



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS PENDUGAAN STOK KARBON VEGETASI
MENGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH DI HUTAN
PENGGARON, KOTA UNGARAN KABUPATEN SEMARANG
PROVINSI JAWA TENGAH**

TUGAS AKHIR

**MA'RUF AREF FADILLAH
21110119130058**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
JUNI 2023**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS PENDUGAAN STOK KARBON VEGETASI
MENGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH DI HUTAN
PENGGARON, KOTA UNGARAN KABUPATEN SEMARANG
PROVINSI JAWA TENGAH**

TUGAS AKHIR

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

**MA'RUF AREF FADILLAH
21110119130058**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
JUNI 2023**

HALAMAN PERNYATAAN

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip
maupun dirujuk
Telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Ma'ruf Arief Fadillah

NIM : 21110119130058

Tanda Tangan : 

Tanggal : 23 Juni 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Ma'ruf Arief Fadillah
NIM : 21110119130058
PROGRAM STUDI : TEKNIK GEODESI
Judul Skripsi :

ANALISIS PENDUGAAN STOK KARBON VEGETASI MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH DI HUTAN PENGGARON, KOTA UNGARAN KABUPATEN SEMARANG PROVINSI JAWA TENGAH

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

TIM PENGUJI

Pembimbing 1	: Nurhadi Bashit, ST., M.Eng.	()
Pembimbing 2	: Shofiyatul Qoyimah, ST., MS.	()
Penguji 1	: Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T.	()
Penguji 2	: Dr. Firman Hadi, S.Si., MT	()

Semarang, 23 Juni 2023

Program Studi Teknik Geodesi
Ketua



Dr. L.M. Sabri, ST., MT

NIP : 197703092008121001

HALAMAN PERSEMBAHAN

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wata'ala, Pencipta dan Pemelihara alam semesta beserta isinya, akhirnya Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, meskipun proses belajar sesungguhnya tak akan pernah berhenti. Tugas akhir ini sesungguhnya bukanlah sebuah kerja individual dan akan sulit terlaksana tanpa bantuan banyak pihak yang tak mungkin Penulis sebutkan satu persatu, namun dengan segala kerendahan hati, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak L M Sabri, Dr., ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Nurhadi Bashit, ST., M.Eng., yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Ibu Shofiyatul Qoyimah, ST., MS., yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Fauzi Janu Amarrohman, ST., M.Eng selaku dosen wali yang telah membantu saya dalam dunia perkuliahan.
5. Bapak Mohammad Syaikh, sebagai ayah yang telah mendidik dan membentuk Penulis menjadi seorang laki – laki kuat dan tangguh sehingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Ibu Dasmawati, sebagai ibu yang selalu mendoakan Penulis serta mendidik Penulis menjadi pribadi yang bertanggung jawab sehingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini tepat waktu.
7. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, ST., MT., selaku dosen yang telah penulis anggap seperti ayah angkat selama penulis menempuh pendidikan di Teknik Geodesi Universitas Diponegoro.
8. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik berupa material, moral maupun spiritual serta membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini.

Akhirnya, Penulis berharap semoga penelitian ini menjadi sumbangsih yang bermanfaat bagi dunia sains dan teknologi di Indonesia, khususnya disiplin keilmuan yang Penulis dalami.

Semarang, 27 Mei 2023

Penyusun

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Ma'ruf Arief Fadillah
NIM : 21110119130058
Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

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

**ANALISIS PENDUGAAN STOK KARBON VEGETASI
MENGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH DI HUTAN
PENGGARON, KOTA UNGARAN KABUPATEN SEMARANG
PROVINSI JAWA TENGAH**

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : Semarang, 23 Juni 2023

Yang menyatakan



(Ma'ruf Arief Fadillah)

