

***PROTOTYPE* SISTEM MONITORING *OVERHEAT* MOTOR
INDUKSI 3 FASA SEBAGAI PENDUKUNG PEMELIHARAAN
ESKALATOR DI BANDARA**

TUGAS AKHIR

Oleh

DEA MARTHAMILLENIA

NIT. 56192110006



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
JULI 2025**

***PROTOTYPE SISTEM MONITORING OVERHEAT MOTOR
INDUKSI 3 FASA SEBAGAI PENDUKUNG PEMELIHARAAN
ESKALATOR DI BANDARA***

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan
Program Studi Diploma Empat
Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Oleh

DEA MARTHAMILLENIA

NIT. 56192110006



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
JULI 2025**

ABSTRAK

***PROTOTYPE* SISTEM MONITORING *OVERHEAT* MOTOR INDUKSI 3 FASA SEBAGAI PENDUKUNG PEMELIHARAAN ESKALATOR DI BANDARA**

Oleh

DEA MARTHAMILLENIA

NIT. 56192110006

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV

TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA

Peningkatan suhu motor induksi 3 fasa pada eskalator area terminal Bandara Radin Inten II Lampung yang tidak terdeteksi secara dini dapat menyebabkan gangguan pada kinerja peralatan. Kondisi tersebut seringkali tidak terpantau karena pemeliharaan dan pelaporan kerusakan masih bersifat manual. Penelitian ini bertujuan untuk merancang *prototype* sistem monitoring *overheat* motor induksi 3 fasa berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai pendukung pemeliharaan eskalator di bandara. Sistem dirancang dengan memanfaatkan sensor suhu Thermocouple *Type-K* dan modul MAX6675 untuk mendeteksi suhu permukaan motor, NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dan mengirim data ke web Firebase, antarmuka lokal berupa LCD 16x2 serta LED indikator. Metode penelitian menggunakan *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan Borg and Gall yang dimodifikasi menjadi enam tahapan yaitu: (1) Identifikasi potensi dan masalah, (2) Pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi, (3) Desain produk, (4) Validasi desain oleh dua validator ahli, (5) Revisi produk berdasarkan masukan validator, dan (6) Uji coba produk. Hasil pengujian menunjukkan persentase keberhasilan sebesar 98,96% dengan *error* < 2% dimana sistem mampu mendeteksi suhu motor secara *real-time*, memberi informasi berupa notifikasi, alarm, serta peringatan visual saat berada diambang batas aman ($\leq 60^{\circ}\text{C}$), waspada ($61-89^{\circ}\text{C}$), dan bahaya *overheat* ($\geq 90^{\circ}\text{C}$), juga menyimpan data ke server berbasis *cloud*. Implementasi sistem monitoring *overheat* diharapkan dapat memberikan implikasi positif guna mendukung efisiensi pemeliharaan motor eskalator, mempercepat deteksi kerusakan, menjaga kenyamanan penumpang, serta meningkatkan keandalan operasional eskalator di lingkungan bandara.

Kata Kunci: Eskalator, *Internet of Things* (IoT), MAX6675, Monitoring, NodeMCU ESP8266, *Overheat*, *Prototype*

ABSTRACT

PROTOTYPE OF 3 PHASE INDUCTION MOTOR OVERHEAT MONITORING SYSTEM AS A SUPPORT FOR ESCALATOR MAINTENANCE AT AIRPORTS

By

DEA MARTHAMILLENIA

NIT. 56192110006

DIPLOMA IV STUDY PROGRAM

AIRPORT ENGINEERING TECHNOLOGY

Undetected increase in the temperature of a 3 phase induction motor in the escalator terminal area of Radin Inten II Airport, Lampung, can cause disruption to equipment performance. This condition is often not monitored because maintenance and damage reporting are still manual. This study aims to design a prototype of an Internet of Things (IoT) based 3 phase induction motor overheat monitoring system to support escalator maintenance at the airport. The system is designed by utilizing a Thermocouple Type-K temperature sensor and a MAX6675 module to detect the motor surface temperature, a NodeMCU ESP8266 as a microcontroller and sends data to the Firebase web, a local interface in the form of a 16x2 LCD and an indicator LED. The research method uses Research and Development (R&D) with the Borg and Gall development model modified into six stages, namely: (1) Identification of potential and problems, (2) Data collection through observation, interviews, and documentation, (3) Product design, (4) Design validation by two expert validators, (5) Product revision based on validator input, and (6) Product trial. The test results show a success rate of 98.96% with an error of < 2% where the system is able to detect motor temperature in real-time, provide information in the form of notifications, alarms, and visual warnings when it is above the safe threshold ($\leq 60^{\circ}\text{C}$), alert ($61-89^{\circ}\text{C}$), and overheating danger ($\geq 90^{\circ}\text{C}$), also saves data to a cloud based server. The implementation of the overheat monitoring system is expected to have positive implications to support the efficiency of escalator motor maintenance, accelerate damage detection, maintain passenger comfort, and improve the operational reliability of escalators in airport environments.

Keywords: Escalator, Internet of Things (IoT), MAX6675, Monitoring, NodeMCU ESP8266, Overheat, Prototype

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir: “*PROTOTYPE* SISTEM MONITORING *OVERHEAT* MOTOR INDUKSI 3 FASA SEBAGAI PENDUKUNG PEMELIHARAAN ESKALATOR DI BANDARA” telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-2, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang.



Nama : DEA MARTHAMILLENIA

NIT : 56192110006

PEMBIMBING I

PEMBIMBING II

Dr. Ir. SETIYO, M.M.

Pembina Tk.I (IV/b)

NIP. 19601127 198002 1 001

WILDAN NUGRAHA, S.E., MS.ASM.

Penata Tk.I (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: “*PROTOTYPE* SISTEM MONITORING *OVERHEAT* MOTOR INDUKSI 3 FASA SEBAGAI PENDUKUNG PEMELIHARAAN ESKALATOR DI BANDARA” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-2, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang. Tugas akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Sarjana pada tanggal 15 Juli 2025.

KETUA



YANI YUDHA WIRAWAN, S.Si.T., M.T.
Pembina (IV/b)
NIP. 19820619 200502 1 001

SEKRETARIS



Dr. Ir. SETIYO, M.M.
Pembina Tk.I (IV/b)
NIP. 19601127 198002 1 001

ANGGOTA



Dr. YETI KOMALASARI, S.Si.T., M.Adm.SDA.
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19870525 200912 2 005

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dea Marthamillenia

NIT : 56192110006

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Menyatakan bahwa tugas akhir berjudul "*PROTOTYPE SISTEM MONITORING OVERHEAT MOTOR INDUKSI 3 FASA SEBAGAI PENDUKUNG PEMELIHARAAN ESKALATOR DI BANDARA*" 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, Juli 2025
Yang Membuat Pernyataan



Dea Marthamillenia
NIT. 56192110006

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:

Marthamillenia, Dea (2025): *PROTOTYPE SISTEM MONITORING OVERHEAT MOTOR INDUKSI 3 FASA SEBAGAI PENDUKUNG PEMELIHARAAN ESKALATOR DI BANDARA*, Tugas Akhir Program Diploma IV, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tugas akhir haruslah seizin Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang.

*Dipersembahkan kepada yang terkasih
Ayahanda Amfebrikal, S.P. dan Ibunda Desilawati, S.Sos.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT. atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik tanpa halangan suatu apapun. Tugas akhir *Prototype* Sistem Monitoring *Overheat* Motor Induksi 3 Fasa Sebagai Pendukung Pemeliharaan Eskalator di Bandara yang disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi kurikulum di Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Politeknik Penerbangan Palembang.

