

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL POMPA *SUBMERSIBLE*
BERBASIS IoT DI *SUMP PIT* BANDARA INTERNASIONAL
SMB II PALEMBANG**

TUGAS AKHIR



Oleh:

RIZKI JANUARDO

NIT. 56192210021

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

2026

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL POMPA *SUBMERSIBLE*
BERBASIS IoT DI *SUMP PIT* BANDARA INTERNASIONAL
SMB II PALEMBANG**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan
Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara
Program Sarjana Terapan

Oleh:

RIZKI JANUARDO

NIT. 56192210021



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

2026

ABSTRAK

PERANCANGAN SISTEM KONTROL POMPA *SUBMERSIBLE* BERBASIS IoT DI *SUMP PIT* BANDARA INTERNASIONAL SMB II PALEMBANG

Oleh:

RIZKI JANUARDO

NIT : 56192210021

Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Program Sarjana Terapan

Operasional manual pompa *sump pit* di Bandara Internasional SMB II Palembang berisiko memicu luapan limbah dan *overheating* motor. Tujuan penelitian untuk otomasi *control system* pembuangan limbah berbasis IoT. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan Borg & Gall. Sistem menggunakan ESP32 yang terintegrasi dengan sensor HC-SR04 (level air), MAX6675 (suhu), dan PZEM-004T (kelistrikan), serta dipantau melalui *dashboard* Node-RED via MQTT. Hasil penelitian ini menunjukkan alat dapat bekerja dengan baik serta hasil validasi menunjukkan “Sangat Baik” oleh ahli materi (94%) dan media (90%). Pengujian mencatat akurasi presisi: ultrasonik 98,30%, termal 98,10%, tegangan 99,70%, dan arus 96,10%. Sistem sukses beroperasi mandiri (pompa ON saat air ≤ 5 cm, OFF saat ≥ 25 cm) dan memutuskan arus (*emergency stop*) secara otomatis pada suhu kritis. Inovasi ini terbukti efisien mencegah luapan dan *dry running*, dan menjadi langkah awal transisi menuju pemeliharaan prediktif (*predictive maintenance*).

Kata Kunci: ESP32, *Internet of Things*, Node-RED, Pemeliharaan Prediktif, Pompa *Submersible*, *Research and Development*.

ABSTRACT

DESIGN OF AN IOT BASED SUBMERSIBLE PUMP CONTROL SYSTEM AT THE SUMP PIT OF SMB II INTERNATIONAL AIRPORT PALEMBANG

By:

RIZKI JANUARDO

NIT: 56192210021

Airport Engineering Technology Study Program

Applied Undergraduate Program

The manual operation of the sump pit pump at SMB II International Airport in Palembang poses a risk of wastewater overflow and motor overheating. This research aims to automate the wastewater disposal control system utilizing the Internet of Things (IoT). The study applies the Research and Development (R&D) method based on the Borg & Gall approach. The designed system uses an ESP32 microcontroller integrated with an HC-SR04 sensor (water level), MAX6675 thermocouple (temperature), and PZEM-004T module (electrical parameters), which are monitored through a Node-RED dashboard via the MQTT protocol. The research results indicate that the device functions properly, achieving an "Excellent" validation rating from material (94%) and media (90%) experts. Functional testing recorded highly precise accuracy: ultrasonic at 98.30%, thermal at 98.10%, voltage at 99.70%, and current at 96.10%. The system successfully operated autonomously turning the pump ON at a water level of ≤ 5 cm and OFF at ≥ 25 cm and automatically executed an emergency stop by cutting off the current upon detecting critical temperatures. This innovation proved efficient in preventing both wastewater overflow and dry running, serving as an initial step in transitioning toward predictive maintenance.

Keywords: *ESP32, Internet of Things, Node-RED, Predictive Maintenance, Research and Development, Submersible Pump.*

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir : “PERANCANGAN SISTEM KONTROL POMPA *SUBMERSIBLE* BERBASIS IoT DI *SUMP PIT* BANDARA INTERNASIONAL SMB II PALEMBANG” telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-3, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang.



