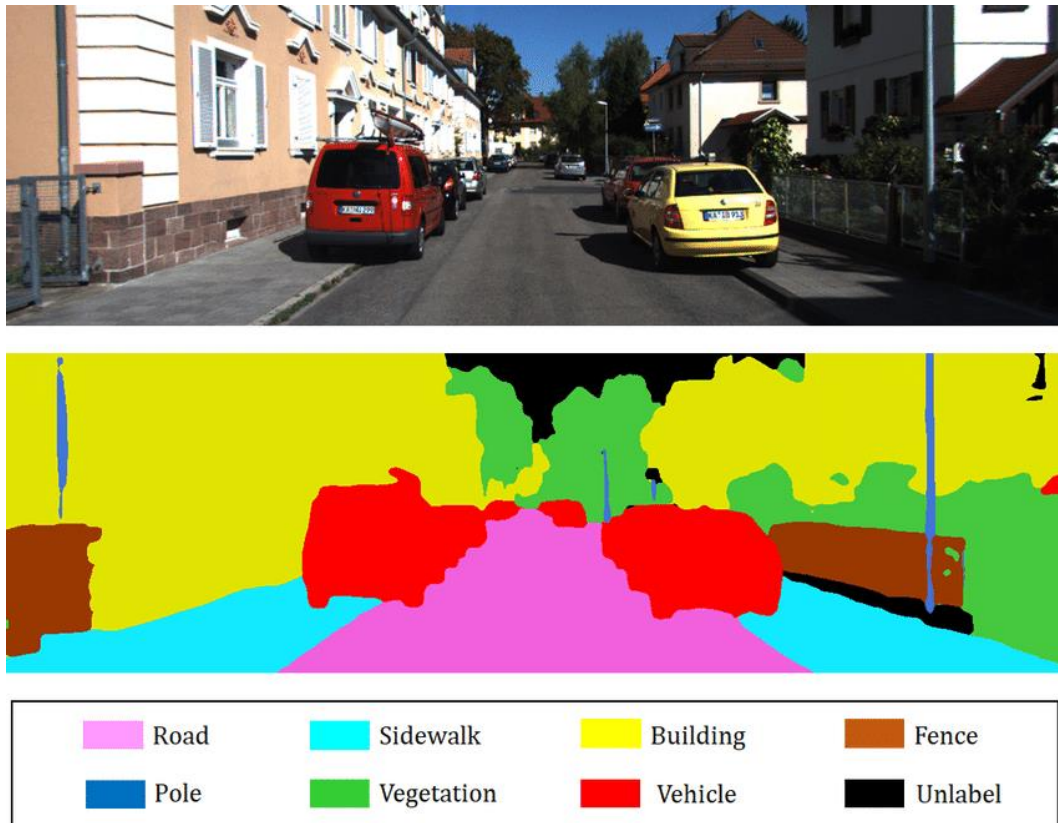
2.1 Landasan Teori

2.1.1 Segmentasi

Segmentasi merupakan proses pemisahan area gambar berdasarkan kriteria homogenitas seperti warna, tekstur, dan intensitas. Tujuan segmentasi adalah menghilangkan objek dari latar belakang sehingga objek dapat diidentifikasi dan dianalisis dengan lebih mudah (Puspitasari & Juniati, n.d.).

Segmentasi citra adalah teknik untuk memisahkan objek dari latar belakang dalam sebuah gambar, memungkinkan penggunaan objek tersebut untuk aplikasi lain. Dengan segmentasi ini, setiap objek dalam gambar dapat diisolasi secara individu dan digunakan sebagai masukan untuk berbagai proses, termasuk rekonstruksi objek dalam dimensi tiga. Proses segmentasi sangat penting untuk memisahkan objek yang akan direkonstruksi dari latar belakang yang ada (Arifin, 2016).

Menurut (Orisa & Hidayat, 2019) Segmentasi merupakan teknik membagi gambar menjadi beberapa bagian atau objek, yang juga dikenal sebagai pembagian gambar menjadi beberapa area. Dalam konteks pengolahan citra digital, segmentasi bukan sekadar proses sampingan, melainkan esensial. Proses segmentasi memilih objek yang spesifik untuk digunakan dalam langkah-langkah berikutnya.



Gambar 2. 1 Contoh Segmentasi Citra

Sumber : towardsai.net (2022)

Algoritma segmentasi citra mengutamakan aspek dasar nilai intensitas, yang mencakup:

- a. *Discontinuity*, yang mengelompokkan citra berdasarkan perubahan signifikan dalam nilai intensitas, seperti pada tepi citra.
- b. *Similarity*, yang membagi citra menjadi region-region yang serupa berdasarkan kriteria tertentu, seperti thresholding, region growing, region splitting, dan merging.

Dengan melakukan segmentasi pada setiap objek citra secara terpisah, hasilnya dapat digunakan sebagai masukan untuk proses lebih lanjut. (Fernando Ade Pratama & Jumadi, 2022.).

Menurut Henni Yulianti,(2020)Segmentasi terdiri dua macam yaitu :

- a. *Full segmentation* melibatkan identifikasi dan pemisahan objek secara individual dari latar belakang, dengan memberikan ID atau label pada setiap segmen.
- b. *Partial segmentation* merupakan proses pemisahan sebagian data dari latar belakang, di mana hanya data yang terpisah yang disimpan untuk mempercepat proses berikutnya

Metode segmentasi citra dapat dilakukan dengan beberapa teknik, yaitu: berbasis tepi, ambang, dan tumbuh wilayah (Prosser, 2010):

a. *Edge-based*

Teknik segmentasi ini ideal digunakan untuk citra yang memiliki area yang cukup jelas dan kontras yang signifikan terhadap latar belakangnya.

b. *Threshold*

Metode *threshold* melakukan pengolahan pada seluruh gambar secara serentak dengan mengklasifikasikan setiap piksel apakah termasuk dalam wilayah yang disegmentasi atau tidak. Pendekatan ini mencoba berbagai teknik untuk menentukan nilai atau rentang piksel yang membedakan wilayah yang tersegmentasi.

c. *Region growing*

Dimulai dari suatu titik awal dan secara berulang memeriksa piksel-piksel sekitarnya untuk mengecek apakah memenuhi kondisi yang sesuai dengan objek yang sedang disegmentasi. Setiap piksel yang memenuhi syarat akan ditambahkan ke dalam kelompok, dan proses ini akan berlanjut dengan titik awal yang baru untuk iterasi selanjutnya.

2.1.2 Citra Digital

Citra atau image merupakan istilah umum untuk gambar, yang dalam konteks multimedia memiliki peran krusial sebagai informasi visual. Pengolahan citra digital adalah bidang ilmu yang mengkaji berbagai teknik untuk mengelola dan memanipulasi citra. Citra ini dapat berupa foto statis atau gambar bergerak yang diambil dari webcam (Pangaribuan, 2019.).

Sebuah gambar atau objek diolah melalui pengolahan citra digital dua dimensi sehingga menghasilkan nilai yang direpresentasikan sebagai $f(x,y)$, di mana x dan y adalah koordinat piksel. Fungsi f mewakili intensitas nilai antara 0 dan 1, yang menunjukkan warna pada koordinat (x, y) . Setiap piksel merupakan elemen dari gambar tersebut. Gambar yang mengandung nilai ini adalah gambar di mana nilai fungsi f dibatasi pada objek tertentu dalam gambar digital (Rachmat et al., 2022a).

2.1.2.1 Elemen Citra Digital

Berikut adalah komponen-komponen yang terdapat dalam citra digital:

1. Kecerahan (Brightness).

Kecerahan mengacu pada tingkat intensitas cahaya yang dipancarkan oleh piksel dalam citra, yang dapat dilihat oleh sistem penglihatan. Intensitas kecerahan pada titik tertentu dalam citra mencerminkan rata-rata intensitas area sekitarnya.

2. Kontras (Contrast).

Kontras menggambarkan perbedaan antara daerah gelap dan terang dalam citra. Pada citra yang optimal, distribusi antara kegelapan dan kecerahan tersebar secara merata

3. Kontur (Contour).

Kontur adalah representasi dari perubahan intensitas di antara piksel-piksel yang berdekatan, yang memungkinkan mata manusia untuk mendeteksi tepi objek dalam citra.

4. Warna.

Warna merupakan persepsi visual terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek.

5. Bentuk (Shape).

Bentuk adalah karakteristik intrinsik dari objek tiga dimensi, yang penting bagi sistem visual manusia untuk pengenalan objek.

6. Tekstur (Texture).

Tekstur mengacu pada distribusi spasial derajat keabuan di antara piksel-piksel yang berdekatan dalam citra. Ini mencerminkan pola-pola tertentu dalam susunan piksel dan dapat digunakan untuk membedakan sifat permukaan suatu objek, termasuk kasar atau halus nya permukaan tersebut.

2.1.2.2 Representasi Citra Digital

Representasi citra digital adalah metode untuk mengubah citra ke dalam format yang dapat diproses oleh komputer. Hal ini melibatkan penggunaan matriks atau array angka untuk menggambarkan tingkat kecerahan atau warna dari setiap piksel dalam citra. Dalam konteks pengolahan citra digital, penting untuk memahami berbagai jenis representasi citra yang tersedia:

a. Citra Grayscale

Menurut (Rohman Dijaya, 2023) Citra grayscale merupakan citra yang memuat informasi tentang tingkat kecerahan saja. Setiap piksel dalam citra grayscale

direpresentasikan dengan satu nilai numerik, biasanya antara 0 hingga 255. Nilai 0 menunjukkan warna hitam, sedangkan nilai 255 mengindikasikan warna putih.



Gambar 2. 2 Contoh Dari Citra Grayscale

Sumber: koleksibukukuliah.blogspot.com

b. Citra Berwarna (Mode RGB)

Citra berwarna memuat informasi tentang tingkat kecerahan serta warna. Salah satu representasi paling umum untuk citra berwarna adalah dalam mode RGB (Red, Green, Blue), di mana setiap piksel direpresentasikan oleh tiga nilai yang mewakili intensitas merah, hijau, dan biru, dengan rentang nilai dari 0 hingga 255



Gambar 2. 3 Contoh dari Citra Berwarna

Sumber: Repository.uinsuska.riau.ac.id

c. Citra Biner

Citra biner hanya memiliki dua kemungkinan nilai piksel: hitam atau putih. Hal ini diperoleh melalui proses segmentasi di mana piksel-piksel dikelompokkan ke dalam dua kelas menggunakan ambang tertentu. Representasi citra biner menggunakan nilai biner, biasanya 0 untuk hitam dan 1 untuk putih.



Gambar 2. 4 Contoh Dari Citra Biner

Sumber: Rinaldi Munir

2.1.2.3 Model Warna Pada Citra

Segmentasi warna dalam gambar merupakan langkah awal untuk menentukan nilai-nilai yang kemudian digunakan sebagai centroid dalam proses selanjutnya. Dalam konteks ini, warna diidentifikasi menggunakan model warna RGB untuk membagi citra menjadi segmen-segmen berwarna.

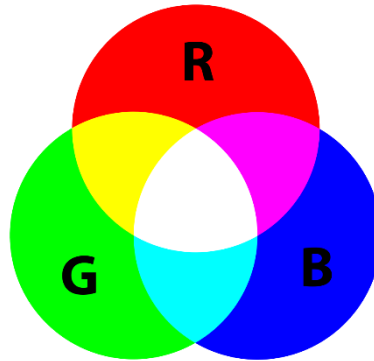
Warna-warna khusus dalam suatu ruang warna memberikan nilai piksel sebagai ciri untuk melakukan pengelompokan data secara menyeluruh. Intensitas nilai piksel, yang berkisar dari 0 hingga 255, mempengaruhi tingkat keabuan atau sebagai vektor jarak yang mempengaruhi berbagai gambar berwarna

Warna yang muncul merupakan elemen dari setiap piksel dalam citra berwarna, bergantung pada jenis ruang warna yang diterapkan. Ruang warna yang sering digunakan termasuk:

1. RGB

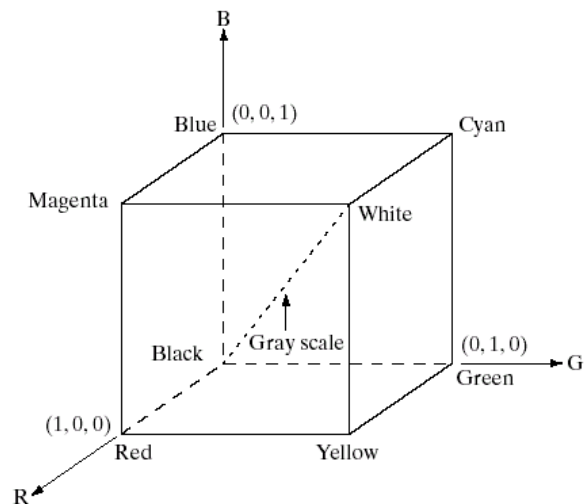
Pengkodean yang terdiri dari tiga warna primer - merah (R), hijau (G), dan

2. biru (B). Nilai-nilai RGB berada dalam rentang 0 hingga 255 pada nilai maksimum C_{max} , umumnya 255. Semakin mendekati 0, objek cenderung gelap secara keseluruhan, sementara mendekati 255, objek cenderung cerah.



