

**Integrasi Random Forest, CNN, dan GIS untuk Sistem
Rekomendasi Tanaman Tepat Lahan di DIY
Tugas Akhir**

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mencapai Derajat
Sarjana Komputer**



Dibuat oleh:

Ferdy Firmansyah

210711480

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

INTEGRASI RANDOM FOREST, CNN, DAN GIS UNTUK SISTEM REKOMENDASI TANAMAN TEPAT LAHAN
DI DIY

yang disusun oleh

Ferdy Firmansyah

210711480

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 28 Juli 2025

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Prof. Ir. A. Djoko Budiyanto, M.Eng., Ph.D.	Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Th. Devi Indriasari, S.T.,M.Sc., Ph.D.	Telah Menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Prof. Ir. A. Djoko Budiyanto, M.Eng., Ph.D.	Telah Menyetujui
Penguji 2	: Prof. Dr. Pranowo, S.T., M.T.	Telah Menyetujui
Penguji 2	: Wilfridus Bambang Triadi H, ST., M.Cs	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 28 Juli 2025

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Teknologi Industri

Dekan

ttd.

Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP., S.T., M.T.

Dokumen ini merupakan dokumen resmi UAJY yang tidak memerlukan tanda tangan karena dihasilkan secara elektronik oleh Sistem Bimbingan UAJY. UAJY bertanggung jawab penuh atas informasi yang tertera di dalam dokumen ini

PERNYATAAN PERSETUJUAN DARI INSTANSI ASAL PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap Pembimbing : Hizkia Yogi Rafael
Jabatan : Mentor Teknikal
Departemen : Web Development

Menyatakan dengan ini:

Nama Lengkap : Ferdy Firmansyah
NPM : 210711480
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Industri
Judul Penelitian : Integrasi Random Forest, CNN, dan GIS untuk Sistem
Rekomendasi Tanaman Tepat Lahan di DIY

1. Penelitian telah selesai dilaksanakan pada perusahaan.
2. Perusahaan telah melakukan sidang internal berupa kelayakan penelitian ini dan akan mencantumkan lembar penilaian secara tertutup kepada pihak universitas sebagai bagian dari nilai akhir mahasiswa.
3. Memberikan kepada instansi Penelitian dan Universitas Atma Jaya Yogyakarta atas penelitian ini, berupa hak untuk menyimpan, mengelola, mendistribusikan, dan menampilkan hasil penelitian selama tetap mencantumkan nama penulis.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 25 Maret 2025

Yang menyatakan,



Hizkia Yogi Rafael

Mentor Teknikal

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa Karena berkat Rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan pembuatan tugas akhir “Integrasi Random Forest, CNN, dan GIS untuk Sistem Rekomendasi Tanaman Tepat Lahan di DIY” ini dengan baik.

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai derajat sarjana computer dari Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini penulis telah mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari banyak pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi rahmat dan karunia-Nya, dalam perjalanan pembuatan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP., S.T., M.T. IPU, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Prof. Ir. A. Djoko Budiyo, M.Eng., Ph.D, selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan masukan serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu Th. Devi Indriasari, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Para dosen program studi Informatika yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis ketika menjalankan studi di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
6. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan berupa motivasi dan semangat kepada penulis.

Demikian laporan tugas akhir ini dibuat, dan penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 04 April 2025



Ferdy Firmansyah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN DARI INSTANSI ASAL PENELITIAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	1
BAB I PENDAHULUAN.....	2
A. Latar Belakang.....	2
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Metode Penelitian.....	5
F. Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
BAB III LANDASAN TEORI.....	12
A. Website	12
B. Geographic Information System (GIS) dalam pertanian.....	12
C. Machine Learning.....	12
D. Random Forest	14
E. Deep Learning untuk Klasifikasi Citra Tanah (CNN)	14
F. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	15
G. Penggunaan OpenCV dalam Analisis Citra Tanah.....	15
H. Optimizer Adam dalam Pelatihan Model Deep Learning.....	15
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	17
A. Analisis Sistem.....	17
B. Dataset.....	18
1. Analisis Data.....	18
2. Preprocessing Data	24
C. Pengembangan Model	29
D. Lingkup Masalah	37