Lebih dari sekedar kewajiban akademik, proses penyusunan tugas akhir ini merupakan perjalanan panjang yang penuh tantangan, pelajaran, bahkan pengalaman yang seringkali menguras pikiran dan tenaga. Namun doa dan dukungan tulus dari orang-orang terkasih, selalu menguatkan penulis dalam menjalani proses pendidikan. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. Sang Maha Pencipta yang telah menganugerahkan karunia-Nya.
2. Kedua orangtua atas segala cinta, kasih, dan sayang yang tiada henti serta saudari saya Ade Julia Waf'a dan Ghaniyya Septri Ramadhani atas motivasi serta semangat yang diberikan.
3. Nekno Hj. Zainab, Nek Rohma, dan Mbak DR. Silvia Assoburu untuk ketulusan doa serta nasihat yang menjadi lentera disetiap langkah.
4. Bapak Dr. Capt. Ahmad Hariri, S.T., S.Si.T., M.Si. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang.
5. Bapak Ir. M. Indra Martadinata, S.S.T., M.Si. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Bandar Udara Politeknik Penerbangan Palembang.
6. Bapak Dr. Ir. Setiyo, M.M., selaku Dosen Pembimbing I.
7. Bapak Wildan Nugraha, S.E., MS.ASM. selaku Dosen Pembimbing II.
8. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Politeknik Penerbangan Palembang.
9. *Team of Technician Electrical, Mechanical, and Equipment Facility* Bandar Udara Radin Inten II Lampung.
10. Tim Teknisi Eskalator RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang.

11. Rekan seperjuangan TRBU 02 yang telah menemani proses pendidikan selama empat tahun terakhir atas kebersamaan, kekeluargaan, dan kekompakan yang akan dirindukan.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membimbing dan membantu hingga laporan ini selesai.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis terbuka terhadap saran dan gagasan positif yang membangun demi penyempurnaan dimasa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan menjadi langkah kecil dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Palembang, 15 Juli 2025

Dea Marthamillenia

NIT. 56192110006

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
PENGESAHAN PEMBIMBING.....	v
PENGESAHAN PENGUJI.....	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah	5
D. Tujuan	6
E. Manfaat	6
F. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Teori Penunjang	8
1. Sistem Monitoring.....	8
2. <i>Overheat</i> Motor Induksi 3 Fasa.....	8
3. Pemeliharaan Fasilitas Bandara	9
4. Eskalator.....	10
5. <i>Internet of Things</i> (IoT).....	12
6. <i>Prototype</i>	12
7. Komponen <i>Hardware</i>	13
8. Komponen <i>Software</i>	20
9. Gambar Penempatan Rancangan Alat.....	22

B. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
A. Desain Penelitian	26
B. Teknik Analisis Data.....	32
C. Jadwal Penelitian	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
A. Hasil Penelitian.....	34
B. Pembahasan	50
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	52
A. Simpulan.....	52
B. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Dokumentasi Kegiatan Observasi.....	58
LAMPIRAN B Data Wawancara	59
LAMPIRAN C Pemrograman Arduino IDE.....	63
LAMPIRAN D <i>Datasheet</i> Komponen.....	69
LAMPIRAN E Spesifikasi Fasilitas Eskalator Bandara Radin Inten II.....	71
LAMPIRAN F Dokumentasi Pembuatan <i>Prototype</i>	71
LAMPIRAN G Validasi Ahli	72
LAMPIRAN H Dokumentasi Uji Coba Alat	74
LAMPIRAN I Lembar Bimbingan	75
LAMPIRAN J Hasil Cek Plagiasi.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Sistem Monitoring	8
Gambar II.2 Motor Induksi 3 Fasa Eskalator	9
Gambar II.3 Kegiatan <i>Preventive Maintenance</i> Eskalator (<i>Sumber: SKEP 157 Tahun 2003</i>)	10
Gambar II.4 Eskalator	11
Gambar II.5 <i>Internet of Things</i>	12
Gambar II.6 <i>Prototype</i>	13
Gambar II.7 Motor DC <i>Gearbox</i> 12V Encoder	13
Gambar II.8 NodeMCU ESP8266 (<i>Sumber: d-krypton.fr</i>)	14
Gambar II.9 <i>Power Supply</i>	15
Gambar II.10 Sensor MAX6675	16
Gambar II.11 Termokopel	17
Gambar II.12 <i>Driver Motor</i> L298N	18
Gambar II.13 <i>Liquid Crystal Display</i>	19
Gambar II.14 Kabel USB	19
Gambar II.15 Kabel <i>Jumper</i>	20
Gambar II.16 Website	21
Gambar II.17 Arduino IDE	22
Gambar II.18 Penempatan Sensor Suhu	22
Gambar III.1 Tahapan Metode <i>Research and Development</i> (Borg & Gall)	26
Gambar III.2 Tahapan Borg & Gall yang Disederhanakan	27
Gambar III.3 Blok Diagram Sistem	29
Gambar III.4 <i>Flowchart</i> Alur Kerja	29
Gambar IV.1 Inspeksi kondisi motor eskalator	34
Gambar IV.2 Inspeksi kondisi peralatan motor eskalator	35
Gambar IV.3 Pelaporan Kendala Unit Eskalator Via Grup	36
Gambar IV.4 Pemeliharaan Motor Induksi 3 Fasa Eskalator	36
Gambar IV.5 Jadwal <i>Shift</i> Unit EMEF	37
Gambar IV.6 <i>Flight Schedule</i> Harian Bandara Radin Inten II	38
Gambar IV.7 Desain <i>Sketchup Prototype</i>	39
Gambar IV.8 <i>Wiring</i> Diagram Sistem	40
Gambar IV.9 Proses Rancangan <i>Hardware</i>	41

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Spesifikasi Motor DC <i>Gearbox</i> 12V Encoder	14
Tabel II. 2 Spesifikasi NodeMCU ESP8266	15
Tabel II. 3 Spesifikasi <i>Power Supply</i> 12VDC	16
Tabel II. 4 Spesifikasi <i>Driver Motor</i> L298N.....	18
Tabel II. 5 Spesifikasi LCD 16x2.....	19
Tabel II. 6 Kajian Penelitian yang Relevan.....	23
Tabel III.1 Daftar Narasumber Wawancara.....	28
Tabel III.2 Daftar Validator	30
Tabel III.3 Instrumen Validasi Penelitian.....	31
Tabel III.4 Kriteria Jawaban dengan Skala <i>Likert</i>	32
Tabel III.5 Rata-Rata Kriteria Kelayakan	33
Tabel III.6 Jadwal Pelaksanaan	33
Tabel IV.1 Potensi dan Masalah	35
Tabel IV.2 Komponen Alat dan Bahan.....	39
Tabel IV.3 Tampilan Website SMART <i>Escalator</i>	43
Tabel IV.4 Rata-Rata Nilai Validator 1	45
Tabel IV.5 Rata-Rata Nilai Validator 2.....	46
Tabel IV.6 Total Rata-Rata Skor dari Para Ahli	47
Tabel IV.7 Revisi Desain.....	47
Tabel IV.8 Hasil Pengujian Catu Daya.....	48
Tabel IV.9 Hasil Pengujian Kerja Sensor	49
Tabel IV.10 Hasil Pengujian Motor DC 12V	50
Tabel IV.11 Hasil Pengujian Website	50
Tabel IV.12 Perbandingan Komponen	51

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
IoT	<i>Internet of Things</i>	iii
R&D	<i>Research and Development</i>	iii
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>	iii
LED	<i>Light Emitting Diode</i>	iii
DC	<i>Direct Current</i>	iii
TIS	<i>Terminal Inspection Service</i>	4
EMEF	<i>Electrical, Mechanical, and Equipment Facility</i>	4
SKEP	Surat Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara	6
AC	<i>Alternating Current</i>	9
SOC	<i>System on Chip</i>	15
GPIO	<i>General Purpose Input/Output</i>	15
ADC	<i>Analog to Digital Converter</i>	15
SPI	<i>Serial Pin Input</i>	17
LSB	<i>Least Significant Bit</i>	17
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>	18
USB	<i>Universal Serial Bus</i>	19
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>	21
RTD	<i>Resistance Temperature Detector</i>	22
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>	24
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>	31
PWA	<i>Progressive Web App</i>	42

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring kemajuan teknologi yang pesat, industri penerbangan di dunia mengalami transformasi signifikan. Salah satu kebutuhan manusia agar tetap bisa terkoneksi dengan yang lain secara cepat dan efisien ialah melalui transportasi udara (Setiyo dkk., 2023). Bandar udara sebagai gerbang utama transportasi udara memiliki peranan penting dalam mendukung konektivitas global (Ningsih & Rachmawati., 2024). Ditengah era mobilitas yang terus meningkat, keamanan bandara menjadi prioritas utama bagi pengelola bandara. Salah satu langkah penting dalam menjaga keamanan ialah memastikan bahwa seluruh fasilitas bandara beroperasi secara efektif dan aman. Pengelola bandara menyediakan beragam fasilitas yang dirancang khusus untuk meningkatkan kenyamanan penumpang terutama mempermudah mobilitas manusia dalam sebuah bangunan bertingkat agar dapat berpindah dari lantai satu kelainnya (Maulana, 2024).