Gambar 2. 5 Warna RGB

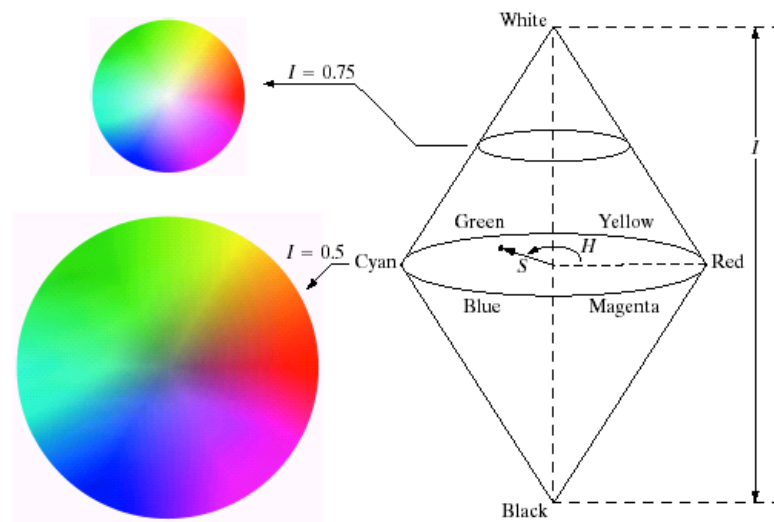
Sumber : (Sari et al., 2020)



Gambar 2 1 Koordinas Warna RGB

3. HIS

Sistem warna yang mencoba untuk meniru cara mata manusia memproses warna. Ia mengintegrasikan informasi dari citra, baik dalam aspek warna maupun grayscale.

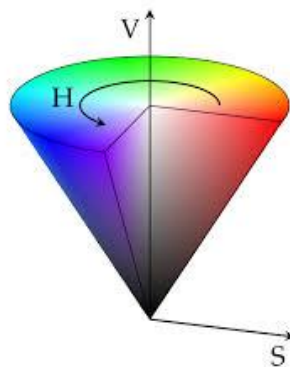


Gambar 2. 6 Model dari HIS

Sumber: Rinaldi Munir

4. HVS

Model warna HSV, terdiri dari tiga komponen: Hue (warna dominan yang terlihat oleh mata manusia), Saturation (besarnya warna putih dalam Hue), dan Value (nilai atau intensitas warna). Seperti pada model warna RGB, ketiga komponen HSV dapat diwakili dalam sebuah array dengan nilai yang berkisar dari 0 hingga 255.

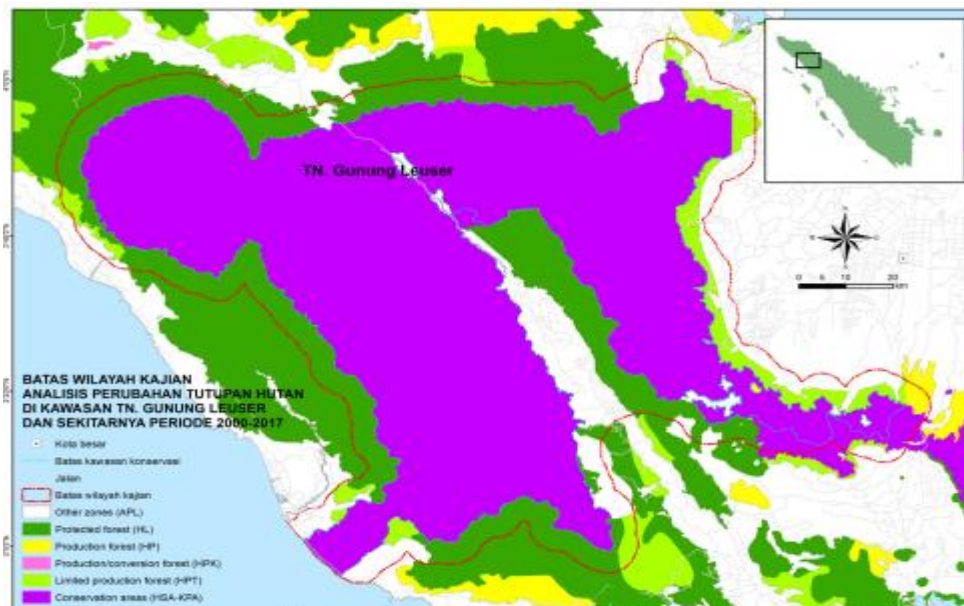


Gambar 2. 7 Model Warna HVS

Sumber: pemrogramanmatlab.com

2.1.3 Taman Nasional Gunung Leuser Sumatera Utara

Taman Nasional Gunung Leuser, menurut UU RI No. 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistem, adalah area alam yang dijaga dengan ekosistem aslinya dan dikelola melalui sistem zonasi untuk tujuan seperti penelitian, pendidikan, budidaya, pariwisata, dan rekreasi. Penetapannya sebagai Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser (TNGL) secara hukum dimulai dengan Pengumuman Menteri Pertanian No. 881/Kpts/UM/1980 pada 6 Maret 1980, dengan luas awal 792.675 hektar. Luasnya diperbaharui melalui Keputusan Menteri Kehutanan No. 276/Kpts-VI/1997 pada 23 Mei 1997, menjadi 1.094.692 hektar. Kawasan TNGL tersebar di Provinsi Aceh dan Sumatera Utara, dengan 80,5% berada di Aceh (luas 881.207 hektar) dan sisanya 19,5% di Sumatera Utara (luas 213.485 hektar). Kawasan ini berbatasan dengan beberapa kabupaten seperti Aceh Barat Daya, Aceh Selatan, Gayo Lues, Aceh Tamiang di Aceh, serta Langkat, Karo, dan Dairi di Sumatera Utara.



Gambar 2. 8 Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser

Sumber: Muhammad Irfansyah Lubis et all (2019)

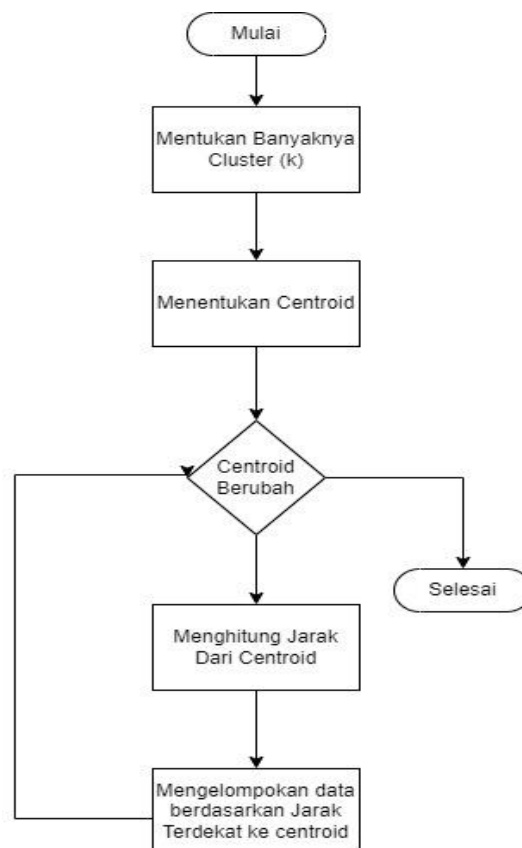
2.1.4 Algoritma K-Means

Algoritma K-means adalah metode klasik untuk clustering data. Diperkenalkan oleh Steinhaus pada tahun 1955, algoritma ini telah banyak diterapkan di berbagai bidang penelitian karena keefektifannya dalam berbagai aplikasi. Algoritma K-means memiliki fleksibilitas yang tinggi dan skalabilitas yang relatif baik dalam menangani data dalam jumlah besar. Ketika batasan berbagai jenis data jelas, algoritma K-means umumnya menghasilkan klasifikasi yang kuat (Chen et al., 2023).

K-means clustering adalah metode pengelompokan untuk menganalisis data non-hierarkis. Tujuan metode ini adalah membagi objek-objek ke dalam beberapa kelompok berdasarkan karakteristik masing-masing, sehingga objek dengan karakteristik serupa dikelompokkan bersama, sedangkan objek dengan karakteristik berbeda dikelompokkan terpisah. Algoritma k-means clustering mengelompokkan data ke dalam beberapa klaster, di mana data dalam satu klaster memiliki karakteristik yang mirip satu sama lain dan berbeda dari data di klaster lainnya (Rachmat et al., 2022b).

Dalam penerapannya, algoritma K-Means menggunakan metode clustering untuk segmentasi citra digital, menghasilkan titik-titik centroid sebagai target. Pada akhir iterasi K-Means, setiap objek dalam kumpulan data akan menjadi anggota suatu klaster. Nilai klaster ditentukan dengan memeriksa semua objek dan menemukan klaster yang paling dekat dengan objek tersebut. Algoritma K-Means mengelompokkan elemen-elemen data dalam dataset ke dalam klaster berdasarkan jarak terpendek (Bangoria et al., 2018).

Dalam proses segmentasi dengan metode K-Means, langkah pertama adalah menetapkan jumlah cluster pada gambar yang telah diproses sebelumnya dan secara acak menghitung sejumlah centroid. Selanjutnya, hitung jarak setiap piksel ke centroid yang ada, dan kelompokkan piksel-piksel tersebut berdasarkan jarak terdekatnya. Setelah itu, hitung ulang pusat massa untuk setiap cluster dengan memperbarui posisi centroid sebagai pusat baru. Proses ini diulangi, dan piksel-piksel dikelompokkan ulang sesuai dengan centroid terbarunya. Jika terdapat piksel yang berpindah cluster, centroid akan dihitung ulang. Proses ini terus berlanjut hingga tidak ada lagi piksel yang berpindah cluster, menandakan bahwa sistem pengelompokan telah selesai. (Febrinanto dkk, 2018).



Gambar 2. 9 Flowchart Algoritma K-Means

Sumber:(Furqan et al., 2022)

2.1.5 Citra Satelit

Gambar penginderaan jauh, sering disebut sebagai gambar satelit, merupakan sumber data penting untuk memantau perubahan di permukaan bumi. Data ini diperoleh dari satelit observasi bumi dan telah digunakan secara luas dalam berbagai bidang seperti kehutanan, pertanian, geologi, mitigasi bencana alam, dan banyak lagi (Zhao et al., 2022).

Penginderaan jauh adalah disiplin ilmu dan seni untuk memperoleh informasi (Cerah et al., 2019) tentang objek, area, atau fenomena tanpa kontak langsung dengan menganalisis data yang dikumpulkan. Teknologi penginderaan jauh berbasis satelit kini sangat diminati dan digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk identifikasi potensi sumber daya kehutanan. Popularitasnya disebabkan oleh berbagai keunggulan, seperti biaya yang terjangkau, kemampuan merekam ulang wilayah yang sama, penggunaan spektrum gelombang panjang untuk mengatasi hambatan atmosfer, cakupan luas, kemampuan menjangkau daerah terpencil, format data digital, dan kombinasi saluran spektral yang memungkinkan pengolahan data untuk berbagai keperluan, seperti pembuatan peta administrasi dan peta tutupan lahan. (Yudha et al., 2020).

2.1.6 Google Earth Engine

Pada tanggal 2 Desember 2010, Google memperkenalkan sebuah teknologi yang dikenal sebagai Google Earth Engine (GEE) (U.S. Geological Survey, 2010). GEE adalah sebuah platform yang memanfaatkan komputasi awan untuk memproses citra satelit. Platform geospasial ini menawarkan akses online gratis ke data citra satelit, memungkinkan pengguna melakukan berbagai analisis permukaan bumi secara real-time (Hamdi A. Zurqani et al., 2018; HA Zurqani et al., 2019).

