



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KELEMBABAN TANAH OPTIMUM BERBASIS
ALGORITMA *SOIL MOISTURE INDEX* (SMI) MENGGUNAKAN
CITRA OPTIS LANDSAT 8 OLI/TIRS DAN KOEFISIEN
BACKSCATTER MENGGUNAKAN CITRA RADAR SENTINEL-1A
(Studi Kasus: Area Persawahan di Kabupaten Pati)**

TUGAS AKHIR

ABDULLAH AZZAM

21110119130040

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2023**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KELEMBABAN TANAH OPTIMUM BERBASIS
ALGORITMA *SOIL MOISTURE INDEX* (SMI) MENGGUNAKAN
CITRA OPTIS LANDSAT 8 OLI/TIRS DAN KOEFISIEN
BACKSCATTER MENGGUNAKAN CITRA RADAR SENTINEL-1A
(Studi Kasus: Area Persawahan di Kabupaten Pati)**

TUGAS AKHIR

ABDULLAH AZZAM

21110119130040

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2023**

HALAMAN PERNYATAAN

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

Nama : ABDULLAH AZZAM

NIM : 21110119130040

Tanda Tangan : 

Tanggal : 15 September 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : ABDULLAH AZZAM
NIM : 21110119130040
PROGRAM STUDI : TEKNIK GEODESI
Judul Skripsi :

ANALISIS KELEMBABAN TANAH OPTIMUM BERBASIS ALGORITMA *SOIL MOISTURE INDEX* (SMI) MENGGUNAKAN CITRA OPTIS LANDSAT 8 OLI/TIRS DAN KOEFISIEN *BACKSCATTER* MENGGUNAKAN CITRA RADAR SENTINEL-1A (Studi Kasus: Area Persawahan di Kabupaten Pati)

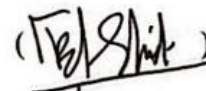
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/ S1 pada Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T.



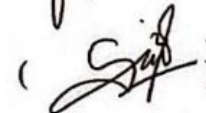
Pembimbing 2 : Nurhadi Bashit, S.T., M.Eng



Penguji 1 : Arwan Putra Wijaya, S.T., M.T.



Penguji 2 : Shofiyatul Qoyimah, S.T., M.S.



Semarang, 15 September 2023

Ketua Departemen Teknik Geodesi



Dr. L. M. Sabri, S.T., M.T.
NIP. 197703092008121001

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Barang siapa keluar untuk mencari sebuah ilmu, maka ia akan berada di jalan Allah hingga ia kembali.”

(HR Tirmidzi)

•••

“The true worth of an experimenter consists in his pursuing not only what he seeks in his experiment, but also what he does not seek.”

(Claude Bernard)

•••

Alhamdulillah penulis ucapkan sebagai rasa syukur serta ungkapan terimakasih kepada Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan kekuatan, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan pendidikan sarjana strata-1 ini dengan baik. Penelitian ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan baik itu berupa dukungan moril maupun materil.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa, Pencipta dan Pemelihara alam semesta, akhirnya Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**Analisis Kelembaban Tanah Optimum Berbasis Algoritma *Soil Moisture Index* (SMI) Menggunakan Citra Optis Landsat 8 OLI/TIRS dan Koefisien *Backscatter* Menggunakan Citra Radar Sentinel-1A (Studi Kasus: Area Persawahan di Kabupaten Pati)**”, 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 Dr. L. M. Sabri, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
2. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Nurhadi Bashit, S.T., M.Eng, selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Fauzi Janu Amarrohman S.T., M.Eng., selaku dosen wali selama masa perkuliahan.
5. Seluruh dosen serta tenaga kependidikan di lingkungan Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu dan pelajaran kepada penulis selama menimba ilmu di bangku perkuliahan.
6. Ibu Wiwiet Wijayanti, S.T., M.T., selaku Kepala Seksi Perencanaan Tata Ruang Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUTR) Kabupaten Pati yang telah memberikan data serta informasi yang dibutuhkan oleh penulis dalam penelitian.
7. Bapak Herman Setiawan, S.H., selaku Kepala Bidang Politik dalam Negeri dan Ormas Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kabupaten Pati yang telah memberikan rekomendasi serta perizinan dalam pelaksanaan penelitian.

8. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik berupa material 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, 15 September 2023



Abdullah Azzam

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : ABDULLAH AZZAM
NIM : 21110119130040
Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

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

ANALISIS KELEMBABAN TANAH OPTIMUM BERBASIS ALGORITMA *SOIL MOISTURE INDEX* (SMI) MENGGUNAKAN CITRA OPTIS LANDSAT 8 OLI/TIRS DAN KOEFISIEN *BACKSCATTER* MENGGUNAKAN CITRA RADAR SENTINEL-1A (Studi Kasus: Area Persawahan di Kabupaten Pati)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan 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, 15 September 2023

Yang menyatakan



(Abdullah Azzam)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	4
I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
I.4 Batasan Masalah	5
I.5 Ruang Lingkup.....	5
I.5.1 Wilayah Penelitian	5
I.5.2 Peralatan dan Data Penelitian.....	7
I.6 Metodologi Penelitian.....	8
I.6.1 Diagram Alir Penelitian	8
I.6.2 Sistematika Penelitian	9
I.7 Sistematika Penulisan Penelitian	11
I.8 Sistematika Kerangka Berpikir	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
II.1 Kajian Penelitian Terdahulu	13
II.2 Kajian Wilayah Penelitian	18
II.3 Kelembaban Tanah	19
II.4 Fase Tumbuh Padi.....	20

II.5	Pengindraan Jauh	21
II.5.1	Sistem Pengindraan Jauh.....	22
II.5.2	Sensor Citra Satelit Pengindraan Jauh	24
II.6	Resolusi Citra.....	25
II.7	<i>Synthetic Aperture Radar</i> (SAR)	27
II.8	Koefisien <i>Backscatter</i>	28
II.9	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i> (NDVI)	30
II.10	<i>Land Surface Temperature</i> (LST).....	31
II.11	<i>Soil Moisture Index</i> (SMI)	33
II.12	Citra Sentinel-1A	34
II.13	Citra Landsat 8 OLI/TIRS	35
II.14	Teori Uji Verifikasi Geometrik.....	37
II.15	Teknik Pengambilan Sampel	40
II.16	Uji Statistik	40
II.16.1	Uji Regresi Linier	40
II.16.2	Uji Korelasi	41
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	43
III.1	Tahapan Persiapan	43
III.1.1	Studi Literatur	43
III.1.2	Survei Pendahuluan.....	43
III.1.3	Kalibrasi <i>Hygrometer</i>	44
III.1.4	Akuisisi Data.....	46
III.2	Tahapan Pengolahan Data.....	48
III.2.1	Penentuan Sampel Validasi.....	48
III.2.2	Pengolahan Citra Sentinel-1A.....	50
III.2.3	Pengolahan Citra Landsat 8 OLI/TIRS	56
III.3	Tahapan Analisis dan Validasi Hasil	77
III.3.1	Analisis Pola dan Sebaran Kelembaban Tanah.....	77
III.3.2	Analisis Validasi Hasil Kelembaban Tanah.....	81
III.4	Tahapan Penyajian Data	83
BAB IV	HASIL DAN ANALISIS	84
IV.1	Uji Verifikasi Geometrik	84

IV.2	Kelembaban Tanah Menggunakan Citra Sentinel-1A.....	86
IV.3	Kelembaban Tanah Menggunakan Citra Landsat 8 OLI/TIRS	90
IV.4	Fase Pertumbuhan Tanaman Padi.....	96
IV.5	Pola Sebaran Kelembaban Tanah	100
IV.6	Validasi Data Kelembaban Tanah	103
IV.6.1	Kelembaban Tanah Pengolahan Sentinel-1A.....	103
IV.6.2	Kelembaban Tanah Pengolahan Landsat 8 OLI/TIRS.....	106
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	110
V.1	Simpulan	110
V.2	Saran	110
DAFTAR PUSTAKA	xix
LAMPIRAN	L-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Peta Lokasi Penelitian	6
Gambar I-2 Alat Ukur <i>Hygrometer</i>	7
Gambar I-3 Diagram Alir Penelitian	9
Gambar I-4 Kerangka Berpikir.....	12
Gambar II-1 Alun-Alun Sebagai <i>Landmark</i> Kabupaten Pati.....	19
Gambar II-2 Kelembaban Tanah sebagai Kontributor Pertumbuhan	19
Gambar II-3 Skema Proses Perekaman	22
Gambar II-4 Perbedaan Tingkatan Resolusi Spasial	25
Gambar II-5 Ilustrasi Resolusi Temporal	25
Gambar II-6 Resolusi Spektral	26
Gambar II-7 Ilustrasi Resolusi Radiometrik	26
Gambar II-8 Geometri Sistem SAR	27
Gambar II-9 Karakteristik serta Mekanisme <i>Backscatter</i>	29
Gambar II-10 Rentang NDVI	30
Gambar II-11 Satelit Sentinel-1A	34
Gambar II-12 Citra Stelit Landsat 8 OLI/TIRS	36
Gambar II-13 Distribusi ICP Ideal	38
Gambar II-14 Distribusi ICP Ideal untuk Area Tidak Beraturan	38
Gambar III-1 Kegiatan Survei Pendahuluan.....	44
Gambar III-2 Perizinan Data Penelitian di DPUTR Kabupaten Pati.....	44
Gambar III-3 Alat dan Bahan Kalibrasi.....	45
Gambar III-4 Menempatkan <i>Hygrometer</i>	45
Gambar III-5 Membuat Larutan Garam.....	45
Gambar III-6 Proses Kalibrasi <i>Hygrometer</i>	46
Gambar III-7 <i>Hygrometer</i> yang Telah Terkalibrasi.....	46
Gambar III-8 Pengambilan Data Sampel.....	47
Gambar III-9 Mengunduh Data Citra Sentinel-1A	47
Gambar III-10 Mengunduh Data Citra Landsat 8 OLI/TIRS	48
Gambar III-11 Sebaran Titik Uji Periode Bulan Maret dan April	49
Gambar III-12 Sebaran Titik Uji Periode Bulan Mei dan Juni.....	50

Gambar III-13 Diagram Alir Pengolahan Data Citra Sentinel-1A	51
Gambar III-14 Tahap <i>Apply Orbit File</i>	52
Gambar III-15 Tahap <i>Thermal Noise Removal</i>	52
Gambar III-16 Tahap <i>Border Noise Removal</i>	53
Gambar III-17 Tahap Kalibrasi Radiometrik.....	53
Gambar III-18 Tahap <i>Multilooking</i>	54
Gambar III-19 Tahap <i>Speckle Filtering</i>	54
Gambar III-20 Tahap <i>Terrain Correction</i>	55
Gambar III-21 Tahap <i>dB Conversion</i>	55
Gambar III-22 Perhitungan Konstanta Dielektrik.....	56
Gambar III-23 Hasil Pengolahan Estimasi Kelembaban Tanah	56
Gambar III-24 Diagram Alir Pengolahan Data Citra Landsat 8 OLI/TIRS.....	57
Gambar III-25 Tahap <i>Layer Stacking</i>	58
Gambar III-26 Tahap Koreksi Radiometrik.....	58
Gambar III-27 Tahap Koreksi Atmosferik	59
Gambar III-28 Citra Landsat 8 pada ArcGIS Desktop	59
Gambar III-29 Pengaturan Tampilan RGB Citra.....	60
Gambar III-30 Tampilan Citra Komposit <i>False Color</i>	60
Gambar III-31 <i>Import Shapefile</i> Area Kabupaten Pati	61
Gambar III-32 Menu <i>Add Field</i>	61
Gambar III-33 Menambahkan <i>Field</i> Luas Wilayah.....	62
Gambar III-34 Proses <i>Calculate Geometry</i>	62
Gambar III-35 Memilih Sistem Koordinat serta Satuan	63
Gambar III-36 Hasil Perhitungan Luas Wilayah	63
Gambar III-37 <i>Import</i> Semua Data	64
Gambar III-38 Membuat Geometri Persegi	64
Gambar III-39 Membuat Garis (<i>Line</i>).....	65
Gambar III-40 Pembagian Kuadran Wilayah Kabupaten Pati.....	65
Gambar III-41 Membuat <i>Shapefile</i> Garis Diagonal.....	66
Gambar III-42 Memilih Sistem Koordinat Proyeksi	66
Gambar III-43 Hasil Pembuatan Garis Diagonal.....	67
Gambar III-44 Hasil Perhitungan Panjang Diagonal.....	67

Gambar III-45 Membuat <i>Grid</i>	68
Gambar III-46 Mengatur Ukuran <i>Grid</i> Sesuai Ketentuan	68
Gambar III-47 Hasil Pembuatan <i>Grid</i>	69
Gambar III-48 Menu <i>Georeferencing</i>	69
Gambar III-49 Pembuatan Titik ICP.....	69
Gambar III-50 Persebaran Titik Uji ICP.....	70
Gambar III-51 Membuka Fitur <i>View Link Table</i>	70
Gambar III-52 Hasil Perhitungan RMSE.....	71
Gambar III-53 Proses Perhitungan RMSE dan CE90.....	71
Gambar III-54 Tahap Pemotongan Citra	72
Gambar III-55 Hasil Pemotongan Citra.....	72
Gambar III-56 Tahap Pengolahan NDVI.....	73
Gambar III-57 Hasil NDVI.....	73
Gambar III-58 Pengolahan <i>Brightness Temperature</i>	74
Gambar III-59 Pengolahan Proporsi Vegetasi (PV)	74
Gambar III-60 Pengolahan Emisivitas (e)	75
Gambar III-61 Penentuan Nilai LST.....	75
Gambar III-62 Hasil Pengolahan LST	76
Gambar III-63 Perhitungan Indeks SMI	76
Gambar III-64 Hasil Estimasi Kelembaban Tanah SMI.....	77
Gambar III-65 Sebaran Sampel Fase Tumbuh Padi	78
Gambar III-66 Identifikasi Nilai Spektral NDVI.....	78
Gambar III-67 Regresi Polinomial pada Excel.....	79
Gambar III-68 Hasil Regresi Polinomial Fase Tumbuh Padi	79
Gambar III-69 <i>Raster Kalkulator</i> Klasifikasi Fase Tumbuh Padi	80
Gambar III-70 Hasil Klasifikasi Fase Tumbuh Padi.....	81
Gambar III-71 Penghimpunan Data Kelembaban Tanah.....	82
Gambar III-72 Hasil Perhitungan RMSE.....	82
Gambar IV-1 Kelembaban Tanah Bulan Maret	86
Gambar IV-2 Kelembaban Tanah Bulan April	87
Gambar IV-3 Kelembaban Tanah Bulan Mei	87
Gambar IV-4 Kelembaban Tanah Bulan Juni	88

Gambar IV-5 Kelembaban Tanah Bulan Maret	91
Gambar IV-6 Kelembaban Tanah Bulan April	91
Gambar IV-7 Kelembaban Tanah Bulan Mei	92
Gambar IV-8 Kelembaban Tanah Bulan Juni	92
Gambar IV-9 Fase Tumbuh Padi Bulan Maret	96
Gambar IV-10 Fase Tumbuh Padi Bulan April	96
Gambar IV-11 Fase Tumbuh Padi Bulan Mei	97
Gambar IV-12 Fase Tumbuh Padi Bulan Juni	97
Gambar IV-13 Kurva Hasil Regresi Polinomial Fase Tumbuh Padi	98
Gambar IV-14 Pola Sebaran Curah Hujan Harian	100
Gambar IV-15 Pola Sebaran Kelembaban Tanah Hasil Pengolahan	101

DAFTAR TABEL

Tabel I-1 Data Penelitian.....	8
Tabel II-1 Daftar Penelitian Terdahulu.....	13
Tabel II-2 Klasifikasi Tingkat Kelembaban Tanah	20
Tabel II-3 Fase Pertumbuhan Tanaman Padi	20
Tabel II-4 Tipe Kanal (<i>Band</i>) pada Satelit Radar	28
Tabel II-5 Rentang Nilai NDVI Fase Tumbuh Padi	31
Tabel II-6 Klasifikasi Nilai <i>Soil Moisture Index</i>	34
Tabel II-7 Informasi Produk Satelit Sentinel-1A	35
Tabel II-8 Daftar <i>Band</i> pada Sensor OLI	36
Tabel II-9 Daftar <i>Band</i> pada Sensor TIRS	37
Tabel II-10 Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan	38
Tabel II-11 Kelas Ketelitian Horizontal CE90	39
Tabel II-12 Koefisien Korelasi	42
Tabel IV-1 Hasil Uji Verifikasi Geometrik.....	84
Tabel IV-2 Luas Kelas Kelembaban Pengolahan Sentinel-1A.....	88
Tabel IV-3 Luas Kelas Kelembaban Pengolahan Landsat 8 OLI/TIRS	93
Tabel IV-4 Nilai Spektral SMI Citra Landsat 8 OLI/TIRS.....	93
Tabel IV-5 Luas Kelas Kelembaban Pengolahan Landsat 8 OLI/TIRS	99
Tabel IV-6 Validasi Kelembaban Tanah Bulan Maret.....	103
Tabel IV-7 Validasi Kelembaban Tanah Bulan April.....	104
Tabel IV-8 Validasi Kelembaban Tanah Bulan Mei.....	104
Tabel IV-9 Validasi Kelembaban Tanah Bulan Juni	105
Tabel IV-10 Validasi Kelembaban Tanah Bulan Maret.....	106
Tabel IV-11 Validasi Kelembaban Tanah Bulan April.....	107
Tabel IV-12 Validasi Kelembaban Tanah Bulan Mei.....	108
Tabel IV-13 Validasi Kelembaban Tanah Bulan Juni	108

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Asistensi	L-2
Lampiran 2 Dokumen Perizinan Tugas Akhir dan Permohonan Data.....	L-5
Lampiran 3 Data Curah Hujan Harian	L-11
Lampiran 4 Nilai NDVI Titik Uji Regresi Polinomial Fase Tumbuh Padi.....	L-15
Lampiran 5 <i>Layout</i> Peta Pemodelan Fase Tumbuh Padi	L-19
Lampiran 6 <i>Layout</i> Peta Sebaran Kelembaban Tanah	L-24
Lampiran 7 Dokumentasi Perizinan dan Pengambilan Data.....	L-33