



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI
PENYAKIT GANODERMA PADA KELAPA SAWIT
BERBASIS WEB MENGGUNAKAN YOLOv26**

SKRIPSI

VISCA CHAERUNNISA BACHRI

2207411007

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI
PENYAKIT GANODERMA PADA KELAPA SAWIT
BERBASIS WEB MENGGUNAKAN YOLOv26**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan untuk Memperoleh
Diploma Empat Politeknik**

Visca Chaerunnisa Bachri

2207411007

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

TAHUN 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

 © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

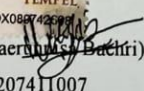
Nama : Visca Chaerunnisa Bachri

NIM : 2207411007

Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan komputer/T.Informatika

Judul skripsi : RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI
PENYAKIT GANODERMA PADA KELAPA SAWIT BERBASIS WEB
MENGUNAKAN YOLOv26

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Depok, 20 Juli 2026
Yang Menyatakan

(Visca Chaerunnisa Bachri)
2207411007

2



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

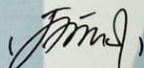
LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Visca Chaerunnisa Bachri
NIM : 2207411007
Program Studi : D4 Teknik Informatika
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI
PENYAKIT GANODERMA PADA KELAPA
SAWIT BERBASIS WEB MENGGUNAKAN
YOLOv26

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Rabu, Tanggal
Satu, Bulan Juli, Tahun dua ribu dua puluh enam dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan oleh

Pembimbing I : Dr. Prihatin Oktivasari, S.Si, M.Si. ()
Penguji I : Mera Kartika Delimayanti, S.Si., M.T., Ph.D. ()
Penguji II : Euis Oktavianti, S.Si., M.T.I. ()
Penguji III : Fajar Septian, M.Kom. ()

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Mengetahui:

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

Ketua


Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197908032003122003



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Penulis menyadari bahwa kelancaran dan keberhasilan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Syamsurizal, S.E., M.M., selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta.
2. Ibu Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika dan Komputer.
3. Ibu Euis Oktavianti, S.Si., M.TI., selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika.
4. Ibu Dr. Prihatin Oktivasari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Jurusan Teknik Informatika dan Komputer yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan yang bermanfaat serta membantu kelancaran administrasi selama masa perkuliahan.
6. Pimpinan dan Staf PT Bakrie Sawit Unggul, selaku mitra industri yang telah memberikan izin penelitian, memfasilitasi proses pengambilan data, serta memberikan bimbingan teknis yang sangat membantu kelancaran penyusunan skripsi ini.
7. Almarhumah Ibu Fitriyanti dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa yang tiada putus, motivasi, serta dukungan baik moril maupun materil yang tak terhingga.
8. Teman-teman seperjuangan program studi Teknik Informatika serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

semangat, bantuan, dan kerja sama selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Depok, Juni 2026
Yang Menyatakan

(Visca Chaerunnisa Bachri)

2207411007





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertandatangan di bawah ini :

Nama : Visca Chaerunnisa Bachri

NIM : 2207411007

Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer / Teknik Informatika

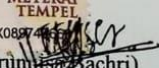
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI PENYAKIT GANODERMA PADA
KELAPA SAWIT BERBASIS WEB MENGGUNAKAN YOLOv26**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 20 Juli 2026
Yang Menyatakan


(Visca Chaerunnisa Bachri)
2207411007



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI DINI PENYAKIT GANODERMA PADA KELAPA SAWIT BERBASIS WEB MENGGUNAKAN YOLOv26

ABSTRAK

Industri kelapa sawit di Indonesia menghadapi ancaman kerugian ekonomi masif hingga 250 juta dolar AS per tahun akibat penyakit Busuk Pangkal Batang yang disebabkan oleh jamur *Ganoderma boninense*. Gejala serangan awal penyakit asimtomatis ini sangat sulit diidentifikasi secara visual biasa (RGB), namun karakteristik hambatan aliran air pada pembuluh xilem tanaman terbukti memicu anomali distribusi radiasi panas yang dapat ditangkap menggunakan sensor citra termal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sistem Dashboard Monitoring berbasis web yang berfokus pada modul lokalisasi spasial objek pangkal batang (Region of Interest) kelapa sawit menggunakan arsitektur state-of-the-art YOLOv26 sebagai fondasi utama pemetaan wilayah perkebunan secara terpadu. Metode eksperimen dilakukan dengan membandingkan performa model YOLOv26 From Scratch dengan pendekatan Cross-Domain Transfer Learning dari spektrum RGB. Luaran koordinat kotak pembatas (bounding box) dari model terbaik diintegrasikan secara asinkronus ke dalam antarmuka klien menggunakan framework React.js didukung build tool Vite dan Python API pada sisi backend. Hasil pengujian menunjukkan model lokalisasi YOLOv26 murni (From Scratch) mencapai performa sangat tinggi dengan nilai Mean Average Precision (mAP@50) sebesar 98,92%, Precision 96,44%, dan Recall mencapai 98,59%. Seluruh komponen fungsionalitas visualisasi spasial (Mapping View) pada sistem web dinyatakan berjalan dengan responsif, presisi, dan bebas bug melalui pengujian Black Box Testing dengan hasil kelolosan 100%. Penelitian ini memberikan kesimpulan bahwa hilirisasi arsitektur deteksi objek YOLOv26 ke dalam platform web berhasil diwujudkan sebagai instrumen lokalisasi spasial batang sawit yang andal dan siap diintegrasikan secara kolektif dengan modul diagnosis penyakit dari riset pendamping.

