

## RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI PADA MOTOR DC DARI GANGGUAN ARUS DAN SUHU BERLEBIH BERBASIS INTERNET OF THINGS

Bagus Saefulloh<sup>1</sup>, Sri Mulyanto Herlambang<sup>2</sup>, Sutoyo<sup>3</sup>

123Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal, Politeknik Pelayaran  
Surabaya

Email korespondensi: bagus.saefull402@gmail.com

### ABSTRAK

*Motor listrik banyak difungsikan pada berbagai sektor, terutama di industri pelayaran. Dengan suhu dan arus berlebih pada motor listrik dapat menimbulkan terbakarnya motor listrik yang membuat tidak optimalnya kinerja sistem yang ada di atas kapal. Pada penelitian ini, peneliti merancang suatu alat pelindung pada motor DC dari gangguan ketidakseimbangan suhu dan arus berlebih dengan menggunakan mikrokontroler serta sensor yang berbasis internet of things. Sensor suhu dan sensor arus digunakan sebagai data masukan ke mikrokontroler esp32. Esp32 akan beroperasi bila presentase tidak seimbang suhu dan arus motor DC melebihi batas yang sudah ditentukan pada set point tertentu. Metode penelitian pada penelitian ini menggunakan metode pengembangan (research and development). Penelitian ini fokus pada bagaimana perancangan dan penerapan alat sistem proteksi motor dari kerusakan menggunakan mikrokontroler berbasis dengan internet of things. Perancangan sistem alat pelindung ini dilakukan di workshop kampus Politeknik Pelayaran Surabaya. Alat ini menggunakan sensor suhu DS18B20, sensor arus ACS712 dan LCD untuk menampilkan data yang ada. Jika motor mengalami gangguan pada arus dan suhunya otomatis sensor akan mengirim sinyal menuju mosfet guna menghentikan arus di rangkaian starting motor yang menimbulkan motor mati atau trip.*

**Kata kunci :** Sistem Proteksi, Sensor Suhu DS18D20, Esp 32, Sensor Arus ACS712

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Dalam industri, motor listrik berperan penting dalam menghadirkan inovasi di berbagai bidang, termasuk industri pelayaran. Motor listrik umumnya terbagi menjadi dua jenis: Alternating Current (AC) dan Direct Current (DC), dengan perbedaan utama terletak

pada jenis arus yang digunakan. Pada motor DC, energi mekanis dihasilkan dari arus searah, sementara motor AC menggunakan tegangan arus bolak-balik.

Penggunaan motor listrik meluas di berbagai industri, dari yang kecil hingga besar, karena mudah dioperasikan dan minim kebisingan. Motor ini digunakan untuk menggerakkan atau mengangkat beban seperti

mesin bubut, skrap, pemotong, dan lainnya, dengan karakteristik putaran yang bervariasi. Di kapal, motor listrik sangat diperlukan untuk menjalankan operasi di dek dan kamar mesin. Dek Di kapal, motor listrik sangat diperlukan untuk menjalankan operasi di dek dan kamar mesin. Dek kapal membutuhkan motor untuk bantuan pekerjaan seperti crane, sedangkan di kamar mesin, motor digunakan untuk menjalankan peralatan bantu seperti pompa.

Namun, motor listrik rentan terhadap gangguan akibat lonjakan arus berlebih yang dapat menyebabkan overheating. Hal ini dapat menurunkan kinerja motor dan peralatan bantu di kapal. Untuk mengatasi hal ini, perlindungan motor listrik dari gangguan arus dan suhu berlebih diperlukan.

Dengan kemajuan teknologi, terutama Internet of Things (IoT), penggunaan smartphone sebagai alat yang mendukung IoT semakin berkembang. IoT memungkinkan objek untuk mengirim data melalui jaringan tanpa interaksi manusia secara langsung, dan dapat diterapkan di berbagai sektor seperti pertanian, energi, otomasi industri, medis, dan transportasi.

Melihat perlunya perlindungan motor listrik dari gangguan arus dan suhu berlebih di kapal, peneliti tertarik menggunakan teknologi IoT untuk merancang sistem proteksi yang lebih efisien. Berdasarkan hal tersebut, peneliti melakukan penelitian dengan judul "Rancang Bangun Sistem Proteksi Pada Motor DC Dari Gangguan Arus dan Suhu Berlebih Berbasis Internet of Things".

