

**Pengembangan Aplikasi *Mobile* untuk Sistem *Monitoring* Mesin
Manufaktur pada Fasilitas Laboratorium**

Karya Tulis Ilmiah

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Muhammad Naufal Falah Rabbani

221441020



**PROGRAM STUDI TEKNIK REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK REKAYASA OTOMASI DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Pengembangan Aplikasi *Mobile* untuk Sistem *Monitoring* Mesin
Manufaktur pada Fasilitas Laboratorium**

Oleh:

Muhammad Naufal Falah Rabbani
221441020

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 02 Desember 2025

Disetujui,

Pembimbing I,



Ruminto Subekti, S.ST., M.T.

NIP. 196510141989031002

Pembimbing II,



Mohammad Harry Khomas

Saputra, S.T., M.TI

NIP. 198803242022031002

Disahkan,

Penguji I,



Ridwan, S.ST., M.Eng.

NIP.

197806122001121002

Penguji II,



Hendy Rudiansyah,

S.T., M.Eng

NIP.

198105072008101001

Penguji III,



Sarosa Castrena A.

S.Pd., M.T.

NIP.

198702252020121001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Naufal Falah Rabbani
NIM : 221441020
Jurusan : Teknologi Otomasi Manufaktur dan
Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pengembangan Aplikasi *Mobile* untuk Sistem
Monitoring Mesin Manufaktur Pada Fasilitas
Laboratorium

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 1 September 2025
Yang Menyatakan,

(Muhammad Naufal Falah Rabbani)
221441020

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Naufal Falah Rabbani
NIM : 221441020
Jurusan : Teknologi Otomasi Manufaktur dan
Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pengembangan Aplikasi *Mobile* untuk Sistem
Monitoring Mesin Manufaktur Pada Fasilitas
Laboratorium

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 1 September 2025
Yang Menyatakan,

(Muhammad Naufal Falah Rabbani)

221441020

MOTO PRIBADI

“Keberhasilan tidak diraih oleh yang terkuat, tetapi oleh mereka yang tidak berhenti mencoba.”— Terinspirasi dari karakter Asta dalam seri fiksi *Black Clover*.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuknya dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Pengembangan Aplikasi *Mobile* untuk sistem *Monitoring* Mesin Manufaktur pada Fasilitas Laboratorium.”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Bapak Darma Firmansyah U., S.ST., M.T, selaku Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah U., S.ST., M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ridwan, S.ST., M.Eng.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Ruminto Subekti, S.ST., M.T dan Bapak Mohammad Harry Khomas Saputra, S.T., M.TI
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Ridwan, S.ST., M.Eng., Bapak Hendy Rudiansyah, S.T., M.Eng, dan Bapak Sarosa Castrena A, S.Pd., M.T.
6. Panitia tugas akhir Bapak Rizqi Aji Pratama, M.Pd.

7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Fitri Hastuti Ningsih (Ibu) dan Muhamad Rodadi (Bapak) yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moral, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Buat sahabat – sahabat saya khususnya angkatan AE21 yang telah membantu dan menyemangati saya.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 1 September 2025

Muhammad Naufal Falah R.

ABSTRAK

Laboratorium manufaktur di pendidikan vokasi memerlukan sistem *monitoring* mesin yang akurat dan responsif untuk meningkatkan keselamatan, efisiensi operasional, serta kesiapan menuju standar industri 4.0. Pemantauan manual tidak mampu menyediakan informasi kondisi mesin secara *real-time* sehingga meningkatkan risiko kerusakan dan *downtime*. Penelitian ini mengembangkan sistem *monitoring* berbasis IoT yang mengintegrasikan sensor suhu, tekanan, dan getaran dengan ESP32, protokol MQTT, threshold sensor, serta aplikasi *mobile* berbasis Flutter. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimental melalui perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, integrasi sistem, serta pengujian kalibrasi sensor, pengujian *end-to-end*, dan *User Acceptance Test* (UAT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh sensor dapat membaca dan mengirimkan data ke aplikasi secara otomatis dan *real-time*, dengan peningkatan akurasi signifikan setelah kalibrasi: termokopel Type K dari 91,44% menjadi 98,64%, sensor tekanan WPT-83G dari 94,75% menjadi 99,06%, dan sensor getaran MPU6050 mampu mendeteksi vibrasi dalam batas aman sesuai ISO 10816-3. Sistem juga mampu mengklasifikasikan kondisi mesin menjadi Normal, *Caution*, dan *Warning* secara otomatis. Hasil UAT menunjukkan efektivitas tinggi dengan skor kepuasan pada fleksibilitas penambahan mesin (4,09), notifikasi otomatis (4,09), dan kemudahan operasional (3,92). Secara keseluruhan, sistem ini meningkatkan efisiensi pengelolaan serta keselamatan operasional laboratorium, dan membuka peluang pengembangan menuju sistem *predictive maintenance* berbasis data di masa mendatang.