GEE memungkinkan pengguna memproses citra satelit yang telah ter-georeferensi dan tersimpan di arsip GEE dengan mengembangkan algoritma khusus untuk menjalankannya (Novianti, 2021)

Google Earth Engine (GEE) adalah platform berbasis komputasi awan dari Google yang memungkinkan akses, manipulasi, dan analisis data geospasial dari berbagai sumber, seperti citra satelit, peta, dan data lainnya. Platform ini dikembangkan oleh Google untuk membantu para peneliti, pengamat, dan praktisi di berbagai bidang ilmu, seperti lingkungan, penginderaan jauh, konservasi, pertanian, dan perubahan iklim, untuk melakukan analisis spasial yang cepat dan akurat menggunakan data yang besar dan kompleks. GEE juga menyediakan akses ke himpunan data citra satelit global dan alat pemrograman canggih untuk analisis serta visualisasi data. (Latue et al., 2023).



Gambar 2. 10 Contoh Google Earth Engine

Sumber: NASA Applied Sciences

2.1.7 Visual Basic

Visual Basic adalah bahasa pemrograman komputer yang dikembangkan oleh Microsoft sejak tahun 1991 sebagai evolusi dari bahasa pemrograman BASIC (Beginner's General Purpose Symbolic instruction Code) yang muncul pada tahun 1950-an. Bahasa pemrograman ini adalah salah satu alat pengembangan (development tools) yang digunakan untuk menciptakan berbagai jenis program

komputer, terutama yang berjalan di sistem operasi Windows (Kurniawan et al., 2023).

Manik (2020) Visual Basic adalah sebuah bahasa pemrograman yang mengadopsi pendekatan berorientasi objek, memungkinkan pengguna untuk menggunakan fitur-fitur yang disediakan dalam perancang formulir dengan mudah. Dengan memahami fitur-fitur dalam perancang formulir, pengguna dapat dengan lancar merancang program tanpa kesulitan.

Visual Basic menggunakan Bahasa Pemrograman BASIC (Beginner All-Purpose Symbolic Instruction Code), sebuah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang terkenal karena kesederhanaan dan kemudahan dalam pembelajarannya. (Jhonson & Tambunan, 2014).

Menurut Faruq, dkk. (2018), Visual Basic adalah pemrograman visual yang memungkinkan pengguna untuk membuat program sesuai dengan kreativitas mereka, memungkinkan pengguna untuk merancang atau memodifikasi bentuk-bentuk program yang diinginkan oleh pembuat program itu sendiri.

Menurut Priyanto Hidayatullah (2015), berikut adalah keunggulan yang dimiliki oleh Visual Basic .Net:

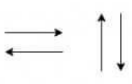






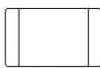

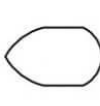
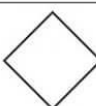
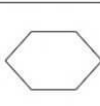
1. Seperti pada Visual Basic sebelumnya, bahasa yang digunakan dalam Visual Basic .Net sangat sederhana, sehingga lebih mudah dipahami oleh pemula dalam dunia pemrograman.
2. Visual Basic .Net memungkinkan pembuatan perangkat lunak dengan antarmuka grafis yang lebih ramah pengguna.
3. Visual Basic .Net mengatasi masalah deployment pada aplikasi berbasis Windows, seperti DLL Hell dan registrasi COM (Component Object

4. Model). Selain itu, tersedia wizard yang memudahkan dalam pembuatan file setup.
5. Visual Basic .Net membuat pengembangan perangkat lunak menjadi lebih lancar dengan adanya deteksi kesalahan sintaksis yang langsung ditampilkan pada Message Windows, sehingga programmer dapat memperbaiki kode dengan cepat

2.1.8 Flowchart

Flowchart juga dikenal sebagai diagram yang menunjukkan aliran proses untuk menggambarkan langkah-langkah penyelesaian suatu masalah. Flowchart ini berfungsi sebagai representasi grafis dari langkah-langkah dan urutan prosedur suatu program. Diagram ini sering kali mempermudah dalam memahami dan mengevaluasi lebih lanjut suatu masalah, terutama yang memerlukan analisis mendalam (Tominanto dan Subinarto, 2018:80)

Menurut Jogiyanto (dalam Azwar Rahmat, 2019), “Komputer merupakan perangkat elektronik yang menerima data sebagai input, memproses data tersebut, dan menghasilkan informasi menggunakan program yang tersimpan di memori (stored program). Selain itu, komputer juga secara otomatis menyimpan program dan hasil pengolahan data.”

	<p>Flow</p> <p>Simbol yang digunakan untuk menggabungkan antara simbol yang satu dengan simbol yang lain. Simbol ini disebut juga dengan Connecting Line.</p>		<p>Input/output</p> <p>Simbol yang menyatakan proses input atau output tanpa tergantung peralatan.</p>
	<p>On-Page Reference</p> <p>Simbol untuk keluar - masuk atau penyambungan proses dalam lembar kerja yang sama.</p>		<p>Manual Operation</p> <p>Simbol yang menyatakan suatu proses yang tidak dilakukan oleh komputer.</p>
	<p>Off-Page Reference</p> <p>Simbol untuk keluar - masuk atau penyambungan proses dalam lembar kerja yang berbeda.</p>		<p>Document</p> <p>Simbol yang menyatakan bahwa input berasal dari dokumen dalam bentuk fisik, atau output yang perlu dicetak.</p>
	<p>Terminator</p> <p>Simbol yang menyatakan awal atau akhir suatu program.</p>		<p>Predefine Proses</p> <p>Simbol untuk pelaksanaan suatu bagian (sub-program) atau prosedur.</p>
	<p>Process</p> <p>Simbol yang menyatakan suatu proses yang dilakukan komputer.</p>		<p>Display</p> <p>Simbol yang menyatakan peralatan output yang digunakan.</p>
	<p>Decision</p> <p>Simbol yang menunjukkan kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban, yaitu ya dan tidak.</p>		<p>Preparation</p> <p>Simbol yang menyatakan penyediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan untuk memberikan nilai awal.</p>

Gambar 2. 11 Simbol Flowchart

Sumber : Dicoding

2.1.9 UML




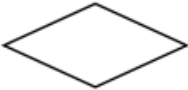

Berdasarkan pendapat Riri Fitri Sari dan Ardiati (2021:107), UML merupakan bahasa pemodelan yang digunakan untuk menentukan spesifikasi, memvisualisasikan, membangun, dan mendokumentasikan artefak dari sistem perangkat lunak, baik yang sedang dalam tahap perancangan maupun pengembangan.

Menurut Munawar (2021:49), UML telah terbukti sebagai salah satu alat yang sangat andal dalam pengembangan sistem berbasis objek. Dengan menyediakan bahasa pemodelan visual, UML memungkinkan para pengembang untuk menggambarkan visi mereka dalam format yang jelas dan mudah dipahami. Selain itu, UML dilengkapi dengan mekanisme yang efektif untuk berbagi dan berkomunikasi rancangan sistem dengan orang lain.

Jenis – jenis dalam membuat suatu diagram UML, yaitu:

a. Activity Diagram

Activity Diagram merupakan diagram yang menjelaskan alur kegiatan dalam program yang sedang dirancang, termasuk proses alur penyusunan, keputusan yang mungkin terjadi, dan bagaimana sistem akan berakhir. Diagram ini digunakan untuk membuat alur kerja yang terstruktur dan penting untuk pengawasan keuangan Perusahaan


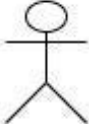



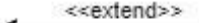
No	Simbol	Keterangan
1		Titik Awal
2		Titik Akhir
3		<i>Activity</i>
4		Pilihan untuk pengambilan keputusan
5		<i>Fork</i> ; digunakan untuk menunjukkan kegiatan yang dilakukan secara paralel atau untuk menggabungkan dua kegiatan paralel menjadi satu

Gambar 2. 12 Komponen Activity Diagram

Sumber: Munawar 2021

b. Use Case Diagram

Use Case Diagram adalah pemodelan untuk kelakuan (*behavior*) sistem informasi yang akan dibuat. Digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada di dalam sistem informasi dan siapa saja yang berhak menggunakannya. Diagram ini memodelkan interaksi antara aktor (user atau sistem lain) dengan sistem.


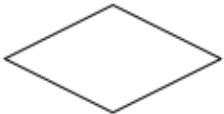



Simbol	Nama	Keterangan
	Use Case	Abstraksi dan interaksi antara sistem dan aktor
	Actor	Mewakili peran orang, sistem yang lain, atau alat ketika berkomunikasi dengan use case
	Generalisasi	Menunjukkan spesialisasi aktor untuk dapat berpartisipasi dengan use case
	Association	Abstraksi dari penghubung antara aktor dan use case
	Include	Menunjukkan bahwa suatu use case seluruhnya merupakan fungsionalitas dari use case lainnya.
	Extend	Menunjukkan bahwa suatu use case merupakan tambahan fungsional dari use case lainnya, jika suatu kondisi terpenuhi

Gambar 2. 13 *Komponen Use Case Diagram*

Sumber: Medium.com

c. *Entity Relationship Diagram (ERD)*

Entity Relationship Diagram adalah model untuk menjelaskan hubungan antar data dalam basis data berdasarkan objek-objek data yang mempunyai hubungan antar relasi. Digunakan untuk menyusun struktur data dan hubungan antar data.

No	Simbol	Nama	Keterangan
1		Entitas	Jenis entitas dapat berupa suatu elemen lingkungan, sumber daya atau transaksi yang <i>field-fieldnya</i> dipergunakan dalam aplikasi program
2		Hubungan atau Relasi	Menunjukkan nama relasi antar satu entitas dengan entitas lainnya
3		Atribut	Atribut adalah karakteristik dari sebuah entitas
4		Garis Relasi	Menunjukkan hubungan (keterkaitan) antar entitas
5		Entitas Lemah	Entitas yang kemunculannya tergantung dari entitas lain yang lebih kuat

Gambar 2. 14 Komponen ERD

Sumber: Dede Rosdiana (2021)

2.2 Literatur Review

Literatur Review adalah studi yang menganalisis dan mensintesis literatur yang sudah ada dengan mengidentifikasi, menantang, dan menyempurnakan sebuah teori melalui pemeriksaan terhadap sebuah (atau beberapa) karya sebelumnya. (Kraus et al, 2022).

Berikut ini adalah literatur review yang berhubungan dengan masalah segmentasi dengan Algoritma K-Means menggunakan citra satelit

Tabel 2. 1 Literatur Review

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil
1	Rachmat, Muhammad Yusuf, Irfan Abbas, dan Muh. Fahmi Basmar, 2022	Segmentasi Citra Menggunakan Algoritma K- Means Berbasis Particle Swarm Optimization	Penelitian ini menggabungkan algoritma k-means dengan Particle Swarm Optimization (PSO) untuk segmentasi citra. Pada uji coba citra grayscale, algoritma k-means saja menghasilkan nilai segmentasi 0,6056. Setelah digabungkan dengan PSO untuk mengoptimalkan inisialisasi centroid awal pada k-means, nilai segmentasi meningkat menjadi 0,6124. Terjadi peningkatan performa sebesar 8,456% dibandingkan hanya menggunakan k-means. Hasil ini menunjukkan bahwa penggabungan k-means dan PSO mampu meningkatkan kualitas segmentasi citra, khususnya pada citra grayscale yang diuji.
2	Halimatu Sa'diah, Ultach	Penerapan Algoritme K-	Pada penelitian ini, algoritma K-Means digunakan untuk

	Enri, Tesa Nur Padilah,2023	Means Dalam Segmentasi Daerah Rawan Kekerasan Anak Di Jawa Barat	mengelompokkan daerah berdasarkan tingkat kekerasan anak, dengan optimalisasi jumlah cluster menggunakan metode elbow dan silhouette coefficient. Visualisasi hasil dilakukan menggunakan Quantum Geographic Information System (QGIS). Model cluster pada data tanpa scaling memiliki struktur yang kuat
3	Efran Fernando Ade Pratama, Khairil, dan Juju Jumadi,2022	Implementasi Metode K-Means Clustering pada Segmentasi Citra Digital	Hasil analisis menunjukkan bahwa metode K-Means Clustering dapat mengidentifikasi kemiripan objek pada citra digital dengan baik berdasarkan kedekatan nilai warna, terutama untuk objek dengan warna khusus atau warna yang menjadi ciri objek tersebut. Dengan mengelompokkan piksel- piksel berwarna serupa ke dalam satu cluster, K-Means Clustering mampu melakukan segmentasi citra digital secara efektif. Hasil

			segmentasi memudahkan pembedaan dan identifikasi objek di dalam citra serta pemberian analisis tambahan.
4	Mhd Furqan, Sriani, Atiqah Aulia,2022	Penerapan Algoritma K- Means untuk Segmentasi Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Kemiripan Warna	Penelitian menggunakan algoritma K-Means menemukan bahwa identifikasi kematangan jeruk berdasarkan warna berhasil memisahkan jeruk matang dan mentah dengan baik. Dari 48 citra yang diuji, 6 jeruk diidentifikasi sebagai matang dan 2 sebagai mentah. Proses segmentasi ini meningkatkan kualitas citra untuk analisis kematangan jeruk berdasarkan warna, dengan sistem yang dikembangkan efisien untuk pemilihan kematangan jeruk. Outputnya adalah segmentasi citra jeruk berdasarkan warna menggunakan MATLAB
5	Kesuma Anggraini Lubis	Proses Segmentasi Citra Satelit	Penelitian ini melakukan pengujian proses segmentasi citra satelit untuk pemetaan tutupan lahan

	<p>Muhammad Rusdi Sugianto Sugianto,2021</p>	<p>Untuk Pemetaan Tutupan Lahan</p>	<p>menggunakan algoritma multiresolution segmentation. Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma multiresolution segmentation dapat membantu dalam pengolahan data lahan, seperti pengukuran tutupan lahan, penggunaan lahan, dan pengelolaan sumber daya lahan. Hasil segmentasi citra satelit dapat membantu dalam pengolahan data lahan, seperti pengukuran tutupan lahan, penggunaan lahan, dan pengelolaan sumber daya lahan</p>
--	----------------------------------------------------------	-----------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif. Metode kuantitatif berupa gambar dari citra satelit yang akan digunakan untuk segmentasi. Menurut Sugiyono (2022:8) penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Menurut Sugiyono (2019), Pengumpulan data merupakan tahapan krusial dalam penelitian karena tujuan utamanya adalah memperoleh informasi yang diperlukan. Proses ini dapat dilakukan di berbagai lingkungan, menggunakan berbagai sumber, dan beragam metode pengumpulan.

Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan di penelitian ini adalah:

a. Data Primer

Mengumpulkan data menggunakan Google Earth untuk mengambil citra yang dapat diperoleh dengan mendownload citra yang disesuaikan dengan wilayah kajian penelitian. Hal ini bisa dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi Google Earth itu sendiri.

b. Studi Pustaka

Melakukan pencarian informasi yang terkait melalui buku-buku, e-book, jurnal-jurnal ilmiah, dan artikel-artikel online yang berhubungan dengan penelitian.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Lokasi yang menjadi tempat penelitian ini adalah Taman Nasional Gunung Leuser Sumatera Utara. Penelitian dilaksanakan pada:

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian

No.	Kegiatan Penelitian	Waktu Penelitian	
		Februari	Maret
1	Pengajuan Judul		
2	Bimbingan Proposal		
3	Pembuatan Proposal		
4	Pengumpulan Data		
5	Penelitian		

3.4 Teknik Analisis Data

Menurut Sugiyono (2022), Analisis data adalah langkah kritis dalam menyusun dan menemukan pola dari hasil wawancara, catatan lapangan, dan dokumen. Proses ini melibatkan pengorganisasian data ke dalam kategori-kategori yang relevan, deskripsi mendalam terhadap unit-unit data, dan identifikasi pola-pola yang signifikan. Pemilihan informasi yang paling relevan dan pembelajaran dari data kemudian diakhiri dengan menyimpulkan hasil yang dapat dipahami baik oleh peneliti maupun pihak lain yang terlibat.

Pada proses analisis data yang dilakukan melibatkan citra yang berasal dari citra satelit:

1. Pengumpulan Citra Satelit

Mengumpulkan data yang diperlukan dari citra satelit dari Google Earth.

2. *Pre processing*

Pada tahap *pre processing* dalam citra digital terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

a. Pengurangan Noise

Noise pada gambar dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti cahaya redup, noise sensor, dan artefak kompresi. Teknik pengurangan noise bertujuan untuk menghilangkan noise dari gambar sambil mempertahankan fitur-fitur pentingnya. Beberapa teknik reduksi noise yang umum mencakup pemulusan Gaussian, pemfilteran median, dan denoising wavelet.

b. Peningkatan Kontras

Melakukan peningkatan kontras bertujuan untuk meningkatkan kontras gambar, sehingga memudahkan untuk membedakan berbagai fitur gambar. Teknik-teknik ini dapat membantu dalam aplikasi seperti pencitraan medis dan pengawasan. Beberapa teknik peningkatan kontras standar mencakup pemerataan histogram, pemerataan histogram adaptif, dan peregangan kontras.

c. Pengubahan Ukuran Gambar

Teknik pengubahan ukuran gambar digunakan untuk menyesuaikan ukuran gambar. Pengubahan ukuran dapat dilakukan untuk memperkecil atau memperbesar gambar atau mengubah rasio aspeknya. Beberapa teknik pengubahan ukuran gambar yang umum mencakup interpolasi tetangga terdekat, interpolasi bilinear, dan interpolasi bikubik.

d. Koreksi Warna

Teknik koreksi warna digunakan untuk mengatur keseimbangan warna suatu gambar. Koreksi warna penting dalam aplikasi seperti fotografi, yang mana akurasi warna suatu gambar sangat penting. Beberapa teknik koreksi warna yang umum mencakup asumsi dunia abu-abu, keseimbangan putih, dan transfer warna.

e. Segmentasi

Teknik segmentasi digunakan untuk membagi gambar menjadi beberapa wilayah berdasarkan isinya. Segmentasi dapat berguna dalam aplikasi seperti pencitraan medis, di mana struktur atau organ tertentu harus diisolasi dari gambar. Beberapa teknik segmentasi standar mencakup ambang batas, deteksi tepi, dan pertumbuhan wilayah.

f. Ekstraksi Fitur

Pada tahap ekstraksi fitur digunakan untuk mengidentifikasi dan mengekstrak fitur yang relevan dari suatu gambar. Fitur-fitur ini dapat digunakan dalam aplikasi pengenalan objek dan klasifikasi gambar. Beberapa teknik ekstraksi fitur standar meliputi deteksi tepi, deteksi sudut, dan analisis tekstur.

3. Segmentasi Citra

Untuk melakukan proses segmentasi citra menggunakan algoritma K-Means, citra satelit dapat dibagi menjadi beberapa kelompok atau segmentasi.

4. Pengolahan Data

Pada bagian ini citra dibagi menjadi segmentasi, data harus diproses kembali untuk menghasilkan data yang dapat digunakan dalam analisis.

5. Analisis Data

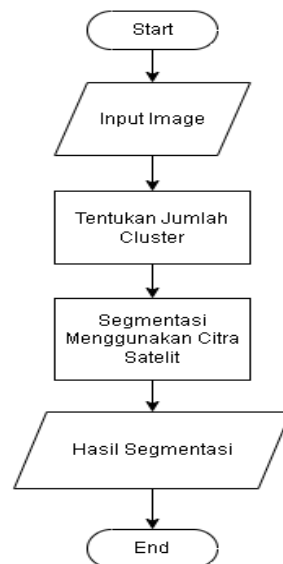
Pada proses ini setelah data dikumpulkan dan diproses, data dapat dianalisis melalui berbagai metode statistik dan analisis data geografis yang dapat digunakan untuk mengetahui perubahan pada data hutan lindung dan Taman Nasional Gunung Leuser Sumatera Utara secara waktu.

6. Presentasi Hasil Analisis

Setelah data dianalisis, hasil analisis harus disajikan dalam bentuk yang mudah dipahami, seperti grafik, diagram, atau laporan. Hasil analisis dapat digunakan untuk membuat rekomendasi atau solusi untuk meningkatkan kondisi Taman Nasional Gunung Leuser Sumatera Utara.

3.5 Rancangan *Flowchart* Sistem

Flowchart sistem bertujuan untuk menjelaskan alur pada sistem segmentasi Taman Nasional Gunung Leuser, ialah sebagai berikut:

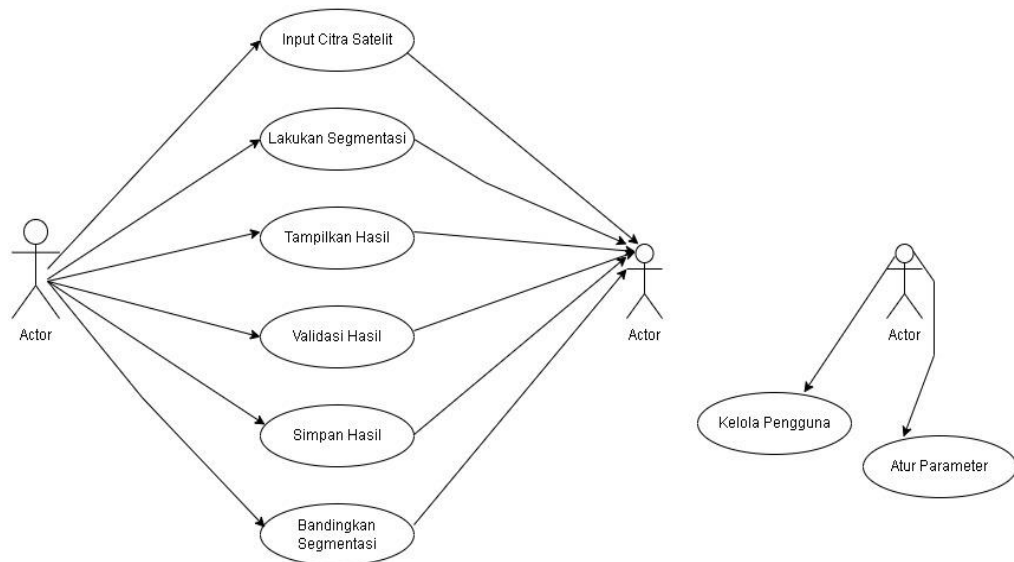


Gambar 3 1 *Flowchart* Sistem

Pada gambar di atas menggambarkan bahwa pengguna memasukan gambar yang telah di ambil menggunakan Google Earth. Setelah citra dimasukkan, langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah cluster yang akan digunakan dalam

algoritma K-Means. Jumlah cluster ini akan menentukan berapa banyak segmen atau wilayah yang akan dihasilkan dari proses segmentasi. Setelah itu algoritma K-Means diterapkan pada citra satelit. Algoritma bekerja dengan cara mengelompokkan piksel-piksel dalam citra berdasarkan intensitas warna yang telah ditentukan. Setelah proses segmentasi selesai, hasil segmentasi kemudian dihasilkan. Hasil segmentasi ini bisa berupa citra baru di mana setiap segmen ditampilkan dalam warna yang berbeda, atau bisa juga berupa data tentang setiap segmen, seperti lokasi geografis segmen, luas segmen, dan lain sebagainya

3.6 Use Case Diagram



Gambar 3 2 Use Case Diagram

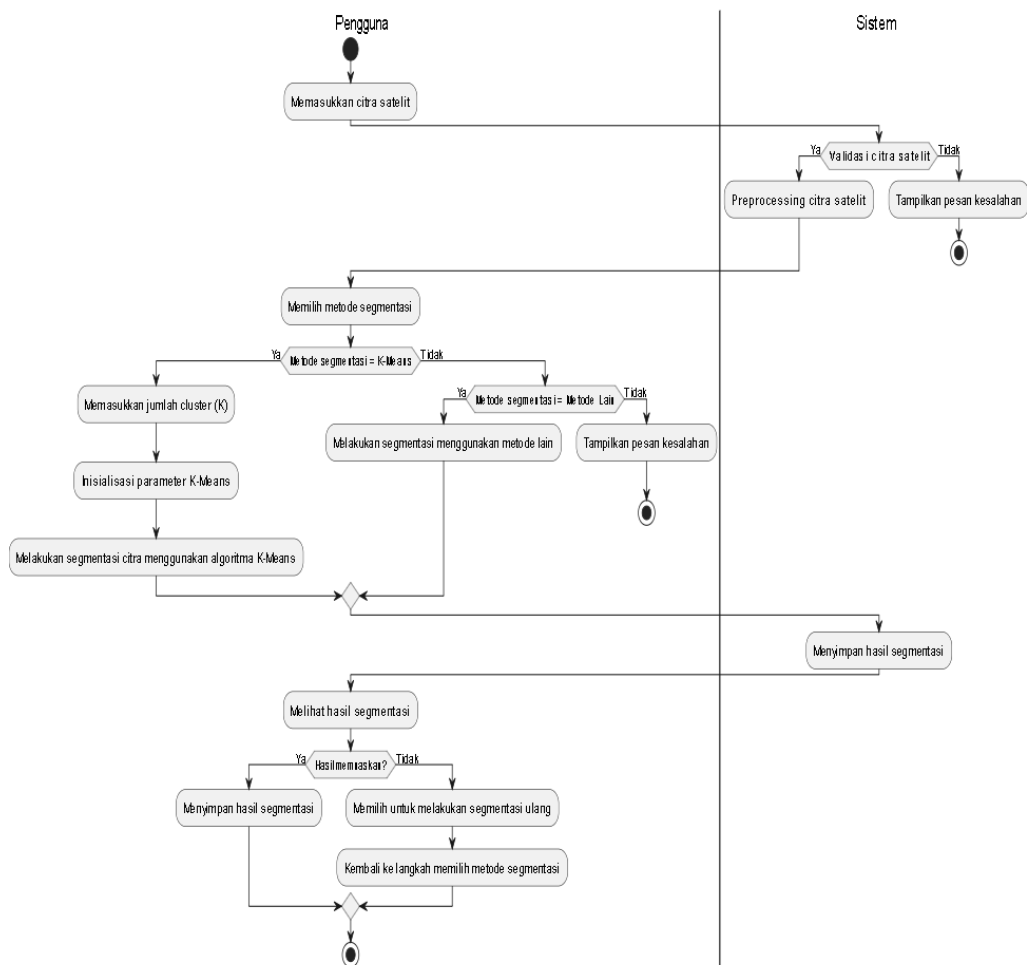
Aktor yang terlibat dalam sistem ini terdiri dari pengguna dan sistem (admin). Untuk pengguna memiliki beberapa kegiatan yang mereka lakukan dalam aplikasi segmentasi citra satelit. Pertama, mereka dapat memasukkan citra satelit ke dalam sistem untuk dimulainya proses segmentasi. Setelah citra dimasukkan, pengguna dapat menginisiasi proses segmentasi agar sistem mulai melakukan proses segmentasi menggunakan algoritma K-Means. Setelah proses selesai,

