

**Otomasi Deteksi dan Perhitungan Lalat Buah pada Perangkap
Steiner Menggunakan Infrared Breaker Array**



Tugas Akhir

Rifqi Habib Ur Rahman

00000073280

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2025**

**Otomasi Deteksi dan Perhitungan Lalat Buah pada Perangkap
Steiner Menggunakan Infrared Breaker Array**



Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

Rifqi Habib Ur Rahman

00000073280

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA**

TANGERANG

2026

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Rifqi Habib Ur Rahman

Nomor Induk Mahasiswa : **00000073280**

Program Studi : Teknik Komputer

Menyatakan bahwa Skripsi/Tugas Akhir dengan judul :

Otomasi Deteksi dan Perhitungan Lalat Buah pada Perangkap Steiner
Menggunakan Infrared Breaker Array

Merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari laporan karya tulis ilmiah
yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk,
telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam
pelaksanaan maupun dalam penulisan laporan karya tulis ilmiah, saya bersedia
menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk mata kuliah yang telah
saya tempuh.

Tangerang, 27 Agustus 2025



(Rifqi Habib Ur Rahman)



HALAMAN PERNYATAAN PENGGUNAAN BANTUAN KECERDASAN ARTIFISIAL (AI)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rifqi Habib Ur Rahman
NIM : 00000073280
Program Studi : Teknik Komputer
Judul Laporan : Otomasi Deteksi dan Perhitungan Lalat Buah pada Perangkap Steiner Menggunakan Infrared Breaker Array

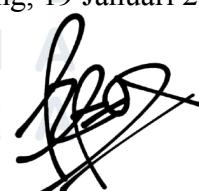
Dengan ini saya menyatakan secara jujur menggunakan bantuan Kecerdasan Artifisial (AI) dalam penggerjaan Tugas Akhir sebagai berikut:

- Menggunakan AI sebagaimana diizinkan untuk membantu dalam menghasilkan ide-ide utama saja
- Menggunakan AI sebagaimana diizinkan untuk membantu menghasilkan teks pertama saja
- Menggunakan AI untuk menyempurnakan sintaksis dan tata bahasa untuk pengumpulan tugas
- Karena tidak diizinkan: Tidak menggunakan bantuan AI dengan cara apa pun dalam pembuatan tugas

Saya juga menyatakan bahwa:

- (1) Menyerahkan secara lengkap dan jujur penggunaan perangkat AI yang diperlukan dalam tugas melalui Formulir Penggunaan Perangkat Kecerdasan Artifisial (AI)
- (2) Mengakui telah menggunakan bantuan AI dalam tugas saya baik dalam bentuk kata, paraphrase, penyertaan ide atau fakta penting yang disarankan oleh AI dan saya telah menyantumkan dalam sitasi serta referensi
- (3) Terlepas dari pernyataan di atas, tugas ini sepenuhnya merupakan karya saya sendiri

Tangerang, 19 Januari 2026



(Rifqi Habib Ur Rahman)

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul

Otomasi Deteksi dan Perhitungan Lalat Buah pada Perangkap Steiner
Menggunakan Infrared Breaker Array

Oleh

Nama : Rifqi Habib Ur Rahman
NIM : 00000073280
Program Studi : Teknik Komputer
Fakultas : Fakultas Teknik dan Informatika

Telah diujikan pada hari Senin, 19 Januari 2026

Pukul 10:30 s.d 12:30 dan dinyatakan
LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut

Ketua Sidang


Monica Pratiwi, S.ST., M.T.
0325059601

Pembimbing 1



Nabila Husna Shabrina, S.T., M.T.
0321099301

UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

Penguji



Samuel, M.T.I
0304038902

Pembimbing 2



Dareen Kušuma Halim, S.Kom., M.Eng.Sc.
0317129202

Ketua Program Studi Teknik Komputer



Samuel, M.T.I.