### **Rumusan Masalah**

- 1.) Bagaimana cara merancang alat sistem proteksi pada motor DC dari gangguan arus dan suhu berlebih berbasis Internet of Things?
- 2.) Bagaimana kehandalan penggunaan alat sistem proteksi pada motor DC dari gangguan arus dan suhu berlebih berbasis Internet of Things?

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A.Sistem Proteksi**

Sistem proteksi adalah alat perlindungan kelistrikan untuk melindungi sistem tenaga kelistrikan dari masalah arus dan suhu berlebih.

Cara kerja sistem proteksi adalah dengan mengisolasi bagian yang mengalami gangguan sehingga bagian lain tetap beroperasi. Sehingga pada dasarnya pengaman di sistem tenaga Listrik yaitu melindungi semua sistem agar tetap mempertahankan keandalannya. (Alawiy, 2006, p.2)

#### **Gangguan Sistem Proteksi**

Gangguan pada sistem kelistrikan adalah kondisi abnormal yang dapat mengganggu layanan tenaga listrik. Salah satu gangguan umum adalah beban berlebih, yang dapat merusak peralatan listrik jika tidak ditangani.

#### **Daerah Sistem Proteksi**

Sistem proteksi kelistrikan dibagi menjadi zona-zona seperti generator, transformator, busbar, transmisi, dan beban. Setiap zona dilindungi oleh relay yang sesuai, dan terdapat tumpang tindih dalam wilayah proteksi.

#### **Pembagian Tugas Sistem Proteksi**

Pembagian tugas melibatkan perlindungan utama dan cadangan, yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan sistem proteksi terhadap gangguan. Perlindungan cadangan aktif ketika perlindungan utama mengalami kerusakan. Dengan sistem proteksi yang tepat, sistem tenaga kelistrikan dapat beroperasi secara efisien dan aman dari gangguan.

#### **B. Motor DC**

Motor DC adalah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan rumah tangga.

#### **Struktur Motor DC**

Mirip dengan motor AC, terdiri dari stator dan rotor. Stator dan rotor membentuk rangkaian magnetik yang simetris dengan celah udara di antaranya. Bagian-Bagian Motor DC Badan motor, kutub magnet inti, lilitan penguat magnet, sikat- sikat, komutator, jangkar, dan lilitan jangkar. Masing-masing memiliki peran

penting dalam mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Prinsip kerja motor DC didasarkan pada eksperimen Lorent yang menyatakan bahwa ketika penghantar listrik yang mengalir berada dalam medan magnet, akan terbentuk gaya Lorentz. Untuk menentukan arah gaya Lorentz, dapat digunakan pedoman kaidah tangan kiri Flemming atau pedoman kaidah telapak tangan kiri.

Dalam kaidah telapak tangan kiri Flemming, jika jari jempol, jari tengah, dan jari telunjuk disusun sesuai dengan gambar, arah gaya magnet searah dengan jari telunjuk, arus searah dengan jari tengah, dan gaya yang ditimbulkan pada kawat penghantar searah dengan arah jari jempol

Rumus untuk menghitung besar gaya pada penghantar adalah:

$$F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \theta \dots (1)$$

Di mana :

F : Gaya yang terbentuk pada penghantar (Newton)

I : Kuat arus yang mengalir (Ampere)

B : Kerapatan garis gaya magnet (Wb/m<sup>2</sup>)

θ : Sudut antara garis gaya magnet dengan posisi kawat penghantar

Eksperimen Faraday menunjukkan bahwa ketika sebuah kawat digerakkan melalui medan magnet, akan terbentuk GCL Induksi yang juga dikenal sebagai GCL lawan.

Rumus yang menentukan GCL lawan:

$$Z \cdot \theta \text{ volt} \dots (2)$$

$$Ea = \theta \cdot \frac{2P}{A} \times \frac{n}{60} \dots (3)$$

Di mana :

suhu dalam rentang -55 hingga 125 °C.

Ea : GCL lawan (volt) 2p : Jumlah kutub

A : jumlah cabang parallel lilitan jangkar

N : Jumlah putaran per menit (ppm)

Z : Jumlah kawat penghantar aktif

θ : Fluks per kutub (weber)

### Kelebihan dan Kekurangan Motor DC

Motor DC, atau motor induksi satu fasa, memiliki struktur sederhana dan kecepatan putaran yang stabil terhadap perubahan beban sebagai keunggulan utamanya. Namun, motor DC juga memiliki kelemahan, seperti kapasitas beban yang relatif rendah, ketidakmampuan untuk melakukan pengasutan sendiri tanpa alat bantu, dan kurang efisiennya.