Kata Kunci : *Ganoderma boninense*, Citra Termal, YOLOv26, Bounding Box, React.js, Vite



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	1
LEMBAR PENGESAHAN	2
KATA PENGANTAR	3
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	5
ABSTRAK	6
DAFTAR ISI	2
DAFTAR GAMBAR	4
DAFTAR TABEL	5
DAFTAR LAMPIRAN	6
BAB I	7
PENDAHULUAN	7
1.1. Latar Belakang	7
1.2. Perumusan Masalah	9
1.3. Batasan Masalah	9
1.4. Tujuan dan Manfaat	10
1.5. Sistematika Penulisan	11
BAB II	13
TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1. Ganoderma Boninense dan Deteksi Dini	13
2.2. Citra Termal (Thermal Imaging)	13
2.3. Deep Learning, Object Detection, dan Framework Frontend Web	14
2.3.1. Konsep Dasar Deep Learning	14
2.3.2. Convolutional Neural Network (CNN)	14
2.3.5. Arsitektur Object Detection YOLOv26	15
2.3.6. Ekosistem React.js dan Vite	16
2.4. Penelitian Terdahulu	16
2.5 Kerangka Pemikiran	20
2.6. Hipotesis Penelitian	21
BAB III	22
METODE PENELITIAN	22
3.1. Rancangan Penelitian	22
3.2. Sumber Data	32
3.3 Teknik Pengumpulan Data	33

3.4 Teknik Analisis dan Pengujian Sistem	35
3.4.1. Analisis Kondisi Mikroklimatologi Lingkungan	35
3.4.2 Analisis Distribusi dan Partisi Volume Dataset	36
3.4.3. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak (User Requirement)	36



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.4.4. Skenario Eksperimen Modul Lokalisasi (YOLOv26)	37
3.4.5. Evaluasi Kuantitatif Performa Spasial Deteksi Objek.....	37
3.4.6. Analisis Integrasi Pipa Data Komparatif Sistem Pemantauan.....	39
3.4.7. Analisis Diskusi Komparatif dengan Penelitian Terdahulu	40
3.4.8. Pengujian Fungsional Dashboard Monitoring Berbasis Web	41
BAB IV	42
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1. Analisis Karakteristik Klimatologi dan Lingkungan Pengambilan Data ..	42
4.2 Sebaran Akhir Volume Dataset Eksperimen.....	44
4.3. Analisis Kebutuhan Sistem (User Requirement).....	46
4.3.1. Kebutuhan Fungsional (Functional Requirements)	47
4.3.2. Kebutuhan Non-Fungsional (Non-Functional Requirements).....	48
4.4. Hasil Pelatihan Model Lokalisasi (YOLOv26)	48
4.4.1. Skenario A : Pelatihan Tanpa Transfer Learning (From Scratch) ...	48
4.4.3. Analisis Komparatif Performa Lokalisasi	58
4.5. Analisis Efektivitas Ekstraksi Kotak Pembatas (Bounding Box) dan Pembersihan Data Otomatis	62
4.6. Analisis Integrasi Aliran Data Spasial Terpadu via Python API.....	63
4.7. Diskusi Komparatif Hasil Eksperimen dengan Penelitian Terdahulu	64
4.7.1. Komparasi Performa Arsitektur Deteksi Objek (YOLO).....	64
4.7.2. Komparasi Efek Spektrum dan Strategi Transfer Learning	65
4.7.3. Komparasi Metodologi Lokalisasi Spasial Proksimal vs. Pendekatan Makro	65
4.8. Implementasi dan Pengujian Antarmuka Dashboard Monitoring Berbasis Web.....	67
4.8.1. Visualisasi Antarmuka Sistem.....	67
4.8.2. Pengujian Fungsional Sistem (Black Box Testing).....	70
BAB V	73
PENUTUP	73
5.1. Kesimpulan.....	73
5.2. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	78
LAMPIRAN	79
Lampiran 1: Matriks Pengujian User Acceptance Testing (UAT)	79
Lampiran 2 : Potongan Kode Program Utama (Source Code Snippets)	81
Lampiran 3 : Dokumentasi Akuisisi Data Lapangan.....	86
Lampiran 4: Surat Keterangan Penelitian / Dokumen Mitra.....	88

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Kerangka Pemikiran	22
Gambar 3.1. Blok Diagram Strategi Transfer Learning	27
Gambar 3.2 Use Case Diagram Sistem Dashboard Monitoring Ganoderma	29
Gambar 3.3. Alur Sistem	31
Gambar 3.4. Ilustrasi Visualisasi Peta Sebaran Kesehatan Tanaman (Sumber: Referensi Mitra Industri)	33
Gambar 3.5. Diagram Geometri Protokol Akuisisi Citra Termal Berdasarkan Parameter Sudut Depresi dan Elevasi Kamera.....	36
Gambar 4.1 Kurva Pelatihan (Loss dan mAP) YOLOv26 Tanpa Transfer Learning	50
Gambar 4.2 Kurva Precision-Recall YOLOv26 Tanpa Transfer Learning	51
Gambar 4.3 Confusion Matrix Pelatihan YOLOv26 Tanpa Transfer Learning	53
Gambar 4.4 Visualisasi Hasil Prediksi Kotak Pembatas (Bounding Box) Batang Kelapa Sawit pada Batch Validasi Model YOLOv26	55
Gambar 4.5 Kurva Pelatihan (Loss dan mAP) YOLOv26 Dengan Transfer Learning.....	56
Gambar 4.6 Kurva Precision-Recall YOLOv26 Dengan Transfer Learning	57
Gambar 4.7 Confusion Matrix Pelatihan YOLOv26 Dengan Transfer Learning ..	59
Gambar 4.8. Antarmuka Halaman Utama (Dashboard Overview) Sistem Pemantauan Penyakit Ganoderma.....	68
Gambar 4.9. Antarmuka Halaman Proses Deteksi dan Sistem Akuisisi Citra (Live Thermal Camera).....	69
Gambar 4.10. Visualisasi Hasil Pemetaan Spasial (Mapping View) Berbasis Inferensi YOLOv26.....	70



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Matriks Penelitian Terdahulu	18
Tabel 4.1 Log Kondisi Mikroklimatologi Pengambilan Dataset Termal	43
Tabel 4.2 Matriks Distribusi Akhir Dataset Pemodelan AI.....	46
Tabel 4.3 Matriks Komparasi Performa Lokalisasi Objek YOLOv26	60
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Fungsional Black Box Testing	71





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Matriks Pengujian User Acceptance Testing (UAT)	80
Lampiran 2 : Potongan Kode Program Utama (Source Code Snippets)	82
Lampiran 3 : Dokumentasi Akuisisi Data Lapangan.....	87
Lampiran 4: Surat Keterangan Penelitian / Dokumen Mitra.....	89



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri kelapa sawit merupakan pilar utama perekonomian Indonesia dengan luas areal mencapai 15,86 juta hektar pada tahun 2024 (BPS, 2024). Namun, keberlanjutan produktivitas industri ini menghadapi ancaman mematikan dari penyakit Busuk Pangkal Batang (*Basal Stem Rot*) yang disebabkan oleh cendawan *Ganoderma boninense*. Di Indonesia, dampak kerugian ekonomi nasional yang ditimbulkan oleh serangan patogen ini sangat masif. Berdasarkan rilis data dari Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS), infeksi *Ganoderma boninense* tercatat telah meluas hingga mencakup ±118.000 hektar wilayah perkebunan aktif dengan estimasi kehilangan nilai ekonomi nasional mencapai 250 juta dolar AS (setara lebih dari Rp4 triliun) per tahun (Susanto, 2024).