Nama : RIZKI JANUARDO

NIT : 56192210021

PEMBIMBING I

Dr. SUNARDI, S.T., M.Pd., M.T.
Pembina (IV/a)
NIP. 19720217 199501 1 001

PEMBIMBING II

WILDAN NUGRAHA, S.E., MS.ASM.
Penata Tk. 1 (III/d)
NIP. 19890121 200912 1 002

KETUA PROGRAM STUDI

Ir. M. INDRA MARTADINATA, S. ST., M.Si.
Pembina (IV/a)
NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir : “PERANCANGAN SISTEM KONTROL POMPA *SUBMERSIBLE* BERBASIS IoT DI *SUMP PIT* BANDARA SMB II PALEMBANG” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-3, Politeknik Penerbangan Palembang - Palembang. Tugas akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Sarjana pada tanggal 01 Juli 2026.

KETUA



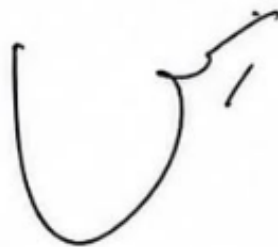
Dr. Capt. AHMAD HARIRI, S.T., S.SiT., M.Si.
Pembina Tk. 1 (IV/c)
NIP. 19700203 199503 1 001

SEKRETARIS



Dr. SUNARDI, S.T., M.Pd., M.T.
Pembina (IV/a)
NIP. 19720217 199501 1 001

ANGGOTA



Ir. VIKTOR SURYAN, S.T., M.Sc.
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19861008 200912 1 004

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rizki Januardo

NIT : 56192210021

Program Studi : Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul “PERANCANGAN SISTEM KONTROL POMPA *SUBMERSIBLE* BERBASIS IoT DI *SUMP PIT* BANDARA SMB II PALEMBANG” merupakan karya asli saya bukan merupakan hasil plagiarisme.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 28 Juni 2026

Yang Membuat Pernyataan,



RIZKI JANUARDO
NIT. 56192210021

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir D.IV yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia sebagai berikut:

Januardo, Rizki. (2026): PERANCANGAN SISTEM KONTROL POMPA *SUBMERSIBLE* BERBASIS IoT DI *SUMP PIT* BANDARA INTERNASIONAL SMB II PALEMBANG, Tugas Akhir Program Sarjana Terapan, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan Sebagian atau seluruh Tugas Akhir haruslah seizin Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan, Politeknik Penerbangan Palembang.

*Dipersembahkan kepada orang tua dan nenek terkasih
Ayahanda Fauzi, Ibunda Suryana, dan (Alm) Jaba Masturoh.*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadirat Allah SWT, atas dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini berjudul “PERANCANGAN SISTEM KONTROL POMPA *SUBMERSIBLE* BERBASIS IoT DI *SUMP PIT* BANDARA INTERNASIONAL SMB II PALEMBANG”.

Tugas akhir ini disusun sebagai bagian dari pemenuhan kurikulum Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Politeknik Penerbangan Palembang. Penulis menyampaikan apresiasi setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada Bapak Dr. Sunardi, S.T., M.Pd., M.T. dan Bapak Wildan Nugraha, S.E.,MS.ASM., selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada orang tua serta rekan-rekan yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan dalam menjalani perkuliahan. Selain itu, penghargaan dan terima kasih juga ditujukan kepada pihak-pihak terkait lainnya, antara lain:

1. Kedua Orang Tua dan kakak-kakak saya kak wawan, kak ivan, yuk bella, dan kak dendi yang selalu memberikan do’a restu, dukungan dan semangat tiada henti selama menjalankan pendidikan.
2. Bapak Dr. Capt. Ahmad Hariri, S.T., S.Si.T., M.Si. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang.
3. Bapak Ir. M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Bandar Udara Politeknik Penerbangan Palembang.
4. Bapak/Ibu dosen, admin prodi, Bapak Viktor Suryan selaku pembimbing OJT, *staff* pengajar dan teknisi Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Bandar Udara Politeknik Penerbangan Palembang.
5. Karyawan, *staff*, teknisi dan *supervisor* unit TTEQ juga unit Infrastruktur Bandara Internasional SMB II Palembang.