pengguna dapat meminta sistem untuk menampilkan hasil segmentasi, kemudian melakukan validasi terhadap hasil tersebut. Jika hasilnya sudah valid, pengguna dapat meminta untuk menyimpan hasil segmentasi. Selain itu, pengguna juga memiliki opsi untuk membandingkan hasil segmentasi dengan data referensi.

Administrator, sebagai pihak yang bertanggung jawab atas pengelolaan aplikasi, memiliki dua use case khusus. Pertama, mereka dapat mengatur parameter algoritma segmentasi untuk menyesuaikan pengaturan sesuai kebutuhan. Kedua, mereka dapat mengelola pengguna aplikasi dengan melakukan berbagai tindakan seperti menambah, menghapus, atau mengubah izin akses.

3.7 Activity Diagram

Pada gambar dibawah ini, pengguna memulai dengan memasukkan citra satelit yang ingin di-segmentasi dan memilih metode segmentasi K-Means, serta menentukan jumlah cluster (K) yang diinginkan. Selanjutnya, sistem memvalidasi citra satelit dan melakukan preprocessing jika citra valid, seperti konversi ke ruang warna yang lebih sesuai atau normalisasi nilai piksel. Kemudian, algoritma K-Means dijalankan untuk mengelompokkan wilayah hutan dalam citra. Setelah proses segmentasi selesai, pengguna dapat melihat hasilnya dan memutuskan apakah mereka puas atau tidak. Jika tidak, mereka dapat memilih untuk melakukan segmentasi ulang dengan parameter yang berbeda. Sistem juga menyimpan hasil segmentasi dan memberikan pesan kesalahan jika terjadi masalah selama proses. Titik keputusan terjadi saat sistem memeriksa validitas citra satelit, memverifikasi pemilihan metode segmentasi K-Means oleh pengguna, dan saat pengguna menentukan kepuasan mereka terhadap hasil segmentasi.



Gambar 3.3 Activity Diagram

3.8 Spesifikasi Minimum

Adapun spesifikasi yang dipakai untuk mengembangkan program ini adalah:

- Prosesor: Intel i5
- RAM: Minimal 8 Gb
- Visual Studio IDE
- .NET Framework.

3.9 Antar Muka Sistem

3.9.1 Tampilan Depan



Gambar 3 4 Tampilan Depan

Pada tampilan depan sistem terdiri dari nama aplikasi yaitu” *Segmentasi Hutan Lindung Taman Nasional Gunung Leuser Sumatera Utara Menggunakan Algoritma K-Means Pada Citra Satelit*”. Kemudian terdiri dari logo Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) dan nama yang membuat sistem.

3.9.2 Tampilan Segmentasi

Pada tampilan segmentasi terdiri dari proses memasukan gambar, kemudian terdapat informasi gambar yang terdiri atas nama gambar dan ukuran gambar. Pada bagian ini terdapat jumlah *cluster* yang digunakan oleh pengguna, dan mulai segmentasi oleh pengguna

Gambar 3 5 Tampilan Segmentasi

3.9.3 Tampilan Hasil Segmentasi

Pada tampilan hasil akan menghasilkan hasil dari segmentasi dimana untuk akhirnya bisa membandingkan gambar sebelum segmentasi dan setelah segmentasi dengan hal itu pengguna bisa melihat perbedaannya.

Gambar 3 6 Tampilan Hasil

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Langkah Melakukan Segmentasi Citra Dengan Algoritma K-Means

Sebelum memulai proses segmentasi dengan algoritma K-means, maka perlu dipahami bahwa citra di atas merupakan citra berwarna RGB. Dimana citra tersebut memiliki tiga kanal yaitu kanal R, G, dan B. Untuk mempermudah proses perhitungan matematis, maka kita asumsikan bahwa citra tersebut memiliki dimensi 4x4. Sehingga intensitas piksel pada citra RGB tersebut dapat disajikan seperti berikut.

R				G				B			
255	90	100	45	0	90	0	45	10	40	10	50
128	255	0	120	12	100	128	12	28	10	255	20
250	0	0	0	255	0	230	128	0	128	0	0
128	100	128	120	250	100	255	12	28	10	100	20

Gambar 4. 1 Data matriks dari citra RGB

Setelah mendapatkan nilai intensitas piksel dari citra RGB, maka proses segmentasi dengan menggunakan algoritma K-Means dapat dilakukan. Berikut adalah langkah-langkah dalam melakukan segmentasi citra dengan menggunakan algoritma K-Means.

4.1.1 Mentransformasi matriks citra RGB menjadi matrik 2 dimensi

Langkah pertama yang harus dilakukan sebelum memulai proses segmentasi dengan algoritma K-Means adalah mengubah/mentransformasi matrik citra RGB

pada Gambar 2 menjadi matriks 2 dimensi. Berikut adalah tampilan matriks 2 dimensi dari citra tersebut.

$$\begin{bmatrix} [255, 0, 10] & [90, 90, 40] & [100, 0, 10] & [45, 45, 50] \\ [128, 12, 28] & [255, 100, 10] & [0, 128, 255] & [120, 12, 20] \\ [255, 255, 0] & [0, 0, 128] & [0, 230, 0] & [0, 128, 0] \\ [128, 250, 28] & [100, 100, 10] & [128, 255, 100] & [120, 12, 20] \end{bmatrix}$$

Gambar 4. 2 Matriks 2D citra

Gambar 3 di atas memperlihatkan matriks 2 dimensi citra, dimana setiap komponen matriks berisi komponen RGB citra. Dengan kata lain matriks di atas merupakan matriks citra RGB yang berukuran 4x4.

4.1.2 Inisialisasi Jumlah Kluster (K) dan Centeroid

Setelah mentransformasi data citra menjadi matriks 2 dimensi, langkah selanjutnya adalah melakukan menginisialisasi/menentukan jumlah kluster (K) dan centeroid dari algoritma K-Means. Jumlah kluster pada algoritma K-Means bersifat variable/bisa diubah-ubah dan minimal jumlah kluster adalah 2. Pada kasus ini, kita akan menggunakan jumlah kluster sebanyak 3. Jadi nilai K yang digunakan adalah 3. Setelah menentukan jumlah kluster, langkah selanjutnya adalah menentukan/menginisialisasi nilai centeroid dari setiap kluster. Berikut adalah inisialisasi nilai centeroid untuk 3 kluster yang digunakan.

$$C1 = [255, 0, 0]$$

$$C2 = [0, 255, 0]$$

$$C3 = [0, 0, 255]$$

C1 merupakan centeroid untuk kluster 1, C2 merupakan centeroid untuk kluster 2, dan C3 merupakan centeroid untuk kluster 3. Setiap centroid memiliki 3 elemen/nilai. Hal tersebut dikarenakan citra RGB memiliki 3 komponen yaitu komponen R, G, dan B. Adapun nilai dari centroid awal bersifat acak dan nilainya

berada pada rentang 0 sampai 255. Hal tersebut sesuai dengan nilai intensitas piksel citra yang bernilai antara 0 sampai 255.

4.1.3 Melakukan Pengklasteran

Setelah menentukan jumlah kluster dan nilai centeroid, langkah selanjutnya adalah melakukan pengklasteran terhadap data piksel citra dengan cara menghitung jarak Euclidean dari setiap data piksel terhadap centeroid. Perhitungan jarak Euclidean ini dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{jarak } C1 = \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2}$$

$$\text{jarak } C2 = \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2}$$

$$\text{jarak } C3 = \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2}$$

Dimana:

jarak C1 : Jarak terhadap centroid 1

jarak C2 : Jarak terhadap centroid 2

jarak C3 : jarak terhadap centroid 3

X_0 : Intensitas piksel ke-1 (kompnen R)

X_1 : Intensitas piksel ke-2 (kompnen G)

X_3 : Intensitas piksel ke-3 (kompnen B)

$C1_0$: nilai centeroid C1 ke-1

$C1_1$: nilai centeroid C1 ke-2

$C1_3$: nilai centeroid C1 ke-3

$C2_0$: nilai centeroid C2 ke-1

$C2_1$: nilai centeroid C2 ke-2

$C2_3$: nilai centeroid C2 ke-3

$C3_0$: nilai centeroid C3 ke-1

$C3_1$: nilai centeroid C3 ke-2

$C3_3$: nilai centeroid C3 ke-3

Berikut adalah detail proses perhitungan jarak Euclidean dari setiap data piksel citra terhadap centeroid.

1. Perhitungan jarak baris 1 kolom 1 (piksel ke-1)

Dimana intensitas piksel pada baris 1 kolom 1 adalah [255, 0, 10]. Karena $X = [255, 0, 10]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(255 - 255)^2 + (0 - 0)^2 + (10 - 0)^2} = 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(255 - 0)^2 + (0 - 255)^2 + (10 - 0)^2} = 360.76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(255 - 0)^2 + (0 - 0)^2 + (10 - 255)^2} = 353.62 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C1, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam kluster 1.

2. Perhitungan jarak baris 1 kolom 2 (piksel ke-2)

Dimana intensitas piksel pada baris 1 kolom 2 adalah [90, 90, 40]. Karena $X = [90, 90, 40]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(90 - 255)^2 + (90 - 0)^2 + (40 - 0)^2} = 192.15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(90 - 0)^2 + (90 - 255)^2 + (40 - 0)^2} = 192.15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(90 - 0)^2 + (90 - 0)^2 + (40 - 255)^2} = 249.85 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C1 dan C2, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam kluster 1. Hal tersebut dikarenakan kluster 1 memiliki urutan pertama.

3. Perhitungan jarak baris 1 kolom 3 (piksel ke-3)

Dimana intensitas piksel pada baris 1 kolom 3 adalah [100, 0, 10]

Karena $X = [100, 0, 10]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(100 - 255)^2 + (0 - 0)^2 + (10 - 0)^2} = 155.32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(100 - 0)^2 + (0 - 255)^2 + (10 - 0)^2} = 274.09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(100 - 0)^2 + (0 - 0)^2 + (10 - 255)^2} = 264.62 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C1, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam kluster 1.

4. Perhitungan jarak baris 1 kolom 4 (piksel ke-4)

Dimana intensitas piksel pada baris 1 kolom 4 adalah [45, 45, 50].

Karena $X = [45, 45, 50]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(45 - 255)^2 + (45 - 0)^2 + (50 - 0)^2} = 220.51 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(45 - 0)^2 + (45 - 255)^2 + (50 - 0)^2} = 220.51 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(45 - 0)^2 + (45 - 0)^2 + (50 - 255)^2} = 214.65 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C3, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam kluster 3.

5. Perhitungan jarak baris 2 kolom 1 (piksel ke-5)

Dimana intensitas piksel pada baris 2 kolom 1 adalah [128, 12, 28].

