

**ANALISIS PERUBAHAN KERAPATAN VEGETASI DENGAN CITRA
SENTINEL-2A DI SUB DAS MALINO**

Muh. Wahyu Apriliandi

G041 18 1011



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

**ANALISIS PERUBAHAN KERAPATAN VEGETASI DENGAN CITRA
SENTINEL-2A DI SUB DAS MALINO**

**MUH. WAHYU APRILIANDI
G041 18 1011**



**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERUBAHAN KERAPATAN VEGETASI DENGAN CITRA SENTINEL-2A DI SUB DAS MALINO

Disusun dan diajukan oleh

MUH. WAHYU APRILIANDI

G041 18 1011

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 14 Juli 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

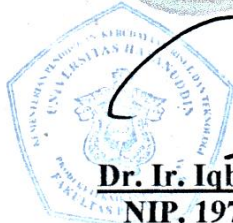


Dr. Ir. Daniel Useng, M.Eng.Sc.
NIP. 19620201 199002 1 002



Dr. Suhardi, S.TP., M.P.
NIP. 19710810 200502 1 003

Ketua Program Studi




Dr. Ir. Iqbal, S.TP., M.Si., IPM.
NIP. 19781225 200212 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muh. Wahyu Apriliandi

NIM : G041 18 1011

Program Studi : Teknik Pertanian

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Analisis Perubahan Kerapatan Vegetasi dengan Citra Sentinel-2A di Sub DAS Malino adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini membuktikan bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 27 Juli 2022

Yang Menyatakan



Muh. Wahyu Apriliandi

ABSTRAK

MUH. WAHYU APRILIANDI (G041 18 1011). Analisis Perubahan Kerapatan Vegetasi dengan Citra Sentinel-2A di Sub DAS Malino. Pembimbing: DANIEL USENG dan SUHARDI.

Perubahan kerapatan vegetasi khususnya di daerah sub DAS akan terus terjadi seiring dengan bertambahnya waktu. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya jumlah dan aktivitas manusia yang berdampak pada perubahan tata guna lahan. Sub DAS Malino merupakan salah satu bagian dari DAS Jeneberang yang hampir seluruh wilayahnya berada di Kecamatan Tinggimoncong. Pemantauan perubahan kerapatan vegetasi di Sub DAS Malino dilakukan dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh berupa citra sentinel-2A dan menggunakan metode indeks vegetasi jenis NDVI. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran dan perubahan kerapatan vegetasi di Sub DAS Malino pada tahun 2017, 2019, dan 2021. Dari hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan indeks vegetasi NDVI, sebaran kerapatan vegetasi di Sub DAS Malino dibagi menjadi 4 kelas yaitu kelas kerapatan non-vegetasi, vegetasi jarang, vegetasi sedang, dan vegetasi rapat. Perubahan kerapatan vegetasi yang terjadi di Sub DAS Malino dari tahun 2017 sampai tahun 2019, terbesar terjadi pada kelas kerapatan vegetasi rapat sebesar 2,21% atau 192,69 ha sedangkan yang terkecil terjadi pada kelas kerapatan non-vegetasi sebesar 0,24% atau 20,97 ha. Sementara itu, perubahan kerapatan vegetasi di Sub DAS Malino dari tahun 2019 sampai tahun 2021 terbesar terjadi pada kelas kerapatan vegetasi rapat sebesar 11,64% atau 1.016,60 ha sedangkan yang terkecil terjadi pada kelas kerapatan non-vegetasi sebesar 0,12% atau 10,46 ha.

Kata Kunci: Kerapatan Vegetasi, NDVI, Sub DAS Malino, Sentinel-2A.

ABSTRACT

MUH. WAHYU APRILIANDI (G041 18 1011). “*Analysis of Changes in Vegetation Density with Sentinel-2A Image on Malino Sub-watershed*”
Supervisors : DANIEL USENG and SUHARDI.

