

SKRIPSI

**DETEKSI PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN BERBASIS CITRA
SATELIT MULTITEMPORAL MENGGUNAKAN
ALGORITMA RANDOM FOREST
(Studi Kasus: Kota Surakarta)**



Disusun oleh:

Nama : Willy Darmadi Surya Wardhana
NIM 2113010336

**PROGRAM SARJANA
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER
AMIKOM SURAKARTA
SUKOHARJO
2026**

SKRIPSI

**DETEKSI PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN BERBASIS CITRA
SATELIT MULTITEMPORAL MENGGUNAKAN
ALGORITMA RANDOM FOREST
(Studi Kasus: Kota Surakarta)**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Sarjana



Disusun oleh:

Nama : Willy Darmadi Surya Wardhana
NIM 2113010336

**PROGRAM SARJANA
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER
AMIKOM SURAKARTA
SUKOHARJO**

2026

HALAMAN PENGESAHAN

DETEKSI PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN BERBASIS CITRA SATELIT MULTITEMPORAL MENGGUNAKAN ALGORITMA RANDOM FOREST (Studi Kasus: Kota Surakarta)

Dipersiapkan dan Disusun oleh

Willy Darmadi Surya Wardhana

2113010336

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Sarjana
Program Studi Informatika
Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AMIKOM Surakarta
pada hari Rabu, 16 September 2026

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer

Sukoharjo, 16 September 2026

Ketua



Muhammad Setiawan, M.Kom.

NIK. 2009.281.211

HALAMAN PERSETUJUAN

DETEKSI PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN BERBASIS CITRA SATELIT MULTITEMPORAL MENGGUNAKAN ALGORITMA RANDOM FOREST (Studi Kasus: Kota Surakarta)

Dipersiapkan dan Disusun oleh

Willy Darmadi Surya Wardhana

2113010336

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Sarjana
Program Studi Informatika
Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AMIKOM Surakarta
pada hari Rabu, 16 September 2026

Pembimbing Utama

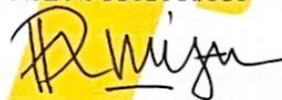


Ina Sholihah Widiati, M.Kom.
NIDN. 0630128903

Anggota Tim Penguji



Sri Widianti, M.Kom.
NIDN. 0618108001



Riyan Abdul Aziz, M.Kom.
NIDN. 0621099102

Pembimbing Pendamping



Tinuk Agustin, M.Kom.
NIDN. 0611088902



Ina Sholihah Widiati, M.Kom.
NIDN. 0630128903

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer

Sukoharjo, 16 September 2026

Rektua


Muhammad Setiawan, M.Kom.
NIK 2009.281.211

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Willy Darmadi Surya Wardhana
NIM : 2113010336

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

**Deteksi Perubahan Tutupan Lahan Berbasis Citra Satelit Multitemporal
Menggunakan Algoritma Random Forest (Studi Kasus: Kota Surakarta)**

Dosen Pembimbing Utama : Ina Sholihah Widiati, M.Kom.
Dosen Pembimbing Pendamping : Tinuk Agustin, M.Kom.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AMIKOM Surakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim Dosen Pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AMIKOM Surakarta
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi

Sukoharjo, 16 September 2026
Yang Menyatakan,



Willy Darmadi Surya Wardhana

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan penuh kerendahan hati, karya ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Bambang Surisyanto dan Ibu Hesti Puspawardani yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan, dan pengorbanan tanpa batas demi keberhasilan anak-anaknya.
2. Saudara kandung saya, Widdy Julieta Kusuma Wardhani yang selalu menjadi sumber doa, semangat, dan motivasi dalam setiap langkah.
3. Seluruh dosen, staf, dan civitas akademika STMIK Amikom Surakarta yang telah membekali dengan ilmu, pengalaman, dan kesempatan belajar yang berharga sepanjang masa perkuliahan.
4. Teman-teman tercinta, khususnya Sahitya Manunggal yang selalu memberi dukungan dan motivasi hingga terselesaikannya penelitian ini.
5. Almamater tercinta, STMIK Amikom Surakarta yang menjadi tempat menimba ilmu, membentuk karakter, dan pengalaman berharga.
6. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting.*

HALAMAN MOTTO

“The story wouldn’t end unless the reader gave up on the story.”

Kim Dokja, *Omniscient Reader’s Viewpoint*, Chapter 170

“Knowledge can change one’s destiny, and diligence will result in glory.”

Klein Moretti, *Lord of Mysteries*, Chapter 183

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas rahmat, karunia, serta bimbingan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Deteksi Perubahan Tutupan Lahan Berbasis Citra Satelit Multitemporal Menggunakan *Random Forest* (Studi Kasus: Kota Surakarta)”. Penulisan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika, STMIK Amikom Surakarta.