6. Rekan-rekan terdekat penulis yang senantiasa memberikan dorongan dan motivasi selama penyusunan laporan ini.
7. Teruntuk diriku sendiri terima kasih sudah mau berjuang dan bertahan selama ini, *I know its hard but I did it*.
8. Teman-teman seperjuangan dari prodi Teknologi Rekayasa Bandar Udara 03.
9. Para sahabatku Rekan-rekan IRMANIS Masjid Nurul Islam, tian, rekan-rekan OJT SMB II PLM : Jeti, Ardian, Keisah, dan Fathan, dan barak charlie C-107, zulfa, romi, samuel, luay, tegar.
10. Serta semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, hal ini disebabkan oleh keterbatasan waktu serta kemampuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka dan mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak guna meningkatkan kualitas dan penyempurnaan laporan ini ke depannya.

Palembang, 01 Juli 2026

Penulis,



Rizki Januardo

NIT. 56192210021

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PENGESAHAN PEMBIMBING	v
PENGESAHAN PENGUJI	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	viii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan.....	4
E. Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Deskripsi Teori	7
1. Fasilitas Mekanikal Bandar Udara	7
2. Sewage Treatment Plant (STP)	7
3. Sump Pit.....	8
4. Pompa Submersible 3 Fasa	8
5. Motor Induksi 3 Fasa	10
6. Sistem Kontrol dan Monitoring	11
7. <i>Internet Of Things</i> (IoT).....	12
8. Perangkat Keras (<i>Hardware</i>) Sistem Kontrol	14
B. Penelitian Relevan	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
A. Metode Penelitian.....	22
B. Prosedur Penelitian.....	23

1. Analisis Potensi Masalah	24
2. Pengumpulan Data	25
3. Desain Produk	27
4. Validasi Desain.....	28
5. Revisi Desain	29
6. Uji Coba Produk.....	29
C. Teknik Analisis Data.....	29
D. <i>Timeline</i> Kegiatan.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
A. Hasil	33
1. Analisis Potensi Masalah	33
2. Pengumpulan Data dan Informasi	35
3. Desain <i>Prototype</i>	38
4. Validasi Desain.....	48
5. Revisi Desain	49
6. Uji Coba Produk.....	50
B. Pembahasan	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	62
A. KESIMPULAN	62
B. SARAN	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Data Dukung Identifikasi Masalah	69
Lampiran B. Ceklist monitoring pompa submersible Sump pit di terminal keberangkatan bandara SMB II PLM	70
Lampiran C. Lembar Validasi Ahli Materi	72
Lampiran D. Lembar Validasi Ahli Media	74
Lampiran E. Transkrip Wawancara	76
Lampiran F. Perakitan dan uji coba Prototype	77
Lampiran G. Dokumentasi Observasi Lapangan	79
Lampiran H. Datasheet Komponen	80
Lampiran I. Pengoprasian Alat	89
Lampiran J. Dokumentasi Bimbingan Tugas Akhir	89
Lampiran K. Lembar Bimbingan Tugas Akhir	90
Lampiran L. Hasil Plagiarisme	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Pompa Submersible 3 Fasa.....	9
Gambar II. 2 Motor Induksi 3 Fasa.....	11
Gambar II. 3 Internet Of Things (IoT).....	13
Gambar II. 4 Node-Red.....	14
Gambar II. 5 Mikrokontroler ESP 32.....	15
Gambar II. 6 Sensor Ultrasonic.....	16
Gambar II. 7 Sensor Termocouple	17
Gambar II. 8 Sensor PZEM 004T	18
Gambar II. 9 Relay Module 1 Channel	19
Gambar III. 1 Metode Penelitian R&D	22
Gambar III. 2 Alur Penelitian.....	23
Gambar III. 3 Flowchart Penelitian.....	24
Gambar III. 4 Wiring Diagram.....	27
Gambar III. 5 Diagram Blok	28
Gambar IV. 1 Grafik Pergerakan Penumpang Keberangkatan.....	36
Gambar IV. 2 Kegiatan Observasi Penulis	37
Gambar IV. 3 Wiring Diagram Alat	39
Gambar IV. 4 Flowchart Alat	43
Gambar IV. 5 Desain 3 Dimensi Prototype	45
Gambar IV. 7 Dashboard Antarmuka Alat	46
Gambar IV. 8 Pemrograman Prototype	47