ABSTRAK

Efek rumah kaca merupakan masalah iklim yang menyebabkan munculnya fenomena pemanasan global. Stok karbon merupakan eksternalitas yang diperhatikan pada pencegahan pemanasan global. Sebagai salah satu kawasan hutan terluas di Kota Ungaran, Hutan Penggaron berperan penting dalam menjaga stok karbon. Oleh sebab itu, perlu adanya kajian terhadap stok karbon di Hutan Penggaron sebagai salah satu pilar pengendalian emisi karbon di Kota Ungaran. Penelitian ini mengkaji tentang pendugaan kelimpahan stok karbon Hutan Penggaron. Stok karbon diestimasi menggunakan penginderaan jauh dengan metode *light use efficiency* (LUE). Metode LUE memperoleh nilai estimasi biomassa vegetasi menggunakan 3 parameter antara lain fraksi radiasi aktif fotosintesis (fPAR) yang dimodelkan menggunakan NDVI, efisiensi penggunaan cahaya matahari maksimum, serta *photosynthetically active radiation* (PAR). Berdasarkan hasil pemodelan, Hutan Penggaron dengan luas kawasan sebesar 9,183 km² memiliki total kandungan stok karbon sebesar 3.049.515,14 KgC. Total stok karbon per hektar adalah 3.049,515 KgC/Ha. Lahan non-vegetasi memiliki kandungan stok karbon terendah sebesar -20,418 C, sementara kelas kerapatan sangat tinggi memiliki kandungan stok karbon tertinggi sebesar 2.980.908.135,909 C. Pohon Mahoni merupakan jenis pohon dengan kemampuan serapan karbon terbesar dengan rata-rata diameter batang sebesar 46,921 cm. Hasil pemodelan stok karbon di Hutan Penggaron memiliki akurasi nilai RMSE sebesar 97,289 KgC. Uji korelasi menggunakan uji korelasi *Pearson* dengan hasil korelasi sebesar 0,0974. Nilai uji Kolmogorov-Smirnov pada tingkat kepercayaan 90% dan level signifikansi 10% adalah sebesar 0,2. Nilai uji statistik adalah sebesar 0,111. Hasil penelitian menunjukkan adanya stok karbon dalam jumlah besar di Hutan Penggaron sehingga diharapkan adanya upaya pelestarian ekologis terhadap keberlangsungan Hutan Penggaron.

Kata Kunci : LU, NDVI, PAR, Stok Karbon.

ABSTRACT

The greenhouse effect is a climate problem that causes the emergence of the phenomenon of global warming. Carbon stock is an externality that is considered in preventing global warming. As one of the largest forest areas in Ungaran City, Penggaron Forest plays an important role in maintaining carbon stocks. Therefore, there is a need for a study of carbon stocks in the Penggaron Forest as one of the pillars of controlling carbon emissions in Ungaran City. This study examines the estimation of the abundance of carbon stocks in the Penggaron Forest. Carbon stocks are estimated using remote sensing with the light use efficiency (LUE) method. The LUE method obtains the estimated value of vegetation biomass using 3 parameters including the fraction of photosynthetically active radiation (fPAR) which is modeled using NDVI, the maximum efficiency of using sunlight, and photosynthetically active radiation (PAR). Based on the modeling results, Penggaron Forest with an area of 9.183 km² has a total carbon stock content of 3,049,515.14 KgC. The total carbon stock per hectare is 3,049.515 KgC/Ha. Non-vegetated land has the lowest carbon stock content of -20.418 C, while the very high density class has the highest carbon stock content of 2,980,908,135.909 C. Mahogany trees are the type of tree with the greatest carbon absorption capability with an average trunk diameter of 46.921 cm. The results of carbon stock modeling in Penggaron Forest have an accuracy of the RMSE value of 97,289 KgC. The correlation test used the Pearson correlation test with a correlation result of 0.0974. The value of the Kolmogorov-Smirnov test at the 90% confidence level and 10% significance level is 0.2. The statistical test value is 0.111. The results of the study indicate that there is a large amount of carbon stock in the Penggaron Forest so that it is hoped that there will be ecological preservation efforts for the sustainability of the Penggaron Forest.