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rifqi Habib Ur Rahman
NIM : 00000073280
Program Studi : Teknik Komputer
Jenjang : S1
Judul Karya Ilmiah : Otomasi Deteksi dan Perhitungan
Lalat Buah pada Perangkap Steiner
Menggunakan Infrared Breaker Array

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia (**pilih salah satu**):

- Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial.
- Saya tidak bersedia mempublikasikan hasil karya ilmiah ini ke dalam repositori Knowledge Center, dikarenakan: dalam proses pengajuan publikasi ke jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*) **.
- Lainnya, pilih salah satu:
- Hanya dapat diakses secara internal Universitas Multimedia Nusantara
- Embargo publikasi karya ilmiah dalam kurun waktu 3 tahun.

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

Tangerang, 5 Januari 2026



(Rifqi Habib Ur Rahman)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Komputer, Universitas Multimedia Nusantara.

Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk menerapkan ilmu dan pengetahuan yang telah diperoleh selama masa perkuliahan, sekaligus memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan solusi teknologi yang relevan dengan kebutuhan di lapangan. Penulis menyadari bahwa penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Andrey Andoko, M.Sc., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Universitas Multimedia Nusantara.
3. Samuel, M.T.I, selaku Ketua Program Studi Universitas Multimedia Nusantara yang telah memberikan arahan serta bimbingan mengenai rubrik penilaian tugas akhir ini.
4. Nabila Husna Shabrina, S.T.,M.T., sebagai Pembimbing pertama yang selalu memberikan dukungan, motivasi serta bimbingan setiap minggu di tengah kesibukan perkerjaan dan studi doktoral yang beliau sedang tempuh. Beliau berperan penting dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Dareen Kusuma Halim, S.Kom., M.Eng.Sc., sebagai Pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tugas akhir ini. Beliau memberikan banyak saran di bidang *Embedded Systems* dan metode pengujian. Hal ini menjadi dasar penting dari penelitian ini.

6. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, serta emosional, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Tim MySalak, yang telah memberikan dukungan, semangat, serta pengetahuan yang relevan terkait proses pembuatan perangkap lalat buah. Kolaborasi dan diskusi bersama tim sangat membantu penulis dalam memahami kebutuhan di lapangan serta memastikan penelitian ini memiliki manfaat yang nyata.
8. EPICS in IEEE, yang telah mendukung pendanaan program MySalak sehingga penelitian dan pengembangan yang menjadi dasar Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar. Dukungan ini sangat berarti bagi keberlangsungan proyek dan pelaksanaan penelitian di lapangan.
9. Teman-teman seperjuangan Teknik Komputer angkatan 2022, yang senantiasa memberikan dukungan moral, semangat, serta kebersamaan yang berarti sejak awal perkuliahan hingga terselesaiannya tugas akhir ini. Kehadiran dan dukungan mereka menjadi motivasi tersendiri bagi penulis untuk tetap berproses dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
10. Sahabat dan Orang penting bagi penulis : Ringo Felixis, Fatima İlve Bülbül yang senantiasa memberikan dukungan emosional kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat, baik bagi civitas akademika Universitas Multimedia Nusantara maupun bagi pihak eksternal, serta dapat menjadi referensi dan pengembangan penelitian selanjutnya

Tangerang, 5 Januari 2026



Rifqi Habib Ur Rahman

Otomasi Deteksi dan Perhitungan Lalat Buah pada Perangkap Steiner Menggunakan Infrared Breaker Array