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Spesifikasi Pompa Submersible 3 Fasa	10
Tabel II. 2 Spesifikasi Mikrokontroler ESP 32	15
Tabel II. 3 Penelitian Relevan	20
Tabel III. 1 Personel Supervisor of Water Pump and Sistem	25
Tabel III. 2 Validator Desain	28
Tabel III. 3 Instrumen Pengujian Kelayakan Produk	31
Tabel III. 4 Timeline Kegiatan	32
Tabel IV. 1 Tabel Gap Analysis	33
Tabel IV. 2 Data Teknis Fasilitas Eksisting.....	36
Tabel IV. 3 Komponen-komponen Hardware	40
Tabel IV. 4 Hasil Validasi dari Validator Ahli Materi.....	49
Tabel IV. 5 Hasil Validasi dari Validator Ahli Media	49
Tabel IV. 6 Catatan Validator	49
Tabel IV. 7 Presentase Nilai Bacaan Ketinggian Air.....	52
Tabel IV. 8 Pengujian Sistem Level Air	53
Tabel IV. 9 Persentase Nilai Bacaan Suhu	54
Tabel IV. 10 Pengujian Sistem Suhu	55
Tabel IV. 11 Persentase Nilai Bacaan Tegangan	56
Tabel IV. 12 Pengujian Kestabilan Tegangan.....	56
Tabel IV. 13 Persentase Nilai Bacaan Arus	58
Tabel IV. 14 Pengujian Kestabilan Arus.....	58

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
IoT	<i>Internet of Things</i>	I
SMB II	Sultan Mahmud Badaruddin II	I
NIT	Nomor Induk Taruna	I
STP	<i>Sewage Treatment Plant</i>	1
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>	2
TTEQ	<i>Airport Equipment Departments</i>	2
WPS	<i>Water and Pump System</i>	2
K3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	3
OJT	<i>On the Job Training</i>	2
PM	Peraturan Menteri	2
UU	Undang-Undang	44
AC	<i>Alternating Current</i>	11
DC	<i>Direct Current</i>	16
GGL	Gaya Gerak Listrik	12
SPM	Standar Pelayanan Minimum	13
SoC	<i>System on Chip</i>	15
USB	<i>Universal Serial Bus</i>	15
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i>	15
DIO	<i>Digital Input/Output</i>	16
ADC	<i>Analog to Digital Converter</i>	16
DAC	<i>Digital to Analog Converter</i>	16
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver-Transmitter</i>	16
SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i>	16
I2C	<i>Inter-Integrated Circuit</i>	16
SRAM	<i>Static Random Access Memory</i>	16
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>	16

OpenOCD	<i>Open On-Chip Debugger</i>	16
TRAX	<i>Trace Memory</i>	16
SDIO	<i>Secure Digital Input/Output</i>	16
AP + STA	<i>Access Point + Station Mode</i>	16
BR / EDR	<i>Basic Rate / Enhanced Data Rate</i>	16
BLE	<i>Bluetooth Low Energy</i>	16
CT	<i>Current Transformer</i>	19
TTL	<i>Transistor-Transistor Logic</i>	19
OLED	<i>Organic Light-Emitting Diode</i>	20
SDA	<i>Serial Data</i>	20
SCL	<i>Serial Clock</i>	20
R&D	<i>Research and Development</i>	23
MQTT	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>	51
GND	<i>Ground</i>	17

Lambang	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
V	Volt (Satuan Tegangan)	15
A	Ampere (Satuan Arus Listrik)	18
W	Watt (Satuan Daya Aktif)	3
kW	Kilowatt (1.000 Watt)	3
Hz	Hertz (Satuan Frekuensi Listrik)	10
HP	<i>Horse Power</i> (Satuan Daya Mekanik Kuda)	10
M ³	Meter Kubik (Satuan Volume)	3
Cm	Sentimeter (Satuan Jarak/Panjang)	17
°C	Derajat Celcius (Satuan Suhu)	17
%	Persentase	31
π	Jari-jari tabung	49
<i>h</i>	Tinggi/Kedalaman tabung	49