Pada area perkebunan yang terdampak parah, infeksi *Ganoderma* mampu membunuh 30% hingga 54% dari total tegakan pohon produktif per hektar, serta memicu penurunan volume produksi Tandan Buah Segar (TBS) secara drastis hingga mencapai 68% (Ibrahim et al., 2020; Pujiyanto et al., 2016). Penyakit ini bersifat sangat asimtomatis pada fase awal infeksi, di mana tanaman yang terserang hampir tidak memperlihatkan gejala klinis luar yang berarti. Namun secara laten, infeksi tersebut berpotensi memicu kehilangan hasil produksi hingga 80% sepanjang masa hidup tanaman (*lifetime yield loss*) serta dapat menyebabkan kematian fatal pada tegakan pohon hanya dalam kurun waktu 2 tahun (Haw et al., 2023). Gejala visual pada tajuk daun seringkali baru muncul secara nyata ketika kerusakan internal jaringan pembuluh di dalam batang sudah mencapai tingkat kritis.

Secara teoritis, gangguan fisiologis akibat infeksi patogen memicu perubahan pola distribusi suhu pada batang (Hashim et al., 2021). Fenomena anomali termal ini

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menjadi landasan ilmiah bahwa citra termal dapat digunakan sebagai modalitas deteksi proksimal. Namun, citra termal memiliki tantangan berupa resolusi visual yang rendah dan intensitas *noise* lingkungan yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan sistem deteksi dua tahap (*two-stage detection*). Fokus utama dalam penelitian ini terletak pada perancangan tahap pertama, yaitu melokalisasi koordinat area pangkal batang (*Region of Interest*) secara otomatis dan presisi menggunakan metode *Object Detection* mutakhir berbasis YOLOv26. Melalui pendekatan ini, parameter koordinat spasial kotak pembatas (*bounding box*) berupa data matriks JSON (xmin, ymin, xmax, ymax) dapat diekstrak dari citra termal mentah lapangan. Strategi *Transfer Learning* dieksplorasi secara eksperimental pada model YOLOv26 sebagai langkah taktis untuk menemukan arsitektur terbaik yang adaptif terhadap karakteristik pendaran radiasi panas.

Dalam skema riset kelompok terintegrasi, luaran parameter koordinat *bounding box* hasil inferensi YOLOv26 dari penelitian ini bertindak sebagai pemasok data hulu. Citra objek perakaran yang berhasil diisolasi secara otomatis (*auto-cropped image*) kemudian diserahkan sebagai masukan utama bagi tahap kedua, yaitu diagnosis tingkat keparahan penyakit menggunakan model klasifikasi tingkat lanjut (*Hybrid CNN-Transformer*) yang dikembangkan pada studi pendamping. Kolaborasi ini dirancang untuk melahirkan satu kesatuan pipa data (*data pipeline*) kecerdasan buatan yang utuh.

Selain aspek pemodelan spasial, luaran kecerdasan buatan seringkali sulit dimanfaatkan secara praktis oleh operasional perkebunan jika tidak dihilirisasikan ke dalam perangkat lunak yang memadai. Oleh karena itu, penelitian ini juga berfokus pada rancang bangun platform *Dashboard Monitoring* berbasis web menggunakan *framework* React.js dan *build tool* Vite pada sisi *frontend* serta Python API pada sisi *backend*. Sistem ini bertindak sebagai integrator utama yang meng-host mesin lokalisasi YOLOv26 sekaligus menjembatani rute pertukaran data API dari model klasifikasi studi pendamping, sehingga kondisi dan posisi spasial tanaman dapat

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

divisualisasikan secara langsung guna mendukung pemantauan wilayah perkebunan secara terpadu.

Keunggulan utama dalam penelitian ini terletak pada pemecahan masalah batas wilayah deteksi (*spatial localization gap*) melalui otomasi ekstraksi *bounding box* YOLOv26 pada citra termal kelapa sawit, yang murni menangkap anomali radiasi panas akibat hambatan patogen *Ganoderma boninense*. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang condong pada analisis klasifikasi global manual, penelitian ini mewujudkan integrasi sistem nyata. Hilirisasi rute API *backend* Python ke dalam platform antarmuka *Dashboard Monitoring* yang dibangun dengan React.js dan Vite terbukti mampu menyajikan peta sebaran spasial (*Mapping View*) digital secara responsif. Platform ini siap menyatukan koordinat deteksi objek hasil riset ini dengan indikator status kesehatan (Sehat, Scoring 1, Scoring 2, Scoring 3, Scoring 4) hasil riset kelompok pendamping ke dalam satu peta interaktif yang aplikatif bagi manajemen operasional perkebunan kelapa sawit.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem pemantauan penyakit *Ganoderma* berbasis web menggunakan *framework React, Vite, dan Python backend*?
2. Bagaimana mengimplementasikan algoritma YOLOv26 dengan strategi *Transfer Learning* untuk mendeteksi dan melokalisasi koordinat area pangkal batang kelapa sawit secara presisi pada citra termal?
3. Bagaimana efektivitas parameter metadata kotak pembatas (*bounding box*) hasil inferensi spasial YOLOv26 dalam menjembatani penyajian visualisasi peta digital (*Mapping View*) yang interaktif dan responsif?

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah, batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. Sistem dibangun berbasis Web menggunakan *framework React.js* dengan *build tool Vite* pada sisi *frontend*.
2. Algoritma kecerdasan buatan yang dibangun dalam lingkup penelitian ini dibatasi pada arsitektur *Object Detection YOLOv26* untuk fungsi lokalisasi koordinat spasial tunggal (*1-Class: pangkal_batang*).
3. Modul diagnosis tingkat keparahan penyakit (*Hybrid CNN-Transformer*) dan logika Sistem Pendukung Keputusan (SPK) bersumber dari penelitian pendamping, yang diintegrasikan secara final ke dalam sistem web melalui rute *endpoint Application Programming Interface (API)*.
4. Data primer berupa citra termal dengan fokus pangkal batang kelapa sawit yang diperoleh menggunakan perangkat kamera termal Milesee TR256C di lapangan perkebunan milik mitra industri (PT Bakrie Sawit Unggul) di Kabupaten Asahan.
5. Fitur visualisasi pada halaman *Dashboard UI* dibatasi pada fungsi kontrol sistem akuisisi data langsung (*live feed camera control*), ringkasan statistik populasi pohon, serta pemetaan spasial (*Mapping View*) interaktif yang menyatukan koordinat *bounding box* hasil riset ini dengan indikator warna status kesehatan (Sehat, Scoring 1, Scoring 2, Scoring 3, Scoring 4) dari riset pendamping.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4. Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan Penelitian

Pelaksanaan penelitian eksperimental berbasis rekayasa perangkat lunak ini dirancang untuk mencapai beberapa target utama sebagai berikut :

1. Merealisasikan rancang bangun sistem dashboard monitoring berbasis web yang responsif menggunakan React dan Vite, dan *backend* Python API sebagai wadah integrator *pipeline* kecerdasan buatan dua tahap.
2. Mengimplementasikan algoritma YOLOv26 untuk melakukan deteksi dan lokalisasi objek pangkal batang pada citra termal.
3. Mengintegrasikan data koordinat kotak pembatas (*bounding box*) hasil deteksi spasial ke dalam komponen peta digital (*Mapping View*) pada sistem web sebagai fondasi utama pipa data (*data pipeline*) yang siap dikolaborasikan dengan modul diagnosis penyakit dari riset pendamping.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Melalui platform pemantauan serta otomasi *two-stage pipeline* AI yang dikembangkan, hasil studi ini diharapkan mampu memberikan kontribusi teoretis maupun praktis yang diuraikan sebagai berikut :

1. Bagi Akademisi : Memberikan kontribusi ilmiah mengenai efektivitas cross-domain transfer learning (dari RGB ke Termal) dalam bidang pertanian presisi.
2. Bagi Industri : Memberikan alat bantu pantau (monitoring tool) yang objektif dan *realtime* melalui dashboard visual untuk memilah tanaman yang perlu dikarantina atau ditangani lebih lanjut.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5. Sistematika Penulisan

Laporan skripsi ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN: Membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA: Menguraikan teori tentang Ganoderma, Citra Termal, Deep Learning (YOLOv26), Transfer Learning, dan penelitian terdahulu yang relevan.
3. BAB III METODE PENELITIAN: Menjelaskan rancangan sistem, sumber data, teknik pengumpulan dan analisis data, serta jadwal penelitian.
4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN: Menyajikan hasil pengujian model dan analisis performa.
5. BAB V PENUTUP: Berisi kesimpulan dan saran untuk pengembangan selanjutnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen pemodelan kecerdasan buatan, perancangan sistem, dan pengujian terpadu yang telah dilaksanakan, maka diambil kesimpulan akhir yang langsung menjawab tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Penelitian ini telah berhasil merealisasikan platform sistem Dashboard Monitoring berbasis web yang responsif menggunakan framework React.js dan build tool Vite pada sisi frontend yang terhubung lancar dengan Python backend API. Seluruh fungsionalitas antarmuka dinyatakan bebas dari bug operasional melalui pengujian Black Box Testing dengan hasil kelolosan 100% (Valid).
2. Algoritma *Object Detection* YOLOv26 berhasil diimplementasikan untuk melokalisasi koordinat spasial pangkal batang kelapa sawit pada citra termal dengan performa sangat tinggi. Model terbaik diraih oleh Skenario A (*Pelatihan From Scratch*) yang sukses mencatatkan nilai *Mean Average Precision* (mAP@50) sebesar 98,92%, tingkat ketepatan (Precision) 96,44%, dan daya ingat (Recall) 98,59%. Strategi pelatihan dari nol (*from scratch*) teruji jauh lebih optimal dalam menekan galat *False Negative* (lolos deteksi objek) di lapangan perkebunan dibandingkan skenario *Transfer Learning* spektrum RGB.
3. Ekstraksi matriks parameter metadata kotak pembatas (bounding box) berupa format JSON (xmin, ymin, xmax, ymax) hasil inferensi YOLOv26 telah berhasil difungsikan sebagai sistem pembersihan data otomatis (automated data cleaning pipeline). Pipa data ini sukses mengisolasi 1.821 citra potongan area perakaran bersih dari gangguan bising (noise) radiasi panas latar belakang lingkungan sekitar.
4. Infrastruktur pipa data pada sistem web ini telah berhasil dikondisikan sebagai integrator utama lintas riset kelompok. Melalui interkoneksi rute API Python yang

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kokoh, repositori citra potongan dan data koordinat spasial dari sistem ini dapat dialirkan secara terpadu menuju *endpoint* API model klasifikasi tingkat lanjut *Hybrid CNN-Transformer* milik studi pendamping untuk menghasilkan visualisasi penanda peta (*Mapping View*) yang informatif dan responsif.

5.2. Saran

Pengembangan riset lanjutan dalam bidang komputasi pertanian presisi (*precision agriculture*) di masa depan dapat dilakukan melalui beberapa saran konstruktif berikut :

1. Eksplorasi penambahan teknik augmentasi citra yang dikhususkan untuk spektrum inframerah, seperti manipulasi kontras radiometrik dan teknik variasi *thermal normalization*, untuk memperkaya variasi tekstur semu pada citra potongan klasifikasi.
2. Perluasan jangkauan variasi temporal pengambilan data primer lapangan yang mencakup siklus cuaca lintas musim (musim kemarau dan musim hujan) untuk meningkatkan generalisasi pemahaman fitur gradien suhu model AI terhadap perubahan cuaca ekstrem perkebunan kelapa sawit.
3. Pengembangan interkoneksi sistem *dashboard* web agar mampu menerima masukan umpan data multi-sensor (*multi-modal data integration*), misalnya menggabungkan citra termal proksimal permukaan batang dengan data visual kamera multispektral pesawat tanpa awak (*drone*) untuk menghasilkan akurasi pemetaan zonasi infeksi perkebunan kelapa sawit berskala makro yang lebih komprehensif.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, A.N.N., Khairunniza-Bejo, S., Jahari, M., Muharam, F.M., Yule, I. dan Husin, N.A. 2020. "Early Detection of Ganoderma Boninense in Oil Palm Seedlings Using Support Vector Machines". *Remote Sensing*, 12(23), p. 3920.
- Azmi, A.N.N., Khairunniza-Bejo, S., Jahari, M., Muharram, F.M. dan Yule, I. 2021. "Identification of a Suitable Machine Learning Model for Detection of Asymptomatic Ganoderma Boninense Infection in Oil Palm Seedlings Using Hyperspectral Data". *Applied Sciences*, 11(24), p. 11798.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). 2026. Data Online BMKG: Ragam Data Historis Meteorologi Kabupaten Asahan Bulan Mei 2026. <https://dataonline.bmkg.go.id>. [1 Juni 2026].
- Badan Pusat Statistik. 2023. Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2023. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Barman, U. et al. 2025. "Smartphone Application for Detecting and Visualizing Basal Stem Rot Disease Stages in Oil Palm". *Frontiers in Remote Sensing*, 6, p. 1553844.
- Blessing, M. 2024. "Automated Detection of Palm Tree Diseases Using Convolutional Neural Networks and Image Recognition". *ResearchGate Publication*, pp. 1-12.
- Hashim, I. C., Shariff, A. R. M., Bejo, S. K., Muharam, F. M., dan Ahmad, K. 2021. "Classification of Non-Infected and Infected with Basal Stem Rot Disease Using Thermal Images and Imbalanced Data Approach". *Agronomy*, 11(12), p. 2373.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Haw, Y. H., Chuah, J. H., Husin, N. A., Zhao, Z., Voon, W., dan Por, L. Y. 2023. "Detection of Ganoderma Boninense Diseases of Palm Oil Trees Using Machine Learning". *In 2023 IEEE 13th Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE)*, pp. 1-6.
- Haw, Y. H. et al. 2023. "Classification of Basal Stem Rot Using Deep Learning: A Review of Digital Data Collection and Palm Disease Classification Methods". *PeerJ Computer Science*, 9, p. e1325.
- Husin, N. A., Baktiar, N. A. H. M., Tagang, V. U., Khairunniza-Bejo, S., dan Yusuf, M. F. M. 2024. "Ganoderma BSR Disease Detection Using Machine Learning with UAV Imagery of Oil Palm Features, Thermal and Visible Spectral Indices". *SSRN Preprint*, SSRN-5304086, pp. 1-33.
- Hyder, M. dan Talpur, N. 2024. "Advanced Deep Transfer Learning Techniques for Efficient Detection of Plant Diseases". *Frontiers in Plant Science*, 15, p. 1441117.
- Kwang, C. S. et al. 2025. "Ganoderma Disease in Oil Palm Trees Using Hyperspectral Imaging and Machine Learning". *Journal of Human, Earth, and Future*, 6(1), pp. 1-15.
- Lajis, G. B. A. 2018. Identification of Basal Stem Rot Disease in Oil Palm Tree Using Thermal Imaging Technique. *Masters Thesis*. Universiti Putra Malaysia.
- Roboflow Universe. 2024. Oil Palm Ganoderma Detection Dataset. <https://universe.roboflow.com/binus-ozszb/oil-palm-ganoderma-detection>. [15 January 2026].



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Susanto, A. 2024. Dampak Ekonomi dan Strategi Pengendalian Penyakit Ganoderma pada Kelapa Sawit Indonesia. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS).
- Tan, M. I. S. M. H., Jamlos, M. F., Omar, A. F., Kamarudin, K., dan Jamlos, M. A. 2023. "Ganoderma Boninense Classification Based on Near-Infrared Spectral Data Using Machine Learning Techniques". *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 232, p. 104718.
- Tripathi, P. et al. 2025. "Comparative Analysis of YOLOv8 and YOLOv9 Models for Real-Time Plant Disease Detection". *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 15(1), pp. 1-8.
- Ultralytics. 2026. YOLOv26: The State-of-the-Art Object Detection Model Documentation. <https://github.com/ultralytics/ultralytics>. [15 January 2026].
- Wahyuni, M., Sabrina, T., Mukhlis dan Santoso, H. 2024. "Using Machine Learning in Detecting Ganoderma Disease in Oil Palm Plants". *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 12(14s), pp. 586-595.
- Wang, L. et al. 2024. "Precision Agriculture with YOLO-Leaf: Advanced Methods for Detecting Apple Leaf Diseases". *Frontiers in Plant Science*, 15, p. 1452502.
- Xu, Z. dan Wu, C. 2023. "Combination of Transfer Deep Learning and Classical Machine Learning Models for Multi-View Image Analysis". *Computer Sciences & Mathematics Forum*, 7(1), p. 13.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Visca Chaerunnisa Bachri

Lulus dari SDN Mekarsari 01 pada tahun 2016, SMPN 1 Tambun Selatan pada tahun 2019, dan SMA Budi Mulia Karawang pada tahun 2022. Lahir di Bekasi pada tanggal 8 September 2003 penulis merupakan anak ke-1 dari pasangan Bapak Bachri dan Ibu Almh. Fitriyanti

Pada tahun 2022, penulis melanjutkan pendidikan Diploma IV (Sarjana Terapan) di Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta (PNJ). Selama masa perkuliahan, penulis aktif mendalami bidang *Machine Learning*, *Computer Vision*, dan *Frontend Web Development*. Sebagai salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Komputer (S.Tr.Kom.), penulis menyelesaikan skripsi tugas akhir yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Deteksi Dini Penyakit Ganoderma pada Kelapa Sawit Berbasis Web Menggunakan YOLOv26" di bawah bimbingan Dosen Pembimbing Ibu Dr. Prihatin Oktivasari, S.Si., M.Si.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

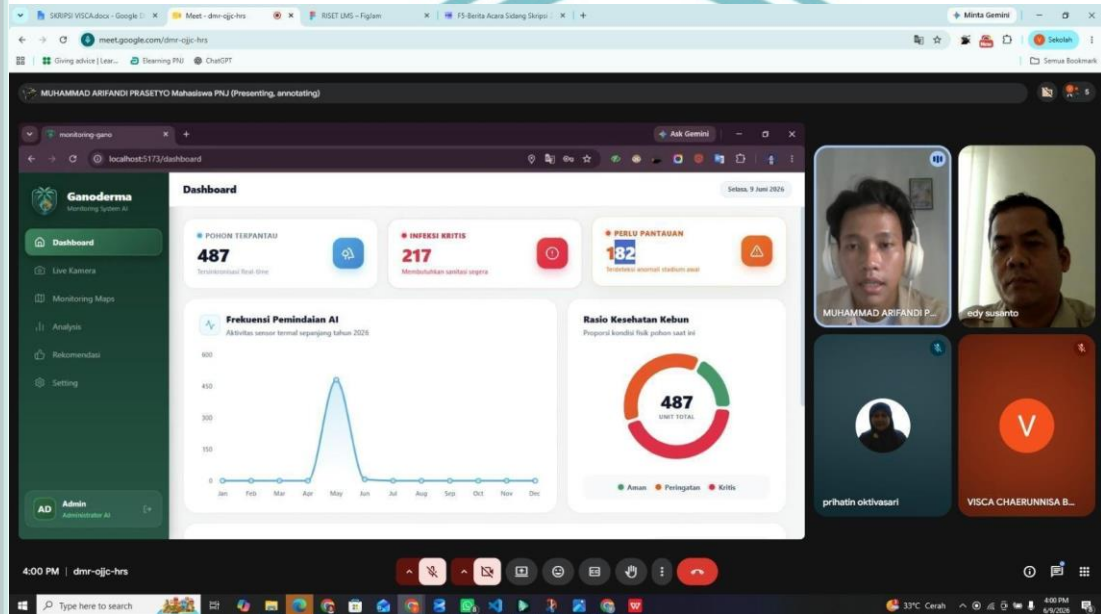
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1: Matriks Pengujian User Acceptance Testing (UAT)



GANODETECT DASHBOARD MONITORING

User Requirement Verification & Acceptance Testing (UAT) Sign-Off

INFORMASI PROYEK & PENGUJIAN

Judul Penelitian	Deteksi Dini Penyakit Ganoderma pada Kelapa Sawit
Mahasiswa / Pengembang	Visca Chaerunnisa Bachri (NIM: 2207411007)
Mahasiswa / Pengembang	Muhammad Arifandi Prasetyo (NIM: 2207411015)
Mitra Validator / Stakeholder	Tim Hama dan Penyakit Tanaman (HPT) Perkebunan
Hari / Tanggal Pengujian	09 Juni 2026
Status Sistem	Siap Diuji (Two-Stage Pipeline Terintegrasi)

RINGKASAN HASIL DEMO SISTEM

Kriteria Evaluasi	Rumus / Sumber Data	Jumlah	Persentase Kepatuhan
Total Kebutuhan Fungsional (User Requirements)	Total baris fungsional matriks	11	100
Kebutuhan Terpenuhi & Lolos Uji (PASS)	Jumlah Status 'PASS' di lembar matriks	11	100
Kebutuhan Gagal / Perbaikan (FAIL)	Jumlah Status 'FAIL' di lembar matriks	0	-
Tingkat Kesiapan Aplikasi Akhir (%)	Rasio PASS / Total Kebutuhan	1	100,0%

LEMBAR PERSETUJUAN & SIGN-OFF

Dengan menandatangani dokumen ini, seluruh fitur utama dalam rancang bangun sistem dinyatakan telah didemonstrasikan secara langsung dan divalidasi fungsinya sesuai dengan kesepakatan kebutuhan pengguna.

Pihak Penguji / Validator Lapangan

Mahasiswa / Pengembang Aplikasi

Mahasiswa / Pengembang Aplikasi

(Edy Susanto)
Jabatan:

(Visca Chaerunnisa Bachri)
NIM: 2207411007

(Muhammad Arifandi Prasetyo)
NIM: 2207411015



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1						
2	Matriks Data User Requirement & Checklist UAT					
3	Gunakan lembar kerja ini untuk melakukan checklist 'PASS' atau 'FAIL' saat mendemonstrasikan sistem di depan validator.					
4						
5	ID Kebutuhan	Modul / Fitur Utama	Kriteria Fungsional Kebutuhan	Skenario Demo & Validasi Lapangan	Status UAT	Catatan Masukan Pembimbing / Mitra
6	REQ-001	1. Live Camera	Mengintegrasikan umpan video langsung (live feed control) dari sensor kamera termal via USB/UVC.	Menghubungkan kamera termal Milesee TR256C ke laptop, membuka menu Live Cam, dan memastikan gambar radiasi panas muncul di peramban secara responsif.	PASS	-
7	REQ-002	1. Live Camera	Merekam parameter identitas pohon (Tree ID) dan koordinat spasial (Latitude/Longitude).	Melakukan tangkapan citra (capture) pangkal batang kelapa sawit dan mengonfirmasi data lokasi tersimpan otomatis ke dalam log sistem.	PASS	-
8	REQ-003	2. Mapping View	Memetakan posisi koordinat spasial geospasial kelapa sawit secara digital menggunakan penanda (marker).	Membuka menu peta interaktif web, memeriksa sebaran lokasi seluruh pohon di area perkebunan terestrial yang ditarik dari database.	PASS	-
9	REQ-004	2. Mapping View	Menerapkan pewarnaan marker yang konsisten sebagai indikator kriteria tingkat kesehatan tanaman kelapa sawit.	Memastikan marker berwarna Hijau untuk tanaman kondisi Sehat, warna Kuning untuk status Peringatan, dan warna Merah untuk kondisi Kritis/Berat.	PASS	-
10	REQ-005	2. Mapping View	Menampilkan panel detail drawer interaktif berisi informasi rata-rata suhu dan tingkat keparahan saat marker diklik.	Menklik salah satu marker di peta (misal objek TR-B-024) dan memvalidasi munculnya info ID pohon, suhu (32.5°C), dan keparahan (99%).	PASS	-
11	REQ-006	3. Dashboard Analitik	Menampilkan pusat informasi eksekutif (executive summary) berupa akumulasi data statistik populasi total pohon.	Memeriksa kesesuaian angka pada kartu statistik dashboard overview utama (peta makro total pohon dipantau).	PASS	-
12	REQ-007	3. Dashboard Analitik	Visualisasi grafik sebaran dinamika tingkat kesehatan kelapa sawit lintas musim per blok kerja perkebunan.	Memastikan komponen grafik batang (Bar Chart) merender distribusi jumlah pohon sehat vs terinfeksi dari Blok A hingga Blok E tanpa lag.	PASS	-
13	REQ-008	3. Dashboard Analitik	Visualisasi grafik garis tren pemindaian harian/bulanan untuk pengawasan berkala manajemen perkebunan.	Memvalidasi grafik garis (Line Chart) menampilkan data fluktuasi kronologis riwayat pemindaian berkala secara dinamis.	PASS	-
14	REQ-009	4. Sistem Rekomendasi	Mengeksekusi aturan pengambilan keputusan kondisional (Rule-Based Reasoning IF-THEN) dari output model kecerdasan buatan.	Sistem otomatis menangkap label dari model AI (Sehat/Peringatan/Kritis) untuk diproses ke mesin aturan penanganan agronomi.	PASS	-
15	REQ-010	4. Sistem Rekomendasi	Menerbitkan kalkulasi estimasi sisa umur waktu produktif kelapa sawit untuk analisis biaya-manafaat operasional.	Memastikan sisa umur produktif muncul (misal: rentang +- 12 bulan untuk kelas Peringatan, atau < 2 bulan untuk kelas Kritis/Berat).	PASS	-
16	REQ-011	4. Sistem Rekomendasi	Menghasilkan teks instruksi otomatis rekomendasi tindakan teknis agronomi kuratif atau eradikasi fisik di layar.	Memvalidasi rekomendasi muncul secara otomatis di panel drawers (misal: instruksi aplikasi Trichoderma sp. atau protokol penumbangan/chipping).	PASS	-
17						
18						
19						
20						

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 : Potongan Kode Program Utama (Source Code Snippets)

A. Backend Python API – Endpoint Pipeline Inferensi Dua Tahap (`backend_gano/main.py`)

```
import base64
import cv2
import numpy as np
from PIL import Image
from datetime import datetime
from fastapi import FastAPI, Depends
from sqlalchemy.orm import Session

#
=====
# PIPELINE KECERDASAN BUATAN (YOLO + HYBRID)
# Fitur: Dekode Base64, Alokasi Koordinat Kamera, dan
# Eksekusi Inferensi
#
=====

@app.post("/api/scan")
def proses_dan_simpan_scan(data: IncomingScanRequest, db: Session = Depends(get_db)):
    now_str = datetime.now().strftime("%d %b %Y %H:%M")

    # 1. Decode Foto Base64 dari Frontend React
    encoded_data = data.gambar_base64.split(",")[1] if
    ", " in data.gambar_base64 else data.gambar_base64
    img_bytes = base64.b64decode(encoded_data)
    np_img = np.frombuffer(img_bytes, np.uint8)
    img_cv = cv2.imdecode(np_img, cv2.IMREAD_COLOR)
    img_asli = Image.fromarray(cv2.cvtColor(img_cv,
    cv2.COLOR_BGR2RGB))

    # 2. Ambil Parameter Telemetry Kamera Termal Mileseey
    lat_final = data.lat_kamera
    lng_final = data.lng_kamera
    suhu_final = data.suhu
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
# 3. Eksekusi Tahap 1: Lokalisasi Objek Pangkal
Batang via YOLOv26
# [Logika pemanggilan model_yolo.predict() untuk
bounding box]

# 4. Eksekusi Tahap 2: Klasifikasi Tingkat Keparahan
Penyakit via ResNet50
# [Logika cropping ROI dan pemanggilan
model_klasifikasi.predict()]

# 5. Eksekusi Aturan SPK (Rule-Based Reasoning) &
Simpan Database
# [Logika IF-THEN untuk menghasilkan output
rekomendasi tindakan]

return {
    "status": "success",
    "datetime": now_str,
    "latitude": lat_final,
    "longitude": lng_final,
    "suhu_rata_rata": suhu_final
}
```

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

B. Frontend React Component – Antarmuka Visualisasi Geospasial Grid Kebun (frontend_gano/MonitoringMaps.jsx)

```
import { useState, useRef, useEffect } from 'react'
import { ZoomIn, ZoomOut, X, Leaf, AlertTriangle,
AlertCircle, Clock, Shield } from 'lucide-react'
import Sidebar from './Sidebar'

//
=====
// MATRIKS GENERATOR & MAPPING COMPONENT
// Fitur: Pembuat Grid Blok Otomatis, Dynamic Filtering,
dan Polling Real-time DB
//
=====

const generateTrees = (blok, rows, cols) => {
  const trees = []
  for (let r = 0; r < rows; r++) {
    for (let c = 0; c < cols; c++) {
      // Menginisialisasi seluruh titik pohon koordinat
      ke status default
      trees.push({
        id: `TR-${blok}-${String(r * cols + c +
1).padStart(3, '0')}`,
        row: r, col: c, status: 'belum_scan'
      })
    }
  }
  return trees
}

export default function MonitoringMaps({ activeNav,
onNavChange, onLogout }) {
  const [zoom, setZoom] = useState(1)
  const [filter, setFilter] =
useState('semua')
  const [selectedTree, setSelectedTree] = useState(null)
  const [allBlok, setAllBlok] = useState([])
  const mapRef = useRef(null)
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// Mengambil data status kesehatan pohon dari Backend
API Python secara asinkronus
useEffect(() => {
  const fetchData = async () => {
    try {
      const response = await
fetch('http://127.0.0.1:8000/api/pohon')
      if (response.ok) {
        const treesFromDB = await response.json()

        // Sinkronisasi data grid statis dengan status
        dinamis database
        const mergedBlok = blokConfig.map(b => {
          let trees = generateTrees(b.id, b.rows,
b.cols)

          let countSehat = 0, countPeringatan = 0,
countKritis = 0

          const dbTreesForBlok =
treesFromDB.filter(dbTree => dbTree.blok === b.id)

          dbTreesForBlok.forEach((dbMatch) => {
            const idParts = dbMatch.id_pohon.split('-')
            if (idParts.length === 3) {
              const targetIdx = parseInt(idParts[2],
10) - 1
              if (targetIdx >= 0 && targetIdx <
trees.length) {
                const finalStatus = dbMatch.status ?
dbMatch.status.toLowerCase() : 'sehat'

                if(finalStatus === 'sehat')
countSehat++

                if(finalStatus === 'peringatan')
countPeringatan++

                if(finalStatus === 'kritis')
countKritis++

                trees[targetIdx] = {
                  ...trees[targetIdx],
                  id: dbMatch.id_pohon,
                  status: finalStatus,
                  dbInfo: dbMatch
                }
              }
            }
          })
        })
      }
    }
  }
})
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

    }
  })
  return { ...b, trees, sehat: countSehat,
peringatan: countPeringatan, kritis: countKritis }
  })
  setAllBlok (mergedBlok)
  }
  } catch (error) {
    console.error("Gagal melakukan sinkronisasi data
peta:", error)
  }
  }
  fetchData()
}, [])

return (
  // Render Komponen Antarmuka Web Dashboard (Virtual
DOM Layout)
  <div className="maps-container" style={{ display:
'flex', height: '100vh' }}>
    { /* Integrasi Sidebar Navigasi Utama */
      <Sidebar activeNav={activeNav}
onNavChange={onNavChange} onLogout={onLogout} />

      { /* Render Grid Matriks Interaktif Dinamis
berdasarkan Filter Status */
        { /* ... [Logika mapping komponen DOM pohon dan
Drawer detail rekomendasi SPK] ... */
          </div>
        )
      }
    )
  }

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 : Dokumentasi Akuisisi Data Lapangan

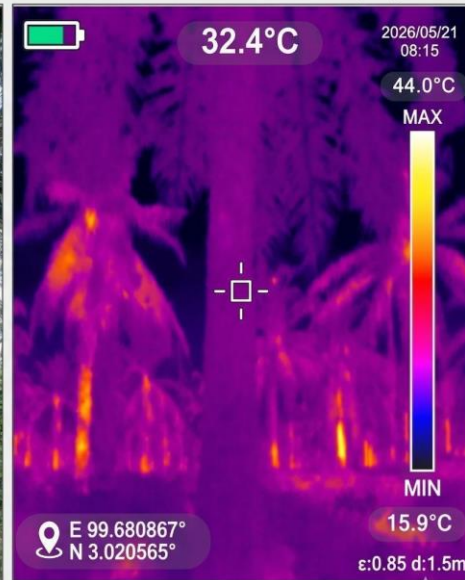


CITRA VISUAL (RGB)



yg rgb sehat

CITRA THERMAL (IR)

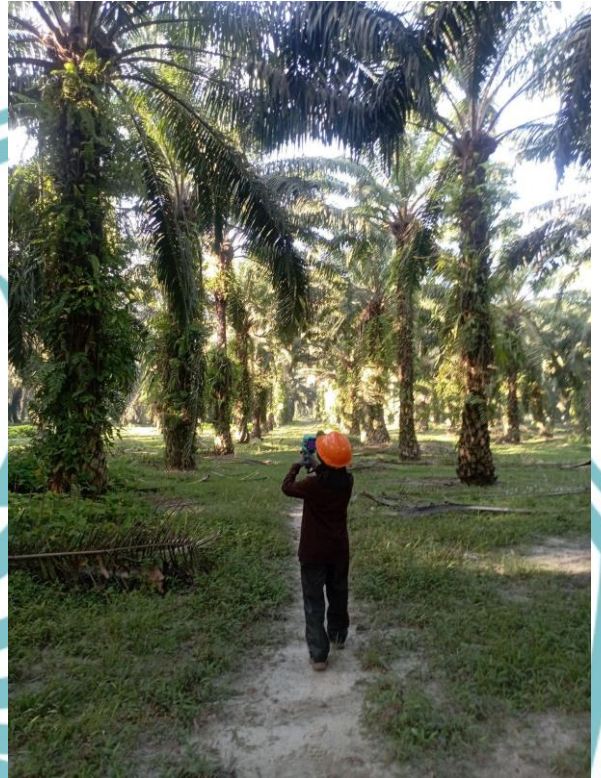


yg thermal sehat thermal

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4: Surat Keterangan Penelitian / Dokumen Mitra



Nomor : 179/BSU/HRD-JPM/IV/2026
Lampiran : -
Perihal : Jawaban Penerimaan Magang

Kepada Yth.
Bapak Ir Haolia Rahman, Ph. D
Kepala Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Politeknik Negeri Jakarta
di-
Jakarta

Dengan hormat,

Menindaklanjuti surat permohonan pengambilan data lapangan Nomor 158/DST/PL3.14/B/PT.00.0/2026 dari Fakultas Teknik Informatika dan Komputer Politeknik Negeri Jakarta, bersama ini kami sampaikan bahwa PT Bakrie Sawit Unggul menyetujui dan menerima mahasiswa untuk melaksanakan kegiatan penelitian, dengan data sebagai berikut:

Nama : Visca Chaerunnisa Bachri
NIM : 2207411007
Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Jakarta

Nama : Muhammad Arifandi Prasetyo
NIM : 2207411015
Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Jakarta

Demikian surat jawaban penerimaan magang ini kami sampaikan. Atas perhatian dan kerja samanya, kami ucapkan terima kasih.

Kisaran, 20 April 2026
Hormat kami,


Ukur Kami Surtakuti
Direktur Operasional

PT Bakrie Sawit Unggul
OO
PT Bakrie Sumatera Plantation Tbk
Bakrie Tower 19th Floor
Jl. H.R. Rasuna Said
Jakarta 12960, Indonesia
Telp. +62-21 2794 1286-87

Office Kisaran
Jl. Abdi Setia Bakli No. 61 Kisaran
Kabupaten Asahan 21211
Sumatera Utara, Indonesia
Telp. +62852 1330 2010