Changes in vegetation density, especially in sub-watershed areas, will continue to occur over time. This is due to the increasing number and human activities that have an impact on land use change. The Malino sub-watershed is one part of the Jeneberang watershed, almost all of which is located in Tinggimoncong District. Monitoring of changes in vegetation density in the Malino Sub-watershed is carried out by utilizing remote sensing technology in the form of sentinel-2A imagery and using the NDVI type of vegetation index method. This study aims to determine the distribution and changes in vegetation density in the Malino Sub-watershed in 2017, 2019, and 2021. From the results of the analysis conducted using the NDVI vegetation index, the distribution of vegetation density in the Malino Sub-watershed is divided into 4 classes, namely the non-vegetation, sparse vegetation, medium vegetation, and dense vegetation. Changes in vegetation density that occurred in the Malino sub-watershed from 2017 to 2019, the largest occurred in the dense vegetation density class of 2.21% or 192.69 ha, while the smallest occurred in the non-vegetation density class of 0.24% or 20.97 ha. Meanwhile, the largest change in vegetation density in the Malino sub-watershed from 2019 to 2021 occurred in the dense vegetation density class of 11.64% or 1,016.60 ha, while the smallest occurred in the non-vegetation density class of 0.12% or 10.46 ha.

Keywords: *Vegetation Density, NDVI, Sub-watershed Malino, Sentinel-2.*

PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., karena atas berkah, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya skripsi ini tidak terlepas dari doa dan dukungan serta semangat oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ayahanda **Natsir (Alm)** dan Ibunda **Hasiah Baso (Almh)** atas setiap doa yang senantiasa dipanjatkan serta pengorbanan yang telah diberikan selama hidupnya kepada penulis.
2. **Marhtyni** dan **Nismawati** selaku saudara kandung penulis yang telah banyak memberikan dukungan baik berupa doa, motivasi, dan materi.
3. **Dr. Ir. Daniel Useng, M.Eng.,Sc.** dan **Dr. Suhardi, S.TP., M.P.** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan, saran, dan kritikan mulai dari tahap pemilihan judul penelitian, penyusunan proposal, hingga tahap penyusunan skripsi selesai.
4. **Dr. Ir. Abdul Waris, M.T.** selaku dosen pembimbing akademik dan **Dosen-dosen Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian** yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama proses perkuliahan.
5. **Teman-teman spektrum 18** khususnya **Dhaifullah, Gusryani, Kusdilawana,** dan **Istiqamah** yang telah memberikan dukungan, saran, dan juga ucapan semangat kepada penulis.

Penulis berharap semoga segala kebaikan mereka akan dibalas oleh Allah SWT. dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Aamiin.

Makassar, 27 Juli 2022



Muh. Wahyu Apriliandi

RIWAYAT HIDUP



Muh. Wahyu Apriliandi lahir di Pandang-pandang pada tanggal 25 April 2000, dari pasangan bapak Alm. Natsir dan ibu Almh. Hasiah Baso, anak ketiga dari tiga bersaudara. Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan di TK Idhata Cambaya tahun 2005 sampai tahun 2006.
2. Melanjutkan pendidikan di SD Inpres Tombolo, pada tahun 2006 sampai tahun 2012.
3. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah pertama di SMP Negeri 4 Sungguminasa pada tahun 2012 sampai tahun 2015.
4. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah atas di SMA Negeri 9 Gowa, pada tahun 2015 sampai tahun 2018.
5. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian, pada tahun 2018 sampai tahun 2022.

Selama menempuh pendidikan di dunia perkuliahan, penulis pernah aktif di Unit Kegiatan Mahasiswa Paduan Suara Universitas Hasanuddin (UKM PSM UNHAS). Penulis juga terdaftar sebagai anggota di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin (HIMATEPA UH). Serta Penulis juga aktif menjadi asisten praktikum di bawah naungan *Agricultural Engineering Study Club* (TSC).

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PERSANTUNAN	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan dan Kegunaan	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Daerah Aliran Sungai (DAS).....	4
2.2. Kerapatan Vegetasi dan Indeks Vegetasi.....	5
2.3. Sistem Informasi Geografis (SIG)	7
2.4. Penginderaan Jauh	8
2.5. Sentinel-2A	9
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	11
3.1. Waktu dan Tempat.....	11
3.2. Alat dan Bahan.....	11
3.3. Metode Penelitian	12
3.3.1. Persiapan	12
3.3.2. Pengumpulan Data	12
3.3.3. Pengolahan Data	12
3.3.4. Validasi	13
3.3.5. Layout Peta	13