Dalam proses penyusunan, penulis mendapatkan dukungan moral, motivasi, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Muhammad Setiyawan, M.Kom, selaku Ketua STMIK Amikom Surakarta, atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan selama penyelesaian studi.
2. Bapak Muhammad Setiyawan, M.Kom, selaku Kepala Program Studi S1 Informatika, atas perhatian dan arahannya yang sangat bermanfaat.
3. Ibu Ina Sholihah Widiati, M.Kom, selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, tenaga, serta kesabaran dalam memberikan masukan dan bimbingan.
4. Ibu Tinuk Agustin, M.Kom, selaku dosen pembimbing pendamping yang juga meluangkan waktu, tenaga, serta kesabaran dalam memberikan masukan dan bimbingan.

5. Pimpinan serta seluruh jajaran Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Surakarta yang telah berkenan memberikan izin penelitian serta membantu menyediakan data yang diperlukan.
6. Bapak Yuki Riswandha selaku staf tata ruang Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Surakarta yang telah berpartisipasi secara langsung maupun tidak langsung dalam mendukung penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri, Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Surakarta, maupun pengembangan ilmu pengetahuan dibidang sistem informasi.

Sukoharjo, 8 September 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR RUMUS.....	xviii
INTISARI.....	xx
<i>ABSTRACT</i>	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	9
1.3. Batasan Masalah.....	9
1.4. Tujuan Penelitian.....	10
1.5. Manfaat Penelitian.....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1. Tinjauan Pustaka	13

2.2. Keaslian Penelitian	17
2.3. Landasan Teori	20
2.3.1. Penginderaan Jarak Jauh (<i>Remote Sensing</i>)	20
2.3.2. Tutupan Lahan	20
2.3.3. Citra Satelit Multitemporal	21
2.3.4. Indeks Spektral	21
2.3.5. <i>Machine Learning</i>	25
2.3.6. <i>Random Forest</i>	25
2.3.7. <i>Confusion Matrix</i>	27
2.3.8. WebGIS	29
2.3.9. <i>Rapid Application Development (RAD)</i>	29
2.3.10. <i>Unified Modeling Language (UML)</i>	31
2.3.11. SWOT (<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>)	35
2.3.12. <i>User Acceptance Testing (UAT)</i>	37
2.3.13. <i>Black Box Testing</i>	38
2.3.14. <i>Google Earth Engine</i>	38
2.3.15. <i>Framework FastAPI</i>	39
2.3.16. Python	39
2.3.17. HTML (<i>HyperText Markup Language</i>)	40
2.3.18. CSS (<i>Cascading Style Sheets</i>)	40

2.3.19. JavaScript	41
BAB III METODE PENELITIAN	42
3.1. Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian	42
3.2. Teknik Pengumpulan Data	43
3.2.1. Pengumpulan Data Kuantitatif.....	44
3.2.2. Pengumpulan Data Kualitatif.....	44
3.3. Teknik Analisis Data.....	46
3.3.1. Analisis Data Menggunakan SWOT.....	46
3.3.2. Evaluasi <i>Machine Learning</i> Menggunakan <i>Confusion Matrix</i>	47
3.3.3. Evaluasi Fungsional Menggunakan <i>Black Box Testing</i> dan UAT.	48
3.4. Alur Penelitian.....	48
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	53
4.1. Pengumpulan Data	53
4.1.1. Observasi	53
4.1.2. Wawancara.....	55
4.1.3. Studi Pustaka	56
4.1.4. Citra Satelit Sentinel-2.....	57
4.1.5. Data Batas Administratif dan CSRT (Citra Satelit Resolusi Tinggi) Kota Surakarta.....	60
4.2. Analisis Data	64
4.3. Sistem Klasifikasi Tutupan Lahan	67

4.3.1. Pra-Pemrosesan Citra.....	70
4.3.2. Ekstraksi Indeks Spektral.....	72
4.3.3. Pemodelan <i>Random Forest</i>	73
4.3.4. Evaluasi Model (<i>Confusion Matrix</i>)	78
4.4. <i>Rapid Application Development</i> (RAD)	83
4.4.1. Analisis Kebutuhan.....	83
4.4.2. Desain Sistem	86
4.4.3. Pengujian <i>Prototype</i>	107
4.4.4. Penyempurnaan <i>Prototype</i>	108
4.4.5. Pengembangan Sistem	109
4.4.6. Implementasi Sistem.....	116
4.4.7. <i>User Acceptance Testing</i> (UAT)	117
BAB V PENUTUP.....	120
5.1. Kesimpulan.....	120
5.2. Saran.....	121
DAFTAR PUSTAKA.....	122
LAMPIRAN	127

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Matriks Literatur Review dan Posisi Penelitian Deteksi Perubahan Tutupan Lahan Berbasis Citra Satelit Multitemporal Menggunakan Algoritma Random Forest.....	17
Tabel 2.1. Lanjutan.....	18
Tabel 2.1. Lanjutan.....	19
Tabel 2.2. Simbol <i>Use Case</i> Diagram	32
Tabel 2.3. Simbol <i>Activity</i> Diagram	33
Tabel 2.3. Lanjutan.....	34
Tabel 2.4. Simbol <i>Sequence</i> Diagram	35
Tabel 4.1. Analisis SWOT.....	64
Tabel 4.1. Lanjutan.....	65
Tabel 4.2. Analisis Strategi SWOT	66
Tabel 4.3. Simulasi Data Sampel Ekstraksi Indeks Spektral.....	76
Tabel 4.4. <i>Classification Report</i>	79
Tabel 4.4. Lanjutan.....	80
Tabel 4.5. <i>Confusion Matrix</i>	80
Tabel 4.6. <i>Use Case Description: Login</i>	88
Tabel 4.7. <i>Use Case Description: Logout</i>	89
Tabel 4.8. <i>Use Case Description: Manajemen Data</i>	90
Tabel 4.9. <i>Use Case Description: Generate Cache</i>	91
Tabel 4.10. <i>Use Case Description: Manajemen Akun</i>	92

Tabel 4.11. <i>Use Case Description</i> : Lihat Peta	93
Tabel 4.12. <i>Use Case Description</i> : Deteksi Perubahan.....	94
Tabel 4.13. <i>Use Case Description</i> : Lihat Tabel Matriks.....	95
Tabel 4.14. Hasil Pengujian <i>Black Box Testing</i>	115
Tabel 4.14. Lanjutan.....	116
Tabel 4.15. Hasil <i>User Acceptance Testing</i> (UAT).....	118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi Proses Random Forest (Trivusi, 2022)	26
Gambar 2.2. RAD (Musyaffa, 2024).....	30
Gambar 3.3. Alur Penelitian.	49
Gambar 4.1. <i>Homepage Google Earth Engine</i>	58
Gambar 4.2. <i>Google Earth Engine</i>	60
Gambar 4.3. Tampilan awal <i>global mapper pro</i>	61
Gambar 4.4. Batas administratif dan CSRT	62
Gambar 4.5. <i>Create Point/Text Feature</i>	62
Gambar 4.6. Buat titik <i>ground truth</i>	63
Gambar 4.7. Ekspor <i>ground truth</i>	63
Gambar 4.8. <i>Flowchart mode pipeline machine learning</i>	69
Gambar 4.9. Citra Sentinel-2 sebelum di- <i>crop</i>	71
Gambar 4.10. Citra Sentinel-2 setelah di- <i>crop</i>	71
Gambar 4.11. Data Raster Tutupan Lahan	75
Gambar 4.12. Data Vektor Tutupan Lahan	75
Gambar 4.13. <i>Use Case Diagram</i>	87
Gambar 4.14. <i>Activity Diagram Login</i>	96
Gambar 4.15. <i>Activity Diagram Manajemen Data</i>	97
Gambar 4.16. <i>Activity Diagram Generate Cache</i>	98
Gambar 4.17. <i>Activity Diagram Manajemen Akun</i>	100
Gambar 4.18. <i>Activity Diagram Peta</i>	102

Gambar 4.19. <i>Sequence Diagram</i> Admin	104
Gambar 4.20. <i>Sequence Diagram</i> Peta.....	105
Gambar 4.21. <i>Prototype Login</i>	106
Gambar 4.22. <i>Prototype Dashboard</i>	106
Gambar 4.23. <i>Prototype</i> Halaman Utama	107
Gambar 4.24. Halaman Utama <i>Single-Year</i>	112
Gambar 4.25. Halaman Utama <i>Multi-Year</i>	112
Gambar 4.26. Tabel Perubahan Lahan	113
Gambar 4.27. Halaman <i>Login</i>	113
Gambar 4.28. <i>Dashboard</i> Admin Manajemen Data Spasial	114
Gambar 4.29. <i>Dashboard</i> Admin <i>Generate Cache</i>	114
Gambar 4.30. <i>Dashboard</i> Admin Manajemen Akun	115

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 NDBI (<i>Normalize Difference Built-up Index</i>)	22
Rumus 2.2 MNDWI (<i>Modified Normalize Difference Water Index</i>)	22
Rumus 2.3 NDVI (<i>Normalize Difference Vegetation Index</i>)	23
Rumus 2.4 SAVI (<i>Soil Adjusted Vegetation Index</i>)	23
Rumus 2.5 BSI (<i>Bare Soil Index</i>)	25
Rumus 2.6 Entropi	26
Rumus 2.7 <i>Information Gain</i>	27
Rumus 2.8 <i>Split Information</i>	27
Rumus 2.9 <i>Gain Ratio</i>	27
Rumus 2.10 Akurasi (<i>Accuracy</i>)	28
Rumus 2.11 Presisi (<i>Precision</i>)	28
Rumus 2.12 <i>Recall</i>	28
Rumus 2.13 <i>F1-Score</i>	28