Karena $X = [128, 12, 28]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(128 - 255)^2 + (12 - 0)^2 + (28 - 0)^2} = 130.60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(128 - 0)^2 + (12 - 255)^2 + (28 - 0)^2} = 276.07 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(128 - 0)^2 + (12 - 0)^2 + (28 - 255)^2} = 260.88 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C1, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam kluster 1.

6. Perhitungan jarak baris 2 kolom 2 (piksel ke-6)

Dimana intensitas piksel pada baris 2 kolom 2 adalah [255, 100, 10].

Karena $X = [255, 100, 10]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(255 - 255)^2 + (100 - 0)^2 + (10 - 0)^2} = 100.50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(255 - 0)^2 + (100 - 255)^2 + (10 - 0)^2} = 298.58 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(255 - 0)^2 + (100 - 0)^2 + (10 - 255)^2} = 367.49 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C1, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam klaster 1.

7. Perhitungan jarak baris 2 kolom 3 (piksel ke-7)

Dimana intensitas piksel pada baris 2 kolom 3 adalah [0, 128, 255]. Karena $X = [0, 128, 255]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(0 - 255)^2 + (128 - 0)^2 + (255 - 0)^2} = 382.67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(0 - 0)^2 + (128 - 255)^2 + (255 - 0)^2} = 284.88 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(0 - 0)^2 + (128 - 0)^2 + (255 - 255)^2} = 128 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C3, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam klaster 3.

8. Perhitungan jarak baris 2 kolom 4 (piksel ke-8)

Dimana intensitas piksel pada baris 2 kolom 4 adalah [120, 12, 20] Karena $X = [120, 12, 20]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(120 - 255)^2 + (12 - 0)^2 + (20 - 0)^2} = 137 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(120 - 0)^2 + (12 - 255)^2 + (20 - 0)^2} = 271.75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(120 - 0)^2 + (12 - 0)^2 + (20 - 255)^2} = 264.14 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C1, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam klaster 1.

9. Perhitungan jarak baris 3 kolom 1 (piksel ke-9)

Dimana intensitas piksel pada baris 3 kolom 1 adalah [255, 255, 0]. Karena $X = [255, 255, 0]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(255 - 255)^2 + (255 - 0)^2 + (0 - 0)^2} = 255 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(255 - 0)^2 + (255 - 255)^2 + (0 - 0)^2} = 255 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(255 - 0)^2 + (255 - 0)^2 + (0 - 255)^2} = 441.67 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C1 dan C2, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam kluster 1. Hal tersebut dikarenakan kluster 1 memiliki urutan pertama.

10. Perhitungan jarak baris 3 kolom 2 (piksel ke-10)

Dimana intensitas piksel pada baris 3 kolom 2 adalah [0, 0, 128]. Karena $X = [0, 0, 128]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(0 - 255)^2 + (0 - 0)^2 + (128 - 0)^2} = 285.32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(0 - 0)^2 + (0 - 255)^2 + (128 - 0)^2} = 285.32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(0 - 0)^2 + (0 - 0)^2 + (128 - 255)^2} = 127 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C3, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam kluster 3.

11. Perhitungan jarak baris 3 kolom 3 (piksel ke-11)

Dimana intensitas piksel pada baris 3 kolom 3 adalah $[0, 128, 255]$. Karena $X = [0, 128, 255]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(0 - 255)^2 + (128 - 0)^2 + (255 - 0)^2} = 382.67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(0 - 0)^2 + (128 - 255)^2 + (255 - 0)^2} = 284.88 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(0 - 0)^2 + (128 - 0)^2 + (255 - 255)^2} = 128 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C3, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam kluster 3.

12. Perhitungan jarak baris 3 kolom 4 (piksel ke-12)

Dimana intensitas piksel pada baris 3 kolom 4 adalah $[0, 128, 0]$. Karena $X = [0, 128, 0]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(0 - 255)^2 + (128 - 0)^2 + (0 - 0)^2} = 285.32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(0 - 0)^2 + (128 - 255)^2 + (0 - 0)^2} = 127 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(0 - 0)^2 + (128 - 0)^2 + (0 - 255)^2} = 285.32 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C2, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam kluster 2.

13. Perhitungan jarak baris 4 kolom 1 (piksel ke-13)

Dimana intensitas piksel pada baris 4 kolom 1 adalah $[128, 250, 28]$. Karena $X = [128, 250, 28]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(128 - 255)^2 + (250 - 0)^2 + (28 - 0)^2} = 281.80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(128 - 0)^2 + (250 - 255)^2 + (28 - 0)^2} = 131.12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(128 - 0)^2 + (250 - 0)^2 + (28 - 255)^2} = 361.13 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C2, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam kluster 2.

14. Perhitungan jarak baris 4 kolom 2 (piksel ke-14)

Dimana intensitas piksel pada baris 4 kolom 2 adalah [100, 100, 10]. Karena $X = [100, 100, 10]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(100 - 255)^2 + (100 - 0)^2 + (10 - 0)^2} = 184.73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(100 - 0)^2 + (100 - 255)^2 + (10 - 0)^2} = 184.73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(100 - 0)^2 + (100 - 0)^2 + (10 - 255)^2} = 282.89 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C1 dan C2, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam kluster 1. Hal tersebut dikarenakan kluster 1 memiliki urutan pertama.

15. Perhitungan jarak baris 4 kolom 3 (piksel ke-15)

Dimana intensitas piksel pada baris 4 kolom 3 adalah [128, 255, 100]. Karena $X = [128, 255, 100]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(128 - 255)^2 + (255 - 0)^2 + (100 - 0)^2} = 301.92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(128 - 0)^2 + (255 - 255)^2 + (100 - 0)^2} = 142.63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(128 - 0)^2 + (255 - 0)^2 + (100 - 255)^2} = 324.71 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C2, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam kluster 2.

16. Perhitungan jarak baris 4 kolom 4 (piksel ke-16)

Dimana intensitas piksel pada baris 4 kolom 4 adalah [120, 12, 20]. Karena $X = [120, 12, 20]$, maka perhitungan jarak terhadap centroid adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{jarak } C1 &= \sqrt{(X_0 - C1_0)^2 + (X_1 - C1_1)^2 + (X_2 - C1_2)^2} \\ &= \sqrt{(120 - 255)^2 + (12 - 0)^2 + (20 - 0)^2} = 137 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C2 &= \sqrt{(X_0 - C2_0)^2 + (X_1 - C2_1)^2 + (X_2 - C2_2)^2} \\ &= \sqrt{(120 - 0)^2 + (12 - 255)^2 + (20 - 0)^2} = 271.75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } C3 &= \sqrt{(X_0 - C3_0)^2 + (X_1 - C3_1)^2 + (X_2 - C3_2)^2} \\ &= \sqrt{(120 - 0)^2 + (12 - 0)^2 + (20 - 255)^2} = 264.14 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa jarak terkecil adalah jarak C1, sehingga intensitas piksel ini masuk dalam kluster 1. Apabila seluruh perhitungan jarak tersebut ditabelkan, maka akan terlihat seperti berikut ini

Tabel 4. 1 Hasil perhitungan jarak Euclidean

No	Piksel	Jarak C1	Jarak C2	Jarak C3	Klaster
1	[255, 0, 10]	10	360.76	353.62	1
2	[90, 90, 40]	192.15	192.15	249.85	1
3	[100, 0, 10]	155.32	274.09	264.62	1
4	[45, 45, 50]	220.51	220.51	214.65	3
5	[128, 12, 28]	130.60	276.07	260.88	1
6	[255, 100, 10]	100.50	298.58	367.49	1
7	[0, 128, 255]	382.67	284.88	128	3
8	[120, 12, 20]	137	271.75	264.14	1
9	[255, 255, 0]	255	255	441.67	1
10	[0, 0, 128]	285.32	285.32	127	3
11	[0, 230, 0]	382.67	284.88	128	3
12	[0, 128, 0]	285.32	127	285.32	2
13	[128, 250, 28]	281.80	131.12	361.13	2
14	[100, 100, 10]	184.73	184.73	282.89	1
15	[128, 255, 100]	301.92	142.63	324.71	2
16	[120, 12, 20]	137	271.75	264.14	1

4.1.4 Pembaruan Centroid

Setelah melakukan pengklasteran berdasarkan jarak piksel terhadap centroid, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pembaruan nilai centroid. Pembaruan centroid dilakukan dengan mengambil nilai rata-rata dari seluruh intensitas piksel berdasarkan klasternya.

1. Pembaruan Centroid C1

Pembaruan nilai dari centroid 1 (C1) dilakukan dengan mengambil nilai rata-rata dari seluruh intensitas piksel yang tergolong dalam kluster 1. Tabel berikut ini akan memperlihatkan intensitas piksel yang termasuk ke dalam kluster 1 dan hasil perhitungan untuk pembaruan centroid C1.

Tabel 4. 2 Pembaruan centroid C1

Piksel Ke	Piksel	X0	X1	X2
1	[255, 0, 10]	255	0	10
2	[90, 90, 40]	90	90	40
3	[100, 0, 10]	100	0	10
5	[128, 12, 28]	128	12	28
6	[255, 100, 10]	255	100	10
8	[120, 12, 20]	120	12	20
9	[255, 255, 0]	255	255	0
14	[100, 100, 10]	100	100	10
16	[120, 12, 20]	120	12	20
Total		1423	581	148
Rata-Rata		158.11	64.56	16.44

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata intensitas piksel yang tergolong dalam kluster 1 di atas, maka hasil pembaruan centroid C1 adalah:

$$C1 = [158.11, 64.56, 16.44]$$

2. Pembaruan Centroid C2

Pembaruan nilai dari centroid 2 (C2) dilakukan dengan mengambil nilai rata-rata dari seluruh intensitas piksel yang tergolong dalam kluster 2. Tabel berikut ini akan memperlihatkan intensitas piksel yang termasuk ke dalam kluster 2 dan hasil perhitungan untuk pembaruan centroid C2.

Tabel 4. 3 Pembaruan centroid C2

Piksel Ke	Piksel	X0	X1	X2
12	[0, 128, 0]	0	128	0
13	[128, 250, 28]	128	250	28
15	[128, 255, 100]	128	0	10
Total		256	378	38
Rata-Rata		85.33	126	12.67

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata intensitas piksel yang tergolong dalam kluster 2 di atas, maka hasil pembaruan centroid C2 adalah:

$$C2 = [85.33, 126, 12.67]$$

3. Pembaruan Centroid C3

Pembaruan nilai dari centroid 3 (C3) dilakukan dengan mengambil nilai rata-rata dari seluruh intensitas piksel yang tergolong dalam kluster 3. Tabel berikut ini akan memperlihatkan intensitas piksel yang termasuk ke dalam kluster 2 dan hasil perhitungan untuk pembaruan centroid C2.

Tabel 4. 4 Pembaruan centroid C2

Piksel Ke	Piksel	X0	X1	X2
4	[45, 45, 50]	45	45	50
7	[0, 128, 255]	0	128	255
10	[0, 0, 128]	0	0	128
11	[0, 230, 0]	0	230	0
Total		45	403	433
Rata-Rata		11.25	100.75	108.25

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata intensitas piksel yang tergolong dalam kluster 3 di atas, maka hasil pembaruan centroid C3 adalah:

$$C3 = [11.25, 100.75, 108.25]$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka hasil pembaruan nilai centroid untuk semua kluster adalah sebagai berikut.

$$C1 = 158.11, 64.56, 16.44$$

$$C2 = [85.33, 126, 12.67]$$

$$C3 = [11.25, 100.75, 108.25]$$

Setelah selesai melakukan pembaruan nilai centroid, maka langkah selanjutnya adalah mengulangi langkah 3 dan 4 yaitu melakukan pengelompokan dengan cara menghitung jarak Euclidean setiap intensitas piksel terhadap centroid terbaru yang didapatkan pada langkah 4. Dan juga melakukan pembaruan nilai centroid. Proses ini diulangi terus sampai tidak lagi terjadi perubahan nilai centroid.

Dengan asumsi bahwa ketika iterasi/proses perhitungan ke-50 tidak lagi terjadi perubahan centroid. Maka kita mendapatkan hasil pengklasteran dan nilai centroid sebagai berikut.