E. Perspektif Produk	37
F. Fungsi Produk	38
G. Kebutuhan Antarmuka	45
H. Perancangan	50
1. Perancangan Data	51
2. Perancangan Arsitektur	51
3. Perancangan Antarmuka	55
BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM	64
A. Implementasi Sistem dan Implementasi Antarmuka	64
1. Implementasi Antarmuka Otentikasi Login Pengguna	64
2. Implementasi Antarmuka Otentikasi Register Pengguna	67
3. Implementasi Antarmuka Halaman Utama	69
4. Implementasi Antarmuka Halaman Peta Interaktif	73
5. Implementasi Antarmuka Halaman Forum Diskusi	85
6. Implementasi Antarmuka Halaman Pencarian Forum Diskusi	87
7. Implementasi Antarmuka Halaman Kategori Forum Diskusi	88
8. Implementasi Antarmuka Halaman Detail Kategori Forum Diskusi	88
9. Implementasi Antarmuka Halaman Diskusi Terbaru Forum Diskusi	90
10. Implementasi Antarmuka Halaman Diskusi Terakhir Forum Diskusi	91
11. Implementasi Antarmuka Halaman Buat Diskusi Forum Diskusi	92
12. Implementasi Antarmuka Halaman Detail Diskusi Forum Diskusi	93
13. Implementasi Antarmuka Halaman Tentang Kami	97
B. Evaluasi Kinerja Model Rekomendasi Tanaman (<i>Random Forest</i>)	99
C. Evaluasi Kinerja Model Klasifikasi Citra Tanah (<i>CNN EfficientNetB0</i>)	103
D. Pengujian Fungsionalitas Sistem Dari Sisi Pengguna	107
E. Hasil Pengujian Terhadap Pengguna	121
F. Analisis Kelebihan dan Kekurangan	123
BAB VI PENUTUP	125
A. Kesimpulan	125
B. Saran	125
DAFTAR PUSTAKA	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Kode Proses Untuk Melakukan Augmentasi Data	20
Gambar 4.2 <i>Output</i> Hasil Perbandingan Data Sebelum dan Sesudah Augmentasi Data	21
Gambar 4.3 Kode Proses Untuk Melakukan Augmentasi Data Pada Gambar	22
Gambar 4.4 Kode Fungsi Augmentasi Gambar Sesuai Dengan Nama Kelas.....	23
Gambar 4.5 <i>Inisialisasi Preprocessing</i> Pada Data Cuaca dan Tanaman.....	24
Gambar 4.6 Validasi Struktur Data Cuaca Dan Tanaman	25
Gambar 4.7 Validasi Terhadap Nilai Kosong Pada Data Cuaca Dan Tanaman	25
Gambar 4.8 Kode Pemeriksaan dan Penghapusan Data Duplikat	25
Gambar 4.9 Direktori Nama Tanaman Untuk Pengubahan Label	26
Gambar 4.10 Validasi Ulang Terkait Tipe Data	26
Gambar 4.11 Penambahan Fitur Baru Untuk Memberikan Informasi Tambahan Pada Pelatihan Model	27
Gambar 4.12 <i>Inisialisasi Preprocessing</i> Pada Data Citra Tanah	27
Gambar 4.13 Menentukan Ukuran dan Batch Size Dari Gambar.....	27
Gambar 4.14 Pemisahan Data <i>Training</i> , <i>Validation</i> , dan <i>Testing</i> Menggunakan Fungsi <i>image_dataset_from_directory</i>	28
Gambar 4.15 Kode <i>Prefetching</i> Dataset	28
Gambar 4.16 Penentuan Fitur Terkait Data Cuaca dan Tanaman	29
Gambar 4.17 Pembagian Pelatihan Data Menggunakan Fungsi <i>train_test_split</i>	29
Gambar 4.18 Pengimplementasian Model Random Forest	30
Gambar 4.19 Implementasi Model CNN <i>EfficientNetB0</i>	31
Gambar 4.20 Implementasi Kompilasi Model Menggunakan <i>Optimizer Adam</i>	32
Gambar 4.21 Pelatihan Model Menggunakan Data Validasi	32
Gambar 4.22 Kode Evaluasi Peforma Model Random Forest.....	32
Gambar 4.23 Kode Prediksi Model Terhadap Data Uji	33
Gambar 4.24 Hasil Evaluasi Peforma Model	33
Gambar 4.25 Kode Visualisasi <i>Confusion Matrix</i> dan <i>Penggunaan Heatmap</i>	33
Gambar 4.26 Kode Analisis Feature Importance Pada Model.....	34
Gambar 4.27 Kode Simulasi Prediksi Terhadap Cuaca Ekstrem dan Kemarau	34
Gambar 4.28 Kode Evaluasi Model Menggunakan Fungsi <i>Model.evaluate</i>	35
Gambar 4.29 Kode Visualisasi Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Data Training	35