$\pm$	Kurang Lebih (Toleransi/Estimasi)	47
$\leq$	Kurang Dari atau Sama Dengan (Batas Maksimal)	50
$\geq$	Lebih Dari atau Sama Dengan (Batas Minimal)	50

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri penerbangan global terus mengalami perkembangan pesat yang beriringan dengan peningkatan mobilitas manusia. Dalam mendukung kelancaran operasional angkutan udara, aspek kelayakan fasilitas, kenyamanan, serta kesehatan lingkungan menjadi prioritas utama yang harus dipenuhi. Pelayanan yang optimal dalam industri penerbangan tidak hanya bergantung pada operasional pesawat terbang, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kesiapan infrastruktur darat yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan (Nurchahyo dkk., 2023) .

Sebagai simpul utama dalam industri penerbangan, bandar udara dituntut untuk memiliki infrastruktur pendukung yang andal, salah satunya adalah fasilitas sanitasi berupa Sistem Pengelolaan Air Limbah atau *Sewage Treatment Plant* (STP). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2025 tentang pengelolaan air limbah domestik dan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 54 Tahun 2017 tentang pengelolaan limbah dan zat kimia pengoperasian pesawat udara dan bandar udara, bandar udara diwajibkan untuk mengelola limbah operasionalnya sesuai dengan baku mutu guna mencegah dampak negatif terhadap lingkungan (Johari, 2025; Latumeten & Azhar, 2024). Sejalan dengan regulasi tersebut, pedoman *Water Management at Airports* dan *Waste Management at Airports* dari *International Civil Aviation Organization* (ICAO) menekankan bahwa pemeliharaan preventif pada sistem pompa pembuangan (*submersible pump*) adalah strategi krusial agar sistem selalu siap menyedot fluktuasi debit air limbah (Iman, 2024).

Di era digitalisasi saat ini, transformasi teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) telah menjadi standar baru dalam manajemen utilitas modern. Untuk menjawab tuntutan respons cepat dalam operasional bandara, transformasi teknologi ke arah otomatisasi mulai banyak diadopsi oleh bandara modern. Berbagai penelitian mutakhir telah membuktikan bahwa integrasi mikrokontroler dengan sensor fisis dan elektris mampu mengotomatisasi

sistem kelistrikan pompa secara presisi sekaligus mengirimkan data telemetri secara *real-time* jarak jauh. Lebih jauh, fondasi utama dari standar industri saat ini adalah *predictive maintenance*, di mana teknisi memonitor parameter vital (tegangan, arus, suhu) untuk mendeteksi gejala anomali sebelum operasional pompa benar-benar lumpuh (Farid dkk., 2023; Widharma dkk., 2020).

Berbanding terbalik dengan pesatnya standar teknologi tersebut, pengelolaan fasilitas sanitasi di tingkat manajerial dan operasional Bandar Udara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin (SMB) II Palembang masih menemui kendala. Tanggung jawab pemeliharaan preventif utilitas *Water and Pump Sistem* (WPS) ini dipegang oleh *Airport Equipment Department* (TTEQ). Secara teknis, limbah domestik dari area terminal keberangkatan ditampung di fasilitas *Sump pit* berkapasitas masif sekitar 16 m³ yang telah dilengkapi pompa submersible 3 fasa berdaya 3,7 kW. Meskipun didukung oleh perangkat keras berkapasitas besar, sistem pengoperasian pompa di *Sump pit* ini sangat jauh tertinggal dari standar otomasi dan pemeliharaan prediktif karena sifatnya yang masih manual (Martua Samosir dkk., 2024).

