

KERAPATAN VEGETASI KOTA PALU MENGUNAKAN CITRA LANDSAT 9 OLI 2 MELALUI METODE NDVI

***Budi Andresi¹, Rifai², Hauris³, Taufiq Eka Riandhana²**

^{1,2)} Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako

³⁾ Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Tadulako

⁴⁾ Program Studi Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako

**Corresponding Author; Email: andresi.pwk@gmail.com*

ABSTRAK

Vegetasi merupakan tolak ukur dalam menjaga kelestarian ekosistem suatu kota. Pembangunan dan pertumbuhan penduduk yang pesat di kawasan perkotaan mengakibatkan terjadinya perubahan kerapatan vegetasi dikarenakan keterbatasan ruang. Kota Palu yang merupakan Ibu Kota Provinsi Sulawesi Tengah, menjadi tolak ukur dalam menjaga ekosistem vegetasi bagi kota/kabupaten lainnya. Proses pemantauan vegetasi dapat dilakukan melalui analasi citra. Yang yang dapat diakses semua orang dengan resolusi temporal yang cepat yakni Citra Landsat 9 yang merupakan citra Landsat terbaru dari USGS. Pengoahan kerapatan vegetasi dengan citra Landsat dapat dipadukan dengan metode NDVI yaitu metode dalam menilai indeks vegetasi disuatu wilayah yang dapat dilakukan dengan cepat. NDVI didasarkan pada pengamatan bahwa permukaan yang berbeda-beda merefleksikan berbagai jenis gelombang cahaya yang berbeda-beda.

Hasil dari pengolahan ini yakni luas dari masing-masing kelas klasifikasi Kerapatan Vegetasi Kota Palu, yang menunjukkan bahwa Kelas Klassifikasi Kerapatan Vegetasi Rendah memiliki luas yang paling tinggi yakni 9396,35 Ha atau 26,3% dan urutan kedua yakni Non Vegetasi seluas 9206,68 Ha atau 25,8% dan yang paling rendah yakni Kelas Klasifikasi Kehijauan Tinggi seluas 3821,3 Ha atau 10,7%.

Kata Kunci: Kerapatan Vegetasi, Landsat 9 OLI 2, NDVI

ABSTRACT

Vegetation is a benchmark in preserving the ecosystem of a city. Rapid development and population growth in urban areas has resulted in changes in vegetation density due to limited space. Palu City, which is the capital of Central Sulawesi Province, is a benchmark in maintaining vegetation ecosystems like other cities/districts. The vegetation monitoring process can be carried out through image analysis. What everyone can access with fast temporal resolution is Landsat 9 imagery which is the newest Landsat image from the USGS. Processing vegetation density with Landsat imagery can be combined with the NDVI method, which is a method for assessing the vegetation index in an area that can be done quickly. NDVI is based on the observation that different surfaces reflect different types of light waves.

The results of this processing are the area of each Palu City Vegetation Density classification class, which shows that the Low Vegetation Density Classification Class has the highest area, namely 9396.35 Ha or 26.3% and the second place is Non Vegetation with an area of 9206.68 Ha or 25.8% and the lowest is the High Greenness Classification Class covering an area of 3821.3 Ha or 10.7%.

Keywords: *Vegetation Density, Landsat 9 OLI 2, NDVI*

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kota merupakan tempat terjadinya berbagai kegiatan dan jasa, baik bagi penduduknya sendiri maupun bagi wilayah kota lainnya. Secara fisik, perkembangan perkotaan dapat dilihat dari munculnya kota-kota baru dan kota-kota besar yang sudah ada menjadi lebih padat penduduknya (Mirzaei, 2015). Pembangunan dan pertumbuhan penduduk yang pesat di kawasan perkotaan akan mengakibatkan terjadinya perubahan penggunaan lahan dikarenakan keterbatasan ruang.