Gambar 4.30 Kode Pengujian Prediksi Pada Data <i>Test</i> dan Visualisasi Dengan <i>Confusion Matrix</i> Menggunakan <i>Heatmap</i>	36
Gambar 4.31 Kode Evaluasi Model Menggunakan <i>Classification Report</i>	36
Gambar 4.32 Diagram <i>Use Case</i>	38
Gambar 4.33 <i>Entity Relationship Diagram</i>	51
Gambar 4.34 Gambaran Umum Sistem	52
Gambar 4.35 Arsitektur Perangkat Lunak	54
Gambar 4.36 Class Diagram	55
Gambar 4.37 Antarmuka Halaman Utama	56
Gambar 4.38 Antarmuka Autentikasi <i>Login</i> Pengguna	56
Gambar 4.39 Antarmuka Autentikasi Daftar Pengguna	57
Gambar 4.40 Antarmuka Peta Interaktif	57
Gambar 4.41 Antarmuka Tambah Lahan pada Peta Interaktif	58
Gambar 4.42 Antarmuka Forum Diskusi	58
Gambar 4.43 Antarmuka Pencarian Forum Diskusi	59
Gambar 4.44 Antarmuka Kategori Forum Diskusi	59
Gambar 4.45 Antarmuka Detail Kategori Forum Diskusi	60
Gambar 4.46 Antarmuka Diskusi Terbaru Forum Diskusi	60
Gambar 4.47 Antarmuka Diskusi Terakhir Forum Diskusi	61
Gambar 4.48 Antarmuka Buat Diskusi Forum Diskusi	62
Gambar 4.49 Antarmuka Detail Diskusi Forum Diskusi	62
Gambar 4.50 Antarmuka Tentang Kami	63
Gambar 5.1 Implementasi Halaman/Modal Login	65
Gambar 5.2 Validasi Login Error Nama Pengguna dan Token Wajib Diisi	65
Gambar 5.3 Validasi Login Error Nama Pengguna Tidak Ditemukan	66
Gambar 5.4 Validasi Login Error Token Tidak Valid	66
Gambar 5.5 Potongan Kode Logika Validasi Login	67
Gambar 5.6 Implementasi Halaman/Modal Register	67
Gambar 5.7 Validasi Register Error Nama Pengguna Wajib Diisi	68
Gambar 5.9 Potongan Kode Logika Validasi Register	69
Gambar 5.10 Implementasi Halaman Utama	70
Gambar 5.11 Implementasi Halaman Utama	71
Gambar 5.12 Potongan Kode Halaman Utama	72
Gambar 5.13 Implementasi Halaman Peta Interaktif	73