Kata kunci: IoT (Internet of Things), ESP32, MQTT, Sensor Multi-Parameter, *Monitoring* Mesin

ABSTRACT

Vocational manufacturing laboratories require accurate and responsive machine monitoring systems to enhance safety, operational efficiency, and readiness for Industry 4.0 standards. Manual monitoring cannot provide real-time machine condition data, increasing the risk of equipment failure and downtime. This study develops an IoT-based monitoring system integrating temperature, pressure, and vibration sensors with an ESP32, MQTT communication protocol, a threshold sensor, and a Flutter-based mobile application. The research uses an experimental approach involving hardware and software design, system integration, sensor calibration testing, end-to-end testing, and User Acceptance Testing (UAT). Results indicate that all sensors successfully read and transmit data automatically and in real-time, with significant accuracy improvements after calibration: Type K thermocouple accuracy increased from 91.44% to 98.64%, WPT-83G pressure sensor from 94.75% to 99.06%, and the MPU6050 vibration sensor effectively detected vibrations within safe limits based on ISO 10816-3. The system also classifies machine conditions into Normal, Caution, and Warning automatically. UAT results demonstrate high effectiveness, with satisfaction scores for machine addition flexibility (4.09), automatic notifications (4.09), and operational ease (3.92). Overall, the system enhances management efficiency and operational safety in the laboratory and offers potential for future development toward data-driven predictive maintenance.

Keywords: *IoT (Internet of Things), ESP32, MQTT, Multi-Parameter Sensor, Machine Monitoring*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI).....	iii
MOTO PRIBADI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvi
I. BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1. Latar Belakang.....	I-1
I.2. Rumusan Masalah.....	I-3
I.3. Batasan Masalah.....	I-4
I.4. Tujuan dan Manfaat.....	I-4
I.5. Sistematika Penulisan.....	I-5
II. BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1. Tinjauan Teori.....	II-1
II.2. Tinjauan Alat.....	II-8
II.3. Studi Penelitian Terdahulu.....	II-16
III. BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH.....	III-1
III.1 Metode Penelitian.....	III-1
III.2 Hipotesis Penelitian.....	III-2
III.3 Identifikasi Variabel untuk Pengujian End-to-End.....	III-2
III.4 Tahapan Perancangan dan Pelaksanaan Eksperimen.....	III-4
III.5 Gambaran Umum Sistem.....	III-13
III.6 Peletakan Sensor pada Mesin.....	III-19
III.7 Use Case Diagram.....	III-21
III.8 Perancangan Elektrik.....	III-25
III.9 Perancangan Perangkat Lunak.....	III-29
III.10 Perancangan Program Antarmuka.....	III-30
III.11 Perancangan Basis Data.....	III-55