Keywords : LUE; NDVI; PAR; Carbon Stock;

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	i
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
I.4 Batasan Penelitian	4
I.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	1
I.5.1 Lokasi Penelitian	1
I.5.2 Alat dan Data.....	3
I.5.3 Diagram Alir	5
I.6 Kerangka Berfikir Penelitian	6
I.7 Sistematika Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
II.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu	9
II.2 Emisi Gas Rumah Kaca	14
II.3 Biomassa	15
II.4 Penginderaan Jauh	17
II.5 Koreksi Radiometrik	20
II.6 Citra SPOT.....	21
II.7 <i>Gross Primary Production</i>	22
II.8 <i>Light Use Efficiency (LUE)</i>	24

II.9	<i>Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation (fPAR)</i>	26
II.10	<i>Normalize Difference Vegetation Index (NDVI)</i>	26
II.11	<i>Photosynthetically Active Radiation (PAR)</i>	27
II.12	<i>Sampling</i>	28
	II.12.1 <i>Jumlah Sampling</i>	28
	II.12.2 <i>Teknik Sampling</i>	29
II.13	<i>Validasi</i>	30
II.14	<i>Uji Normalitas</i>	31
II.15	<i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	33
II.16	<i>Uji Korelasi</i>	33
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	35
III.1	<i>Tahap persiapan</i>	35
III.2	<i>Tahap Studi Literatur</i>	35
III.3	<i>Tahap Pengumpulan Data</i>	36
III.4	<i>Tahap Pra Pengolahan Data</i>	40
	III.4.1 <i>Pre-Processing Citra</i>	41
	III.4.2 <i>Clip Citra</i>	42
III.5	<i>Tahap Pengolahan Data</i>	44
	III.5.1 <i>Perhitungan fPAR</i>	44
	III.5.2 <i>Perhitungan LUE</i>	45
	III.5.3 <i>Perhitungan GPP</i>	47
	III.5.4 <i>Perhitungan Stok Karbon</i>	48
III.6	<i>Tahap Validasi Data</i>	50
	III.6.1 <i>Pengambilan Sampel</i>	50
	III.6.2 <i>Uji Validasi NDVI</i>	52
	III.6.3 <i>Uji Akurasi Pemodelan Stok Karbon</i>	55
	III.6.4 <i>Uji Korelasi</i>	56
	III.6.5 <i>Uji Normalitas</i>	57
BAB IV	HASIL DAN ANALISIS	60
IV.1	<i>Pre-Processing Citra</i>	60
IV.2	<i>Hasil Perhitungan fPAR</i>	65
IV.3	<i>Hasil Perhitungan LUE</i>	72
IV.4	<i>Hasil Perhitungan Stok Karbon</i>	74

IV.5 Hasil <i>Sampling</i>	89
IV.6 Hasil Validasi NDVI.....	92
IV.7 Hasil Uji Akurasi	95
IV.8 Hasil Uji Korelasi	100
IV.9 Hasil Uji Normalitas	102
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	104
V.1 Kesimpulan	104
V.2 Saran	105
DAFTAR PUSTAKA	106
LAMPIRAN	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Lokasi Penelitian	1
Gambar I.2 Kenampakan Alam Hutan Penggaron	2
Gambar I.3 Wilayah BKPH Hutan Penggaron	2
Gambar I.4 Diagram Alir.....	5
Gambar I.5 Diagram Alir (Lanjutan).....	6
Gambar I.6 Alur Kerangka Berfikir.....	7
Gambar II.1 Hasil Akurasi Pemodelan Stok Karbon	14
Gambar II.2 Pemanasan Global.....	14
Gambar II.3 Sensor Pasif.....	17
Gambar II.4 Sensor Aktif	18
Gambar II.5 Macam resolusi spektral citra	19
Gambar II.6 Resolusi temporal beberapa citra	19
Gambar II.7 Resolusi Spasial	20
Gambar II.8 Resolusi radiometrik citra	20
Gambar II.9 Parameter Citra SPOT.....	22
Gambar II.10 Parameter Saluran Kanal Citra SPOT	22
Gambar II.11 Model Siklus Karbon	23
Gambar II.12 <i>Light Use Efficiency</i>	25
Gambar II.13 <i>Photosynthetically Active Radiation</i>	28
Gambar II.14 <i>Gap Light Analyzer</i>	31
Gambar III.1 Citra SPOT	37
Gambar III.2 Tampilan situs POWER NASA	38
Gambar III.3 Tampilan <i>Interface</i> Gap Light Analyzer	39
Gambar III.4 Pengukuran diameter Batang.....	40
Gambar III.5 Metadata Citra SPOT-7	41
Gambar III.6 Index Citra SPOT-7	41
Gambar III.7 Koreksi DN to TOA	42
Gambar III.8 TOA <i>Radiance to TOA Reflectance</i>	42
Gambar III.9 <i>Clip Raster by Extent</i>	43
Gambar III.10 Citra Hasil Pematangan.....	44
Gambar III.11 Input Citra.....	44