Terdapat *gap* yang signifikan antara standar otomasi dengan realita di lapangan. Sebelumnya, upaya otomatisasi sebenarnya pernah diterapkan di SMB II menggunakan sakelar pelampung mekanis (*float switch*). Namun, karena karakteristik limbah yang kotor dan penuh endapan, perangkat yang harganya tergolong mahal tersebut sangat rentan *error* dan hanya mampu bertahan 1 hingga 3 bulan sebelum akhirnya rusak total. Kegagalan teknologi mekanis yang menuntut kontak langsung dengan air kotor tersebut memaksa unit operasional menyerah dan kembali ke metode konvensional.

Saat ini, pengaktifan pompa kembali mengandalkan pemantauan visual teknisi atau jadwal waktu yang kaku. Berdasarkan pengamatan selama kegiatan *On the Job Training* (OJT), sistem manual ini terbukti sangat tidak responsif. Ketika terjadi lonjakan jumlah penumpang (seperti musim liburan atau keberangkatan umrah), debit air limbah meningkat cepat dan terlambat disadari teknisi. Akibatnya, *Sump pit* kerap meluap melalui *manhole*, menggenangi area

sekitarnya, membuat lantai penyortiran bagasi menjadi licin, dan mengancam standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) kru *ground handling*.

Selain risiko luapan limbah, keandalan fisik unit pompa submersible juga terancam (*gap teknis kelistrikan*). Motor induksi 3 fasa yang bekerja ekstra keras saat debit limbah melonjak sangat rentan mengalami gangguan mekanis (tersumbat sampah) atau fluktuasi suplai daya. Kondisi abnormal ini memicu tarikan arus berlebih dan panas ekstrem pada kumparan motor, yang jika tidak segera terdeteksi akan berujung pada kerusakan fatal yang membutuhkan biaya perbaikan destruktif. Mengandalkan inspeksi fisik yang repetitif jelas tidak lagi relevan dengan besarnya risiko ini (Afiah dkk., 2021; Firdaus dkk., 2025).

Untuk menjembatani *gap* operasional tersebut sekaligus mengatasi kelemahan sensor mekanik (pelampung) di masa lalu, penulis merancang sebuah terobosan berupa *prototype* sistem kontrol otomatis dan *monitoring* pompa submersible berbasis IoT sebagai langkah preventif. Secara teknis, purwarupa ini diotaki oleh mikrokontroler ESP32. Untuk mendeteksi level air guna mencegah luapan, digunakan sensor ultrasonik yang bekerja secara *non-contact* (tanpa menyentuh air limbah) sehingga jauh lebih awet dari pelampung konvensional. Secara simultan, modul sensor kelistrikan dan suhu memantau parameter kesehatan motor. Seluruh data ditransmisikan melalui jaringan Wi-Fi, memungkinkan teknisi menerima notifikasi (*early warning*) di *smartphone* (Rachman dkk., 2023).

Walaupun purwarupa ini berfokus pada pemodelan alur kerja kontrol berskala laboratorium dan belum diaplikasikan langsung pada beban motor 3 fasa di lapangan, inovasi ini diproyeksikan menjadi landasan (*blueprint*) bagi digitalisasi dan pemeliharaan prediktif utilitas bandara. Berdasarkan urgensi permasalahan operasional dan *gap* teknologi yang telah diuraikan, maka penulis bermaksud melakukan penelitian Tugas Akhir dengan judul: "PERANCANGAN SISTEM KONTROL POMPA SUBMERSIBLE BERBASIS IoT DI *SUMP PIT* BANDARA INTERNASIONAL SMB II PALEMBANG".

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang mengenai kendala operasional manual pada sistem *Sump pit* serta risiko luapan limbah dan kerusakan termal pada motor pompa, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang bangun *prototype* sistem kontrol otomatis dan monitoring pompa berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan aplikasi Node-RED sebagai simulasi pencegahan luapan limbah di *Sump pit* Terminal Keberangkatan dan memonitoring suhu serta daya pompa submersible untuk mencegah kerusakan pada pompa submersible di Bandara Internasional SMB II Palembang?
2. Seberapa akurat sensor ultrasonik dalam mendeteksi fluktuasi level air limbah, sensor thermocouple dalam mendeteksi suhu pompa, serta efektivitas sensor daya dalam mencegah kerusakan pompa?

C. Batasan Masalah

Agar ruang lingkup pembahasan dalam penelitian ini lebih terarah, fokus, dan tidak menyimpang dari rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka penulis memberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada perancangan hardware dan software *prototype*
Penelitian ini tidak mencakup instalasi panel kelistrikan tegangan tinggi, pengujian pada air limbah aktual, maupun evaluasi prosedur manajerial pemeliharaan oleh teknisi di lapangan.
2. Parameter input sistem dibatasi pada pembacaan level air, pembacaan arus listrik dan tegangan
3. Sistem monitoring dan notifikasi jarak jauh menggunakan jaringan internet of things dibatasi pengguna melalui antarmuka aplikasi Node-RED yang dioperasikan dengan asumsi ketersediaan suplai daya listrik dan jaringan internet (Wi-Fi) yang stabil. Penelitian ini tidak membahas aspek keamanan siber (*cybersecurity*) atau perancangan sistem daya cadangan darurat.

D. Tujuan

Mengacu pada perumusan masalah yang telah diuraikan di atas, adapun tujuan yang ingin dicapai dalam pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Merancang bangun sebuah *prototype* sistem kontrol otomatis dan monitoring jarak jauh menggunakan antarmuka Node-RED berbasis IoT dengan mikrokontroler ESP32, sebagai purwarupa skala laboratorium untuk fasilitas *Sump pit* Terminal Keberangkatan Bandara Internasional SMB II Palembang.
2. Menguji tingkat akurasi dan keandalan pembacaan sensor ultrasonik (level air), sensor suhu dan sensor daya guna memastikan ketepatan instruksi kerja (ON/OFF) pada *relay* sebagai langkah otomatisasi operasional sekaligus sistem proteksi ganda pada pompa air.

E. Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi instansi bandara, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi inovasi teknologi bagi manajemen Bandara Internasional SMB II Palembang untuk mencegah luapan limbah, memangkas waktu inspeksi manual teknisi, serta menjadi langkah awal penerapan pemeliharaan prediktif guna memperpanjang umur operasional dan mencegah kerusakan pada aset pompa *submersible*.
2. Bagi fasilitas industri penerbangan, temuan dalam penelitian ini diharapkan dapat berperan sebagai rancangan dasar (*blueprint*) alur kerja sistem otomasi kelistrikan dan proteksi pompa berbasis mikrokontroler apabila hendak diterapkan pada panel instalasi berskala komersial.
3. Bagi ranah akademis di Politeknik Penerbangan Palembang, purwarupa sistem IoT ini berpotensi kuat untuk dikembangkan sebagai modul atau media pembelajaran praktikum rekayasa instrumentasi dan mikrokontroler, terutama dalam memberikan pemahaman terkait integrasi sensor pembaca parameter kelistrikan, pemrograman logika proteksi, serta desain antarmuka visual jarak jauh.

F. Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini dikelompokkan menjadi lima bab dengan rincian pembahasan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang permasalahan, rumusan dan batasan masalah, tujuan beserta manfaat penelitian, metodologi yang digunakan, hingga sistematika penulisan yang berfokus pada urgensi sistem kendali pompa di Bandara Internasional SMB II Palembang.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Menyajikan kajian literatur dan landasan teori yang relevan untuk mendukung pengembangan alat, seperti konsep *Internet of Things* (IoT), spesifikasi mikrokontroler ESP32, karakteristik sensor (ultrasonik, suhu, PZEM-004T), serta penggunaan Node-RED sebagai antarmuka.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan langkah-langkah teknis secara komprehensif dalam merealisasikan sistem, meliputi rancangan diagram blok, *flowchart* alur kerja, *wiring diagram*, serta integrasi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Menitikberatkan pada pemaparan data hasil pengujian *prototype* sistem kontrol dan *monitoring* pompa *submersible*, beserta analisis performa alat dalam mencegah kejadian luapan air di *sump pit*.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Menyimpulkan keseluruhan hasil penelitian berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, sekaligus memberikan rekomendasi pengembangan ke depan demi menunjang keandalan fasilitas utilitas bandara.