III.12 Perancangan Integrasi	III-57
III.13 Perencanaan Pengujian Keseluruhan Sistem	III-60
III.14 Pemodelan dan Analisis Data (<i>Modeling and Analysis</i>).....	III-61
III.15 Product.....	III-66
IV. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1. Hasil Implementasi	IV-1
IV.2 Pengujian Perangkat Lunak	IV-9
IV.3 Pengujian dan Kalibrasi Sensor	IV-13
IV.4 Pengujian Sistem Keseluruhan.....	IV-20
V. BAB V PENUTUP	V-1
V.1 Kesimpulan	V-1
V.2 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA	x
LAMPIRAN.....	xiv
Lampiran 1. Tabel Hasil Pengujian Sistem Terdahulu pada Pengguna.....	xiv
Lampiran 2. Tabel Hasil Pengujian Sistem yang Dikembangkan (User).....	xv
Lampiran 3. Tabel Hasil Pengujian Sistem Terdahulu pada Admin	xvi
Lampiran 4. Tabel Hasil Pengujian Sistem yang Dikembangkan (Admin)....	xvii
Lampiran 5. Tabel Hasil Pengujian <i>User Acceptance Test</i> pada Pengguna ..	xviii
Lampiran 6. Tabel Hasil Pengujian <i>User Acceptance Test</i> pada Admin.....	xix
Lampiran 7. Pengambilan data sensor suhu pada mesin <i>oven hardening</i>	xx
Lampiran 8. Pengambilan data sensor tekanan pada mesin kompresor.....	xx
Lampiran 9. Pengambilan data sensor getaran pada mesin frais	xxi
Lampiran 10. Tabel Skenario Pengujian End-to-End.....	xxi
Lampiran 11. Link untuk mengakses aplikasi dapat diunduh pada:	xxiii

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Penelitian terdahulu.....	II-16
Tabel III. 1 Hasil Analisis Kinerja (Performance).....	III-6
Tabel III. 2 Hasil Analisis Informasi (Information).....	III-6
Tabel III. 3 Hasil Analisis Ekonomi (Economy)	III-6
Tabel III. 4 Hasil Analisis Keamanan (Control).....	III-7
Tabel III. 5 Hasil Analisis Efisiensi (Efficiency).....	III-7
Tabel III. 6 Hasil Analisis Pelayanan (Service).....	III-8
Tabel III. 7 Tabel Kebutuhan Fungsional	III-12
Tabel III. 8 Kebutuhan Non-Fungsional.....	III-12
Tabel III. 9 Komponen Input Diagram Blok	III-16
Tabel III. 10 Komponen Process Diagram Blok.....	III-18
Tabel III. 11 Komponen Output Diagram Blok.....	III-19
Tabel III. 12 Penjelasan Skematik Rangkaian Kontrol.....	III-27
Tabel III. 13 Penjelasan Skematik Rangkaian Daya Tambahan.....	III-28
Tabel IV. 1 Keterangan Gambar Hasil Implementasi Perancangan Elektrik ...	IV-2
Tabel IV. 2 Keterangan Gambar Hasil Perancangan Elektrik Bagian Dalam ...	IV-3
Tabel IV. 3 Pengujian Fitur Tombol Tambah Mesin dan Form Penambahan Mesin	IV-9
Tabel IV. 4 Pengujian Fitur Halaman <i>Monitoring Sensor Real-time</i>	IV-11
Tabel IV. 5 Pengujian Fitur Halaman Status Analisis Machine learning.....	IV-12
Tabel IV. 6 Notifikasi Kondisi Mesin.....	IV-13
Tabel IV. 7 Pembacaan Sensor Suhu Oven Hardening Sebelum Kalibrasi.....	IV-14
Tabel IV. 8 Pembacaan Sensor Suhu Setelah di Kalibrasi	IV-15
Tabel IV. 9 Pembacaan Sensor Tekanan Sebelum di Kalibrasi.....	IV-17
Tabel IV. 10 Pembacaan Sensor Tekanan Setelah di Kalibrasi.....	IV-17
Tabel IV. 11 Pembacaan Sensor Getaran Pada RPM 1250	IV-18
Tabel IV. 12 Pembacaan Sensor Getaran Pada RPM 2500	IV-19
Tabel IV. 13 Pembacaan Sensor Getaran Pada RPM 1900	IV-20
Tabel IV. 14 Hasil Pengujian Start/Stop Mesin pada Akses Jarak Jauh.....	IV-23
Tabel IV. 15 Hasil Pengujian Notifikasi Anomali pada Akses Jarak Jauh.....	IV-24
Tabel IV. 16 Hasil Pengujian <i>Monitoring Sensor</i> pada Akses Jarak Jauh.....	IV-24