#### C. Sensor Arus ACS712

Sensor arus ACS 712 adalah alat untuk mendeteksi arus listrik menggunakan prinsip efek Hall. Ini bisa mengukur arus DC dan AC dengan sensitivitas tinggi, berguna dalam berbagai aplikasi industri dan komunikasi.

#### Karakteristik Sensor Arus ACS712

- Tegangan suplai maksimum: 8V
- Keluaran tegangan maksimum: 8V
- Toleransi arus berlebih: 100A
- Dirancang dengan ketepatan tinggi menggunakan perangkat keras terintegrasi
- Prinsip kerja melibatkan arus yang menciptakan medan magnet yang diukur dan diubah menjadi tegangan proporsional
- Penggunaan tegangan proporsional rendah untuk menjaga stabilitas dan ketepatan

#### D. Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah alat yang mampu mendeteksi dan mengukur perubahan suhu lingkungan, menghasilkan output dalam bentuk tegangan listrik digital. Dengan tingkat akurasi sebesar 0,5, sensor ini dapat mengukur

#### Karakteristik Sensor Suhu DS 18B20

- Sensor DS18B20 memiliki 3 pin, yaitu VS (tegangan sumber), Ground, dan data keluaran/masukan.
- Tegangan sumber yang dibutuhkan berkisar antara 3V hingga 5.5V, dengan tegangan operasional yang umumnya menggunakan 5V.
- Setiap komponen sensor memiliki kode serial 64-bit yang tersimpan pada ROM onboard.
- Sensor dapat beroperasi tanpa memerlukan perangkat tambahan.
- Kecepatan maksimum dalam mengubah suhu adalah 750 ms.
- Mampu mengukur suhu dengan ketepatan  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  dalam rentang  $-10$  hingga  $85^{\circ}\text{C}$ .
- Rentang pengukuran suhu yang luas, dari  $-55$  hingga  $125^{\circ}\text{C}$ .
- *Sensor Suhu DS18B20 memiliki kehandalan dan akurasi yang tinggi dalam mengukur suhu lingkungan, cocok untuk berbagai aplikasi di berbagai bidang, termasuk industri.*

### **E. ESP32**

ESP32 adalah mikrokontroler *System on Chip* (SoC) dengan fitur WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan komponen tambahan lainnya. Chip ini menyediakan prosesor, penyimpanan, dan akses pada *General Purpose Input Output* (GPIO). ESP32 dapat digunakan sebagai pengganti Arduino dengan kemampuan koneksi WiFi yang langsung. Terdapat dua jenis board ESP32 dengan 30 GPIO dan 36 GPIO, yang dirancang untuk memudahkan penelusuran dan konfigurasi melalui USB to UART interface. Sumber daya board disediakan melalui konektor micro-USB.

### **F. LCD**

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah jenis *display* yang menggunakan kristal cair untuk menampilkan informasi. Dengan sifat unik

kristal, LCD mampu menampilkan berbagai warna dan panjang gelombang cahaya, mendukung perangkat elektronik yang ringan dan ramping. Biasanya digunakan dalam perangkat mikrokontroler untuk menampilkan informasi seperti nilai sensor, tulisan, atau menu.

### **LCD Karakter**

LCD karakter adalah jenis LCD yang mampu menampilkan karakter ASCII dalam dot matriks. Berbagai ukuran dan konfigurasi dapat dibuat, termasuk 1 hingga 4 baris, dengan 16 hingga 40 karakter per baris. Biasanya, LCD karakter dirangkai dengan PCB yang berisi pembangkit karakter dan IC pengontrol. Meskipun ukurannya berbeda, IC pengontrol yang digunakan umumnya sama, dengan antarmuka TTL digital. LCD karakter menyediakan pin pengontrol, termasuk catu daya, kontrol baca/tulis, dan bus data, serta dapat diatur sesuai petunjuk untuk disambungkan dengan mikrokontroler.

### **G. Internet of Things**

*Internet of Things* (IoT) adalah teknologi yang menghubungkan dan mengontrol objek-objek di sekitarnya melalui internet, memudahkan kegiatan sehari-hari manusia. IoT melibatkan berbagai teknologi seperti RFID, sensor, dan kode QR, yang memungkinkan objek untuk berkomunikasi tanpa interaksi manusia.

### **Arsitektur dan Desain Internet of Things**

Arsitektur IoT terdiri dari tiga lapisan: penginderaan, transport, dan aplikasi. Lapisan penginderaan menghubungkan dan mengontrol perangkat IoT, lapisan transport menyediakan jaringan, dan lapisan aplikasi menangani tugas cerdas dan aplikasi IoT.

### **Perbedaan Jaringan Tradisional dan IoT**

IoT merupakan ekspansi dari jaringan internet tradisional, namun berbeda dengan jaringan *wireless sensor* (WSN). IoT tidak selalu memerlukan protokol IP dan didasarkan pada

perangkat pintar yang terhubung, sementara WSN bergantung pada jaringan sensor.

**Cara Kerja dari *Internet of Things***

IoT memungkinkan interaksi otomatis antara mesin tanpa intervensi manusia melalui internet. IoT menggunakan kecerdasan buatan, konektivitas, sensor, kontribusi aktif, dan perangkat kecil untuk meningkatkan efisiensi dan keterhubungan.

**Arsitektur Utama *Internet of Things* dan *Embedded System***

*Embedded system* adalah perangkat mikrokontroler yang merupakan bagian dari struktur IoT. IoT terdiri dari perangkat keras khusus, sistem perangkat lunak, dan protokol web, menciptakan lingkungan di mana perangkat dapat terhubung ke internet melalui berbagai metode koneksi. Jumlah perangkat IoT online diperkirakan akan bertambah dengan adopsi IPv6.

**H. Mosfet**

Mosfet (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) adalah transistor yang berfungsi sebagai pengganti relay dalam prototipe. Mosfet bekerja sebagai saklar pemutus untuk mengatur arus pada motor listrik.

**Karakteristik Mosfet**

Mosfet memiliki tiga wilayah operasi: cut-off, linier, dan saturasi. Pada daerah cut-off, tidak ada arus yang mengalir karena tidak terbentuk saluran antara source dan drain. Wilayah linier terbentuk saat saluran terbuka dan arus mengalir sesuai dengan tegangan drain.

$$I_D (LIN) = k_n \left[ (V_{GS} - V_T) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$$

Ketika tegangan drain meningkat sampai menyamai tegangan di gerbang, lapisan inversi di sepanjang saluran dekat drain menghilang, menciptakan titik pinch-off. Ini menandai awal wilayah saturasi, di mana arus drain tetap

konstan meskipun tegangan drain terus meningkat.

$$I_D (SAT) = \frac{k_n}{2} (V_{GS} - V_{Tn})^2$$

Operasi mosfet saluran-p mirip dengan mosfet saluran-n. Arus drain mengikuti polaritas tegangan, tetapi arahnya terbalik.

- Cutoff =  $V_{SG,p} \leq -V_{TP}$

$$I_D (OFF) = 0$$

- Linear =  $V_{SG,p} \geq -V_{TP}$ , dan  $V_{SD,p} \leq V_{SG,p} + V_{TP}$

$$I_{D,p}(LIN) = k_p \left[ (V_{SG,p} - V_{TP}) V_{SD,p} - \frac{V_{SD,p}^2}{2} \right]$$

- Saturasi =  $V_{SG,p} \geq -V_{TP}$ , dan  $V_{SD,p} \geq V_{SG,p} + V_{TP}$

$$I_D(SAT) = \frac{k_p}{2} (V_{SG,p} - V_p)^2$$

**Kegunaan Mosfet**

Mosfet memiliki beberapa kegunaan, antara lain sebagai penguat, saklar, pembangkit sinyal, dan mixer. Mosfet digunakan dalam rangkaian penguat elektronik karena memiliki impedansi masukan tinggi. Sebagai saklar, mosfet dapat mengendalikan beban arus tinggi dengan biaya yang relatif murah. Mosfet juga dapat difungsikan sebagai pembangkit sinyal dan mixer dalam aplikasi pemancar radio dan perangkat audio.

**Kerangka Penelitian**



**METODE PENELITIAN**

Pada bab ini akan dibahas tentang metodologi penelitian dan perancangan sistem



alat karya ilmiah terapan menggunakan metode penelitian research and development. Metode ini digunakan untuk menghasilkan produk yang diinginkan dan menguji efektivitasnya.

### Model Perancangan Alat, Software, dan Desain

#### 1. Identifikasi Kebutuhan

Dalam model perancangan alat, software, dan desain, kebutuhan dibagi menjadi dua: kebutuhan hardware dan kebutuhan software.

#### Kebutuhan Hardware

- Mikrokontroler ESP32 untuk pengelolaan input dan output.
- Sensor Arus ACS712 untuk mendeteksi arus pada motor listrik.
- Sensor DS18B20 untuk mendeteksi suhu pada motor listrik.
- LCD untuk menampilkan data yang dibaca oleh mikrokontroler ESP32.
- Motor DC 12V sebagai prototype untuk pengujian kondisi motor listrik terkait arus dan suhu berlebih.
- Rotary sebagai pengatur motor DC untuk start, stop, dan mengatur setting point arus dan suhu.
- Buzzer untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara.

#### Kebutuhan Software

- Software Arduino IDE.
- Aplikasi BLYNK.

#### 2. Rangkaian Elektronika

Setelah menentukan kebutuhan alat, langkah berikutnya adalah merancang rangkaian elektronika. Rangkaian tersebut terbagi menjadi beberapa bagian:

**Sensor ACS712:** Membaca arus pada motor listrik dan mengirimkan sinyal ke mosfet untuk mematikan motor jika terjadi beban berlebih.

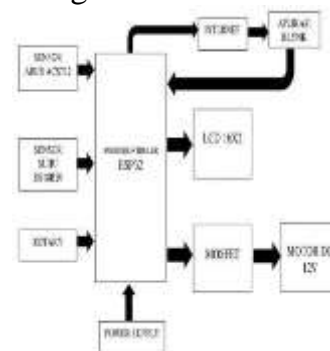
- Sensor DS18B20:** Membaca suhu pada motor listrik dan mengirimkan sinyal ke mosfet untuk mematikan motor jika suhu naik.
- ESP32:** Pengontrol utama untuk monitoring arus dan suhu motor listrik. Terkoneksi dengan smartphone melalui

aplikasi BLYNK menggunakan modul WIFI.

- LCD:** Modul layar nyata 16x2 dengan mikrokontroler sebagai driver, digunakan untuk menampilkan data.
- Mosfet:** Digunakan sebagai saklar untuk mengendalikan beban arus tinggi pada motor listrik.
- Motor DC12V:** Digunakan sebagai prototype untuk menguji kondisi motor listrik saat terkena arus dan suhu tinggi.
- Aplikasi BLYNK:** Digunakan untuk memonitor arus dan suhu motor listrik secara digital, serta mengatur setting point maksimal arus dan suhu.
- Rotary Encoder:** Sensor posisi untuk menentukan lokasi sudut poros berputar.
- Regulator LM2596:** Modul konverter DC/DC untuk menggerakkan beban motor listrik dengan efisiensi tinggi.

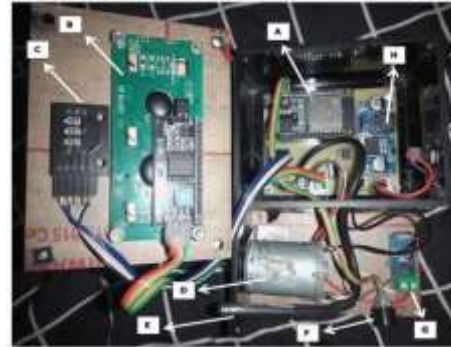
#### 3. Merancang Perangkat Keras

Tahap perancangan perangkat keras penting untuk merencanakan alur kerja alat dengan lebih efisien. Gambar perancangan perangkat keras pada penelitian ini disajikan sebagai berikut



#### 4. Perancangan Software

Perancangan perangkat lunak menggunakan Arduino IDE, yaitu software untuk pemrograman Arduino. Arduino IDE berfungsi sebagai media untuk memprogram board Arduino. Berikut adalah gambaran perangkat lunak yang digunakan



**Rencana Pengujian Uji Coba Produk**

- a. Waktu dan Tempat Penelitian Penelitian dilakukan saat peneliti berada di semester VII dan VIII untuk membuat proyek dan mengumpulkan data penelitian. Tempat penelitian berlangsung di workshop Politeknik Pelayaran Surabaya, khususnya untuk memantau arus dan suhu pada motor listrik.
- b. Pengujian Alat
  - 1) Uji Statis: Setiap komponen alat diuji secara individual sesuai fungsinya untuk mengetahui apakah dapat berfungsi dengan baik.
  - 2) Uji Dinamis: Dilakukan di workshop Politeknik Pelayaran Surabaya. Prototipe yang diuji adalah sistem proteksi motor listrik terhadap gangguan pada arus dan suhu. Ketika terjadi gangguan, buzzer akan berbunyi dan motor listrik akan mati. Hasil pengukuran suhu dan arus dicatat dalam tabel.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Penelitian**

Hasil pengujian komponen menunjukkan bahwa semua komponen dapat berfungsi normal. Sensor arus ACS712 dan sensor suhu DS18B20 diuji dengan memberi beban pada motor listrik, dan keduanya berfungsi dengan baik. Data dari kedua sensor ditampilkan pada LCD dan aplikasi Blynk untuk memudahkan pemantauan. Pengujian pada LCD, buzzer, ESP32, dan motor listrik juga berhasil, dengan semua komponen berfungsi sesuai yang diharapkan.

Selanjutnya, setelah semua komponen diuji, dilakukan perakitan untuk menyatukan komponen menjadi satu. Proses ini diilustrasikan dalam Gambar berikut

Kemudian, dilakukan pemrograman software menggunakan Arduino IDE untuk memberikan perintah pada sistem proteksi motor listrik berdasarkan pembacaan sensor arus ACS712 dan sensor suhu DS18B20. Pemrograman ini memungkinkan pemantauan dan kontrol motor listrik melalui LCD dan aplikasi Blynk.

Hasil pengujian mengambil data dari sensor arus ACS712 dan sensor suhu DS18B20 menunjukkan kinerja yang baik. Pengujian arus dilakukan dengan membandingkan sensor ACS712 dengan Clampmeter, sedangkan pengujian suhu dibandingkan dengan thermometer. Dari hasil perbandingan, diperoleh error relatif rata-rata 0,57% untuk arus dan 1,24% untuk suhu, menunjukkan keakuratan sensor dalam membaca nilai-nilai yang diukur.

**Analisis Data**

Analisis data dilakukan untuk mengevaluasi keakuratan sensor arus dan suhu.

**Suhu :**

$$\text{ERORR} = \frac{\text{NILAI SUHU SENSOR} - \text{NILAI SUHU THERMOMETER}}{\text{NILAI SUHU THERMOMETER}} \times 100 \%$$

**Arus :**

$$\text{ERORR} = \frac{\text{NILAI ARUS SENSOR} - \text{NILAI ARUS CLAMPMETER}}{\text{NILAI ARUS CLAMPMETER}} \times 100 \%$$

Tabel 4.3. Pengujian Error Relatif Pada Arus

No.	Sensor Arus ACS712	Clampmeter	Selisih	Error
1.	0,136 A	0,06 A	0,07 A	1,26 %
2.	0,180 A	0,10 A	0,08 A	0,8 %
3.	0,196 A	0,11 A	0,08 A	0,78 %
4.	0,264 A	0,13 A	0,13 A	0,13 %
5.	0,328 A	0,14 A	0,18 A	0,18 %
6.	0,502 A	0,23 A	0,27 A	0,27 %
Rata-Rata				0,57 %

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Tabel 4.4. Pengujian *Error Relatif Pada Suhu*

No.	Sensor Suhu DS18B20	Thermometer	Selisih	Error
1.	32,43 °C	32,2 °C	0,23 °C	0,71 %
2.	34,93 °C	35,3 °C	0,37 °C	1,04 %
3.	35,75 °C	35,8 °C	0,05 °C	0,13 %
4.	36,37 °C	37,4 °C	1,03 °C	2,75 %
5.	39,00 °C	39,3 °C	0,3 °C	0,76 %
6.	40,05 °C	40,9 °C	0,85 °C	2,07 %
Rata-Rata				1,24 %

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Dari hasil pengujian, ditemukan perbedaan selisih yang kemudian dihitung sebagai error relatif. Nilai error relatif untuk arus rata-rata adalah 0,57%, sedangkan untuk suhu rata-rata adalah 1,24%.

### KESIMPULAN

Kesimpulan dari perancangan prototype sistem proteksi pada motor DC dari gangguan arus dan suhu berbasis *Internet of Things* adalah sebagai berikut:

1. Sistem ini menggunakan sensor ACS712 untuk arus, sensor DS18B20 untuk suhu, LCD, dan ESP32 sebagai mikrokontroler utama. Aplikasi Blynk digunakan untuk monitoring real-time arus dan suhu melalui koneksi WiFi dan internet. Aplikasi Blynk menampilkan data secara real-time dan memungkinkan akses mudah. Jika terjadi gangguan, sensor akan mengirimkan sinyal ke mosfet untuk menghentikan arus dan mematikan motor DC. Data hasil pengukuran juga disajikan dalam tabel.
2. Penggunaan sistem ini terbukti handal dengan tingkat akurasi monitoring arus dan suhu kurang dari 5% dibandingkan dengan pembacaan manual.

### Saran

Saran untuk pengembangan sistem proteksi motor DC terhadap gangguan arus dan suhu berlebih berbasis Internet of Things:

1. Prinsip kerja alat perlu dioptimalkan dengan penambahan display pada LCD dan aplikasi Blynk untuk menampilkan data yang lebih akurat, seperti tegangan dan frekuensi.
2. Untuk penelitian selanjutnya, sistem

proteksi dapat diuji pada motor listrik dengan spesifikasi lebih besar untuk memastikan keoptimalan dalam pengambilan data arus.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Bayu Argodipta. (2020). *Rancang Bangun Sensor Suhu Pada Motor Berbasis Arduino Uno*. Karya Ilmiah Terapan. Politeknik Pelayaran Surabaya.
- Alawiy, Muhammad Taqiyuddin. (2006). *Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. Malang. Universitas Islam Malang.
- Bagia, I Nyoman & Parsa, I Made. (2018). *Motor-Motor Listrik*. Kupang. CV. Rasi Terbit.
- Firmansa, Arzaki Syawal. (2021). *Otomasi Pendeteksi Arus Motor Dengan Menggunakan Arduino*. Karya Ilmiah Terapan. Politeknik Pelayaran Surabaya.
- Hidayatullah, Sunan Sarif. (2020). *Pengertian Mosfet Dan Fungsinya*. Diakses dari: <https://www.belajaronline.net/2020/10/pengertian-mosfet-dan-fungsinya.html>. Diakses pada 1 Februari 2024.
- Huda, Muhammad Bagus Roudlotul. (2022). *Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor Ds18b20 Berbasis Mikrokontroler Arduino*. JRM. Volume 07 Nomor 02 Tahun 2022, 18 – 23.
- Maulana, Eka. (2014). *Teori Dasar Mosfet (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)*. Diakses dari: <http://maulana.lecture.ub.ac.id/2014/03/teori-dasar-mosfet/>. Diakses pada 1 Februari 2024.
- Mudjanarko, S.W., S. Winardi, dan A.D. Limantara. (2017). *Pemanfaatan Internet of Things (IoT) sebagai Solusi Manajemen Transportasi Kendaraan Sepeda Motor*. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah X (ATPW). Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. 151-164.



- Nizam, Muhammad, dkk. (2022). *Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web*. JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika). Vol. 6 No. 2, September 2022.
- Okpatrioka. (2023). *Research And Development (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan*. Dharma Acariya Nusantara: Jurnal Pendidikan, Bahasa dan Budaya Vol.1, No.1 Maret 2023 e-ISSN: 2985-962X; p-ISSN: 2986-0393, Hal 86-100.
- Saputra, Dicky Auliya. (2020). *Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Menggunakan Mikrokontroler*. Jurnal ICTEE, Vol. 1, No. 1, 2020, 15-19.
- Sarhan, Q. I. (2018). *Internet of Things: a survey of challenges and issues*. International Journal Internet of Things and Cyber-Assurance 1(1): 40-75.
- Sulistiyanto, M.P., D.A. Nugraha, N. Sari, N. Karima, dan W. Asrori. (2015). *Implementasi IoT (Internet of Things) dalam pembelajaran di Universitas Kanjuruhan Malang*. SMARTICS Journal 1(1):20-23.
- Sutarno, Sutarno. (2010). *Pengereman Dinamik Motor Induksi Dengan Injeksi Arus SEARAH (DC)*. Jurnal Teknik Elektro Vol. 2 No.1. Suteja, Wayan Arsa dan Antara, Adi Surya. (2021). *Analisis Sensor Arus Invasive ACS712 dan Sensor Arus Non-Invasive SCT013 Berbasis Arduino*. PROtek: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro. Volume 8. No 1, Mei 2021.