Bandar Udara Radin Inten II (IATA: TKG, ICAO: WILL) yang terletak di Provinsi Lampung, merupakan salah satu bandara di Indonesia yang melayani kebutuhan akan akses lingkup domestik dan internasional (Saprilantu dkk., 2016). Adanya kondisi ini, keberadaan fasilitas pendukung *traction equipment* di bandara menjadi sangat krusial untuk menunjang mobilitas penumpang (Kurniawati dkk., 2024). *Traction equipment* di bandara mencakup berbagai peralatan mekanis yang berfungsi untuk memudahkan perpindahan orang maupun barang. Beberapa peralatan utama yang termasuk dalam kategori ini adalah elevator, *conveyor*, garbarata, dan eskalator (Ismail dkk., 2023). Eskalator sebagai salah satu fasilitas vital yang memegang peranan penting dalam memastikan kelancaran arus pergerakan penumpang, khususnya diarea kedatangan dan keberangkatan dengan perbedaan elevasi lantai (Septiawan dkk., 2020).

Bandara Radin Inten II Lampung memiliki 10 unit eskalator yang tersebar diseluruh area terminal diantaranya 2 unit di terminal lantai dasar, 4 unit terminal lantai 1 (lantai *mezzanine*), 1 unit terminal lantai 1 (*Domestic Arrival*), 1 unit terminal lantai 1 (*International Arrival*), dan 2 unit di *sky bridge*. Menjadi bagian penting dalam operasional bandara yang digunakan setiap hari oleh ratusan hingga ribuan penumpang, kinerja eskalator yang handal berkontribusi besar terhadap kenyamanan dan keselamatan pengguna serta mencerminkan profesionalisme dalam pengelolaan bandara.

Mengacu pada standar kompetensi personel mekanikal bandar udara dengan pedoman Permenhub RI Nomor PM 37 Tahun 2021 tentang Personel Bandar Udara yang mencakup kompetensi *traction equipment*, diantaranya mampu mengoperasikan, memelihara/merawat, memperbaiki, menganalisa gangguan/kerusakan dan membuat langkah perbaikan, merencanakan/mendesain pemasangan atau perubahan sistem, mengevaluasi kinerja peralatan *traction and equipment*, maka dari itu pemeliharaan dan pemantauan kinerja eskalator di Bandara Radin Inten II Lampung menjadi tanggung jawab unit *Electrical, Mechanical, and Equipment Facility* (EMEF) guna peningkatan pelayanan penumpang di bandara terhadap penggunaan eskalator.

Untuk menunjang operasi industri pada kelancaran fasilitas eskalator di bandara, tentunya membutuhkan motor induksi sebagai komponen penggerak utama dimana hampir 80-90% dunia industri menggunakannya. Dalam pengamatan penulis ketika mengikuti kegiatan pemeliharaan eskalator dan wawancara langsung bersama teknisi mekanikal bandara pada bulan Februari 2025, ditemukan ada beberapa kendala kinerja eskalator di Bandara Radin Inten II Lampung tepatnya pada kinerja motor induksi 3 fasa eskalator di area terminal yang mengalami *downtime mechine* akibat sistem *slow down* tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Kondisi serius di lapangan terjadi karena adanya *overheat* motor induksi 3 fasa akibat sensor gerak tidak aktif dan kurangnya oli pelumasan. Dalam keadaan normal, sensor gerak seharusnya mendeteksi keberadaan penumpang dan mengatur kecepatan motor secara

otomatis melalui fungsi *slow down* untuk mengurangi beban kerja dan menghemat energi (Kurniawati dkk., 2023). Masalah yang terjadi ketika sensor gerak tidak berfungsi atau mengalami gangguan, motor tetap berputar pada kecepatan penuh meskipun tanpa beban yang bekerja sehingga konsumsi arus tidak efisien. Situasi ini tidak hanya meningkatkan getaran mekanis (yang dalam jangka panjang akan mempercepat kerusakan komponen *bearing*, *gear*, dan poros motor), tetapi juga memicu kenaikan suhu kerja motor. Selain itu motor juga rentan mengalami *overheat* karena kemampuan oli untuk melumasi dan mengurangi keausan serta gesekan pada komponen mekanis tidak optimal. Hal ini diakibatkan oleh oli pelumas yang sudah lama belum diganti, sehingga volume dan kualitasnya berkurang.

Kejadian yang terpantau langsung oleh teknisi saat motor mengalami *overheat* yaitu adanya bau hangus disekitar motor dan mengakibatkan lantai eskalator menjadi panas, tentu ini menandakan panas merambat ke permukaan dikarenakan akumulasi suhu tinggi didalam ruang motor. Secara teknis untuk menjaga performa sistem, teknisi akan menambahkan oli sebagai penanganan pertama dalam menjaga kestabilan suhu dan kualitas pelumasan. Dilain sisi terkadang teknisi baru mengetahui adanya kendala serius setelah menerima laporan dari unit *Terminal Inspection Service (TIS)* melalui grup *Whatsapp* (Rahimudin & Suryanti, 2023), selama tidak ada gangguan yang dilaporkan, peralatan dianggap masih dalam kondisi baik dan tidak dilakukan pengecekan lebih lanjut. Sedangkan di bandara ini terdiri dari satu orang teknisi dan dua pegawai APS yang bertugas dalam satu waktu kerja, belum lagi jarak antara gedung mekanikal ke terminal bandara tergolong cukup jauh dan setibanya dilokasi teknisi masih harus membuka *landing plates* untuk mengetahui kondisi motor eskalator. Prosedur ini tentu mengganggu kenyamanan dan keselamatan penumpang, terkhusus di area bandara dengan arus lalu lintas manusia yang tinggi. Selain itu terhambatnya waktu *boarding* penumpang akibat proses pendinginan dan perbaikan motor yang membutuhkan waktu lama, menjadi masalah kompleks karena belum cukup mendukung pelaksanaan pemeliharaan dalam waktu yang lebih singkat.

Menurut Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP/157/IX/2003 Tentang Pedoman Pemeliharaan dan Pelaporan Peralatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan, bahwasannya *preventive maintenance* menjadi langkah utama dalam menjaga keandalan eskalator yang harus dijalankan secara sistematis dan terjadwal. Ketiadaan sistem monitoring yang andal menjadikan prinsip *preventive maintenance* belum sepenuhnya maksimal. Tentu ini berpotensi menurunkan performa peralatan, mengganggu pergerakan didalam terminal, dan yang paling fatal membahayakan keselamatan penumpang. Permasalahan ini diperparah oleh fakta bahwa beberapa kerusakan terjadi akibat hubung singkat antara lilitan dan *body* motor, sehingga aliran arus tidak normal yang memicu peningkatan suhu berlebih hingga akhirnya motor mengalami *overheat*. Kondisi ini membuktikan jika monitoring suhu motor induksi 3 fasa sangat diperlukan sebagai langkah antisipasi awal dalam memantau kondisi motor secara berkala dan mencegah kerusakan akibat *overheat*.