Rifqi Habib Ur Rahman

ABSTRAK

Ekspor buah salak Indonesia sangat bergantung pada pemenuhan standar fitosanitari terkait populasi lalat buah (*Bactrocera spp.*) yang diukur melalui indeks Flies per Trap per Day (FTD). Namun, kondisi pemantauan manual saat ini memiliki kelemahan kritis pada aspek inefisiensi waktu, di mana proses perhitungan membutuhkan waktu yang cukup lama. Lambatnya pemrosesan ini menghambat skalabilitas manajemen lahan yang luas serta mengakibatkan rendahnya resolusi temporal data yang dibutuhkan untuk respons cepat sertifikasi ekspor. Untuk menjawab kebutuhan akan akuisisi data yang berkecepatan tinggi dan masif, penelitian ini mengotomasi deteksi pada perangkap Steiner menggunakan Infrared (IR) Breaker Array berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32-C3 dan komunikasi LoRa RFM95, dengan menerapkan algoritma Dynamic Thresholding berbasis Exponential Weighted Moving Average (EWMA) serta "Drop Back Logic" untuk menangani fluktuasi lingkungan dan perilaku serangga. Hasil pengujian menunjukkan solusi ini menjawab kebutuhan kecepatan dengan peningkatan efisiensi waktu sebesar 98,92%; proses otomatis hanya memerlukan 1,176 detik per unit berbanding terbalik dengan metode manual. Dari sisi performa hitung, sistem mencapai akurasi 80,837% pada pengujian lapangan, dengan Mean Bias Error (MBE) 5,6 yang disebabkan oleh interferensi sinar UV dan perilaku loitering. Hasil ini membuktikan bahwa IR Breaker Array secara signifikan memangkas latensi akuisisi data, mendukung konsistensi, menaikan resolusi temporal data dan skalabilitas yang dibutuhkan untuk standarisasi ekspor hortikultura

Kata kunci: Lalat Buah, Infrared Breaker, Dynamic Thresholding, IoT, Efisiensi Waktu.

Detection and Count Automation of Fruit Flies on Steiner Traps using Infrared Breaker Array

Rifqi Habib Ur Rahman

ABSTRACT (English)

*Indonesian salak (snake fruit) exports are highly dependent on compliance with phytosanitary standards related to fruit fly populations (*Bactrocera spp.*), which are measured using the Flies per Trap per Day (FTD) index. However, current manual monitoring practices suffer from critical weaknesses in terms of time inefficiency, as the counting process requires a considerable amount of time. This slow processing hampers the scalability of large-scale land management and results in low temporal data resolution, which is required for rapid export certification responses.*

To address the need for high-speed and large-scale data acquisition, this study automates detection in Steiner traps using an Internet of Things (IoT)-based Infrared (IR) Breaker Array. The system utilizes an ESP32-C3 microcontroller and LoRa RFM95 communication, implementing a Dynamic Thresholding algorithm based on an Exponential Weighted Moving Average (EWMA) along with “Drop Back Logic” to handle environmental fluctuations and insect behavior.

Test results show that this solution meets speed requirements with a 98.92% improvement in time efficiency; the automated process requires only 1.176 seconds per unit compared to the manual method. In terms of counting performance, the system achieved an accuracy of 80.837% in field tests, with a Mean Bias Error (MBE) of 5.6 caused by UV light interference and loitering behavior. These results demonstrate that the IR Breaker Array significantly reduces data acquisition latency, supports consistency, increases temporal data resolution, and enables the scalability required for horticultural export standardization.

Keywords: *Fruit Fly, Infrared Breaker, Dynamic Thresholding, IoT, Time Efficiency.*

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BANTUAN KECERDASAN ARTIFISIAL (AI)	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT (English)</i>	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Pertanyaan Penelitian	5
1.3 Batasan Penelitian	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
2.1 Justifikasi Solusi	8
2.2 Tinjauan Teori	12
BAB III	
METODE PENELITIAN	24
3.1 Perancangan Solusi	24
3.2 Metode Pengujian	28
BAB IV	
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	31
4.1 Spesifikasi Sistem	31
4.2 Implementasi Hardware	42
4.3 Implementasi Firmware	47
4.4 Pengujian & Analisis Solusi	56
4.5 Keterbatasan Penelitian	70
5.1 Simpulan	72
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.1 Spesifikasi XIAO ESP32C3	31
Tabel 4.1.2 Spesifikasi LoRa RFM95	33
Tabel 4.1.3 Spesifikasi IR LED	35
Tabel 4.1.4 Spesifikasi Fotodioda	36
Tabel 4.1.5 Spesifikasi VRK 18650 Black	38
Tabel 4.1.6 Spesifikasi CN3791	40
Tabel 4.4.1 Log Latency Manual Count	56
Tabel 4.4.2 Log Latency Automated Count	60
Tabel 4.4.3 Statistik dan Evaluasi Metrik Waktu	61
Tabel 4.4.4 Parameter Sensitivitas IR Breaker Pengujian Lapangan	63
Tabel 4.4.5 Field Test Log	65
Tabel 4.4.6 Lab Test Log	67
Tabel 4.4.7 Perbandingan Hasil Evaluasi Lab test dan Field test	68