Perubahan penggunaan lahan dalam pelaksanaan pembangunan tidak dapat dipungkiri dan seringkali menimbulkan konflik kepentingan dalam penggunaan lahan dan ketidaksesuaian antara penggunaan lahan dengan rencana peruntukannya sehingga dapat mengakibatkan menurunnya kualitas lingkungan hidup. Penurunan kualitas lingkungan ini disebabkan oleh meningkatnya tekanan untuk mengalokasikan ruang bagi vegetasi perkotaan untuk menciptakan kawasan terbangun yang lebih luas. (Aftriana, 2013)..

Kota Palu secara geografis berada ditengah wilayah Kabupaten Donggala. Tepatnya sepanjang bibir pantai Teluk Palu atau memanjang dari timur ke barat, terletak di sebelah selatan garis katulistiwa pada koordinat $0,35^{\circ}$ – $1,20^{\circ}$ Lintang selatan dan 120° – $122,09^{\circ}$ Bujur Timur. Luas wilayah Kota Palu yakni 35660,91 Ha, dengan batas administratif Kota Palu:

- Sebelah Utara : Teluk Palu dan Kabupaten Donggala
- Sebelah Timur : Kabupaten Donggala dan Kabupaten Parigi Moutong
- Sebelah Selatan : Kabupaten Kabupaten Sigi
- Sebelah Barat : Kabupaten Sigi dan Kabupaten Donggala

Berdasarkan UU No. 6 Tahun 2023 Tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja bahwa sekitar 30% kawasan di perkotaan harus memiliki RTH dengan komposisi sebanyak 20% digunakan di ruang publik dan sisanya 10% untuk privat. Secara ekologis, RTH berfungsi sebagai Fungsi Ekologi, Lokasi rekreasi, Fungsi Estetika, Fungsi Planologi, dan Fungsi Pendidikan dan Bisnis.

Pelaksanaan pemantauan vegetasi perlu dilakukan secara kontinyu untuk memberikan gambaran kualitas lingkungan hidup melalui pemantauan kerapatan vegetasi. Serta komposisi yang telah ditetapkan dalam undang-undang tetap terjaga di Kota Palu.

I.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul dari latar belakang yakni,

1. Bagaimana hasil ekstraksi NDVI Kota Palu Tangga 26 Oktober 2024 dengan menggunakan Citra Landsat 9 OLI 2?
2. Berapa luas kelas klasifikasi vegetasi di Kota Palu Tanggal 26 Oktober 2014 dengan menggunakan Citra Landsat perekaman Tanggal 26 Oktobe 2024?

I.3 Maksud dan Tujuan

A. Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hasil ekstraksi NDVI Kota Palu Tangga 26 Oktober 2024 dengan menggunakan Citra Landsat 9 OLI 2.
2. Mengetahui luas kelas klasifikasi vegetasi di Kota Palu Tanggal 26 Oktober 2014 dengan menggunakan Citra Landsat perekaman Tanggal 26 Oktobe 2024.

B. Manfaat dari penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu manfaat dari segi keilmuan dan manfaat dari segi kerekayaan :

1. Manfaat dari segi keilmuan, memberikan novelty dalam pengolahan NDVI dengan menggunakan Citra Landsat OLI 2 yang merupakan citra terbaru dari USGS.

2. Manfaat dari segi kerekayasaan, memberikan informasi hasil dari pemrosesan Citra Satelit Landsat dengan menggunakan Metode NDVI.

II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Vegetasi

Vegetasi merupakan kumpulan dari berbagai jenis tumbuhan yang tumbuh bersama pada suatu tempat dan membentuk suatu kesatuan individu yang saling bergantung yang disebut komunitas tumbuhan (Soeranegara dan Indrawan, 1978). Vegetasi sangat berkontribusi dalam menjaga kelestarian ekosistem. Daerah dengan vegetasi yang lebih lebat lebih mudah untuk ditinggali. Di sisi lain, perubahan hutan dan lahan akibat pembangunan berbagai fasilitas dan kegiatan lain yang memanfaatkan atau memodifikasi bentang alam dapat mengakibatkan fragmentasi habitat dan mengubah siklus ekologi ekosistem. Pertumbuhan penduduk merupakan salah satu faktor pendorong pembangunan perumahan. Seiring dengan pertumbuhan penduduk, konversi lahan untuk pemukiman terus meningkat, sehingga berkontribusi terhadap berkurangnya ruang hijau.

Indeks vegetasi digunakan untuk menggambarkan intensitas tanaman pada suatu wilayah pada citra. Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara band merah dan band NIR (Near-Infrared Radiation) yang telah lama digunakan sebagai indikator keberadaan dan kondisi vegetasi (Lillesand dan Kiefer 1997). Indeks vegetasi yang banyak digunakan adalah NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Perhitungan NDVI didasarkan pada prinsip bahwa tanaman hijau sangat efektif menyerap radiasi di daerah spektrum cahaya tampak (PAR atau Photosynthetically Active Radiation), sementara itu tanaman hijau memantulkan radiasi inframerah dekat (Ryan, L. 1997).

II.2 Landsat 9 OLI 2

Landsat 9 adalah satelit terbaru dalam seri Landsat satelit ini melanjutkan catatan tak tergantikan Landsat atas permukaan daratan Bumi. Satelit ini diluncurkan dari Pangkalan Angkatan Luar Angkasa Vandenberg pada 27 September 2021. Landsat 9 sebagian besar merupakan replika pendahulunya, Landsat 8. Satelite Landsat 8 terdapat 2 sensor yakni Onboard Operational Land Imager 2 (OLI-2) dan Thermal Infrared Sensor 2 (TIRS 2). Masing-masing sensor memiliki 11 band.

Tabel 1 Karakteristik Landsat 9 OLI

Sensor	Band	Nama Band	Panjang Gelombang	Resolusi
Operational Land Imager 2 (OLI-2)	1	Visible Coastal Aerosol	0.43 - 0.45 μm	30-m
	2	Visible Blue	0.450 - 0.51 μm	30-m
	3	Visible Green	0.53 - 0.59 μm	30-m
	4	Red	0.64 - 0.67 μm	30-m
	5	Near-Infrared	0.85 - 0.88 μm	30-m
	6	SWIR 1	1.57 - 1.65 μm	30-m
	7	SWIR 2	2.11 - 2.29 μm	30-m
	8	Panchromatic (PAN)	0.50 - 0.68 μm	15-m
	9	Cirrus	1.36 - 1.38 μm	30-m
Thermal Infrared Sensor 2 (TIRS-2)	10	TIRS 1	10.6 - 11.19 μm	100-m
	11	TIRS 2	11.5 - 12.51 μm	100-m

Sumber; <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-9>

Pengelolaan citra dilakukan untuk memperoleh kualitas citra yang diinginkan dan dilakukan sebelum digunakan untuk interpretasi dan meng-ekstraksi informasi penggunaan lahan dan kerapatan vegetasi. Menurut Sabins (2007), metode pengolahan citra ada 3 kategori yakni: restorasi citra, penajaman citra dan kombinasi citra.

II.3 Normalize Difference Vegetation Index (NDVI)

NDVI Merupakan indeks kehijauan atau aktivitas fotosintesis vegetasi, dan salah satu indeks vegetasi yang paling sering digunakan. NDVI didasarkan pada pengamatan bahwa permukaan yang berbeda-beda merefleksikan berbagai jenis gelombang cahaya yang berbeda-beda. Vegetasi yang aktif melakukan fotosintesis akan menyerap sebagian besar gelombang merah sinar matahari dan mencerminkan gelombang inframerah dekat lebih tinggi. Vegetasi yang sudah mati atau stres (kurang sehat) lebih banyak mencerminkan gelombang merah dan lebih sedikit pada gelombang inframerah dekat. (Karmen, 1963 dalam Novita, 2015). Persamaan dari model NDVI adalah sebagai berikut

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Keterangan:

NIR : (Near Infra Red) Nilai band spektral infra merah dekat

RED : Nilai band spektral merah
(Lillesand dan Kiefer, 2000)

Untuk Pembagian objek berdasarkan nilai NDVI dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Kelas Klasifikasi NDVI

NDVI	Kelas Klasifikasi
$-1 < NDVI < 0,03$	Non Vegetasi
$0,03 < NDVI < 0,15$	Kehijauan Sangat Rendah
$0,15 < NDVI < 0,25$	Kehijauan
$0,25 < NDVI < 0,35$	Kehijauan Sedang
$0,35 < NDVI < 1$	Kehijauan Tinggi

Sumber: Putri, 2022

III. PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1 Alat dan Bahan

Perangkat pengolahan data terdiri dari 2 (dua) perangkat yakni, perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

1. Perangkat keras (*hardware*)
 - a. Laptop merk HP Intel(R) Core(TM) i7-10510U CPU @ 1.80GHz 2.30 GHz, Ram 8,00 GB
2. Perangkat lunak (*software*).
 - a. Microsoft Office Home and Student 2019
 - b. ArcGIS 10.8.2
 - c. ENVI

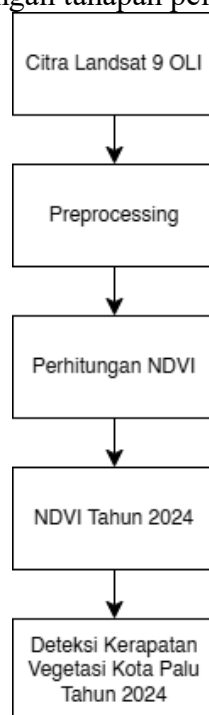
Data Penelitian yang digunakan yakni:

1. Citra Satelit Landsat 9 OLI 2 perekaman Tanggal 26 Oktober 2024 wilayah Kota Palu (LC09_L2SP_114061_20241026_20241027_02_T1)
2. Batas Administrasi Kota Palu, bersumber dari RTRW Kota Palu Tahun 2021-2041 (*Shapefile*)

III.2 Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah yaitu NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Normalize Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan indeks kehijauan atau aktivitas fotosintesis vegetasi, dan salah satu indeks vegetasi yang paling sering digunakan. NDVI didasarkan pada pengamatan bahwa permukaan yang berbeda-beda merefleksikan berbagai jenis gelombang cahaya yang berbeda-beda. Vegetasi yang aktif melakukan fotosintesis akan menyerap sebagian besar gelombang merah sinar matahari dan mencerminkan gelombang inframerah dekat lebih tinggi. Vegetasi yang sudah mati atau stres (kurang sehat) lebih banyak mencerminkan gelombang merah dan lebih sedikit pada gelombang inframerah dekat. (Karmen, 1963 dalam Novita, 2015).

Citra yang digunakan dalam pemrosesan NDVI ini menggunakan Citra Landsat-9 OLI 2 perekaman tanggal 26 Oktober 2024. Dengan tahapan pelaksanaan seperti gambar berikut:



Gambar 1 Tahapan Pelaksanaan

Tahap Preprocessing melakukan penyesuaian batas administrasi dengan menggunakan analisis spasial Clip pada Citra yang digunakan. Kemudian dilakukan perhitungan NDVI dengan menggunakan persamaan yang telah ditetapkan.

III.3 Tahap Pra Pengolahan Data

1. Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan atau meminimalisir gangguan atmosfer pada saat proses perekaman citra. Biasanya gangguan ini dapat berupa serapan, hamburan dan pantulan yang menyebabkan nilai piksel pada citra hasil perekaman tidak sesuai dengan nilai piksel obyek sebenarnya di lapangan.

Kalibrasi radiometrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah kalibrasi sudut dan jarak matahari. Prinsip dari kalibrasi ini adalah mengubah nilai digital number (DN) menjadi nilai reflektan. Berikut merupakan tahapan kalibrasi sudut dan jarak matahari:

a. Konversi Nilai Piksel ke Radian Spektral.

Persamaan 1 merupakan persamaan dasar yang digunakan untuk melakukan konversi nilai piksel menjadi nilai radian spektral:

$$L_{\lambda} = L_{\min(\lambda)} + \{L_{\max(\lambda)} - L_{\min(\lambda)} / Q_{\max}\} \times Q_{DN}$$

Keterangan:

- L_{λ} : Radian Spektral
 $L_{\max(\lambda)}$: *Maximum spectral radiance*
 $L_{\min(\lambda)}$: *Minimum spectral radiance*
 Q_{DN} : *Digital Number*
 $Q_{\max}$: Nilai Maksimum *Digital Number*

2. Clip/pemotongan Citra

Clip citra merupakan tahap memotong citra dengan menggunakan Area Of Interest (AOI). Pada penelitian ini menggunakan AOI Administrasi Kota Palu. Proses ini juga dilakukan agar pada saat pemrosesan tidak memakan banyak memori sehingga dapat dilakukan dengan cepat.

III.4 Tahap Pengolahan Data

1. Pengolahan Indeks Vegetasi

Normal Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan algoritma untuk menduga indeks vegetasi dari citra satelit. Pengolahan indeks vegetasi pada penelitian ini menggunakan algoritma NDVI dengan memanfaatkan kanal/band 5 (NIR) dan 4 (RED) pada Landsat 9 OLI 2.

2. Reklasifikasi Citra Berdasarkan Nilai NDVI

Reklasifikasi merupakan suatu proses pengkelasan kembali suatu raster input menjadi beberapa kelas dengan interval tertentu di dalam raster output. Dalam hal ini proses reklasifikasi dilakukan untuk mengamati daerah yang merupakan vegetasi dan non vegetasi, seperti yang tercantum dalam Tabel 3

Tabel 3 Rentang Kelas Klasifikasi NDVI

NDVI	Kelas Klasifikasi
$-1 < NDVI < -0,03$	Non Vegetasi
$-0,03 < NDVI < 0,15$	Kehijauan Sangat Rendah
$0,15 < NDVI < 0,25$	Kehijauan
$0,25 < NDVI < 0,35$	Kehijauan Sedang
$0,35 < NDVI < 1$	Kehijauan Tinggi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

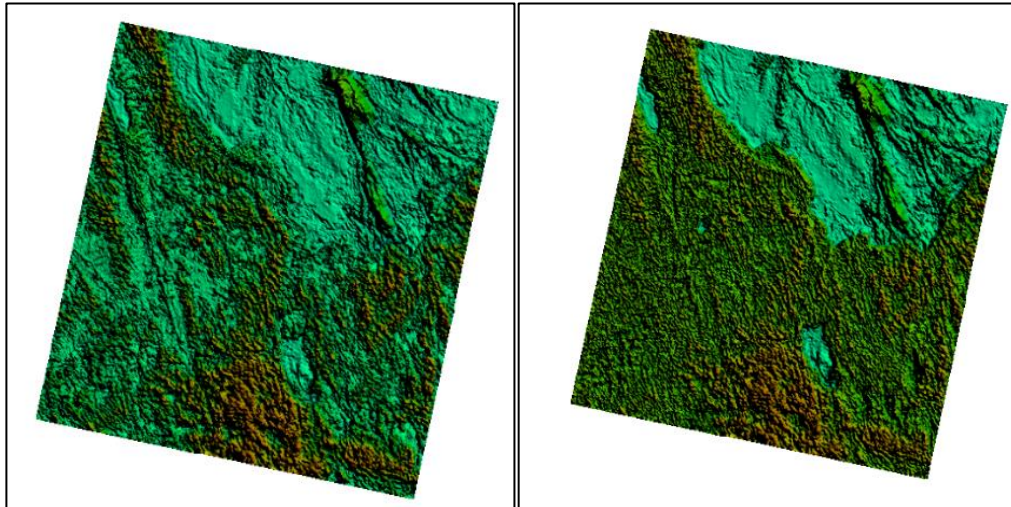
IV.1 Tahap Pra Pengolahan Data

1. Koreksi Radiometrik

Metode kalibrasi radiometrik pada penelitian ini menggunakan software ENVI. Hasil luaran kalibrasi radiometrik berupa citra radiografi berformat BIL. Metode koreksi atmosfer yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode koreksi atmosfer FLAASH software ENVI. Citra masukan yang digunakan pada metode FLAASH merupakan citra hasil kalibrasi radiometrik. Hasil koreksi atmosfer dengan FLAASH berupa gambar refleksi atmosfer bawah (BoA). Kisaran nilai reflektansi untuk gambar yang dikoreksi atmosferik adalah antara 0 dan 1 (rata-rata) nilai reflektansi. Akibat perbaikan ini, gambar juga diubah ke format .TIFF untuk memudahkan pemrosesan lebih lanjut. Hasil koreksi atmosfer menggunakan metode FLAASH ditampilkan dengan nilai spektral berkisar antara 0 hingga 1 untuk setiap pita.

2. Hasil ekstraksi NDVI Kota Palu

Pengolahan data Citra Landsat 9 OLI 2 menggunakan 2 band, yakni Band 5 sebagai NIR (Near Infra Red) dan band 4 (RED). Adapun tampilan dari kedua band tersebut ditampilkan dalam Gambar 2 dan Gambar 3.

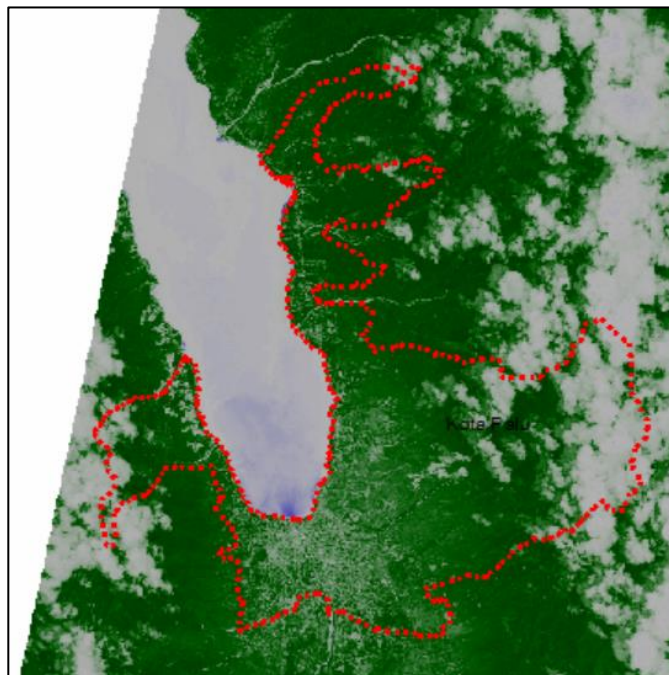


Gambar 2 Band 4 RED

Gambar 3 Band 5 NIR

3. Clip/pemotongan Citra

Proses Pengolahan 2 (dua) band diatas dilakukan proses analisis spasial dengan melakukan Clip atau pemotongan berdasarkan AOI Kota Palu. Batas adminitrasi Kota Palu ditampilkan dalam Gambar 5



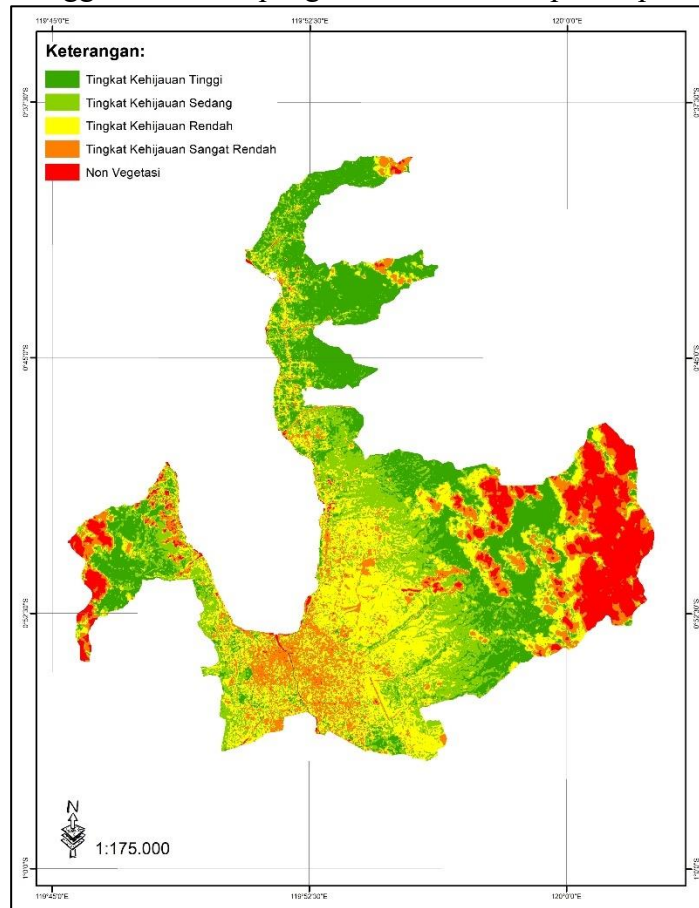
Gambar 4 Batas Administrasi Kota Palu

Adapun hasil dari proses pemotongan atau Clip kemudian dilakukan tahap Reclassify, yakni menentukan kelas setiap nilai yang dihasilakn dari proses NDVI. Dalam penelitian ini membagi menjadi 5 (lima) kelas kerapatan.

IV.2 Tahap Pengolahan Citra

Analisis Luas Kerapatan Vegetasi Kota Plau dengan Metode NDVI

Hasil pengolahan citra Landsat 9 menggunakan metode NDVI terbagi menjadi 5 (lima) klasifikasi yakni, Non Vegetasi, Kehijauan Sangat Rendah, Kehijauan Rendah, Kehijauan Sedang, dan Kehijauan Tinggi. Peta Hasil pengolahan NDVI ditampilkan pada Gambar berikut

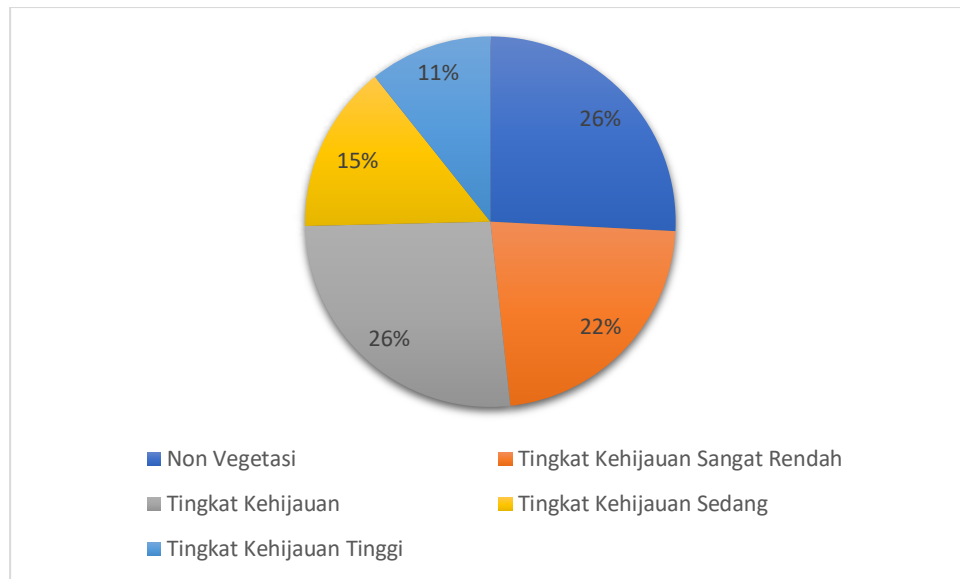


Gambar 5 Peta Hasil Pengolahan NDVI

Luas dan persentase masing-masing kelas klasifikasi hasil pengolahan NDVI ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Luas Kerapatan Vegetasi

No.	Kelas Klasifikasi	Luas (Ha)	Persentase
1	Non Vegetasi	9206,68	25,8%
2	Kehijauan Sangat Rendah	8009,46	22,5%
3	Kehijauan Rendah	9396,35	26,3%
4	Kehijauan Sedang	5227,14	14,7%
5	Kehijauan Tinggi	3821,3	10,7%
Total Luas (Ha)		35660,92	100%



Gambar 6 Persentase Luas Kelas Klasifikasi

Dari Hasil pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa Luas Kelas Klasifikasi Kerapatan Vegetasi Rendah memiliki luas yang paling tinggi yakni 9396,35 Ha atau 26,3% dan urutan kedua yakni Non Vegetasi seluas 9206,68 Ha atau 25,8% dan yang paling rendah yakni Kelas Klasifikasi Kehijauan Tinggi seluas 3821,3 Ha atau 10,7%.

Hasil ini jika dibandingkan dengan undang-undang mengenai komposisi Ruang Terbuka Hijau (RTH) bahwa kawasan perkotaan memiliki 30% RTH, dengan mengambil Kelas Klasifikasi Kehijauan Sedang dan Kelas Klasifikasi Kehijauan Tinggi menghasilkan persentase 25, 4% atau belum mencapai 30%. Sehingga perlu dilakukan kebijakan-kebijakan untuk meningkatkan persentasi kerapatan vegetasi di kota palu.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

V.I Kesimpulan

1. Citra Landsat 9 OLI dapat digubaka untuk mengekstrasi Kerapatan Vegetasi Kota Palu dengan menggunakan metode NDVI dengan cukup baik.
2. Kerapatan Vegetasi Kota Palu didominasi kelas klasifikasi Kehijauan Rendah yakni seluas 9396,35 Ha atau 26,3% dan diikuti Non Vegetasi seluas 92,06,68 Ha atau 25,8%.

V.II Saran

1. Perlu penambahan Uji akurasi dalam proses pemantau kerapatan vegetasi dengan menggunakan metode NDVI
2. Citra Landsat 9 memiliki Resolusi spasial 30x30 meter atau masuk dalam kategori citra resolusi rendah. Sehingga untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal perlu dilakukan dengan citra satelit resolusi tinggi.

Daftar Pustaka

- Aftriana, C. V. (2013). Analisis Perubahan Kerapatan Vegetasi Kota Semarang Menggunakan Aplikasi Penginderaan JAUH. Geo-Image, 2(2)
- Amliana, dkk. 2016. Analisis Perbandingan Nilai Ndzi Landsat 7 Dan Landsat 8 Pada Kelas Tutupan Lahan (Studi Kasus : Kota Semarang, Jawa Tengah). Jurnal Geodesi Undip. Semarang
- Lillesand T.M dan R.W. Kiefer. 1997. Pengindraan Jauh dan Interpretasi Citra. Diterjemahkan : Dulbahri, Prapto Suharsono, Hartono, Suharyadi. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

- Mirzaei, P. A. (2015). Recent Challenges in Modeling of Urban Heat Island. *Sustainable Cities and Society*, 19, 200–206.
- Novita, N.D.A 2015. Kemampuan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota Bogor dalam Mencukupi Kebutuhan Oksigen. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ryan, L. (1997). Creating a Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) image Using MultiSpec. University of New Hampshire.
- Sabins, FF. 2007. Remote Sensing Principle and Interpretation Third Edition. University of California and Remote Sensing Enterprises incorporated. Los Angeles. Hal. 378
- Resi, dkk. 2023. Analisis kualitas perairan waduk cacaban dengan Menggunakan data citra landsat 8 & 9 multitemporal. *Jurnal Geodesi Undip*. Semarang
- UU No. 6 Tahun 2023 Tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja
- Putri, 2022. Pemanfaatan Citra Landsat Menggunakan Teknik NDVI untuk Analisis Kerapatan Vegetasi di Kota Kediri Jawa Timur. Universitas Negeri Surabaya, Surabaya

Internet

- <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-9/landsat-9-bands/>
- <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-9>
- <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-9/landsat-9-overview>