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Node MCU ESP32	II-11
Gambar II. 2 MAX6675.....	II-13
Gambar II. 3 Sensor Tekanan	II-14
Gambar II. 4 Sensor MPU6050	II-15
Gambar III. 1 Metode Eksperimental	III-1
Gambar III. 2 Diagram Alir Sistem Penambahan Mesin Terdahulu	III-5
Gambar III. 3 Diagram Alir Sistem Yang akan dikembangkan.....	III-9
Gambar III. 4 Diagram Alir <i>Monitoring</i> Sensor Mesin	III-10
Gambar III. 5 Rancangan Umum Sistem.....	III-13
Gambar III. 6 Rancangan Umum Client.....	III-14
Gambar III. 7 Rancangan umum sistem kontrol mesin	III-15
Gambar III. 8 Diagram Blok Sistem.....	III-16
Gambar III. 9 Ilustrasi Peletakan Sensor Suhu Pada Oven Hardening.....	III-20
Gambar III. 10 Peletakan Sensor Tekanan Pada Sistem Pneumatik.....	III-20
Gambar III. 11 Ilustrasi Peletakan Sensor Getaran Pada Mesin Frais.....	III-21
Gambar III. 12 Use Case Sistem <i>Monitoring</i> Mesin Manufaktur.....	III-24
Gambar III. 13 Perancangan Sistem Elektrik Rangkaian Daya.....	III-25
Gambar III. 14 Perancangan Sistem Elektrik Rangkaian Kontrol.....	III-26
Gambar III. 15 Perancangan Sistem Elektrik Rangkaian Daya Tambahan.....	III-28
Gambar III. 16 Flowchart Perancangan Program Pada Mikrokontroler.....	III-29
Gambar III. 17 Diagram Alir Proses Registrasi pada Sistem	III-31
Gambar III. 18 Tampilan Rancangan Antarmuka Proses Registrasi, a) Halaman utama aplikasi, (b) Formulir pembuatan akun baru, dan (c) Halaman verifikasi email.....	III-31
Gambar III. 19 Diagram Prosedur Login Pengguna dalam Sistem	III-32
Gambar III. 20 Desain Antarmuka pada Tahapan Proses Login	III-33
Gambar III. 21 Diagram Alir Proses Pengajuan Peminjaman	III-34
Gambar III. 22 Rancangan Antarmuka Pengguna: (a) Halaman Beranda Pengguna, (b) Halaman Form digital, (c)	III-35
Gambar III. 23 Rancangan Antamuka Pop Up peringatan untuk data yang tidak valid.....	III-37

Gambar III. 24 Diagram Alir Melihat Status Peminjaman.....	III-37
Gambar III. 25 Tampilan Antarmuka User :Halaman Status Peminjaman .	III-38
Gambar III. 26 Diagram Alir Proses Mengaktifkan Mesin	III-40
Gambar III. 27 Tampilan Antarmuka User: (a) Tombol Start Peminjaman, (b) Halaman peminjaman Ketika mesin sudah berjalan.....	III-40
Gambar III. 28 Diagram Alir Penambahan Durasi Peminjaman Mesin	III-41
Gambar III. 29 Tampilan Antarmuka Pengguna: (a) Pop up prosedur untuk memilih waktu perpanjangan, (b) Tampilan notifikasi ketika perpanjangan 10 meni, (c) Tampilan notifikasi Ketika perpanjangan 5 menit	III-42
Gambar III. 30 Diagram Alir Peninjauan dan Validasi Peminjaman	III-43
Gambar III. 31 Tampilan Antarmuka peninjauan dan Validasi status peminjaman	III-44
Gambar III. 32 Diagram Alir <i>Monitoring</i> Status Penggunaan Mesin.....	III-46
Gambar III. 33 Tampilan Antarmuka Halaman Dashboard Admin	III-46
Gambar III. 34 Diagram Alir Riwayat Penggunaan Mesin	III-47
Gambar III. 35 Tampilan Antarmuka <i>Monitoring</i> Penggunaan Mesin.....	III-48
Gambar III. 36 Diagram Alir Penambahan Mesin.....	III-49
Gambar III. 37 Tampilan Antarmuka Penambahan Mesin (a) Dashboard Utama Admin (b) Halaman dari View All (c) Formulir untuk penambahan mesin....	III-51
Gambar III. 38 Diagram Alir <i>Monitoring</i> Sensor <i>Real-time</i> dengan Klasifikasi.	III-53
Gambar III. 39 Tampilan Antarmuka <i>Monitoring</i> Sensor (a) <i>Monitoring Real-time</i> untuk Sensor (b) Kondisi Base Machine dari pengukuran suhu sensor dan Delay sensor	III-55
Gambar III. 40 Diagram Alir Integrasi Pada Sistem Lama	III-58
Gambar III. 41 Diagram Alir Model Alur Data.....	III-64
Gambar IV. 1 Hasil Implementasi Perancangan Elektrik.....	IV-1
Gambar IV. 2 Hasil Implementasi Perancangan Elektrik: Tampak Bagian Dalam	IV-3
Gambar IV. 3 Implementasi Antarmuka Tambah Mesin, (a) Halaman utama admin dan tombol tambah mesin, (b) Formulir tambah mesin, (c) Fitur untuk Edit dan Delete mesin yang terdaftar	IV-6

