

**PENGEMBANGAN TIMBANGAN PINTAR
TANDAN BUAH SEGAR SAWIT BERBASIS
EMBEDDED SYSTEM
DENGAN KOMUNIKASI BLUETOOTH LOW
ENERGY (BLE)**

Tugas Akhir

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



Dibuat Oleh:

TIO PRAMUDYA

210711411

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMAJAYA YOGYAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

PENGEMBANGAN TIMBANGAN PINTAR TANDAN BUAH SEGAR SAWIT BERBASIS EMBEDDED SYSTEM
DENGAN KOMUNIKASI BLUETOOTH LOW ENERGY (BLE)

yang disusun oleh

Tio Pramudya

210711411

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 29 Juli 2025

Dosen Pembimbing 1	: Irya Wisnubhadra, S.T.,M.T., Ph.D., IPM	Keterangan Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Prof. Dr. Pranowo, S.T., M.T.	Telah Menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Irya Wisnubhadra, S.T.,M.T., Ph.D., IPM	Telah Menyetujui
Penguji 2	: Eduard Rusdianto, ST., MT.	Telah Menyetujui
Penguji 3	: Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D.	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 29 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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur yang mendalam, saya Tio Pramudya, mempersembahkan Skripsi ini sebagai bentuk ungkapan terima kasih atas segala berkat, kekuatan, dan penyertaan Tuhan yang begitu luar biasa dari awal perjalanan hingga tiba di titik ini.

Segala pencapaian ini tidak lepas dari kasih dan doa yang tak pernah putus dari kedua orang tua saya, yang telah menjadi saluran berkat terbesar dalam hidup saya. Oleh karena itu, saya persembahkan seluruh hasil dan perjuangan ini kepada keluarga tercinta—sebagai wujud cinta, hormat, dan terima kasih atas segala dukungan yang telah mereka berikan.

Semoga apa yang telah saya capai dapat menjadi kebanggaan dan membawa manfaat, tidak hanya bagi keluarga, tetapi juga bagi orang-orang di sekitar saya. Kiranya damai dan rahmat Tuhan senantiasa menyertai kita semua.

~ Berkah Dalem ~

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat Rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan pembuatan tugas akhir “judul” 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 terma kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu membimbing dalam iman-Nya, memberikan berkat-Nya, dan menyertai penulis selalu.
2. Bapak Irya Wisnubhadra, S.T., M.T., Ph.D., IPM., selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan masukan serta motivasi kepada menulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Dr. Pranowo, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan serta motivasi kepada menulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak dan Ibu tercinta atas segala doa, dukungan moral maupun material, serta kasih sayang yang tiada henti selama proses perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini.
5. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada kedua kakak, Gabriel Agus Novianto dan Anastasia Winaria Supit, serta keponakan tercinta, Denzel Emanuel Wiranata, yang senantiasa memberikan semangat dan menjadi sumber motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Penulis juga berterima kasih kepada saudara-saudara penulis, Gunawan dan Antonius Rio Wicaksono, atas dukungan dan dorongan positif yang diberikan selama proses penyusunan tugas akhir ini.

7. Tak lupa, kepada seluruh teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu per satu, penulis ucapkan terima kasih atas kebersamaan, bantuan, serta semangat yang telah diberikan.

Kehadiran dan dukungan kalian sangat berarti bagi penulis dalam menyelesaikan perjalanan akademik ini. Demikian laporan tugas akhir ini dibuat, dan penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca

Yogyakarta, 24 July 2025

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Tio Pramudya' in a stylized, cursive script.

Tio Pramudya
210711411

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
INTISARI.....	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Metode Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	20
A. Sistem Embedded.....	20
B. Mikrokontroler	21
C. Kalman Filter	22
D. Bluetooth Low Energy (BLE).....	23
E. Load cell.....	24
F. Universal Serial Bus (USB)	25
G. Sensor.....	26
H. Arduino R4 Wifi.....	27
I. InfluxDB	28
J. JSON	29
K. RaspberryPi.....	29
L. UART	30
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	32
A. Analisis Sistem.....	32
B. Lingkup Masalah.....	34
C. Perspektif Produk	35
D. Fungsi Produk	36
E. Kebutuhan Sistem	40
F. Perancangan	45
BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM	56
A. Implementasi Sistem Implementasi Antarmuka.....	56
B. Pengujian Fungsionalitas Perangkat	77