Gambar 5.14 Validasi Lahan Dalam Peta Interaktif	73
Gambar 5.15 Fungsi <i>Handler</i> Menandai Titik Pada <i>Map</i>	74
Gambar 5.16 Modal Pengambilan Foto Tanah Serta Output Prediksi	74
Gambar 5.17 Visualisasi hasil analisis.....	75
Gambar 5.18 Fungsi <i>handleAnalyze</i> Untuk Rekomendasi	75
Gambar 5.19 Fungsi <i>fetchSoilData</i> Untuk Klasifikasi Ilmiah	76
Gambar 5.20 Fungsi <i>handleAddPolygon</i>	77
Gambar 5.21 Tampilan Interaksi Lahan Pengguna	78
Gambar 5.22 Menu Konteks Lahan	78
Gambar 5.23 Tampilan Antarmuka Edit Lahan	79
Gambar 5.24 Fungsi Edit Lahan dan Handle Edit Lahan	80
Gambar 5.25 Notifikasi Konfirmasi Hapus Lahan	81
Gambar 5.26 Fungsi Hapus Lahan.....	81
Gambar 5.27 Implementasi Visual Tambahan pada Peta Interaktif.....	82
Gambar 5.28 Implementasi Indeks Vegetasi pada Peta Interaktif	82
Gambar 5.29 Fungsi <i>handlePredict</i> dan <i>fetchSoilData</i>	83
Gambar 5.30 Kode Antarmuka Hasil Rekomendasi	84
Gambar 5.31 Implementasi Fitur Cache Terhadap Pengambilan Data API BMKG.....	85
Gambar 5.32 Implementasi Halaman Forum Diskusi.....	86
Gambar 5.33 Struktur Kode Halaman Forum Diskusi.....	86
Gambar 5.34 Implementasi Halaman Pencarian Diskusi	87
Gambar 5.35 Struktur Kode Halaman Pencarian Forum Diskusi.....	87
Gambar 5.36 Implementasi Halaman Kategori Forum Diskusi.....	88
Gambar 5.37 Struktur Kode Halaman Kategori Forum Diskusi.....	88
Gambar 5.38 Implementasi Halaman Detail Kategori Forum Diskusi.....	89
Gambar 5.39 Struktur Kode Halaman Detail Kategori Forum Diskusi.....	90
Gambar 5.40 Implementasi Halaman Diskusi Terbaru Forum Diskusi	90
Gambar 5.41 Struktur Kode Halaman Diskusi Terbaru Forum Diskusi	91
Gambar 5.42 Implementasi Halaman Diskusi Terakhir Forum Diskusi	91
Gambar 5.43 Struktur Kode Halaman Diskusi Terakhir Forum Diskusi	92
Gambar 5.44 Implementasi Halaman Pembuatan Diskusi Forum.....	92
Gambar 5.45 Struktur Kode Validasi dan Pengiriman Formulir Diskusi	93
Gambar 5.46 Implementasi Halaman Detail Diskusi Forum.....	94
Gambar 5.47 Struktur Kode Utama Halaman Detail Diskusi.....	95

Gambar 5.48 Fungsi Balas Dalam Diskusi	96
Gambar 5.49 Fungsi Utama Hapus Balas Diskusi	96
Gambar 5.50 Fungsi Turunan Hapus Balas Diskusi	97
Gambar 5.51 Implementasi Halaman Tentang Kami	98
Gambar 5.52 Struktur Kode Utama Halaman Tentang Kami	99
Gambar 5.53 <i>Confusion Matrix</i> Rekomendasi Tanaman	100
Gambar 5.54 <i>Feature Importance</i> Rekomendasi Tanaman	102
Gambar 5.55 Pembuatan Grid Berdasarkan Batas Area Lahan	102
Gambar 5.56 Prediksi Awal Menggunakan Interpolasi Cuaca	103
Gambar 5.57 Aturan Logika Pada Prediksi Tanaman	103
Gambar 5.58 Penyimpanan Hasil Akhir Kedalam <i>Database</i>	103
Gambar 5.59 <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi Citra Tanah	104
Gambar 5.60 Preprocessing Citra Tanah untuk Input CNN	106
Gambar 5.61 Proses Inferensi dan Penentuan Label Tekstur Tanah	106
Gambar 5.62 Fungsi <i>get_recommendation_by_soil_texture</i> untuk Pencocokan Tanaman	107
Gambar 5.63 Struktur Output Klasifikasi Tanah dan Rekomendasi Tanaman	107