Tanpa sistem monitoring *real-time* proses identifikasi masalah tidak optimal, hal ini tentu memperlambat waktu respons teknisi terutama jika gangguan terjadi saat jam sibuk. Selaras dengan penelitian (Rangkuti, 2024), mengemukakan bahwa aspek penting dalam pengendalian eskalator salah satunya ialah kemampuan pemantauan kondisi secara *real-time* untuk menjamin kinerja dan keselamatan tetap optimal sehingga mendukung kegiatan *preventive maintenance*.

Dari permasalahan yang ditemukan, penulis mengusulkan suatu inovasi berupa *prototype* sistem monitoring *overheat* motor eskalator yang memberi gambaran sistem kerja bagaimana pemeliharaan eskalator dapat terlaksana dengan baik terutama ketika terjadi kenaikan suhu motor induksi 3 fasa. *Prototype* yang memanfaatkan teknologi berbasis IoT (*Internet of Things*) ini diharapkan sebagai solusi inovatif dalam membantu teknisi menangani gangguan peralatan, dimana mikrokontroler ESP8266 yang terhubung sensor MAX6675 berfungsi dalam mendeteksi suhu motor. Data ini dikirimkan secara *real-time* ke *dashboard* web melalui koneksi internet dan ditampilkan ke layar LCD

sebagai simulasi dari sistem pemantuan teknisi. Sejalan dengan Permenaker PER.06/MEN/2017 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Elevator dan Eskalator, hadirnya inovasi sistem monitoring eskalator ini agar menjamin peralatan selalu dalam keadaan siap pakai, terjaga keandalan, kenyamanan, dan keamanan pengguna.

Dengan adanya pengembangan *prototype* sistem monitoring *overheat* motor eskalator, memungkinkan teknisi merespons masalah lebih cepat dan tepat sehingga mendukung penerapan *preventive maintenance* secara optimal didasarkan pada data aktual dari kondisi alat serta menjadi kebutuhan mendesak untuk menjawab permasalahan operasional eskalator di Bandara. Inovasi ini diharapkan menjadi langkah maju dalam transformasi digital pengelolaan fasilitas publik, menjadikan bandara sebagai ruang yang lebih modern, aman, dan nyaman bagi semua pengguna.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan didapat identifikasi bahwa belum tersedia sistem monitoring suhu yang terpasang pada motor induksi 3 fasa eskalator di bandara, sehingga ini menjadi masalah utama dalam upaya pemeliharaan preventif. Akibatnya *overheat* motor tidak dapat terdeteksi secara dini yang berpotensi menimbulkan gangguan operasional, potensi kerusakan komponen motor, bahkan membahayakan keselamatan penumpang. Proses pemantauan suhu motor secara manual dinilai tidak responsif dan kurang efektif terhadap kondisi kritis. Oleh karena itu, diperlukan rancangan *prototype* sistem monitoring *overheat* yang terintegrasi IoT untuk memantau suhu motor secara *real-time* dan menghentikan kinerja motor bila suhu melebihi batas normal.

C. Batasan Masalah

Agar produk pada penulisan ini tetap terarah dan sesuai dengan tujuan yang dimaksud, maka membatasi ruang lingkup penulisan pada pengujian produk berupa *prototype* sistem monitoring *overheat* motor induksi 3 fasa sebagai pendukung pemeliharaan eskalator di Bandara.

D. Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir ini untuk menghasilkan *prototype* sistem monitoring *overheat* motor induksi 3 fasa sebagai pendukung pemeliharaan eskalator di Bandara.

E. Manfaat

Penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Teknisi Bandara

Menghadirkan *prototype* sistem monitoring *overheat* motor induksi 3 fasa untuk mendukung pemeliharaan eskalator di bandara dengan notifikasi *real-time* yang memberikan informasi suhu motor, sehingga membantu teknisi dalam pemantauan kondisi peralatan yang aman dan termonitor, serta mendorong penerapan teknologi otomasi dalam mewujudkan konsep *Smart airport*.

2. Bagi Penumpang Bandara

Peningkatan layanan penumpang dengan menjamin keandalan peralatan eskalator untuk menjaga kelancaran mobilitas pengguna.

3. Bagi Pengelola Bandara

Hasil penulisan diharapkan menjadi gambaran rencana alur kerja sistem monitoring *overheat* motor untuk mendukung pemeliharaan eskalator jika diterapkan secara langsung di lapangan.

F. Sistematika Penulisan

Struktur penulisan ini disusun secara sistematis dengan tujuan untuk mempermudah dalam mengulas dan menganalisis berbagai persoalan yang relevan dengan kondisi dan tantangan saat ini. Pembahasan difokuskan pada sejumlah poin penting yang mencerminkan isu-isu aktual, meliputi:

BAB I PENDAHULUAN

Mencakup pembahasan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori-teori yang digunakan dalam penulisan, baik itu teori penunjang dan kajian penelitian terdahulu yang relevan sebagai acuan produk yang dihasilkan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan metode penulisan yang digunakan, teknik pengumpulan data, dan jadwal pelaksanaan penulisan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjabarkan implementasi hasil metodologi penelitian dalam bentuk pembahasan dan rancangan produk.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan secara keseluruhan dari hasil dan pembahasan serta saran perbaikan untuk penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Penunjang

Sebagai landasan utama dalam penulisan ini dan untuk memperkuat serta mendukung setiap aspek yang diteliti, penulis mengacu pada beberapa teori yang memiliki relevansi dengan topik penelitian.

1. Sistem Monitoring

Sistem monitoring adalah serangkaian proses yang dirancang untuk mengamati, mencatat, dan mengevaluasi kinerja suatu sistem atau aktivitas tertentu secara berkelanjutan (Hasiholan dkk., 2018). Tujuan utamanya memastikan proses atau sistem berjalan sesuai dengan standar dan target yang telah ditetapkan, serta mengidentifikasi dan mengatasi potensi masalah sedini mungkin.



Gambar II.1 Sistem Monitoring
(Sumber:Kompas.com)

Komponen utama dalam sistem monitoring meliputi perangkat keras seperti sensor atau alat pengukur, perangkat lunak untuk pengolahan dan analisis data, serta antarmuka pengguna untuk menampilkan informasi secara *real-time* (Raco dkk., 2024). Penerapan sistem monitoring pada eskalator memungkinkan teknisi mengetahui dan mendeteksi gangguan secara *real-time* tanpa harus melakukan pemeriksaan manual.

2. *Overheat* Motor Induksi 3 Fasa

Motor induksi 3 fasa adalah salah satu komponen utama dalam sistem penggerak otomatisasi dan industri. Motor ini bekerja dengan prinsip medan magnet berputar yang dihasilkan dari tiga arus AC (bolak-balik) berbeda

fasa. Keunggulan motor induksi 3 fasa terdapat pada torsi awal besar, daya tahan kuat terhadap beban kerja berat, dan efisiensi tinggi. Spesifikasi pemakaian motor induksi menyesuaikan kebutuhan dan kerja motor induksi, tegangan atau daya dapat terlihat pada *name plate* motor induksi yang ada di area *body* motor. Tetapi dalam aplikasinya motor ini rentan mengalami *overheat* atau gangguan termal bila tidak dirawat dan dioperasikan dengan baik.



Gambar II.2 Motor Induksi 3 Fasa Eskalator
(Sumber: Alibaba.com)

Overheat motor induksi terjadi saat suhu operasi melewati batas maksimum dari spesifikasi pabrikan. Faktor utama penyebab *overheat* motor induksi 3 fasa diantaranya tegangan tidak seimbang (*voltage imbalance*) antar fasa, beban berlebih (*overload*), kerusakan internal pada lilitan stator (*winding short circuit*), pendinginan tidak memadai, frekuensi kerja tidak sesuai spesifikasi, atau gangguan pada sistem pelumasan dan bantalan (*bearing*).