Gambar IV. 4 Tampilan <i>Monitoring</i> Sensor (a) Halaman untuk <i>Monitoring</i> Sensor <i>Real-time</i> , (b) Tampilan untuk kondisi base Machine dengan Machine Learning dan Tampilan Delay	IV-7
Gambar IV. 5 Tampilan kondisi base Machine dengan Machine Learning dan Tampilan Delay	IV-8
Gambar IV. 6 Tampilan Notifikasi untuk Kondisi Base Machine.....	IV-9
Gambar IV. 7 Grafik Perbandingan Sistem Lama dan Sistem Baru pada Pengguna	IV-27
Gambar IV. 8 Grafik Perbandingan Sistem Manual dan Sistem Baru pada Admin	IV-28
Gambar IV. 9 Grafik Hasil Pengujian UAT pada Pengguna.....	IV-30
Gambar IV. 10 Grafik Hasil Pengujian UAT pada Admin.....	IV-33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Hasil Pengujian Sistem Terdahulu pada Pengguna	xiv
Lampiran 2. Tabel Hasil Pengujian Sistem yang Dikembangkan (User)	xv
Lampiran 3. Tabel Hasil Pengujian Sistem Terdahulu pada Admin.....	xvi
Lampiran 4. Tabel Hasil Pengujian Sistem Yang Dikembangkan pada Admin .	xvii
Lampiran 5. Tabel Hasil Pengujian <i>User Acceptance Test</i> pada Pengguna	xviii
Lampiran 6. Tabel Hasil Pengujian <i>User Acceptance Test</i> pada Admin	xix
Lampiran 7. Dokumentasi pengambilan data pada sensor suhu	xx
Lampiran 8. Dokumentasi pengambilan data pada data sensor tekanan.....	xx
Lampiran 9. Dokumentasi pengambilan data pada data sensor getaran	xxi
Lampiran 10. Tabel Skenario Pengujian End-to-End	xxi-xxiii
Lampiran 11. Barcode untuk mendownload Aplikasi Flutter	xxiii

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

RPM = *Revolutions Per Minute*

CNC = Computer Numerical Control

MQTT = Message Queuing Telemetry Transport

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pendidikan vokasi adalah pendidikan yang menekankan pada keahlian praktikal yang dibutuhkan untuk langsung terjun ke dunia kerja [1]. Adanya kebutuhan untuk melakukan keahlian praktikal yang lebih banyak berdampak pada kebutuhan akan fasilitas Sarana dan Prasarana pendidikan yang berkualitas. Pada pendidikan vokasi seperti di Polman Bandung pembelajaran praktikum sangat dibutuhkan. Sehingga dibutuhkan peralatan praktikum dan laboratorium yang memadai.

Dalam pendidikan vokasi, laboratorium tidak hanya menjadi tempat untuk eksperimen dan penelitian, tetapi juga sarana untuk membantu visualisasi konsep yang sulit dipahami serta mengatasi miskonsepsi teori. Melalui praktik di laboratorium yang dilakukan dengan frekuensi tinggi, peserta didik dapat memperoleh pengalaman langsung yang mendukung pembelajaran yang efektif [2]. Seiring dengan berkembangnya teknologi manufaktur dan tuntutan industri 4.0, keberadaan laboratorium vokasi semakin strategis dalam menyiapkan tenaga kerja yang kompeten. Laboratorium kini tidak hanya dituntut untuk menyediakan sarana praktik, tetapi juga harus dikelola secara sistematis agar mampu menunjang kegiatan pembelajaran, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Oleh karena itu, dibutuhkan manajemen laboratorium yang baik, yaitu prosedur sistematis untuk mengumpulkan, menyimpan, memproses, dan memvalidasi data yang dibutuhkan sebagai dasar pengambilan keputusan manajerial [3].