Tabel 4. 5 Hasil Pengklasteran akhir

No	Piksel	Jarak C1	Jarak C2	Jarak C3	Klaster
1	[255, 0, 10]	10	360.76	353.62	1
2	[90, 90, 40]	192.15	192.15	249.85	2
3	[100, 0, 10]	155.32	274.09	264.62	1
4	[45, 45, 50]	220.51	220.51	214.65	3
5	[128, 12, 28]	130.60	276.07	260.88	1
6	[255, 100, 10]	100.50	298.58	367.49	1
7	[0, 128, 255]	382.67	284.88	128	3
8	[120, 12, 20]	137	271.75	264.14	1
9	[255, 255, 0]	255	255	441.67	1
10	[0, 0, 128]	285.32	285.32	127	3
11	[0, 230, 0]	382.67	284.88	128	1
12	[0, 128, 0]	285.32	127	285.32	2
13	[128, 250, 28]	281.80	131.12	361.13	2
14	[100, 100, 10]	184.73	184.73	282.89	1
15	[128, 255, 100]	301.92	142.63	324.71	2
16	[120, 12, 20]	137	271.75	264.14	2

$$C1 = [100.11, 78.56, 16.44]$$

$$C2 = [85.33, 100, 12.67]$$

$$C3 = [6.25, 100.75, 128.25]$$

4.1.5. Melakukan segmentasi

Setelah mendapatkan hasil pengklaseteran dan centroid terakhir, maka langkah yang terakhir adalah melakukan segmentasi dengan cara mengganti intensitas piksel citra dengan nilai centroid sesuai dengan kelasnya. Berikut adalah tampilan matrik citra hasil segmentasi.

$$\begin{bmatrix} [100.11, 78.56, 16.44] & [85.33, 100, 12.67] & [100.11, 78.56, 16.44] & [6.25, 100.75, 128.25] \\ [100.11, 78.56, 16.44] & [100.11, 78.56, 16.44] & [6.25, 100.75, 128.25] & [100.11, 78.56, 16.44] \\ [100.11, 78.56, 16.44] & [6.25, 100.75, 128.25] & [100.11, 78.56, 16.44] & [85.33, 100, 12.67] \\ [85.33, 100, 12.67] & [100.11, 78.56, 16.44] & [85.33, 100, 12.67] & [85.33, 100, 12.67] \end{bmatrix}$$

Matriks diatas merupakan matriks citra tersegmentasi dengan menggunakan algoritma K-Means.

4.2. Implementasi Segmentasi Citra Menggunakan K- Means

1. Hasil Perancangan Antarmuka

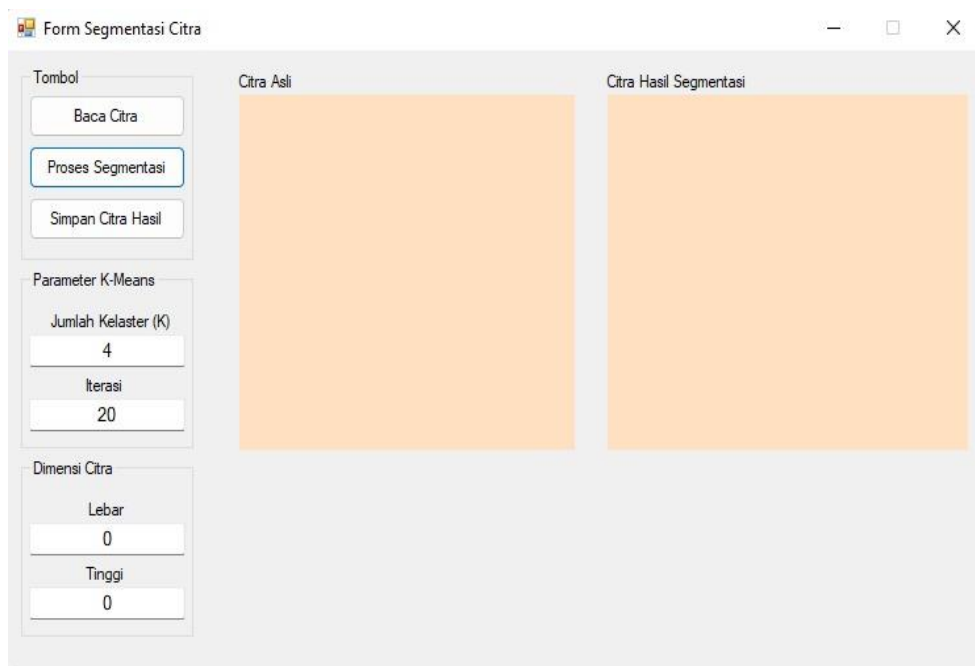
Langkah pertama adalah menampilkan antarmuka aplikasi dengan menggunakan Microsoft Visual Studio



Gambar 4. 3 Hasil Antarmuka Perancangan

2. Tampilan Halaman Segmentasi Citra

Pada proses ini akan melakukan proses awal memasukan citra yang akan digunakan, kemudian akan melakukan proses segmentasi dan tentunya akan mengatur parameter yang akan digunakan, kemudian melakukan proses segmentasi dan hasilnya akan keluar dan setelah itu akan melihat perbandingan cirta asli dan citra hasil segmentasi.



Gambar 4. 4 Halaman Segmentasi Citra

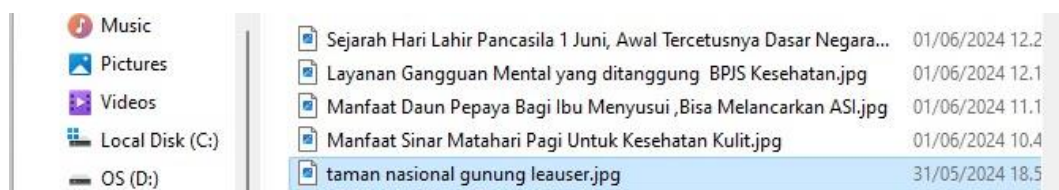
Bagian-bagian gambar:

- a. Form Segmentasi Citra Merupakan bagian formulir untuk melakukan proses segmentasi citra.
- b. Terdapat beberapa tombol untuk mengoperasikan proses segmentasi citra, yaitu:
 - Baca Citra: Untuk membaca citra satelit yang ingin diproses.
 - Proses Segmentasi: Untuk memulai proses segmentasi citra.

- Simpan Citra Hasil: Untuk menyimpan citra hasil segmentasi.
- Citra Asli: Menampilkan citra satelit Taman Nasional Gunung Leuser sebelum diproses segmentasi.
- Citra Hasil Segmentasi: Menampilkan citra hasil segmentasi yang telah dibagi menjadi beberapa kluster.
- Parameter K-Means: Terdapat beberapa parameter K-Means yang dapat diatur, yaitu:
 - Jumlah kluster (K): Menentukan jumlah kluster yang ingin dibuat dalam proses segmentasi.
 - Iterasi: Menentukan jumlah iterasi yang ingin dilakukan dalam proses segmentasi
 - Dimensi Citra: Menampilkan informasi dimensi citra satelit.

3. Melakukan Proses Baca Citra

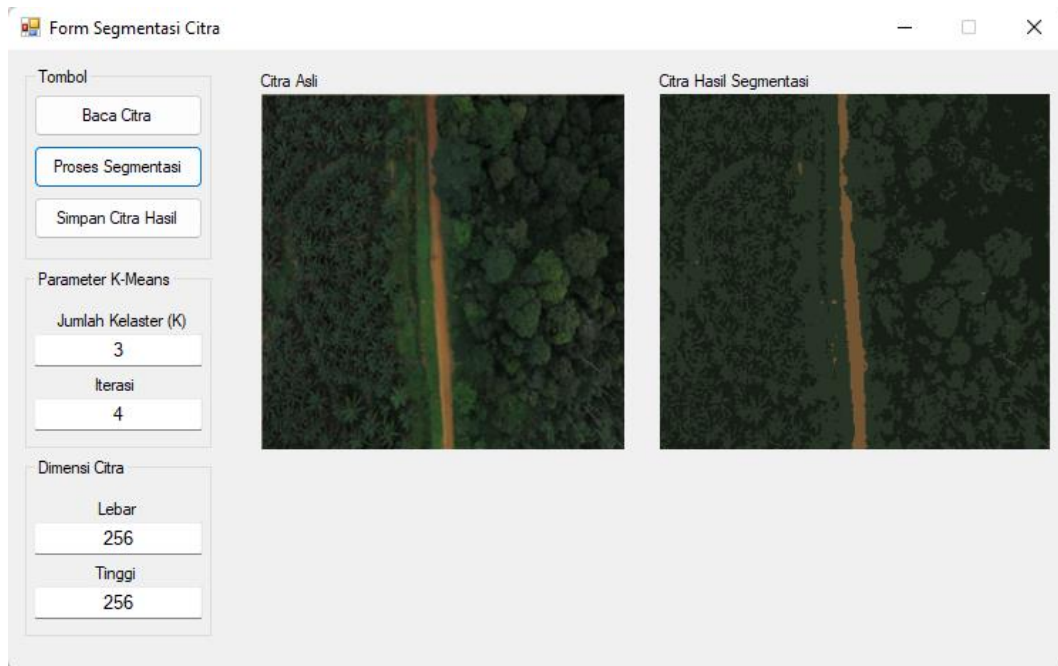
Pada proses ini melakukan proses memasukan citra yang akan disegmentasi, namun setelah citra dimasukan harus mengatur parameter K-Means yang akan diuji.



Gambar 4. 5 Proses Baca Citra

4. Melakukan Proses Segmentasi


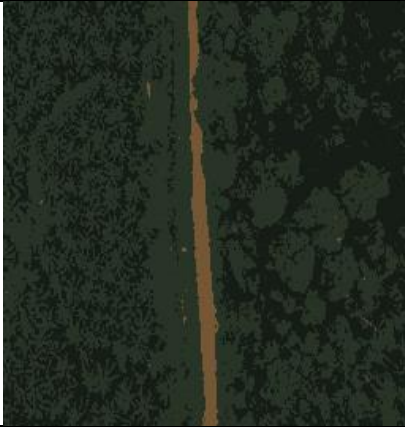
Selanjutnya melakukan proses segmentasi untuk menghasilkan citra hasil segmentasi






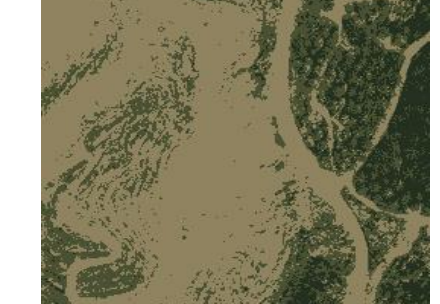




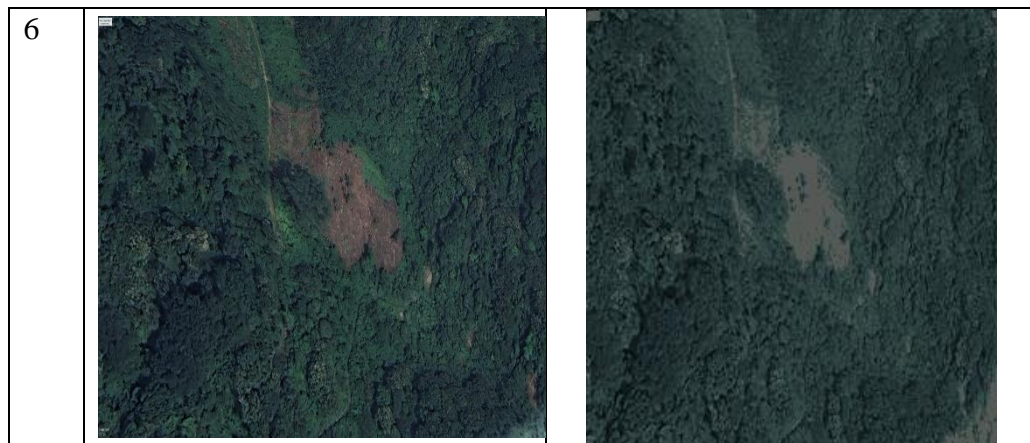
Gambar 4. 6 Proses Segmentasi

5. Tampilan Tes Citra Hasil Segmentasi

Selanjutnya akan keluar hasil proses segmentasi yang dilakukan dimana citra asli dan citra hasil segmentasi berbeda.

NO	Gambar Asli	Gambar Segmentasi Citra
1		

2		
3		
4		
5		



(1)

(2)

Gambar 4. 7 Tampilan Proses Citra

Pada tampilan citra hasil segmentasi pada gambar 1 merupakan citra asli, kemudian untuk gambar 2 merupakan hasil segmentasi dimana sebelumnya jumlah kluster yang digunakan yaitu = 3, dan untuk iterasinya = 4. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa daerah berwarna hijau merupakan daerah tutupan lahan sedangkan daerah yang berwarna coklat merupakan daerah tanah kosong. Piksel-piksel dalam gambar tersegmentasi akan memiliki warna yang lebih terbatas, sesuai dengan centroid dari cluster-cluster yang ditemukan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan “**Segmentasi Hutan Lindung Taman Nasional Gunung Leuser Sumatera Utara Menggunakan Algoritma K-Means Pada Citra Satelit**”, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses segmentasi menggunakan algoritma K-Means dilakukan dengan mentransformasi matriks citra RGB menjadi matriks 2D, inialisasi jumlah cluster (K) dan centroid, melakukan clustering, update centroid, dan terakhir melakukan segmentasi. Hasil segmentasi dapat digunakan untuk pemantauan dan konservasi kawasan hutan lindung.
2. Algoritma K-Means dapat secara efektif melakukan segmentasi citra satelit Taman Nasional Gunung Leuser di Sumatera Utara. Hasil segmentasi dapat digunakan untuk pemantauan dan konservasi kawasan hutan lindung. Penelitian ini juga menyarankan agar penelitian lebih lanjut dapat mengeksplorasi implementasi tindak lanjut atau tindakan konservasi berdasarkan hasil segmentasi.
3. Proses segmentasi citra menggunakan algoritma K-Means telah berhasil memisahkan dan mengelompokkan piksel citra berdasarkan karakteristik tertentu. Hasil segmentasi ini memberikan gambaran yang lebih jelas dan terstruktur mengenai kondisi hutan lindung di Taman Nasional Gunung Leuser.
4. Penggunaan algoritma K-Means dalam proses segmentasi citra satelit terbukti efektif dalam mempermudah analisis data geografis terkait perubahan pada

data hutan lindung dan Taman Nasional Gunung Leuser Sumatera Utara seiring waktu. Hal ini memberikan kontribusi penting dalam pemantauan dan pengambilan keputusan terkait konservasi hutan lindung.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, peneliti memiliki beberapa saran guna penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Penelitian selanjutnya dapat menerapkan algoritma lain dan dibandingkan dengan algoritma K-Means. Hal ini dapat memberikan wawasan tentang algoritme mana yang paling efektif untuk jenis tugas segmentasi ini.
2. Penelitian selanjutnya dapat menyelidiki dampak perubahan hutan di Taman Nasional Gunung Leuser, menggunakan citra satelit untuk melacak perubahan dari waktu ke waktu dengan algoritma lain.
3. Penelitian ini menggunakan citra satelit sebagai sumber data utama untuk segmentasi hutan lindung Taman Nasional Gunung Leuser. Ketergantungan pada citra satelit dapat menjadi kelemahan jika terdapat keterbatasan dalam ketersediaan citra, resolusi citra yang rendah, atau masalah teknis lainnya yang dapat memengaruhi akurasi segmentasi.
4. Penelitian selanjutnya dapat melakukan pendekatan segmentasi dapat digunakan untuk menilai keanekaragaman hayati di dalam taman nasional, mengidentifikasi spesies yang berbeda dan habitatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Cerah, T. P. N., Nurhayati, O. D., & Isnanto, R. R. (2019). Perbandingan Metode Segmentasi K-Means Clustering dan Segmentasi Region Growing untuk Pengukuran Luas Wilayah Hutan Mangrove. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 7(1), 31–37. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.7.1.2019.31-37>
- Chen, X., Yu, K., Yu, S., Hu, Z., Tan, H., Chen, Y., Huang, X., & Liu, J. (2023). Study on Single-Tree Segmentation of Chinese Fir Plantations Using Coupled Local Maximum and Height-Weighted Improved K-Means Algorithm. *Forests*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/f14112130>
- Fan, Z., Wu, Y., Lu, J. dan Li, W. (2018), ‘Automatic pavement crack detection based on structured prediction with the convolutional neural network’, arXiv preprint arXiv:1802.02208 .
- Hansen, D. K. dan Nasrollahi, K. (2017), Real-time barcode detection and classification using deep learning, in ‘International Joint Conference on Computational Intelligence’.
- Fernando Ade Pratama, E., & Jumadi, J. (n.d.). Kampus I: Jl Meranti Raya No.32 Sawah Lebar Kota Bengkulu 38228 Telp. (0736) 22027, Fax. *Jurnal Media Infotama*, 18(2), 341139.
- Furqan, mhd, sriani, & aulia, atiqah. (2022). Algoritma K-Means Untuk Segmentasi Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Kemiripan Warna. *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)* , 6.
- Harefa, W. H. (2021). *Peran Walhi Sumut Dalam Penyelesaian Konflik Tenurial Di Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser Resort Sekoci-Lepan. 1*, 1–13.

Jurnal, H., Kurniawan, D., & Sutrisna, E. (2023). JURNAL INFORMATIKA DAN TEKNOLOGI KOMPUTER PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI UNTUK PENGELOLAAN DATA KOPERASI SIMPAN PINJAM MENGGUNAKAN VISUAL BASIC. *Maret*, 3(1), 58–65.

Mangaras Yanu F. Bambang Yuwono. Dessyanto Boedi P. 2022 Dasar Pengolahan Citra Digital Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UPN Veteran Yogyakarta

Towards AI. (n.d.). Semantic Segmentation: A Complete Guide Retrieved October 6, 2021, from <https://towardsai.net/p/1/machine-learning-7>

Dijaya, R. 2023. Buku Ajar Pengolahan Citra Digital. UMSIDA Press. Sidoarjo, Jawa Timur.

Latue, P. C., Rakuasa, H., & Sihasale, D. A. (2023). Analisis Kerapatan Vegetasi Kota Ambon Menggunakan Data Citra Satelit Sentinel-2 dengan Metode MSARVI Berbasis Machine Learning pada Google Earth Engine. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 2(2), 68–77. <https://doi.org/10.56211/sudo.v2i2.270>

K. Fatmawati and A. P. Windarto, “DATA MINING : PENERAPAN RAPIDMINER DENGAN K-MEANS CLUSTER PADA DAERAH TERJANGKIT DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) BERDASARKAN PROVINSI,” vol. 3, no. 2, pp. 173–178, 2018.

N. Erlangga, Solikun, and Irawan, “PENERAPAN DATA MINING DALAM MENGELOMPOKAN PRODUKSI JAGUNG MENURUT PROVINSI MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS,” vol. 3, pp. 702–709, 2019.

- J. Candra and J. Hutabarat, "PERANCANGAN APLIKASI MENENTUKAN BERAT BADAN IDEAL DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING," pp. 339–345, 2016.
- J. L. S. Sinaga, Solikhun, and D. Suhendro, "Penerapan Algoritma K-Means Dalam Mengelompokkan Rata-Rata Konsumsi Kalori Menurut Provinsi," vol. 6, pp. 75–88, 2020.
- Mellyadi, M., & Harliana, P. (2022). Segmentasi Citra Satelit dalam Observasi dan Konservasi Hutan Lindung Taman Nasional Gunung Lauser Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, 1(2), 90–96. <https://doi.org/10.56211/helloworld.v1i2.44>
- Ainaya, S. F. (2022). Analisis Klasterisasi Perankingan Perguruan Tinggi di Dunia Berdasarkan UI GreenMetrics 2021 Menggunakan Algoritma K-Means. *Teknokrat Repository*, 1–54. Retrieved from <http://repository.teknokrat.ac.id/4730/1/skripsi18311349.pdf>
- Harefa, W. H. (2021). Peran Walhi Sumut dalam Penyelesaian Konflik Tenurial di Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser. Universitas Sumatera Utara. Retrieved from <http://repository.umsu.ac.id/bitstream/handle/123456789/16819/SKRIPSI%20WARDAH%20HANUM%20HAREFA%20NPM%201703090002.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Novianti, T. C. (n.d.). KLASIFIKASI LANDSAT 8 OLI UNTUK TUTUPAN LAHAN DI KOTA PALEMBANG MENGGUNAKAN GOOGLE EARTH ENGINE. In *Jurnal Swarnabhumi* (Vol. 6, Issue 1). <http://code.earthengine.google.com/>
- Pangaribuan, H. (n.d.). *Optimalisasi Deteksi Tepi Dengan Metode Segmentasi Citra*.

Puspitasari, D., & Juniati, D. (n.d.). *Tahun 2023 IMPLEMENTASI DIMENSI FRAKTAL BOX COUNTING DAN K-MEANS DALAM KLASIFIKASI JENIS KUPU-KUPU (LEPIDOPTERA) BERDASARKAN BENTUK SAYAP.*

Bhandari, A. K., Kumar, V. K., & Pandey, P. C. (2016). Forest Segmentation Using K-Means Clustering and Pixel Based Classification Techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 37(16), 3726-3740. https://dl.acm.org/doi/abs/10.1007/978-3-031-22061-6_23

Rachmat, R., Yusuf, M., Abbas, I., & Basmar, Muh. F. (2022a). Segmentasi Citra Menggunakan Algoritma K-Means Berbasis Particle Swarm Optimization. *METIK JURNAL*, 6(2), 146–156. <https://doi.org/10.47002/metik.v6i2.377>

Rachmat, R., Yusuf, M., Abbas, I., & Basmar, Muh. F. (2022b). Segmentasi Citra Menggunakan Algoritma K-Means Berbasis Particle Swarm Optimization. *METIK JURNAL*, 6(2), 146–156. <https://doi.org/10.47002/metik.v6i2.377>

Sari, A. L. D., Mulyadi, A., Pratama, A., & Nalandari, R. (2020). DETEKSI OBJEK BERWARNA REAL TIME. *Zetroem*, 02, 21–24.

12. 10113247_HENNI YULIANTI S_BAB 2. (n.d.).

8478-File Utama Naskah-22991-26927-10-20200609 (2). (n.d.).

LAMPIRAN



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menyalin surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fkti.umsu.ac.id>

fkti@umsu.ac.id

[umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan)

[umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan)

[umsumedan](https://www.tiktok.com/@umsumedan)

[umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan)

Berita Acara Pembimbingan Skripsi

Nama Mahasiswa : Annira Medina Sari
NPM : 0009010082
Nama Dosen Pembimbing : Feely Fisa ST., M. Kom

Program Studi : Sistem Informatika
Konsentrasi : -
Judul Penelitian : Segmentasi gambar hutan lindung
yang terdapat di Sumatera Utara
menggunakan algoritma K-means plus Sakelir

Item	Hasil Evaluasi	Tanggal	Paraf Dosen
1	Revisi seminar proposal lanjut bab IV	27 apr 2024	
2	Perhitungan diperbaiki	17 Mei 2024	
3	Lanjutan urut sistem	30 Mei 2024	
4	ACC BAB IV Lanjut BAB V	05 Juni 2024	
5	Perbaiki gambar dan penge- lasmannya	06 Juni 2024	
6	ACC SIDIAN 6	07 Juni 2024	

Medan,.....

Diketahui oleh :
Ketua Program Studi
Sistem Informasi

(.....)

Disetujui oleh :
Dosen Pembimbing

(.....)



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menyalin surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fkti.umsu.ac.id>

fkti@umsu.ac.id

[f umsumedan](#)

[i umsumedan](#)

[t umsumedan](#)

[u umsumedan](#)

**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING
PROPOSAL/SKRIPSI MAHASISWA
NOMOR : 200/IL3-AU/UMSU-09/F/2024**

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan Persetujuan permohonan judul penelitian Proposal / Skripsi dari Ketua / Sekretaris.

Program Studi : Sistem Informasi
Pada tanggal : 5 Februari 2024

Dengan ini menetapkan Dosen Pembimbing Proposal / Skripsi Mahasiswa.

Nama : Annisa Medina Sari
NPM : 2009010082
Semester : VII (Tujuh)
Program studi : Sistem Informasi
Judul Proposal / Skripsi : Segmentasi Daerah Hutan Lindung Taman Nasional Gunung Leuser Sumatera Utara Menggunakan Algoritma Kmeans

Dosen Pembimbing : Ferdy Riza, S.T., M.Kom

Dengan demikian di izinkan menulis Proposal / Skripsi dengan ketentuan

1. Penulisan berpedoman pada buku panduan penulisan Proposal / Skripsi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi UMSU
2. Pelaksanaan Sidang Skripsi harus berjarak 3 bulan setelah dikeluarkannya Surat Penetapan Dosen Pembimbing Skripsi.
3. **Proyek Proposal / Skripsi** dinyatakan " **BATAL** " bila tidak selesai sebelum Masa Kadaluaarsa tanggal : **5 Februari 2025**
4. Revisi judul.....

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Ditetapkan di : Medan
Pada Tanggal : 24 Rajab 1445 H
5 Februari 2024 M



Dekan

Dr. A. Khotowarjani, S.Kom., M.Kom
NIDN : 0127099201