3. Pemeliharaan Fasilitas Bandara

Pemeliharaan (*maintenance*) merupakan kegiatan yang bertujuan untuk menjaga kondisi peralatan atau fasilitas agar tetap berfungsi sesuai dengan perencanaan. Selain itu, pemeliharaan juga dilakukan untuk mempercepat proses perbaikan saat terjadi kerusakan dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia, serta meminimalkan kemungkinan terjadinya kegagalan pada mesin (Kusnanto & Sugianto, 2021). Tanpa adanya pemeliharaan yang tepat, suatu perusahaan akan mengalami kerugian

seperti fasilitas yang tidak berfungsi baik sehingga membutuhkan biaya perbaikan lebih besar (Nauli Siregar dkk., 2022).

DAFTAR KEGIATAN PEMELIHARAAN PENCEGAHAN
PERALATAN FASILITAS ELEKTRONIKA DAN LISTRIK PENERBANGAN

FASILITAS : LISTRIK BANDAR UDARA PERALATAN : TRACTION EQUIPMENT ESCALATOR

KEGIATAN YANG DILAKSANAKAN						
HARIAN	MINGGUAN	BULANAN	TRIWULAN	SEMESTERAN	TAHUNAN	KETERANGAN
1	2	3	4	5	6	7
a. Lakukan pemeriksaan fungsi peralatan dan tes fungsi tombol operasi.		a. Lakukan pemeriksaan kondisi paku, rantai dan drive. b. Lakukan pemeriksaan fungsi dari setiap limit switch/sal sensor, gasi bila rusak. c. Lakukan pemeriksaan terhadap arus listrik pada motor penggerak saat jalan dan lakukan evaluasi apabila terdapat kegagalan. d. Lakukan pemeriksaan dan pengukur getaran dari motor penggerak	a. Lakukan pemeriksaan power panel, periksa kondisi dan semua komponen gasi komponen yang rusak. b. Lakukan pemeriksaan kebocoran oli, volume oli, pompa pelumas dan lakukan penambahan/pelumasan sesuai manual book.	a. Lakukan adjustment seluruh peralatan sesuai setting pada manual book. b. Lakukan pemeriksaan kerja sistem break peralatan.	a. Lakukan pemeriksaan kondisi laik peralatan secara menyeluruh mekanik dan elektrik, perbaiki yang rusak. b. Lakukan pelumasan pada seluruh drive motor.	

Gambar II.3 Kegiatan *Preventive Maintenance* Eskalator
(Sumber: SKEP 157 Tahun 2003)

Pemeliharaan fasilitas di bandara khususnya pada eskalator dilakukan secara *preventive maintenance* sesuai dengan SKEP 157 Tahun 2003 Tentang Pedoman Pemeliharaan dan Pelaporan Peralatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan. *Preventive maintenance* atau pemeliharaan pencegahan bertujuan dalam menjaga kondisi peralatan atau operasional mesin guna meningkatkan kehandalan kinerja peralatan. Kegiatan ini sebagai aktivitas dalam menjaga dan memelihara mesin atau sistem sehingga eskalator mampu beroperasi sebagaimana mestinya. Kegiatan *preventive maintenance* eskalator di bandara dilakukan dengan melaksanakan inspeksi berkala, pelumasan, pengecekan oli, *roller step*, *chain roller*, pembersihan panel, serta perbaikan minor sebelum terjadi gangguan besar. Pendekatan ini tidak hanya memperpanjang umur peralatan, tetapi juga mengurangi risiko keterlambatan operasional yang dapat mengganggu kenyamanan penumpang.

4. Eskalator

Eskalator merupakan alat transportasi vertikal berupa *conveyor* pengangkut orang, bergerak naik dan turun melalui jalur rel atau rantai yang digerakkan oleh motor listrik. Penggunaan eskalator memudahkan perpindahan penumpang dari lantai bawah ke lantai atas maupun sebaliknya, memberikan kenyamanan dan efisiensi berbagai fasilitas umum (Sadi, 2015). Lebih dari sekedar alat bantu naik turun lantai,

eskalator juga membantu mempercepat akses menuju *boarding gate* atau area kedatangan dan mengurangi antrian di lift. Dibalik kenyamanannya, sistem ini berperan dalam menjaga keamanan mobilitas penumpang dan pengguna bagasi dorong.



Gambar II.4 Eskalator

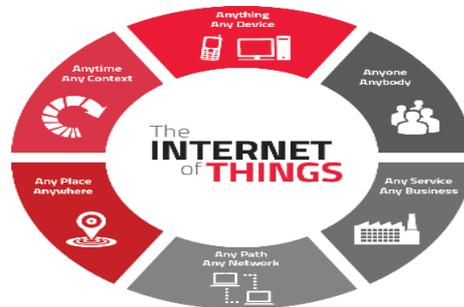
Eskalator bekerja dengan cara sederhana, dimana tangga eskalator memiliki 2 buah roda yang terpasang sepanjang rel. Roda (*wheel*) dibagian atas tangga berada di rel luar (*outer rail*) untuk menjaga posisi tangga tetap stabil. Sedangkan roda kedua (*return wheel*) terletak diatas rel dalam (*inner rail*) sebagai jalur pergerakan tangga. Pegangan tangan (*handrail*) bergerak seiring dengan tangga, memberikan keamanan bagi pengguna.

Sistem penggerak eskalator menggunakan rantai pemandu (*chain guide*) yang terhubung dengan roda penggerak (*drive gear*) yang digerakkan oleh motor listrik. Ketika motor listrik berputar, puli sebagai penghubung semua komponen akan memutar roda penggerak, menggerakkan tangga sepanjang relnya dengan bantuan tali pemandu. Pergerakan tangga dan pegangan tangan selalu sinkron karena roda penggerak juga terhubung dengan *handrail drive*, memastikan pengguna merasa aman dan nyaman saat menggunakan eskalator (Septiawan dkk., 2020).

Manfaat eskalator di industri cukup besar dikarenakan mampu mengangkut banyak orang secara terus-menerus tanpa membatasi waktu terutama saat jam atau waktu sibuk. Adanya gangguan maupun kerusakan pada eskalator dapat berdampak serius terhadap kenyamanan penumpang, menghambat mobilitas, dan menyebabkan antrian panjang (Kurniawati dkk., 2023).

5. *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) merupakan jaringan pintar yang menghubungkan dunia fisik dan digital, memungkinkan objek-objek fisik terhubung ke internet guna saling berkomunikasi dan bertukar informasi (Susanto dkk., 2022). IoT melibatkan penggunaan berbagai teknologi seperti sensor, perangkat keras, perangkat lunak, serta jaringan untuk mengumpulkan dan menyebarkan data. Sensor-sensor tersebut menangkap data dari lingkungan sekitar, kemudian dikirimkan melalui jaringan ke sistem yang menganalisis dan memberikan respons sesuai informasi yang diterima.

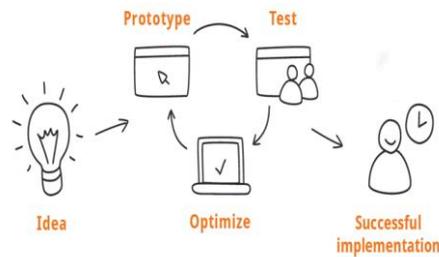


Gambar II.5 *Internet of Things*
(Sumber: arduinoindonesia.id)

Integrasi IoT dengan eskalator mampu meningkatkan kenyamanan pengguna dimana pemantauan melalui aplikasi *mobile*. Teknologi IoT memungkinkan pengumpulan dan penyimpanan data sensor yang dapat diakses kapan saja, memastikan pemantauan sistem secara *real-time*. Selain itu, setiap kerusakan atau gangguan dapat dideteksi lebih cepat dan diperbaiki segera untuk menjaga kelancaran operasional (Erdani dkk., 2024).

6. *Prototype*

Secara umum *prototype* merupakan rancangan awal atau model dasar dari pengembangan *software* atau program. Istilah "*prototype*" dalam bahasa Inggris disebut juga sebagai "purwarupa", yang berarti model awal sebagai media demonstrasi maupun tahap awal dalam proses perancangan. Secara etimologis, kata ini berasal dari bahasa Latin, yaitu "*proto*" yang berarti asli dan "*typus*" yang berarti bentuk atau model.



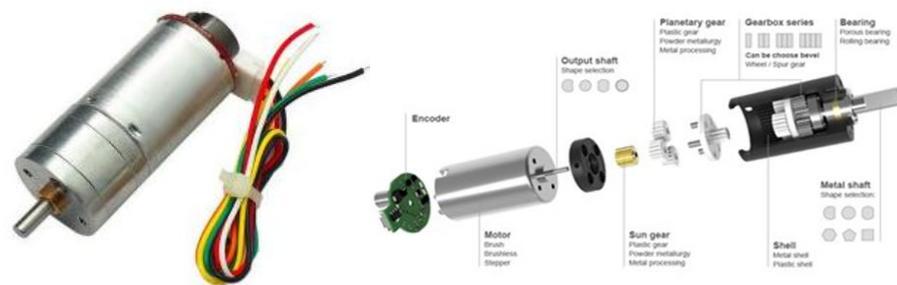
Gambar II.6 *Prototype*
(Sumber: *course-net.com*)

Dalam konteks non-teknis, *prototype* bisa diartikan sebagai representasi spesifik dari suatu kategori. Sementara dalam dunia desain, *prototype* atau arketipe merupakan bentuk awal yang menjadi acuan atau standar bagi suatu entitas, biasanya dibuat sebelum pengembangan lebih lanjut atau produksi massal dilakukan (Sugiharti & Mujiastuti, 2023).

7. **Komponen *Hardware***

a. **Motor DC *Gearbox* 12V Encoder**

Motor DC *gearbox* 12V encoder merupakan motor DC yang dilengkapi dengan roda gigi (*gearbox*) untuk mengurangi kecepatan dan meningkatkan torsi serta bekerja pada tegangan 12V. Motor ini juga dilengkapi dengan sensor encoder yang terintegrasi, berfungsi untuk memberikan umpan balik (*feedback*) berupa data kecepatan atau posisi putaran poros motor.



Gambar II.7 Motor DC *Gearbox* 12V Encoder
(Sumber: *abra-electronics.com*)

Cara kerja encoder ialah dengan mengamati perubahan medan magnet dari hasil magnet yang menempel pada poros motor. Ketika motor berputar, secara berkala keluaran encoder akan terpicu. *Rotary* encoder biasanya memanfaatkan sensor optik agar menghasilkan pulsa secara

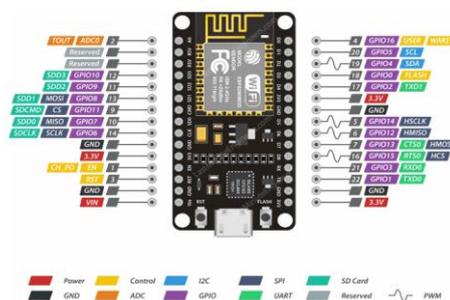
serial yang mempresentasikan arah, gerak, dan posisi. Dengan demikian, sudut suatu poros dapat dikonversi menjadi sinyal digital kemudian diproses oleh rangkaian kendali. Sinyal ini digunakan untuk mengetahui seberapa cepat atau sejauh mana motor telah bergerak, sehingga memungkinkan sistem melakukan pengendalian gerak secara presisi dan adaptif terhadap beban atau kondisi operasi yang berubah-ubah.

Tabel II. 1 Spesifikasi Motor DC *Gearbox* 12V Encoder

Karakteristik	Spesifikasi
Jenis	Motor DC JGA25-370
Tegangan Kerja	12V
<i>Gear</i>	Metal
<i>Shaft</i>	Bentuk D
<i>Speed</i>	620 RPM
Dimensi	P 73mm x L 24.4mm x T 24.4 mm

b. NodeMCU ESP8266

Mikrokontroler adalah *chip* komputer mini yang berfungsi sebagai otak pengendali dalam berbagai sistem elektronik. Didalam mikrokontroler terdapat inti prosesor, memori yang terdiri dari RAM dalam jumlah terbatas, memori program, atau keduanya, serta perangkat *input-output* yang mendukung fungsinya. Peran utamanya ialah mengatur dan mengontrol operasi perangkat elektronik secara efisien (Kusuma & Mulia, 2018).



Gambar II.8 NodeMCU ESP8266

(Sumber: d-krypton.fr)

ESP8266 ialah sebuah modul WiFi serbaguna yang bersifat *System on Chip* (SOC), sehingga tanpa menggunakan mikrokontroler tambahan dapat melakukan *programming* langsung ke ESP8266. Dilengkapi dengan GPIO (*General Purpose Input/Output*), kita bisa menjalankan

fungsi *input* atau *output* layaknya mikrokontroler. *Deep sleep mode* yang tersedia mengefisienkan penggunaan daya dibandingkan modul WiFi (Sasmoko & Arief Wicaksono, 2017). ESP8266 beroperasi pada tegangan 3,3 volt dan mendukung tiga mode WiFi diantaranya *access point*, *station*, dan kombinasi keduanya (Rikanto & Witanti, 2022).

Tabel II. 2 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Karakteristik	Spesifikasi
<i>Communication Interface Voltage</i>	3.3V
<i>Power Input</i>	4.5V ~ 9V (10VMAX), USB-powered
<i>Transfer Rate</i>	110-460800bps
<i>AD0</i>	1 channel ADC
<i>Flash Size</i>	4MByte

c. Adaptor (Power Supply)

Power supply adalah perangkat yang berperan dalam pendistribusian energi terutama dalam bentuk listrik ke komponen lain. Sistem ini umumnya digunakan untuk mengalirkan arus listrik dari sumber utama. Rangkaian *power supply* secara prinsip bekerja dengan menurunkan tegangan AC lalu mengubahnya menjadi DC (arus searah) serta menstabilkan tegangan tersebut agar selalu konstan. Komponen utama yang membentuk sistem ini meliputi dioda, kapasitor, dan transformator (Said dkk., 2024).



Gambar II.9 *Power Supply*
(Sumber: elliotelectronicssupply.com)

Tergantung kebutuhan perangkat yang digunakan, *power supply* akan mengkonversi tegangan listrik dari 220VAC menjadi tegangan yang lebih rendah, biasanya rentang 3V hingga 12V. Berdasarkan mekanisme

kerjanya, *power supply* dikategorikan menjadi dua tipe yaitu berbasis *switching* dan dengan sistem *step-down transformer*.

Tabel II. 3 Spesifikasi *Power Supply* 12VDC

Karakteristik	Spesifikasi
<i>Input Voltage</i>	110 VAC to 220VAC
<i>Output Voltage</i>	12VDC
<i>Output Current</i>	5A (<i>Pure</i>)
<i>Power Rating</i>	60W
<i>Frequency</i>	50HZ/60HZ

d. Sensor MAX6675

MAX6675 ialah IC kompensasi termokopel yang digunakan sebagai pengubah sinyal analog menjadi digital dari Termokopel Tipe-K. MAX6675 diimplementasikan dalam modul akuisisi suhu, dengan penyederhanaan desain sistem dan mengoptimalkan presisi pengukuran.