Gambar III.12 Perhitungan fPAR.....	45
Gambar III.13 Hasil fPAR	45
Gambar III.14 <i>Raster Calculator</i>	46
Gambar III.15 <i>Input</i> Algoritma RGRI.....	46
Gambar III.16 Hasil LUE maksimum	47
Gambar III.17 Hasil GPP	48
Gambar III.18 Hasil GPP	48
Gambar III.19 <i>Input</i> Persamaan pada <i>Raster Calculator</i>	49
Gambar III.20 Hasil Perhitungan Stok Karbon.....	49
Gambar III.21 Avenza Maps	50
Gambar III.22 Dokumentasi Pelacakan dan Penelusuran Sampel	51
Gambar III.23 Pengukuran Keliling Batang	51
Gambar III.24 Perhitungan Diameter dan Stok Karbon Menggunakan Microsoft Excel .	52
Gambar III.25 Dokumentasi dan Pengambilan Koordinat Sampel.....	52
Gambar III.26 Tampilan Gap Light Analyzer.....	53
Gambar III.27 <i>Choose Icon Menu</i> pada GLA	53
Gambar III.28 <i>Photos Review Menu</i>	54
Gambar III.29 Hasil Analisis GLA	54
Gambar III.30 <i>Open</i> Microsoft Excel.....	55
Gambar III.31 <i>Input</i> Data Validasi Stok Karbon	55
Gambar III.32 Pengambilan Nilai Stok Karbon Pemodelan	56
Gambar III.33 Tampilan Microsoft Excel.....	56
Gambar III.34 Pehitungan Korelasi.....	57
Gambar III.35 Membuka Perangkat SPSS	57
Gambar III.36 <i>New Dataset</i>	58
Gambar III.37 <i>Input</i> Data kedalam SPSS.....	58
Gambar III.38 Pemilihan Uji Kolmogorov-Smirnov	58
Gambar III.39 <i>Input</i> Parameter	59
Gambar III.40 Hasil Uji Normalitas dengan SPSS	59
Gambar IV.1 Perbandingan Visualisasi Citra.....	61
Gambar IV.2 Hasil Koreksi Radiometrik <i>Band 1</i>	62
Gambar IV.3 Hasil Koreksi Radiometrik <i>Band 2</i>	63
Gambar IV.4 Hasil Koreksi Radiometrik <i>Band 3</i>	64

Gambar IV.5 Hasil Koreksi <i>Band</i> NIR.....	65
Gambar IV.6 Hasil NDVI.....	66
Gambar IV.7 Grafik Histogram Klasifikasi NDVI Hutan Penggaron.....	67
Gambar IV.8 Contoh Wilayah.....	69
Gambar IV.9 Kawasan Non Vegetasi (a) dan Kerapatan Vegetasi Rendah (b).	69
Gambar IV.10 Contoh Pola Spasial Indeks Kerapatan Vegetasi.....	70
Gambar IV.11 Contoh Hasil Kesesuaian NDVI (kanan) dengan Kondisi Eksisting.....	71
Gambar IV.12 Contoh Kesalahan Interpretasi.....	72
Gambar IV.13 Histogram LUE Maksimum Hutan Penggaron	73
Gambar IV.14 Hasil LUE Maksimum Hutan Penggaron	73
Gambar IV.15 Nilai LUE Kawasan Lahan Terbuka.....	74
Gambar IV.16 Hasil Pemodelan Stok Karbon.....	75
Gambar IV.17 Histogram Pemodelan Stok Karbon Hutan Penggaron	76
Gambar IV.18 Stok Karbon Kelas NDVI Non Vegetasi.....	78
Gambar IV.19 Stok Karbon Kelas NDVI Kerapatan Rendah	79
Gambar IV.20 Stok Karbon Kelas NDVI Kerapatan Sedang.....	80
Gambar IV.21 Stok Karbon Kelas NDVI Tinggi dan Sangat Tinggi.....	81
Gambar IV.22 Persebaran Sampel di Hutan Penggaron.....	82
Gambar IV.23 Jenis Pohon pada Bagian Tengah Kawasan Penggaron	83
Gambar IV.24 Stok karbon dan NDVI pada Sampel Sukun dan Cerminalia Terbula	84
Gambar IV.25 Stok Karbon dan NDVI pada Sampel Leresidi	84
Gambar IV.26 Stok Karbon dan NDVI pada Sampel Mahoni	84
Gambar IV.27 Persebaran Sampel Lokasi Selatan	85
Gambar IV.28 Pengaruh Kondisi Eksisting terhadap Hasil Pemodelan Stok Karbon	86
Gambar IV.29 Persebaran Sampel pada Lokasi Barat Hutan Penggaron.....	87
Gambar IV.30 Hubungan Antara Keliling Batang Vegetasi dengan Stok Karbon	88
Gambar IV.31 Persebaran Sampel Penelitian.....	91
Gambar IV.32 Grafik Hubungan Validasi Kerapatan Vegetasi dengan NDVI.....	94
Gambar IV.33 Kluster 1 Sampel Validasi	97
Gambar IV.34 Kluster 2 Sampel Validasi	98
Gambar IV.35 Kluster 3 Sampel Validasi	99
Gambar IV.36 Hasil Uji Korelasi Menggunakan SPSS	102
Gambar IV.37 Hasil Uji Korelasi Menggunakan SPSS 2	102

Gambar IV.38 Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov 103

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data Penelitian	4
Tabel II.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu.....	9
Tabel II.2 Perubahan Luasan Kepadatan Bangunan Kota Ungaran 2009 – 2018.....	11
Tabel II.3 Perubahan Kepadatan Lahan Terbangun Kota Ungaran 2016 - 2020.....	11
Tabel II.4 Klasifikasi Kerapatan Vegetasi.....	27
Tabel II.5 Ketentuan Pengukuran DBH	30
Tabel IV.1 Luas Wilayah Hutan Penggaron Berdasarkan Tingkat Kerapatan.....	68
Tabel IV.2 Statistik Stok Karbon Hutan Penggaron.....	76
Tabel IV.3 Nilai Stok Karbon Berdasarkan Klasifikasi NDVI	77
Tabel IV.4 Sampel Kawasan Tengah Hutan Penggaron	83
Tabel IV.5 Sampel Validasi pada Kawasan Selatan Hutan Penggaron.....	85
Tabel IV.6 Hasil Sampel pada Lokasi Barat Hutan Penggaron	87
Tabel IV.7 Diameter Per Jenis Tumbuhan	89
Tabel IV.8 Hasil Pengambilan Sampel.....	90
Tabel IV.9 Hasil Validasi NDVI	92
Tabel IV.10 Kondisi Kanopi pada Tiap Sampel.....	93
Tabel IV.11 Hasil Uji Akurasi.....	95
Tabel IV.12 Hasil Selisih Stok Karbon Pemodelan dengan Validasi Lapangan Kluster 1	97
Tabel IV.13 Hasil Selisih Stok Karbon Pemodelan dengan Validasi Lapangan Kluster 2	98
Tabel IV.14 Hasil Selisih Stok Karbon Pemodelan dengan Validasi Lapangan Kluster 3	99
Tabel IV.15 Perhitungan Korelasi <i>Pearson</i>	100

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Peta Klasifikasi NDVI Hutan Penggaron.....	112
Lampiran 2 Peta <i>Light Use Efficiency</i> Hutan Penggaron	112
Lampiran 3 Peta Estimasi Stok Karbon Hutan Penggaron	113
Lampiran 4 Hasil <i>Sampling</i> dan Validasi Lapangan	113
Lampiran 5 Tabel Hasil Uji Akurasi Stok Karbon	115
Lampiran 6 Tabel Hasil Uji Korelasi NDVI dengan Stok Karbon.....	117
Lampiran 7 Tabel Hasil Uji Validasi NDVI.....	118
Lampiran 8 Surat Serah Terima Permohonan dan Pemberian Data Citra dari BRIN	119
Lampiran 9 Surat Izin Penelitian dan Masuk Hutan Penggaron.....	120
Lampiran 10 Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian.....	122