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Analisis kritis penelitian Terdahulu dan Posisi Penelitian Saat Ini	9
Tabel 4.1 Deskripsi <i>Use Case</i> Mengelola Akun	39
Tabel 4.2 Deskripsi <i>Use Case</i> Melihat Informasi Publik.....	40
Tabel 4.3 Deskripsi <i>Use Case</i> Mendapatkan Rekomendasi Personal.....	41
Tabel 4.4 Deskripsi <i>Use Case</i> Mengelola Lahan	42
Tabel 4.5 Deskripsi <i>Use Case</i> Memeriksa Kesehatan Tanaman	43
Tabel 4.6 Deskripsi <i>Use Case</i> Menggunakan Forum Diskusi	44
Tabel 4.7 Antarmuka Pengguna <i>Guest</i>	45
Tabel 4.8 Antarmuka Pengguna Terdaftar.....	46
Tabel 4.9 Kebutuhan Antarmuka Perangkat Lunak Sisi Server.....	48
Tabel 4.10 Kebutuhan Antarmuka Perangkat Lunak Sisi <i>Client</i>	49
Tabel 5.1 <i>Classification report</i> Rekomendasi Tanaman	100
Tabel 5.2 <i>Classification report</i> Klasifikasi Citra Tanah.....	105
Tabel 5.3 Tabel Hasil Pengujian	109
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Terhadap Pengguna.....	121

INTISARI

Integrasi Random Forest, CNN, dan GIS untuk Sistem Rekomendasi Tanaman Tepat Lahan di DIY

Intisari

Ferdy Firmansyah

210711480

Sektor pertanian di Daerah Istimewa Yogyakarta mengalami kerentanan tinggi akibat perubahan iklim ekstrem, seperti kekeringan, banjir, dan serangan hama yang mengganggu siklus tanam dan menurunkan produktivitas. Kondisi ini diperburuk oleh terbatasnya akses petani terhadap teknologi pendukung keputusan yang mampu menyesuaikan rekomendasi dengan kondisi aktual lahan. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi digital yang mampu menggabungkan berbagai faktor agrikultur secara adaptif dan presisi.

Penelitian ini merancang sistem berbasis web yang mengintegrasikan Geographic Information System (GIS) dan kecerdasan buatan (AI) untuk memberikan rekomendasi tanaman secara lebih kontekstual. Tiga modul utama dikembangkan: (1) klasifikasi citra tanah menggunakan CNN EfficientNetB0 untuk mengidentifikasi tekstur tanah, (2) model Random Forest untuk rekomendasi tanaman berdasarkan cuaca, dan (3) filtering parameter ilmiah tanah dari SoilGrids serta data cuaca dari BMKG. Ketiga modul ini disatukan dalam sistem skoring dan divalidasi secara spasial melalui GIS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan rekomendasi tanaman dengan akurasi model di atas 80%. Fitur tambahan seperti visualisasi NDVI dari citra satelit memperkuat fungsi pemantauan lahan. Dengan pendekatan multi-analisis ini, sistem dapat membantu petani mengambil keputusan yang lebih tepat dan mengurangi risiko gagal panen di tengah ketidakpastian iklim.

Kata Kunci: pertanian presisi, GIS, CNN, Random Forest, cuaca, rekomendasi tanaman, klasifikasi tanah.

Dosen Pembimbing I : Prof. Ir. A. Djoko Budiyanto, M.Eng., Ph.D.
Dosen Pembimbing II : Th. Devi Indriasari, S.T., M.Sc., Ph.D.
Jadwal Sidang : 24 Juli 2025