3.4. Bagan Alir Penelitian.....	14
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1. Validasi Penggunaan Citra Sentinel-2A untuk Mengidentifikasi Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino	15
4.2. Sebaran Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino	17
4.2.1. Sebaran Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino Tahun 2017	17
4.2.2. Sebaran Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino Tahun 2019	18
4.2.3. Sebaran Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino Tahun 2021	20
4.3. Perubahan Kerapatan Vegetasi di Sub Das Malino	22
4.3.1. Perubahan Kerapatan Vegetasi di Sub Das Malino Tahun 2017 sampai Tahun 2019.....	22
4.3.2. Perubahan Kerapatan Vegetasi di Sub Das Malino Tahun 2019 sampai Tahun 2021.....	24
4.3.3. Perubahan Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino pada Tahun 2017 sampai Tahun 2019 dan pada Tahun 2019 sampai Tahun 2021	27
5. PENUTUP.....	28
Kesimpulan	28

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Komponen Sistem Informasi Geografis (SIG)	7
Gambar 2-2. Penginderaan Jauh Sistem Pasif.....	9
Gambar 3-1. Peta Lokasi Penelitian.....	11
Gambar 3-2. Bagan Alir Penelitian.....	14
Gambar 4-1. Peta Sebaran Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino Tahun 2017	18
Gambar 4-2. Peta Sebaran Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino Tahun 2019	19
Gambar 4-3. Peta Sebaran Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino Tahun 2021	20
Gambar 4-4. Peta Perubahan Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino pada Tahun 2017 sampai Tahun 2019	23
Gambar 4-5. Peta Perubahan Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino pada Tahun 2019 sampai Tahun 2021	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Klasifikasi Kerapatan Vegetasi NDVI	6
Tabel 2-2. Spesifikasi Band Citra Sentinel-2	10
Tabel 4-1. Perbandingan antara Hasil Klasifikasi Citra dengan Foto (Objek) Lapangan	15
Tabel 4-2. Perbandingan Visualisasi antara Citra NDVI dengan Peta Kerapatan Vegetasi serta Foto Lapangan	16
Tabel 4-3. Sebaran Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino Tahun 2017	17
Tabel 4-4. Sebaran Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino Tahun 2019	19
Tabel 4-5. Sebaran Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino Tahun 2021	20
Tabel 4-6. Perubahan Luas Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino pada Tahun 2017 sampai Tahun 2019	22
Tabel 4-7. Kondisi Luasan Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino pada Tahun 2017 sampai Tahun 2019	23
Tabel 4-8. Perubahan Luas Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino pada Tahun 2019 sampai Tahun 2021	25
Tabel 4-9. Kondisi Luasan Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino pada Tahun 2019 sampai Tahun 2021	25
Tabel 4-10. Perubahan Kerapatan Vegetasi di Sub DAS Malino pada Tahun 2017 sampai Tahun 2019 dan pada Tahun 2019 sampai Tahun 2021	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Perbandingan Hasil Klasifikasi Citra dengan Hasil <i>Ground</i> <i>Check</i> di Sub DAS Malino	33
Lampiran 2. Perhitungan Validasi (Akurasi)	34
Lampiran 3. Nilai Sebaran dan Perubahan Kerapatan Vegetasi Berdasarkan Desa/Kelurahan yang ada di Kawasan Sub DAS Malino	35
Lampiran 4. Foto Lapangan untuk Masing-masing Kelas Kerapatan Vegetasi...	41

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan pertumbuhan dan aktivitas manusia akan terus berlangsung seiring dengan bertambahnya waktu. Peningkatan ini tentunya akan mempengaruhi perubahan di suatu wilayah khususnya dari segi tata guna lahan. Salah satu contoh nyata dalam kehidupan mengenai perubahan tata guna lahan adalah peralifungsian lahan hijau menjadi lahan pemukiman atau lahan usaha. Akibat dari adanya perubahan ini, tentunya juga akan berdampak pada berubahnya kerapatan vegetasi di wilayah tersebut.

Keberadaan vegetasi di suatu wilayah khususnya yang berada di kawasan Sub DAS memiliki peran yang sangat penting. Adapun salah satu peran vegetasi adalah mengurangi resiko banjir pada musim penghujan. Hal ini disebabkan karena keberadaan vegetasi akan meningkatkan resapan air pada musim penghujan dan kemudian akan membentuk aliran air tanah. Semakin besar aliran air tanah yang terbentuk, tentunya akan mengurangi terjadinya peristiwa aliran permukaan yang dapat mengakibatkan bertambahnya debit air pada sungai (Wahyuni *et al.*, 2017).

Sub DAS Malino merupakan salah satu kawasan dari DAS Jeneberang. Sub DAS Malino berada di bagian hulu DAS Jeneberang dan hampir seluruh wilayahnya berada di Kecamatan Tinggimoncong. Tinggimoncong sendiri merupakan salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Gowa dan dikenal sebagai salah satu kecamatan yang memiliki banyak tempat wisata seperti Air Terjun Parang Bugisi, Air Terjun Takapala, Wisata Hutan Pinus Malino, dan masih banyak lagi. Selain itu berdasarkan data BPS (2021), jumlah penduduk di Kecamatan Tinggimoncong Tahun 2010-2020 tercatat mengalami peningkatan dari 22.157 jiwa pada tahun 2010 bertambah menjadi 23.332 jiwa pada tahun 2020. Melihat hal tersebut tentunya tidaklah mustahil jika Kecamatan Tinggimoncong mengalami perkembangan dari segi pembangunan. Akibat dari adanya perkembangan tersebut tentunya akan berdampak pada perubahan kerapatan vegetasi di Kecamatan Tinggimoncong khususnya di kawasan Sub DAS Malino.

Pemantauan terhadap perubahan kerapatan vegetasi dapat dilakukan secara efisien dan mencakup luasan yang besar melalui teknologi penginderaan jauh. Penginderaan jauh merupakan ilmu yang digunakan untuk memperoleh informasi terkait suatu objek (permukaan bumi). Dengan penginderaan jauh, informasi mengenai suatu objek dapat diperoleh tanpa diperlukan kontak langsung dengan objek yang ingin dikaji. Salah satu teknologi Penginderaan jauh yang bisa dimanfaatkan dalam memantau perubahan kerapatan vegetasi yaitu satelit (Aftriana *et al.*, 2013).

Sentinel-2A merupakan salah satu jenis satelit beresolusi tinggi yang dapat dimanfaatkan untuk memantau perubahan kerapatan vegetasi. Sentinel-2A dikembangkan oleh program Copernicus Eropa dan memiliki misi untuk melakukan pengamatan bumi, khususnya untuk pemantauan lingkungan (Deswina *et al.*, 2018). Selain memanfaatkan citra satelit sentinel-2A, diperlukan pula metode indeks vegetasi jenis *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) untuk menentukan tinggi rendahnya kerapatan vegetasi di Sub DAS Malino. Untuk menentukan tingkat kerapatan pada vegetasi, NDVI memanfaatkan band merah dan inframerah yang ada pada citra satelit.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian tentang analisis kerapatan vegetasi dengan citra sentinel-2A di Sub DAS Malino perlu dilakukan, sehingga dapat memberikan informasi terkait perubahan kerapatan vegetasi yang berada di kawasan Sub DAS Malino.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sebaran kerapatan vegetasi yang ada di Sub DAS Malino pada tahun 2017, 2019, dan 2021?
2. Bagaimana perubahan kerapatan vegetasi yang terjadi di Sub DAS Malino pada tahun 2017 sampai tahun 2019 dan pada tahun 2019 sampai tahun 2021?

1.3 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan:

1. Peta sebaran kerapatan vegetasi di Sub DAS Malino pada tahun 2017, 2019, dan 2021.
2. Peta perubahan kerapatan vegetasi di Sub DAS Malino pada tahun 2017 sampai dengan tahun 2019 dan pada tahun 2019 sampai dengan tahun 2021.

Adapun kegunaan penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi terkait sebaran dan perubahan kerapatan vegetasi yang terjadi di Sub DAS Malino sehingga dapat menjadi masukan bagi pemerintah setempat dalam mendukung perencanaan penggunaan tata guna lahan di wilayah tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan kawasan yang terdiri dari daratan dan perairan (sungai dan anak-anak sungai) yang memiliki fungsi sebagai penampung, penyimpan, serta pengalir air menuju danau atau laut secara alami (Nugroho *et al.*, 2018). Suatu DAS terbagi menjadi DAS utama dan sub DAS atau sub-sub DAS. Menurut Mangundikoro (1985) dalam Mardianto & Marfai (2016), sub DAS merupakan suatu wilayah tempat air hujan meresap atau mengalir dari anak (cabang) sungai menuju sungai utama.

Umumnya, DAS dibedakan menjadi dua wilayah. Wilayah yang pertama yaitu wilayah DAS yang terletak di bagian hulu dan yang kedua yaitu wilayah DAS yang terletak dibagian hilir. Menurut Triasary, Purwanto, & Tarigan (2021), bagian hulu dan hilir DAS memiliki keterikatan antar satu sama lain. Sebagai contoh perubahan tata guna lahan yang dilakukan di hulu DAS tidak hanya memberikan dampak di bagian hulu tetapi juga akan berdampak pada bagian hilirnya.

DAS dalam suatu wilayah memiliki peran penting dalam penyediaan air. Namun, ketersediaan air sangat dipengaruhi oleh kondisi dari DAS itu sendiri. Salah satu ciri untuk melihat apakah suatu DAS memiliki kondisi yang baik atau tidak adalah dengan melihat keberadaan lahan vegetasi seperti lahan hutan di DAS tersebut. Fungsi keberadaan lahan vegetasi di suatu DAS khususnya yang ada di bagian hulu adalah sebagai penyangga agar tidak terjadi perubahan yang berdampak negatif pada DAS (Assidiq & Pitasari, 2018).

Menurut Hariati & Dimas (2013), berkurangnya vegetasi khususnya di daerah hulu mengakibatkan bencana alam seperti longsor tanah. Selain itu, berkurangnya vegetasi dapat menimbulkan banjir karena kapasitas tampung sungai yang berlebih serta besarnya debit sungai yang terjadi pada musim penghujan. Besarnya debit sungai disebabkan karena kurangnya air hujan yang meresap ke dalam tanah melainkan lebih banyak yang menjadi air limpasan. Selain banjir, kurangnya vegetasi juga dapat menyebabkan kekeringan pada musim kemarau (Suroso & Susanto, 2006).

2.2 Kerapatan Vegetasi dan Indeks Vegetasi

Vegetasi adalah kumpulan atau himpunan semua jenis tumbuhan yang hidup dan berkembang pada suatu daerah (Rifai, 2004). Selain itu menurut Maridi, Saputra, & Agustina (2015), vegetasi adalah sekelompok tumbuhan yang menghuni suatu wilayah sehingga terbentuk suatu sistem. Vegetasi juga dapat didefinisikan sebagai keseluruhan tumbuhan yang berfungsi sebagai penutup lahan.

Keberadaan vegetasi dalam suatu wilayah sangatlah diperlukan. Menurut (Maridi *et al.*, 2015), dalam ekosistem salah satu peran vegetasi yaitu sebagai penyimpan karbon sehingga keberadaan karbon di atmosfer bisa berkurang. Menurut (Azhari, 2019), tidak hanya memperbaiki dan menjaga kualitas udara, keberadaan vegetasi juga dapat memperbaiki kualitas fisik penyusun lingkungan lainnya seperti air dan tanah.

Perbedaan jenis vegetasi dalam suatu daerah akan menghasilkan perbedaan kerapatan vegetasi di daerah tersebut (Aftriana *et al.*, 2013). Tingkatan kerapatan vegetasi dalam suatu daerah, dapat diketahui dengan menggunakan indeks vegetasi. Menurut Danoedoro (2012) dalam (Hardianto *et al.*, 2021), indeks vegetasi dapat digambarkan sebagai algoritma yang ditetapkan terhadap citra dengan tujuan untuk menunjukkan karakteristik vegetasi seperti luasan daun, biomassa, dan klorofil. Indeks vegetasi mentransformasikan citra sehingga dapat dimanfaatkan untuk pengamatan tumbuhan dalam analisis vegetasi. Indeks vegetasi terdiri dari berbagai jenis, adapun beberapa diantaranya yaitu RVI (*Ratio Vegeta Index*), NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), dan TVI (*Transformed Vegetation Index*) (Sukristiyanti & Marganingrum, 2008).

Menurut (Hardianto *et al.*, 2021), jenis indeks vegetasi yang paling banyak digunakan untuk mengukur komponen vegetasi dalam sistem informasi geografis adalah NDVI. Hal ini dikarenakan NDVI merupakan metode yang paling efisien dan juga simple untuk mengidentifikasi area bervegetasi (Solihin *et al.*, 2020). Hal ini juga dijelaskan oleh Sukristiyanti & Marganingrum (2008), NDVI merupakan transformasi yang lebih menekankan pada unsur vegetasi, sehingga dapat menampilkan tingkat kerapatan vegetasi.

Menurut Kosasih *et al.* (2019), NDVI peka terhadap senyawa fotosintesis aktif sehingga mampu mengukur tingkat kehijauan pada vegetasi, dimana tingkat

kehijauan ini berkolerasi dengan tingkat kerapatan vegetasi. Selain itu menurut (Sukristiyanti & Marganingrum, 2008) yang merujuk pada penelitian terdahulu, NDVI merupakan jenis indeks vegetasi yang memiliki kolerasi paling besar untuk aspek kerapatan tajuk (kanopi). Hal ini juga dijelaskan oleh (Solihin *et al.*, 2020), bahwa apabila nilai NDVI semakin besar maka tingkat kerapatan vegetasi dan kerapatan tajuknya juga akan semakin besar.

Menurut Anand *et al.* (2018), nilai NDVI terletak antara (-1) hingga (+1). Apabila nilai indeks yang dihasilkan mendekati atau sama dengan (+1), maka menunjukkan bahwa lahan tersebut memiliki vegetasi yang banyak dan juga rapat. Sebaliknya jika lahan yang menjadi objek pemantauan memiliki vegetasi yang jarang atau tidak terdapat vegetasi, maka nilai indeksnya akan semakin mendekati atau sama dengan (-1) (Vitasari *et al.*, 2017). Nilai NDVI dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 (Anand *et al.*, 2018).

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

dimana,

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*,

NIR = rasio band inframerah dekat,

Red = rasio band merah.

Menurut Astiti & Nurjani (2021), NDVI dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelas berdasarkan nilai NDVI-nya. Selain itu, menurut Hardianto *et al.* (2021), berdasarkan kisaran nilai NDVI, setiap kelas NDVI juga akan menunjukkan tampakan objek yang berbeda di lapangan. Adapun klasifikasi dari NDVI serta objek yang umumnya berada di lapangan dapat dilihat pada Tabel 2-1. Tabel 2-1. Klasifikasi Kerapatan Vegetasi NDVI.

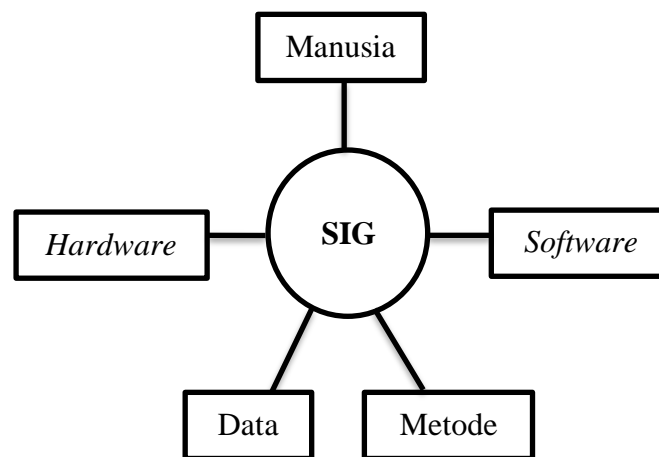
Kelas Kerapatan	Nilai NDVI	Objek
Non-vegetasi	$-1 \leq NDVI < 0,2$	Awan, Badan Air
Vegetasi Jarang	$0,2 < NDVI < 0,4$	Pemukiman, Lahan Kosong
Vegetasi Sedang	$0,4 < NDVI < 0,6$	Tegalan, Sawah, Semak Belukar
Vegetasi Rapat	$0,6 < NDVI \leq +1$	Hutan

Sumber: Astiti & Nurjani (2021) dan Hardianto *et al.* (2021).

2.3 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan kumpulan dari tiga komponen penting diantaranya sistem, informasi, dan geografi. Dari ketiga komponen tersebut, maka SIG dapat dijelaskan sebagai sistem yang menekankan "informasi geografi" (Bafdal *et al.*, 2011). Menurut Aronaff (1989) dalam (Sari, 2015), SIG adalah kapasitas sistem berbasis komputer untuk mengelola data yang bereferensi geografi. Menurut Kurowksa *et al.* (2021), SIG adalah instrumen yang sangat membantu dalam proses pengambilan keputusan spasial. Hal ini juga dijelaskan oleh Sari (2015), keluaran dari SIG dapat dijadikan sebagai acuan dalam mengambil penilaian terkait masalah yang berkaitan dengan geografi.

SIG terdiri dari beberapa komponen. Adapun beberapa komponen tersebut diantaranya ada data, *hardware*, *software*, metode, dan manusia. Hubungan berbagai komponen SIG dapat dilihat pada Gambar 2-1.



Gambar 2-1. Komponen Sistem Informasi Geografis (SIG).

Adapun penjelasan mengenai komponen SIG tersebut, dijabarkan sebagai berikut (Sari, 2015).

1. Data, dalam SIG data dibedakan menjadi dua jenis yaitu data spasial yang berorientasi geografis dan memiliki sistem koordinat dan data atribut yang mempresentasikan aspek-aspek penjelasan baik dalam bentuk kata-kata, angka, maupun tabel yang terkait dengan fenomena yang ada di permukaan bumi.
2. Perangkat Keras (*hardware*), dalam SIG untuk melakukan pemrosesan data, analisis geografi, dan pemetaan, maka diperlukan suatu perangkat keras

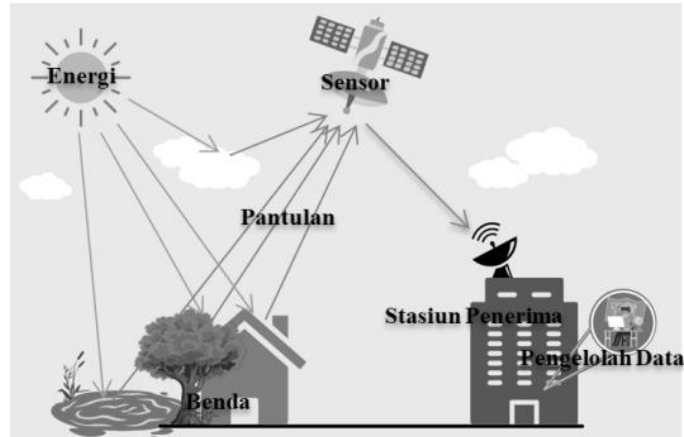
- (*hardware*). Adapun beberapa perangkat keras yang sering digunakan dalam SIG adalah komputer (PC), *mouse*, dan *printer*.
3. Perangkat Lunak (*software*), beberapa jenis perangkat lunak GIS diantaranya *ArcGIS*, *Surfer*, dan *Global Mapper*.
 4. Metode SIG, berupa tahapan atau cara yang dilakukan untuk mengoperasikan SIG (mulai dari awal hingga data siap digunakan).
 5. Manusia, merupakan komponen yang berfungsi sebagai pelaku dalam mengendalikan seluruh sistem dalam SIG.

2.4 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi suatu objek tanpa bersentuhan dengan objek tersebut (Suwargana, 2008). Menurut (Muhsoni, 2015), penginderaan jauh adalah ilmu sekaligus seni yang dipergunakan untuk memperoleh informasi mengenai suatu objek atau fenomena dengan hanya menggunakan wahana seperti satelit, pesawat terbang, dan balon udara yang sebelumnya telah dipasang alat pengindra (sensor). Selain itu, menurut (Suwargana, 2008), Penginderaan jauh dapat dijelaskan sebagai ilmu yang memanfaatkan hasil pantulan ataupun pancaran dari media gelombang dalam memperoleh informasi mengenai suatu objek (permukaan bumi). Selain dapat memberikan informasi mengenai suatu objek di permukaan bumi, penginderaan jauh juga dapat memberikan informasi terkait objek yang ada di luar bumi seperti bulan dan planet lain (Muhsoni, 2015).

Penginderaan jauh dibedakan menjadi dua jenis yaitu penginderaan jauh sistem pasif dan sistem aktif. Penginderaan jauh sistem pasif merupakan penginderaan jauh yang sensornya tidak membangkitkan energi sendiri melainkan memanfaatkan energi lain untuk memperoleh informasi. Umumnya penginderaan jauh sistem pasif memanfaatkan energi matahari yang dipancarkan ke suatu objek yang kemudian dipantulkan kembali oleh objek tersebut menuju sensor. Gambaran terkait penginderaan jauh sistem pasif dapat dilihat pada Gambar 2-2. Adapun jenis penginderaan jauh yang kedua yaitu penginderaan jauh sistem aktif yang dapat dikatakan sebagai balikan dari penginderaan jauh sistem pasif. Dimana, sensor yang ada pada penginderaan jauh sistem aktif akan menghasilkan

energi sendiri untuk memperoleh informasi. Dalam hal ini energi yang berasal dari sensor yang berada pada satelit akan diarahkan ke suatu objek dan kemudian objek tersebut akan memantulkannya kembali ke sensor (Julian, 2021).



Gambar 2-2. Penginderaan Jauh Sistem Pasif.

Berdasarkan Gambar 2-2, terdapat beberapa komponen dasar dalam sistem penginderaan jauh. Beberapa komponen dasar tersebut diantaranya sumber energi, interaksi antara energi dengan objek, sensor, penerima data, dan pengelola data. Dimana, dalam hal ini energi akan berinteraksi dengan objek, sekaligus berfungsi sebagai media untuk meneruskan informasi dari objek ke sensor. Sensor akan mengumpulkan dan mencatat radiasi elektromagnetik dan kemudian mengirimkannya ke stasiun penerima. Data yang diperoleh oleh stasiun penerima kemudian akan diproses menjadi format (citra) yang siap untuk digunakan (Muhsoni, 2015).

2.5 Sentinel-2A

Sentinel-2A merupakan salah satu jenis dari satelit sentinel-2 dan merupakan hasil kolaborasi antara ESA, European Commission, perusahaan industri, perusahaan providers dan pengguna data (Sinaga *et al.*, 2018). Satelit Sentinel-2A diluncurkan pada tanggal 23 Juni 2015 oleh Roket Vega dari Kourou, Guyana Perancis (Oktaviani & Kusuma, 2017). Sentinel-2A dilengkapi dengan *multispectral instruments* (MSI) yang mampu memperoleh informasi sebanyak 13 band dengan resolusi yang berbeda-beda. Adapun resolusi dari ke-13 band tersebut diantaranya resolusi 10 m, 20 m, dan 60 m (Zhang *et al.*, 2017). Hal ini juga dijelaskan oleh (Sinaga *et al.*, 2018), sentinel-2A memiliki luas sapuan

sebesar 290 km dan memiliki 13 band, dimana 13 band tersebut dibagi menjadi tiga spektrum yaitu spektrum *visible*, *near infrared*, dan *shortwave infrared*. Adapun spesifikasi dari ke-13 band citra sentinel-2A dapat dilihat pada Tabel 2-2.

Tabel 2-2. Spesifikasi band citra sentinel-2.

Band	Panjang Gelombang (nm)	Resolusi Spasial (m)
Band 1	443	60
Band 2	490	10
Band 3	560	10
Band 4	665	10
Band 5	705	20
Band 6	740	20
Band 7	783	20
Band 8	842	10
Band 8A	865	20
Band 9	945	60
Band 10	1.375	60
Band 11	1.610	20
Band 12	2.190	20

Sumber: (ESA, 2015).

Menurut (Zhang *et al.*, 2017), dibandingkan dengan satelit lain seperti landsat, terdapat beberapa kelebihan yang dimiliki oleh satelit sentinel-2A. Beberapa kelebihan tersebut diantaranya waktu kunjungan ulang yang lebih singkat (selama 10 hari) dan memiliki resolusi spasial yang lebih tinggi. Selain itu, sentinel-2A juga memberikan rincian yang lebih mengenai jangkauan bend NIR yang berguna untuk aplikasi pertanian, pemantauan hutan, dan manajemen bencana alam.