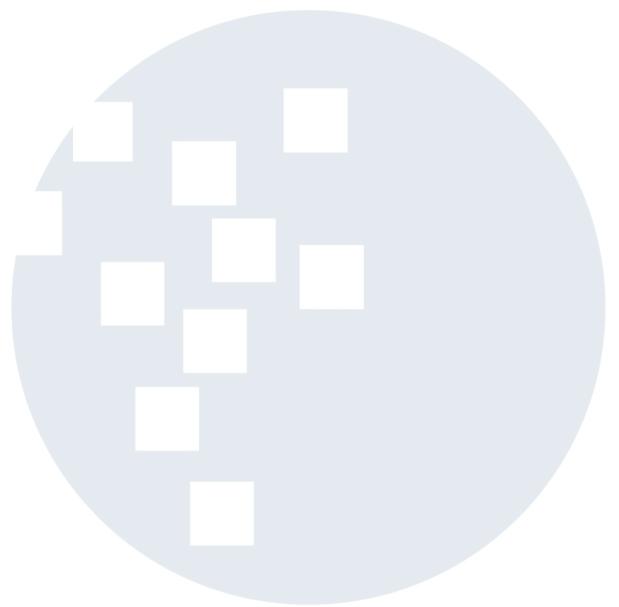


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2.1 Bactrocera Dorsalis dan Carambolae	13
Gambar 2.2.2 Perangkap Steiner. Suputa et al. (2007). (Pedoman Koleksi dan Preservasi Lalat Buah.)	14
Gambar 2.2.3 Perangkap dengan bait Methyl Eugenol	15
Gambar 3.1.1 Rancangan IR Breaker	24
Gambar 3.1.2 Demonstrasi IR Breaker	25
Gambar 3.1.3 Rancangan Power Management Perangkap	25
Gambar 3.1.4 Rancangan Bagian Komunikasi Perangkap	26
Gambar 3.1.5 Desain Keseluruhan Firmware	26
Gambar 3.1.6 Rancangan Algoritma Deteksi	27
Gambar 4.1.1 ESP32C3 XIAO	31
Gambar 4.1.2 RFM95	33
Gambar 4.1.3 IR LED	35
Gambar 4.1.4 Fotodioda	36
Gambar 4.1.5 VRK 18650 Black	38
Gambar 4.1.6 CN3791 Solar Charger	40
Gambar 4.2.1 Skematik Perangkap	42
Gambar 4.2.2 Skematik IR Breaker	43
Gambar 4.2.3 Skematik Power Management	45
Gambar 4.2.4 Skematik Communication Management	46
Gambar 4.4.1 Proses Sorting lalat	57
Gambar 4.4.2 Tampilan Pengujian waktu menggunakan Selenium	58
Gambar 4.4.3 Konfigurasi Field Test	64
Gambar 4.4.4 Arsitektur komunikasi perangkap	65
Gambar 4.4.5 Kontainer berisi lalat yang telah dihitung	66
Gambar 4.4.6 Konfigurasi Lab Test	66
Gambar 4.5.1 Reading dari fotodioda 1 dan 2 di siang hari.	70
Gambar 4.5.2 Reading dari fotodioda 1 dan 2 di malam hari.	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A - Turnitin	77
Lampiran B - Konsultasi Bimbingan	82
Lampiran C - Daftar Penggunaan AI	84



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA