

Rancang Bangun Monitoring Overheating Motor Eskalator di Bandar Udara Sultan Mahmud Badaruddin II

Rika Putri Shafrialni¹, KGS M Ismail^{2*}

^{1,2)} Program Studi Teknik Mekanikal Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

*Email: kgs.ismail@ppicurug.ac.id

ABSTRAK

Eskalator merupakan salah satu aspek essensial dalam mobilitas sebagai alat transfortasi bagi pengguna bandara yang menyediakan akses antar lantai. Pada eskalator check in di Bandar Udara Sultan Mahmud Badaruddin (SMB) II sering mengalami overheating pada bagian motor tiga phasa. Thermal Overload Relay (TOR) yang menjadi pengaman pada motor eskalator ketika terjadi overhear tidak berfungsi sehingga menimbulkan bau gosong. Akibatnya eskalator tidak dapat beroperasi. Penambahan safety system berupa sensor suhu menggunakan mikrokontroller Arduino Nano, Max6675 dan termokopel type-K pada motor tiga phasa untuk memonitoring suhu secara realtime serta sebagai kontrol eskalator ketika terjadi overhear. Rancangan alat ini dapat berfungsi sebagai monitoring suhu dengan tingkat akurasi 99% serta kontrol untuk motor listrik eskalator apabila terjadi overheating.

Kata kunci: Eskalator, *overheating*, motor listrik tiga

ABSTRACT

Escalators are an essential aspect of mobility as a means of transportation for airport users that provide access between floors. At the check-in escalator at Sultan Mahmud Badaruddin Airport (SMB) II, the three-phase motor often experiences overheating. The Thermal Overload Relay (TOR), which protects the escalator motor when overheating occurs, does not function, causing a burning smell. As a result, the escalator cannot operate. The addition of a safety system in the form of a temperature sensor using an Arduino Nano, Max6675 microcontroller and type-K thermocouple on a three-phase motor for real-time temperature monitoring and to control the escalator when overheating occurs. This tool design can function as temperature monitoring with an accuracy rate of 99% as well as control for escalator electric motors in the event of overheating.

Keywords: Escalator, *overheating*, three-phase motor

1. PENDAHULUAN

Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang adalah salah satu gerbang udara di Indonesia sebagai penghubung Sumatera Selatan dengan daerah lainya. Seiring dengan berjalannya waktu pertumbuhan yang signifikan pun terjadi pada jumlah penumpang di bandara SMB II. Efisiensi operasional, keamanan dan infrasturktur pendukung semakin menjadi fokus utama [1]. Keberadaan eskalator ini tentunya memberikan kemudahan bagi penumpang saat melakukan mobilitas antar lantai [2]. Eskalator di Bandara SMB II bukan sekadar alat transportasi vertikal biasa, tetapi juga merupakan bagian integral dari infrastruktur yang dirancang untuk memudahkan perjalanan penumpang. Eskalator ini menyediakan akses antar tingkat lantai terminal, membantu penumpang mengatasi perpindahan yang sering kali melibatkan beban bagasi dan kebutuhan mobilitas yang beragam.

Dalam struktur eskalator, terdapat tiga komponen penggerak utama, yakni *Drive Chain*, *Drive Shaft*, dan *Handrail Drive* [3]. Dimana ketiga elemen penggerak tersebut digerakkan oleh Motor Listrik. Maka motor listrik merupakan penggerak utama pada

eskalator yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi gerak [4]. Motor listrik yang digunakan pada eskalator adalah motor tiga fasa.

Dalam menghadapi kebutuhan tersebut, muncul beberapa permasalahan terkait kinerja eskalator di Bandara SMB II, terfokus pada kinerja motor 3 phase pada eskalator Check In di terminal keberangkatan. Berikut kami tampilkan pada Tabel 1 beberapa kerusakan sering terjadi.

Tabel 1. Daftar Kerusakan Eskalator Check In

No	Tanggal	Permasalahan	Tindakan Penyelesaian
1	4 November 2020	Terjadi Short body pada motor eskalator	Dilakukan penggantian motor 3 phase
2	3 Mei 2023	Kerusakan pada brake motor eskalator	Kondisi piringan cakram sudah tidak merata sehingga menimbulkan bunyi saat terjadi gesekan dan mengurangi kekuatan rem pada eskalator sehingga dilakukan penggantian brake pada motor eskalator
3	25 Juli 2023	Motor eskalator sering mati dan berdengung cukup keras saat beroperasi, bearing motor sudah aus dan Overload	Perbaiki motor 3 phase.
4	17 Maret 2024	MCB 3 Phase Trip 5 detik running terjadi trip dan berbau hangus	Cek motor 3 phase dengan melepas terminal motor : U1V1W1, U2V2W2, dan Grounding Hasil W1 Short Body Brake pada motor eskalator hanya bekerja sebelah. Dilakukan penggantian motor dan brake pada eskalator
5	30 Maret 2024	Ruang mesin pada eskalator menimbulkan bau gosong	Cek brake motor, kotor dan renggang, lalu bersihkan. Dilakukan penggantian motor 3 phase.
6	4 Juli 2024	Terjadi kebocoran pada oli gearbox	Penggantian motor eskalator

Dari data diatas, permasalahan yang sering terjadi yaitu pada motor 3 phase eskalator. Apabila motor 3 phase ini rusak maka eskalator itu tidak bisa digunakan karena motor adalah penggerak utama pada sistem eskalator. Pada eskalator 1 di area check in Bandara SMB II sudah beberapa kali terjadi downtime mechine. Downtime mechine adalah kondisi dimana mesin berhenti beroperasi atau peralatan tidak dapat berfungsi karena adanya kerusakan, kebutuhan pemeliharaan atau kegagalan power [5], terdapat juga beberapa penyebab kerusakan motor listrik yaitu ketidakpresisian bantalan motor [6].

Penulis melakukan studi literatur yang dapat digunakan sebagai referensi untuk solusi yang dapat digunakan. Untuk meningkatkan kinerja motor listrik terdapat beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan diantaranya adalah sistem monitoring untuk

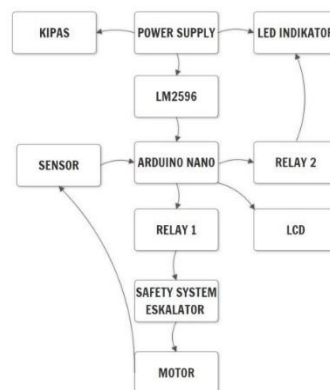
mengetahui arus, tegangan, daya, dan faktor daya pada motor [7], suhu, getaran dan arus motor listrik 3 phasa [8,9].

Berdasarkan permasalahan dan studi literatur maka penulis mencoba untuk membuat rancang bangun pemasangan sensor suhu di area titik panas motor sehingga suhu motor cepat diketahui dan mengurangi terjadinya kerusakan karena apabila suhu motor mencapai nilai maksimal maka eskalator akan off.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Rancangan Alat

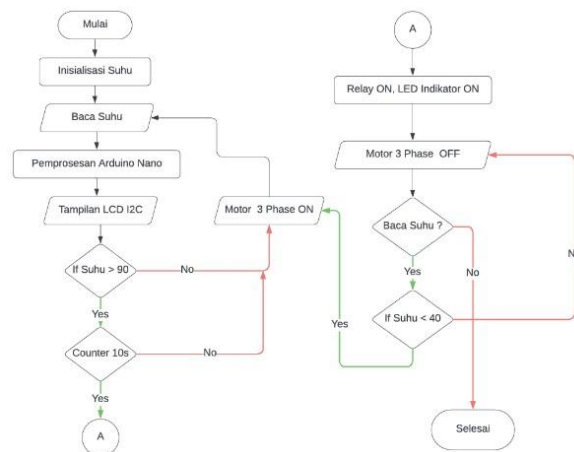
Pada rancangan alat ini menggunakan sensor Max6675 dan termokopel type-k [10,11] sebagai inputan dan diproses menggunakan IC ATmega328P (Arduino Nano V3) [12,13]. Sifatnya yang tahan terhadap panas dianggap cocok untuk digunakan sebagai alat yang mampu membaca suhu pada motor eskalator. Termokopel tipe-K umumnya digunakan untuk penelitian dengan sensitivitas yang relatif besar dibandingkan dengan sensor termokopel lainnya yaitu sebesar $40,6 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ [14]. MAX6675 adalah salah satu dari sekian banyak modul yang kompatibel dengan Arduino dan dapat berperan sebagai kompensasi cold junction termokopel tipe K. MAX6675 memiliki range pengukurannya yang besar yaitu dapat mengukur suhu pada hot junction 0°C sampai 1024°C . Output yang di hasilkan adalah relay yang terhubung dengan rangkaian safety pada eskalator, apabila mencapai suhu yang ditetapkan maka relay 1 akan ke trigger untuk memutus rangkaian safety, rangkaian safety dirangkai secara seri sehingga apabila salah satu dari komponen ada yang memutus rangkaian, eskalator akan berhenti bekerja. Relay 2 akan menghidupkan LED indikator untuk memberitahu sekitar bahwa pada eskalator terjadi masalah, output dari Arduino berupa nilai sensor di tampilkan pada LCD.



Gambar 1. Diagram Rancangan Alat

2.2. Cara kerja Alat

Ketika alat terhubung dengan power maka arduino nano dan komponen lainnya akan aktif maka sensor akan membaca suhu sekitarnya. Besar nilai suhu akan ditampilkan pada layar LCD dalam satuan Celcius. Ketika suhu mencapai nilai maksimal yang ditentukan (90°C) maka relay akan bekerja dan lampu buzzer indikator on. Relay terhubung secara langsung dengan safety sistem eskalator, akan memutus rangkaian safety sehingga motor eskalator akan off. Motor eskalator akan Kembali on ketika telah mencapai suhu yang di tentukan (40°C).



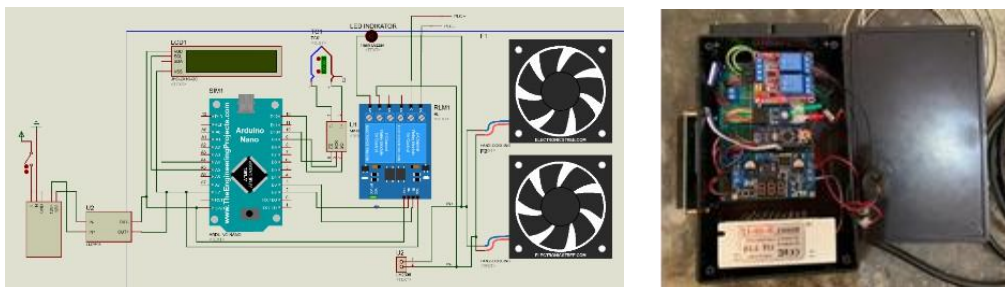
Gambar 2. Flowchart Kerja Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Desain Hardware

Beberapa komponen yang dibutuhkan pada rancangan alat ini adalah:

- Arduino nano, Sebagai pengontrol dan pemroses data. Board microcontroller yang berukuran kecil, lengkap, dan salah satu board yang menggunakan IC ATmega328P (Arduino Nano V3).
- Modul relay active high (2 channel), Saklar otomatis untuk memutus rangkaian safety eskalator dan mengaktifkan led indikator (*flash buzzer*)
- LCD (Liquid Crystal Display) I2C, Untuk menampilkan nilai suhu pada layar monitor
- Max667575 and Type-K (Thermocouple), berfungsi untuk membaca suhu pada body motor
- Power suply jaring 12 V , supply tegangan untuk komponen
- Flash buzzer, sebagai Led indikator
- Fan, sebagai exhaust untuk membuang udara panas yang berada dalam komponen
- LM2596, step down tegangan menjadi 5 volt untuk supply arduino nano.

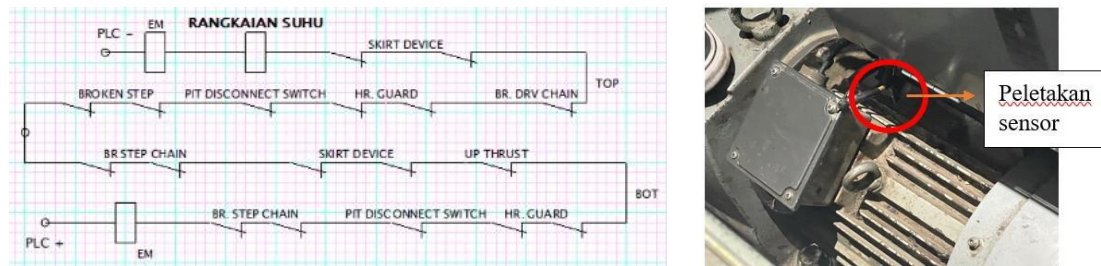


Gambar 3. Desain Hardwere

3.2. Penempatan Alat

Komponen safety pada eskalator di rangkai secara seri yang berfungsi untuk menghentikan kerja eskalator secara keseluruhan ketika terjadi hal yang tidak diinginkan. Tegangan pada safety system di eskalator adalah 24 volt. Alat ini di hubungkan dengan rangkaian safety pada eskalator. Relay yang digunakan pada alat

ini terdapat 2 channel. Relay 1 dihubungkan dengan rangkaian safety eskalator, relay 2 dihubungkan dengan flash buzzer.



Gambar 4. Pemasangan alat pada eskalator

3.3. Desain Software

Perancangan software pada sistem pengaman pompa otomatis berbasis Arduino Nano dapat dilihat pada bahasa pemrograman bahasa C berikut ini:

```

1  #include <Wire.h>
2  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3  #include <max6675.h>
4
5  #define AMBANG_SUHU 90
6  #define WAKTU_TAHAN_SUHU 10000
7
8  const int relay1 = 3;
9  const int relay2 = 2;
10 int so = 12;
11 int cs = 10;
12 int sck = 9;
13 MAX6675 suhu(sck, cs, so);
14 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
15
16 unsigned long waktu_awal_tahan_suhu = 0;
17 int SUHU_TINGGI_COUNTER = 0;
18
19 void setup()
20 {
21   pinMode(relay1, OUTPUT);
22   pinMode(relay2, OUTPUT);
23   Serial.begin(9600);
24   lcd.init();
25   lcd.clear();
26   lcd.backlight();
27   lcd.setCursor(0, 0);
28   lcd.print("Monitoring Suhu");
29   lcd.clear();
30   delay(1000);
31 }
32
33 void loop()
34 {
35   delay(1000);
36   float temperature = (suhu.readCelsius());
37   Serial.print("Temperature :");
38   Serial.print(temperature);
39   Serial.println("C");
40   lcd.setCursor(1, 0);
41   lcd.print("TEMPERATURE:");
42   lcd.setCursor(4, 1);
43   lcd.print(temperature);
44   lcd.setCursor(10, 1);
45   lcd.print("C");
46
47   if (temperature >= AMBANG_SUHU)
48   {
49     if (SUHU_TINGGI_COUNTER == 0)
50     {
51       waktu_awal_tahan_suhu = millis();
52       SUHU_TINGGI_COUNTER++;
53     }
54     if (SUHU_TINGGI_COUNTER * 2000 >= WAKTU_TAHAN_SUHU)
55     {
56       digitalWrite(relay1, HIGH);
57       digitalWrite(relay2, HIGH);
58     }
59   }
60   else
61   {
62     SUHU_TINGGI_COUNTER = 0;
63     if (temperature < 40)
64     {
65       digitalWrite(relay1, LOW);
66       digitalWrite(relay2, LOW);
67     }
68   }
69   delay(2000);
70 }

```

Gambar 5. Pemrograman Software

3.4. Pengujian Alat

• Pengujian Catu Daya

Pengujian dilakukan dengan cara melakukan sumber listrik yang digunakan pada rancangan



Gambar 6. Pengujian Catu Daya

Berikut hasil pengujian catu daya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian catu daya

Parameter yang diukur	Hasil Pengukuran
Tegangan Sumber	220 V
Tegangan Input Rancangan (Vout)	12,2 V
Tegangan Output LM2596	5 V

• Pengujian Suhu

Pada pengujian ini dilakukan pengambilan data suhu motor dengan menggunakan thermogun dan sensor, dan hasil yang di peroleh adalah:

Tabel 4. Hasil pengujian suhu

Pengukuran Sensor	Pengukuran Thermogun
45,55 °C	46,9 °C
52,05 °C	51,3 °C
47,99 °C	48,3 °C

Pengujian Kerja Alat

Pengujian awal ini menggunakan buzzer standby on sebagai perumpamaan eskalator dalam kondisi on. Apabila suhu setelah terjadi overheat menurun 40 °C, maka eskalator on kembali. Suhu motor memiliki nilai yang bersifat fluktuasi atau naik turun maka pada program di buat counter selama 10 s untuk memastikan nilai telah mencapai batas yang ditentukan.



Gambar 10. Pengujian Sensor

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor

Suhu	Jeda	Buzzer	led	Keterangan
90°C	10 s	On	On	<i>Overheat</i>
93°C	10 s	On	On	<i>Overheat</i>
65°C	0 s	Off	Off	Normal
43°C	0 s	Off	Off	Normal

40°C	0 s	Off	Off	Normal
------	-----	-----	-----	--------

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan rancangan sensor yang telah di pasang pada body motor akan membaca suhu panas yang ada di bagian body motor dan dari percobaan yang telah dilakukan baik percobaan pertama menggunakan buzzer atau pun setelah di pasang langsung pada eskalator, alat ini berfungsi dengan baik.

- Dapat menampilkan nilai suhu motor listrik melalui LCD
- Tingkat akurasi pengukurun suhu alat rata-rata sebesar 99%.
- Indikator LED untuk kondisi suhu normal dan overheating motor
- Buzzer akan bekerja jika terjadi overheating pada suhu motor
- Dapat berfungsi sebagai alat safety motor tambahan, dimana jika terjadi overheating (90 °C) dan mencapai waktu selama 10 detik, maka motor akan off secara otomatis serta motor bekerja kembali jika suhu sudah kembali normal (40 °C)

Dengan adanya tambahan alat safety motor berupa monitoring suhu ini, maka diharapkan dapat menjaga performa kinerja motor, memperpanjang waktu operasional motor, mencegah kerusakan isolasi motor, mencegah kerusakan komponen lain pada eskalator dan mencegah terjadinya *downtime machine*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Zulina, P. A. Annisa, S. Dwi Cahya, Yosafat, C. Gita, and indika B. Ramadhani, "Identifikasi Disfungsi Foot Step dan Comb pada Eskalator Shelter Skytrain di Stasiun Kereta Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta, Cengkareng," *J. Tek. Mek. Bandar Udar.*, vol. I, no. I, pp. 9–16, 2023.
- [2] E. Mufida, "Alat Pengendali Eskalaotor Otomatis Dengan Sensor Infrared Dan Photodiode Berbasis Mikrokontroler Atmega16," *J. Tek. Komput. AMIK BSI*, vol. VI, no. 1, pp. 74–79, 2018.
- [3] M. H. Septiawan, D. Suherman, and P. Murdiyat, "Perencanaan Eskalator Lantai Satu ke Dua pada Gedung Direktorat Politeknik Negeri Samarinda dengan Kendali PLC," *J. Tek. Mesin Sinergi*, vol. 18, no. 1, pp. 80–94, 2020, doi: 10.31963/sinergi.v18i1.2242.
- [4] P. G. Chamdareno and A. H. Hamimi, "Efisiensi Konsumsi Energi Listrik Pada Eskalator Menggunakan Inverter Dipusat Perbelanjaan," *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 5, no. 1, p. 25, 2022, doi: 10.24853/resistor.5.1.25-30.
- [5] N. Naibaho and B. M. Aryanto, "Analisis Suhu Motor Listrik 3 Fasa Dengan Sensor Ft-H50 Pada Exhaust Dumper Di Pt Suzuki Indomobil Motor Plant Tambun II," *J. Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 94–103, 2023.
- [6] D. Prayogo, "Analisis Pengaruh Kerusakan Rotor Pada Motor Induksi 3 Fasa Dengan Metode Motor Current Signature Analysis (Mcsa)," *Epic J. Electr. Power, Instrum. Control*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, 2019, doi: 10.32493/epic.v2i2.2888.
- [7] R. Febri, A. Basuki, W. Suluh, and A. Pambudi, "Monitoring System Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Internet of Things," *J. Electr. Electron. Control Automot. Eng. 47 JEECAE*, vol. 5, no. 2, pp. 47–50, 2020.
- [8] S. L. Putri and B. D. Cahyono, "Monitoring Suhu, Getaran, Dan Arus Pada Motor Induksi Menggunakan SKF Quick Collect Sensor Di PT. Satya Raya Keramindondah," *Bayu Dwi Cahyono*, vol. 2, no. 3, pp. 1413–1419, 2024.
- [9] S. Buwarda, L. Lutfi, and M. A. Yaqin, "Monitoring Suhu, Vibrasi dan Arus Motor Induksi 3 Fasa," *Mustek Anim Ha*, vol. 12, no. 02, pp. 137–141, 2023, doi:

- 10.35724/mustek.v12i02.5455.
- [10] R. Septiana, I. Roihan, J. Karnadi, and R. A. Koestoer, "Calibration of K-Type Thermocouple and MAX6675 Module With Reference DS18B20 Thermistor Based on Arduino DAQ," *Pros. SNTTM XVIII*, vol. 9, pp. 1–6, 2019.
 - [11] Y. Wishnu Pandu Prayudha, S. Fadhil, and S. Novianto, "Rancang Bangun Sistem Pengukuran Alat Thermobath sebagai Alat Kalibrasi Temperatur dengan Sistem Arduino Uno," *J. Asimetri J. Ilm. Rekayasa Inov.*, vol. 4, pp. 25–34, 2022, doi: 10.35814/asimetri.v4i1.2541.
 - [12] F. Zulfikar and A. Anas, "Perancangan Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Rfid Di Jurusan Tsm Smkn 1 Tirtajaya," *J. Inform. Dan Teknologi Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 266–272, 2022, doi: 10.55606/jitek.v2i3.614.
 - [13] S. Sihono, "Rancang Bangun Kendali Alat Peraga 'Modular Production System Untuk Inspection Process' Menggunakan Kontroller Arduino Nano," *Orbith Maj. Ilm. Pengemb. Rekayasa dan Sos.*, vol. 19, no. 2, pp. 121–132, 2023.
 - [14] N. Wendri, I. Wayan Supardi, K. N. Suarbawa, and N. Made Yuliantini, "Alat Pencatat Temperatur Otomatis Menggunakan Termokopel Berbasis Mikrokontroler At89S51," *Bul. Fis. Jur. Fis. Fak. Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam, Univ. Udayana*, vol. 13, no. 1, pp. 29–33, 2012.