Gambar II.10 Sensor MAX6675
(Sumber: id.aliexpress.com)

MAX6675 terdapat *Serial Pin Input* (SPI compatible), dengan data keluaran resolusi 12 bit dan format data *read-only*. Memiliki ketelitian suhu kompensator sampai dengan 0,25°C serta membaca suhu sampai dengan 1024°C yang memperlihatkan akurasi termokopel dari 8 *Least Significant Bit* (LSB) untuk suhu dari 0°C sampai 700°C (Setiyoko & Yuliana, 2022).

e. Termokopel

Termokopel merupakan jenis sensor temperatur yang digunakan untuk mengukur temperatur melalui prinsip *seebeck*, bila sambungan dua logam dipanaskan maka membangkitkan tegangan listrik atau beda

potensial. Tegangan yang dihasilkan ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk menentukan nilai temperatur pada titik sambungan tersebut. Karena kemampuannya yang andal dalam mengukur suhu tinggi dan responnya yang cepat, termokopel banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan sistem monitoring suhu.

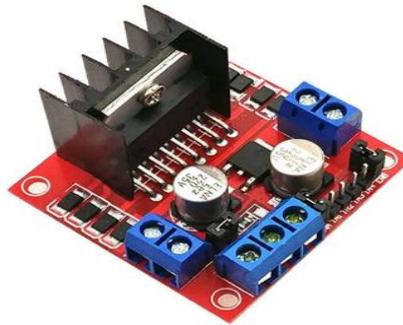


Gambar II.11 Termokopel
(Sumber: id.made-in-china.com)

Termokopel Tipe-K dibuat dari chromel (90% nikel dan 10% chromium) dan alumel (2% aluminium, 95% nikel, 1% silicon, dan 2% mangan). Karakteristik termokopel *Type K* mempunyai jangkauan suhu 0 - 200°C, *output* termokopel berbentuk tegangan sebesar 41 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$, *error* termokopel *Type-K* sekitar 2,2°C/0,75% (Rachman dkk., 2020).

f. **Driver Motor L298N**

L298N adalah komponen elektronik yang dimanfaatkan sebagai pengontrol arah putaran motor DC. IC *driver* L298N mampu mengendalikan motor DC dengan arus 2A dan tegangan maksimum 40 volt DC pada tiap kanalnya. Pin *enable* A dan B digunakan untuk kecepatan motor atau mengendalikan jalan, pin *input* satu sampai empat berfungsi untuk mengatur arah putaran. Pin *output* IC L298N tersambung ke motor DC melalui rangkaian dioda yang disusun dalam bentuk *H-bridge*. Pengaturan kecepatan motor menggunakan teknik PWM (*Pulse Width Modulation*) yang dikirim dari mikrokontroler melalui pin *enable* untuk kecepatan rotasi yang beragam level *highnya*. Memiliki fitur tambahan seperti regulator internal 5V serta pin *ground* terpisah yang memudahkan integrasi dengan sistem logika kontrol berbasis Arduino, ESP8266, maupun mikrokontroler lainnya.



Gambar II.12 *Driver Motor L298N*
(Sumber: *ubuy.co.id*)

L298N dapat digunakan untuk mengendalikan dua motor DC sekaligus atau satu motor *stepper*, menjadikannya fleksibel untuk berbagai sistem otomasi dan robotik. Dalam sistem *prototype* monitoring *overheat* motor eskalator ini, L298N digunakan sebagai pengatur kerja motor DC *gearbox*, sehingga motor dapat dikendalikan sesuai instruksi suhu atau status sistem yang terpantau melalui sensor dan website.

Tabel II. 4 Spesifikasi *Driver Motor L298N*

Karakteristik	Spesifikasi
<i>Driver</i>	L298N
<i>Driver Power Supply</i>	+5V ~ +46V
<i>Driver Io</i>	2A
<i>Logic Power Output Vss</i>	+5V ~ 7V (<i>Internal Supply +5V</i>)
<i>Logic Current</i>	0 ~ 36 mA
<i>Controlling Level</i>	Low -0.3V ~ 1.5V High 2.3V ~ Vss
<i>Enable Signal Level</i>	Low -0.3V ~ 1.5V High 2.3V ~ Vss
<i>Max Power</i>	25W (<i>Temperature 75C</i>)
<i>Working Temperature</i>	-25C ~ +130C
<i>Dimension</i>	60mm x 54mm

g. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang berguna sebagai penampil data baik dalam bentuk angka, huruf, grafik, ataupun karakter (Ishomyl dkk., 2020). Pada penulisan ini menggunakan LCD dengan konfigurasi 16 kolom dan 2 baris, yang berfungsi menampilkan informasi hasil pembacaan sensor seperti suhu, serta status kerja sistem, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kinerja perangkat secara *real-time*.



Gambar II.13 *Liquid Crystal Display*
(Sumber: *indonesian.alibaba.com*)

Penambahan LCD pada sistem monitoring memberikan manfaat signifikan dalam hal aksesibilitas informasi secara langsung di lapangan. Dalam situasi tertentu seperti kehilangan koneksi internet, penggunaan LCD mampu memberikan monitoring lokal secara mandiri sehingga menjamin kelangsungan keamanan dan pengawasan yang berkelanjutan.

Tabel II. 5 Spesifikasi LCD 16x2

Karakteristik	Spesifikasi
Tegangan	5VDC
Ukuran	16 x 2 karakter
Dimensi Modul	80mm x 35mm x 11mm
Luas Area	64.5mm x 16mm

h. Kabel USB

USB atau *Universal Serial Bus* sebagai *interface* pada koneksi serial elektronik guna menyambungkan berbagai perangkat penyimpanan data eksternal. Keunggulan USB diantaranya dapat menambah atau mengganti perangkat tanpa *me-restart* komputer, ketika USB terpasang maka sistem akan mengenali dan memproses *driver* yang dibutuhkan agar perangkat berfungsi (Awalia dkk., 2023).



Gambar II.14 Kabel USB
(Sumber: *inkhouse.pl*)

Dalam konteks *prototype* sistem monitoring *overheat* motor eskalator, USB digunakan sebagai jalur komunikasi antara mikrokontroler dan komputer untuk proses pemrograman, *debugging*, serta pengujian awal sistem. Penggunaan USB memberikan efisiensi dalam pengembangan dan pengujian karena memungkinkan koneksi langsung tanpa memerlukan perangkat tambahan khusus.

i. Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* merupakan kabel elektrik yang bertujuan untuk menghubungkan antar komponen tanpa harus memakai solder. Umumnya kabel ini mempunyai pin atau konektor di tiap ujungnya. Konektor untuk ditusuk disebut *female connector* dan konektor untuk menusuk disebut *male connector* (Tantowi & Kurnia, 2020).



Gambar II.15 Kabel *Jumper*
(Sumber: base.binus.ac.id)

Penggunaan kabel *jumper* sangat membantu dalam proses pengujian dikarenakan koneksi tanpa perlu penyolderan permanen. Pemanfaatan kabel *jumper* menjadikan perakitan sistem yang fleksibel, mudah dimodifikasi, dan cepat. Hal ini sangat penting dalam tahap eksperimen atau *troubleshooting*, dimana konfigurasi rangkaian sering kali mengalami perubahan.

8. Komponen *Software*

a. Website

Website merupakan sekumpulan halaman yang memuat berbagai informasi digital, seperti teks, gambar, animasi, suara, video, atau kombinasi dari semuanya yang dapat diakses melalui jaringan internet

oleh pengguna diseluruh dunia (Susilawati dkk., 2020). Fungsi utama website salah satunya sebagai platform yang berbasis *online monitoring*.