C. Hasil Pengujian di Lapangan	79
BAB VI PENUTUP	92
A. Kesimpulan	92
B. Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Rumus Kalman Filter	23
Gambar 3. 2 Sensor berat dengan empat kabel	25
Gambar 3. 3 Arduino R4 wifi.....	28
Gambar 3. 6 RaspberryPi 4	30
Gambar 4. 1 Diagram Bisnis Proses Pemanenan TBS.....	32
Gambar 4. 2 Use Case Timbangan Pintar	36
Gambar 4. 3 Rancangan konveyor besar di Truk.....	40
Gambar 4. 4 Blok diagram perangkat keras.....	41
Gambar 4. 5 Flow Chart Timbangan Pintar	47
Gambar 4. 6 Diagram Alir Data	49
Gambar 4. 7 State Diagram.....	50
Gambar 4. 8 Tabel sawit InfluxDB	51
Gambar 4. 9 Diagram Sirkuit Timbangan Pintar	53
Gambar 5. 1 Desain Sirkuit di website Circuit Designer	56
Gambar 5. 2 Kotak Sirkuit terhubung Timbangan	57
Gambar 5. 3 Kotak sirkuit.....	58
Gambar 5. 4 Bagian bawah Timbangan	59
Gambar 5. 5 Struktur File Arduino R4.....	61
Gambar 5. 6 Konfigurasi Komunikasi BLE.....	62
Gambar 5. 7 Fungsi untuk mengirimkan data melalui BLE	63
Gambar 5. 8 Fungsi Kalman Filter.....	64
Gambar 5. 9 Fungsi menyalakan dan mematikan konveyor	65
Gambar 5. 10 Fungsi untuk menstabilkan Timbangan.....	67
Gambar 5. 11 Kode utama Timbangan Pintar	69
Gambar 5. 12 Fungsi Proses penimbangan	70
Gambar 5. 13 File Config.h.....	73
Gambar 5. 14 Konvigurasi RaspBerryPi.....	74
Gambar 5. 15 Pembacaan dan penyimpanan data JSON	76
Gambar 5. 16 SEAT (Stiper Edu Agro Tourism).....	80

Gambar 5. 17 Persiapan Alat.....	81
Gambar 5. 18 Persiapan Alat.....	81
Gambar 5. 19 Persiapan Alat.....	82
Gambar 5. 20 Timbangan Pintar dengan Konveyor besar	83
Gambar 5. 21 Timbangan Pintar di Konveyor besar.....	83
Gambar 5. 22 Pengujian Terhadap Tandan Buah Segar Sawit.....	84
Gambar 5. 23 Pengujian Terhadap Tandan Buah Segar Sawit.....	85
Gambar 5. 24 Data yang terkirim ke aplikasi Mobile.....	89
Gambar 5. 25 Database InfluxDB.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Perbandingan Penelitian	13
Tabel 4.1 Tabel Penjelasan Use Case	37
Tabel 4.2 Tabel Use Case Menimbang TBS.....	38
Tabel 4.3 Use Case Melihat Data TBS di RaspberryPi.....	39
Tabel 4.5 Tabel penjelasan Atribut Database	52
Tabel 5.1 Tabel Hasil Pengujian Timbangan Pintar	77
Tabel 5.2 Tabel Hasil Data Pengujian Timbangan Pintar.....	86

INTISARI

Pengembangan Timbangan Pintar Tandan buah segar sawit Berbasis Embedded System dengan Komunikasi *Bluetooth Low Energy* (BLE)

Intisari

Tio Pramudya

210711411

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem timbangan pintar berbasis embedded system yang ditujukan untuk proses penimbangan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit secara otomatis di lapangan. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pengendali utama, sensor beban (load cell) untuk membaca berat TBS, serta modul Bluetooth Low Energy (BLE) sebagai sarana komunikasi data nirkabel. Data hasil penimbangan dikirimkan secara langsung ke aplikasi Android yang dikembangkan khusus agar mudah digunakan oleh operator di lapangan. Penggunaan sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kecepatan dan akurasi dalam proses penimbangan, sekaligus meminimalkan kesalahan pencatatan data yang kerap terjadi pada sistem manual.

Pengujian sistem dilakukan di kebun sawit SEAT Official (Stiper Edu Agro Tourism) dengan melakukan 50 kali pengukuran pada lima rentang berat berbeda. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu memberikan hasil pengukuran yang akurat dengan persentase error rata-rata sebesar 0,996%. Tingkat akurasi ini dinilai cukup baik dan bahkan lebih presisi dibandingkan timbangan manual yang tidak menunjukkan hasil hingga dua digit desimal. Selain itu, pencatatan data secara otomatis melalui aplikasi juga membantu proses dokumentasi hasil panen menjadi lebih tertata.

Kedepannya, penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan sumber daya baterai pada modul GPS agar sistem dapat digunakan secara portabel. Dengan penambahan ini, sistem akan tetap aktif meskipun berada di lokasi yang jauh dari sumber listrik utama.