Penelitian oleh Priyono et al. [4] menekankan bahwa laboratorium pendidikan vokasi perlu diintegrasikan dengan sistem manajemen berbasis digital agar selaras dengan kebutuhan industri 4.0. Sementara itu, Rahman dan Nugroho [5] menunjukkan bahwa pengelolaan laboratorium manufaktur yang terstruktur mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran praktis dan meminimalkan permasalahan perawatan mesin. Dengan manajemen yang terintegrasi, laboratorium vokasi dapat memberikan pelayanan optimal, meminimalisir kendala seperti keterbatasan sarana, kerusakan peralatan, serta memudahkan

integrasi ke dalam sistem digital berbasis data, sehingga relevan dengan kebutuhan industri masa kini.

Laboratorium manufaktur di Polman Bandung berfungsi sebagai sarana untuk mengelola dan mengoperasikan berbagai jenis mesin produksi dan peralatan pendukung dalam pendidikan vokasi. Beragam mesin digunakan, mulai dari mesin *quenching* (perlakuan panas), sistem pneumatik, hingga mesin pemesinan seperti frais dan CNC (Computer Numerical Control), yang semuanya mendukung proses pembelajaran praktis mahasiswa [6], [7]. Untuk memantau mesin yang begitu beragam dan banyak variasinya, maka diperlukan sebuah sistem untuk memantau semua penggunaan mesin yang ada di laboratorium. Pada penelitian sebelumnya, telah berhasil membuat sistem berbasis *Mobile App* pada platform flutter untuk meminjam dan menyimpan hasil peminjaman. Sehubungan dengan hal tersebut, pada penelitian ini akan dikembangkan sistem lanjutan yang tidak hanya berfungsi untuk pencatatan peminjaman mesin, tetapi juga menambahkan fitur penambahan data mesin baru serta integrasi sensor sebagai perangkat pendukung. Sensor yang digunakan dirancang untuk melakukan pemantauan kondisi mesin secara *real-time*, sehingga data yang diperoleh dapat digunakan sebagai fondasi analitis untuk pengembangan *predictive maintenance* dan *preventive maintenance* pada tahap penelitian berikutnya.

Pada penelitian terdahulu berjudul “Pengembangan Sistem *Monitoring* Penggunaan Mesin Berbasis *Mobile* Untuk Pengelolaan Fasilitas Laboratorium” oleh Murti Anggraini Sumanto telah dihasilkan sistem peminjaman mesin di laboratorium manufaktur mekatron yang dapat memudahkan pengguna dan pengelola dalam proses pengelolaan. Namun, sistem tersebut masih terbatas pada fungsi peminjaman dan pencatatan penggunaan mesin, tanpa adanya fitur pemantauan kondisi mesin secara *real-time* maupun kemampuan untuk menambahkan mesin baru secara dinamis.

Sejumlah penelitian terbaru juga menunjukkan arah serupa, tetapi masih memiliki keterbatasan. Misalnya, penelitian oleh Cui et al. (2025) mengembangkan aplikasi *mobile* berbasis cloud untuk mendukung aktivitas pendidikan, termasuk *monitoring* peralatan. Akan tetapi, penelitian ini belum mengintegrasikan sensor *real-time* maupun sistem peringatan otomatis ketika terjadi kondisi abnormal [8]. Sementara

itu, Sundaravadivazhagan et al. (2025) memanfaatkan IoT dalam *monitoring* laboratorium farmasi dengan basis database dan aplikasi *mobile*. Meski berhasil mengelola data secara sistematis, penelitian ini juga belum menyediakan fitur notifikasi alert berbasis data sensor [9]. Sedangkan pada penelitian oleh Guerra et al. (2024) menekankan pentingnya integrasi IoT dan AI dalam *monitoring* peralatan teknis pada bidang geoteknik. Namun, aplikasinya lebih menitikberatkan pada tampilan data berbasis cloud, tanpa fleksibilitas untuk penambahan mesin atau sensor baru [10].

Dari perbandingan penelitian sebelumnya, peneliti menemukan adanya celah penelitian dalam pengembangan sistem *monitoring* laboratorium. Keterbatasan yang masih terlihat antara lain: belum adanya fitur penambahan mesin dan sensor baru secara fleksibel, belum tersedianya mekanisme notifikasi *real-time* ketika terjadi anomali kondisi mesin, serta minimnya implementasi pada konteks laboratorium pendidikan vokasi. Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem inventarisasi dan *monitoring* mesin berbasis IoT yang terintegrasi dengan sensor suhu, tekanan, dan getaran yang dihubungkan melalui ESP32. Komunikasi data menggunakan protokol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) untuk memastikan pemantauan mesin dapat dilakukan secara *real-time*.

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang yang telah disebutkan, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem *monitoring* berbasis IoT yang mampu membaca data sensor secara otomatis, menampilkan informasi secara *real-time* pada aplikasi, menyediakan notifikasi otomatis ketika terjadi anomali pada mesin, serta mendukung penambahan jumlah mesin lebih dari tiga unit tanpa memerlukan perubahan kode pada sistem?
2. Bagaimana sistem *monitoring* berbasis IoT dapat memastikan tingkat akurasi pembacaan sensor suhu, getaran, dan tekanan dalam menggambarkan kondisi nyata mesin?

3. Bagaimana efektivitas sistem yang dibangun dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengelolaan mesin dibandingkan dengan metode sebelumnya (dengan uji efektivitas via kuesioner)?

I.3. Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat menyelesaikan permasalahan yang spesifik, maka terdapat beberapa batasan masalah yang dibuat sebagai berikut:

1. Penelitian ini tidak terbatas pada Laboratorium Manufaktur Mekatronik Politeknik Manufaktur Bandung, tetapi juga dapat diterapkan pada laboratorium atau fasilitas industri lain yang menggunakan parameter suhu, tekanan, dan getaran.
2. Sistem ini akan dikembangkan menggunakan platform Flutter, tanpa melibatkan framework lain seperti React Native atau native Android/iOS.
3. Penelitian ini hanya berfokus pada analisis penggunaan teknologi IoT dan sensor (suhu, tekanan, dan getaran) dalam sistem *monitoring* mesin. Selain itu, setiap mesin yang dijadikan objek penelitian dibatasi untuk menggunakan satu jenis parameter dengan satu sensor khusus, sehingga satu mesin hanya *me-monitoring* satu parameter saja.
4. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem IoT untuk inventarisasi dan *monitoring* mesin sebagai dasar penerapan *predictive maintenance*.

I.4. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pembuatan sistem pengelolaan mesin di lab Pendidikan berbasis Iot ini akan mendapatkan tujuan dan manfaat seperti berikut :

Tujuan :

1. Mengembangkan sistem *monitoring* berbasis IoT dengan sensor suhu, tekanan, dan getaran untuk memantau kondisi mesin secara *real-time*.
2. Untuk mengevaluasi efektivitas sistem *monitoring* yang dikembangkan, dengan membandingkannya terhadap metode sebelumnya melalui uji efektivitas berbasis kuesioner.
3. Untuk mengimplementasikan sistem notifikasi otomatis berbasis deteksi anomali, yang memberikan peringatan dini ketika terjadi penyimpangan pada suhu, tekanan, atau getaran mesin.

4. Menyediakan fitur fleksibel seperti penambahan mesin baru untuk mempermudah pengelolaan.
5. Untuk menganalisis dan menguji tingkat akurasi pembacaan sensor, sehingga data yang disajikan mampu merepresentasikan kondisi aktual mesin secara reliabel.

Manfaat Praktis :

1. Mempermudah pemantauan mesin.
2. Fleksibilitas pengelolaan.
3. Menyediakan data yang akurat.
4. Meningkatkan respons terhadap potensi kerusakan.
5. Memberikan dasar evaluasi yang lebih terukur.

I.5. Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN, berisi rancangan jadwal kegiatan TA dan rincian anggaran biaya untuk penyelesaian TA.