Gambar II.16 Website
(Sumber: *lpmedentsundip.com*)

Secara umum website terdiri atas elemen *front-end* yang menampilkan data secara visual dan *back-end* yang mengelola logika sistem, komunikasi dengan *database*, serta integrasi dengan perangkat keras seperti mikrokontroler atau sensor. Penggunaan teknologi ini mendukung pemantauan data secara *real-time* dan berkelanjutan pada berbagai bidang seperti infrastruktur, lingkungan, dan industri. Melalui konektivitas jaringan, website bisa digunakan untuk menampilkan, mengumpulkan, dan menganalisis data monitoring guna mendorong pengambilan keputusan yang lebih tepat (Maududy & Nursamsi, 2023).

b. Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* yang digunakan untuk melakukan pemrograman arduino melalui komputer. IDE (*Integrated Development Environment*) memiliki pengertian sebagai lingkungan terintegrasi untuk pengembangan perangkat lunak. Arduino IDE ditulis menggunakan bahasa pemrograman JAVA dan dilengkapi library C/C++ yang mempermudah proses pengolahan *input* dan *output*. Antarmuka yang sederhana dan kompatibilitasnya dengan berbagai jenis mikrokontroler menjadikan Arduino IDE sebagai alat yang populer dalam pengembangan sistem berbasis *embedded*. Pengguna

dapat menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke papan mikrokontroler secara langsung menggunakan kabel USB.



Gambar II.17 Arduino IDE
(Sumber: *labelektronika.com*)

Pada arduino dilengkapi dengan IC mikrokontroler yang telah memiliki *Bootloader* didalamnya, berfungsi sebagai kompilator antara komputer dan mikrokontroler. Karena mikrokontroler tidak dapat langsung memahami bahasa pemrograman tingkat tinggi, maka diperlukan *compiler* untuk mengubahnya menjadi kode biner yang dapat dipahami dan dijalankan oleh mikrokontroler (Manurung dkk., 2021).

9. Gambar Penempatan Rancangan Alat

Penempatan sensor suhu pada motor induksi 3 fasa merupakan aspek penting dalam sistem monitoring suhu, terutama aplikasi kritis seperti motor penggerak eskalator di bandara. Posisi pemasangan sensor harus mempertimbangkan efektivitas deteksi panas serta keamanan operasional peralatan. Secara spesifik sensor suhu ditempatkan pada permukaan *body* stator motor. Kontak fisik yang baik antara permukaan motor dan sensor suhu menjadi kunci untuk memastikan pembacaan suhu yang akurat.



Gambar II.18 Penempatan Sensor Suhu

Meskipun sensor tidak membaca langsung suhu belitan, kenaikan suhu pada *body* juga berkorelasi dengan kondisi didalamnya. Data suhu yang terbaca oleh sensor akan diproses sehingga sistem memberi tindakan berupa notifikasi kepada teknisi secara *real-time*, mengaktifkan alarm, dan mematikan motor eskalator bila suhu mencapai tingkat kritis.

B. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Dalam proses perencanaan dan pengembangan, penulis mengkaji berbagai penelitian terdahulu sebagai referensi utama. Langkah ini penting untuk memastikan tugas akhir yang dibuat memiliki dasar kuat dan relevan. Berdasarkan hal tersebut, penulis melakukan studi literatur terhadap hasil penelitian terdahulu dan hasilnya dijabarkan sebagai berikut:

Tabel II. 6 Kajian Penelitian yang Relevan

No	Nama Penulis, Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	(Naibaho & Megantoro Aryanto, 2023)	Analisis Suhu Motor Listrik 3 Fasa dengan Sensor FT-H50 Pada <i>Exhaust Dumper</i> di PT Suzuki Indomobil Motor Plant Tambun II	Penelitian bertujuan untuk mengurangi risiko kerusakan motor listrik 3 fasa akibat <i>overheat</i> pada <i>exhaust dumper</i> dengan penggunaan sensor suhu FT-H50 di area titik panas motor. Metode meliputi pengamatan langsung, pengumpulan data mingguan suhu dan arus motor selama tiga bulan, serta pemasangan sistem sensor dengan pengaman otomatis. Hasil pemasangan sensor terbukti efektif dalam mendeteksi kenaikan suhu dan mengurangi potensi <i>downtime</i> serta kerusakan motor.
2	(Fauzi Ikhsan dkk., 2019)	Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Motor Induksi 3 Fasa dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno di PDAM Garut	Tujuan penelitian ini untuk merancang sistem kontrol dan monitoring motor induksi 3 fasa berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 dalam melindungi dan mendeteksi motor dari gangguan. Metode yang digunakan adalah prototipe dengan memasang berbagai sensor (suhu, arus, tegangan, dan level air) dan sistem pengiriman notifikasi gangguan

- melalui SMS. Hasil penelitian membuktikan sistem bekerja baik, mampu mendeteksi gangguan secara *real-time*, serta memberi proteksi otomatis dalam menjaga keandalan motor listrik.
- 3 (Laksono & Haryudo, 2020) Rancang Bangun dan Analisis Peralatan Pendeteksi Dini Temperatur Motor Induksi 3 Fasa dengan Sensor LM35 Berbasis PLC Zelio SR2B121BD Penelitian ini bertujuan dalam merancang sistem deteksi dini suhu motor induksi 3 fasa menggunakan sensor LM35 yang terintegrasi PLC Zelio SR2B121BD untuk mencegah kerusakan akibat *overheat*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau suhu secara *real-time* dengan akurasi tinggi, ditandai rata-rata pengukuran sebesar 2,10% - 3,32%.
 - 4 (Buwarda & Ainul Yaqin, 2023) Monitoring Suhu, Vibrasi dan Arus Motor Induksi 3 Fasa Tujuan penelitian untuk merancang sistem monitoring otomatis suhu, vibrasi, dan arus motor induksi 3 fasa. Metode yang digunakan ialah pendekatan eksperimental, dengan merancang dan menguji alat berbasis mikrokontroler Wemos D1 Mini yang dilengkapi sensor suhu MLX90614, sensor vibrasi piezoelektrik, dan sensor arus PZEM-004T, serta menampilkan data melalui platform IoT ThingSpeak.
 - 5 (Faj'riyah dkk., 2021) Rancang Bangun Prototipe Proteksi Motor Terhadap *Overheat* Serta Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Arduino Uno Penelitian ini bertujuan dalam memproteksi motor terhadap *overheat* serta monitoring arus dan tegangan berbasis Arduino Uno. Menggunakan sensor NTC sebagai pengujian suhu dan sensor PZEM dalam menguji arus dan tegangan. Kesimpulan yang didapat, bahwa seluruh sensor bekerja dengan baik dan akurasi yang tepat serta pembacaan sensor pada LCD tidak ada kendala.
 - 6 (Shafrialni & Ismail, 2025) Rancang Bangun Monitoring Penelitian ini dilatarbelakangi oleh seringnya terjadi kerusakan dan *downtime* pada eskalator akibat

	<p><i>Overheating</i> Motor Eskalator di Bandar Udara Sultan Mahmud Badaruddin II</p>	<p>motor mengalami panas berlebih, sementara sistem proteksi <i>existing (Thermal Overload Relay)</i> tidak berfungsi optimal. Metode penelitian yang digunakan meliputi perancangan alat dengan sensor suhu MAX6675 dan termokopel <i>type-K</i>, dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Nano, serta diuji untuk memutus arus motor secara otomatis jika suhu mencapai 90°C dan menyalakannya kembali saat suhu turun ke 40°C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat berhasil menampilkan suhu secara <i>real-time</i> pada LCD, memiliki akurasi pengukuran suhu hingga 99%, dan mampu memutus kerja motor dengan aman saat terjadi <i>overheat</i>.</p>
7	<p>(Mungkin dkk., 2020)</p> <p>Perancangan Sistem Pemantauan Panel Surya <i>Polycrystalline</i> Menggunakan Teknologi Web Firebase Berbasis IoT</p>	<p>Penelitian ini merancang sistem pemantauan panel surya <i>polycrystalline</i> berbasis IoT menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan sensor INA219. Sistem ini memantau arus, tegangan, dan daya secara <i>real-time</i> serta menampilkan data melalui Firebase Web dan Android. Metode yang diterapkan ialah perancangan eksperimental meliputi perakitan perangkat keras (sensor INA219, baterai 12V, panel surya 30 WP, <i>charge controller</i>) dan pengembangan aplikasi pemantauan.</p>
