



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**KONTROL DAN MONITORING KECEPATAN MOTOR
BRUSHLESS DIRECT CURRENT (BLDC) BERBASIS FUZZY
LOGIC ADAPTIVE DAN IOT**

TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
RANGGA AULIA RUSLI
2303321083
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN KONTROL
KECEPATAN MOTOR BLDC BERBASIS *INTERNET OF
THINGS* MELALUI PLATFORM WEB**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

RANGGA AULIA RUSLI

2303321083

**PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua Sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Rangga Aulia Rusli

NIM : 2303321083

Tanda Tangan :

Tanggal : 25 Juni 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh:

Nama : Ranga Aulia Rusli
NIM : 2303321083
Program Studi : D3 - Elektronika Industri
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Kecepatan Motor BLDC Berbasis Internet Of Things Melalui Platform Web

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Senin Tanggal 6 Bulan Juli Tahun 2026 dan dinyatakan LULUS.

Pembimbing I : Nana Sutarna, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197007122001121001

Depok, 15 Juli 2026

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr., Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Kecepatan Motor BLDC Berbasis *Internet of Things* Melalui Platform Web". Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Tiga pada Program Studi Teknik Elektronika Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

Tugas Akhir ini membahas perancangan dan implementasi sistem monitoring dan kontrol kecepatan motor BLDC berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32, protokol MQTT, dashboard berbasis web, TFT Display sebagai monitoring lokal, serta SD Card Module sebagai media data logging. Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai referensi dalam pengembangan sistem monitoring berbasis IoT.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Nana Sutarna, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penyusunan Tugas Akhir.
2. Kedua orang tua dan seluruh keluarga penulis atas doa, dukungan, serta kasih sayang yang diberikan.
3. Muhammad Shiddiq Ali dan Nisyrina Nur Karima, selaku rekan satu tim Tugas Akhir yang telah bekerja sama dan saling mendukung selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Seluruh teman-teman yang telah memberikan semangat dan dukungan, khususnya Hafidzun Alim, Ridho Nugraha, Muhamad Naufal, Sahlan Fathoni, Muhammad Adzriel Adi Nugroho, seluruh rekan kelas EC D 2023, serta keluarga besar MPM dan BEM Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan penelitian ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Depok, 25 Juni 2026
Penulis,

Rangga Aulia Rusli

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Motor Brushless Direct Current (BLDC) banyak digunakan pada kendaraan listrik dan sistem otomasi karena memiliki efisiensi tinggi, respons cepat, serta perawatan yang relatif rendah. Seiring berkembangnya Internet of Things (IoT), diperlukan sistem yang mampu memantau kondisi motor secara real-time dan dapat diakses melalui internet. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan kontrol kecepatan motor BLDC berbasis IoT melalui platform web. Sistem menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama untuk membaca data dari sensor Hall Effect, protokol Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) dengan broker HiveMQ Cloud sebagai media komunikasi data, serta dashboard berbasis web yang dikembangkan menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript kemudian di-deploy menggunakan Vercel. Sistem juga dilengkapi TFT Display berbasis Arduino Uno sebagai media monitoring lokal dan modul SD Card untuk penyimpanan data dalam format CSV. Pengujian dilakukan menggunakan jaringan Smartfren 4G pada frekuensi 2,4 GHz terhadap komunikasi publish-subscribe MQTT, monitoring melalui website dan TFT Display, integritas data logging SD Card, akurasi pembacaan RPM menggunakan tachometer digital sebagai pembanding, serta latensi komunikasi data. Hasil pengujian menunjukkan komunikasi MQTT berjalan dengan baik, data monitoring pada website, TFT Display, dan SD Card konsisten, pembacaan RPM memiliki rata-rata kesalahan sebesar 0,07% terhadap tachometer, serta rata-rata latensi komunikasi data sebesar 163,79 ms. Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dirancang mampu menjalankan fungsi monitoring, kontrol, dan data logging secara terintegrasi melalui platform web berbasis IoT.

Kata kunci: *Dashboard Web, ESP32, Internet of Things, Motor BLDC, MQTT.*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

Brushless Direct Current (BLDC) motors are widely used in electric vehicles and automation systems due to their high efficiency, fast response, and relatively low maintenance requirements. Along with the rapid development of the Internet of Things (IoT), a system capable of monitoring motor conditions in real time and accessible through the internet is required. This research aims to design and implement an IoT-based BLDC motor speed monitoring and control system through a web platform. The system employs an ESP32 as the main microcontroller to acquire data from a Hall Effect sensor, the Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) protocol with HiveMQ Cloud as the message broker, and a web-based dashboard developed using HTML, CSS, and JavaScript, which is deployed on the Vercel platform. The system is also equipped with an Arduino Uno-based TFT Display for local monitoring and an SD Card module for storing monitoring data in CSV format. Performance evaluation was conducted using a Smartfren 4G network operating on the 2.4 GHz Wi-Fi band, including MQTT publish-subscribe communication, website and TFT Display monitoring, SD Card data logging integrity, RPM measurement accuracy using a digital tachometer as the reference instrument, and data communication latency. The results indicate that MQTT communication operated reliably, the monitoring data displayed on the website, TFT Display, and SD Card were consistent, the average RPM measurement error was 0.07% compared to the tachometer, and the average communication latency was 163.79 ms. These results demonstrate that the proposed system successfully performs integrated monitoring, control, and data logging through an IoT-based web platform.

Keywords: *BLDC Motor, ESP32, Internet of Things, MQTT, Web Dashboard.*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR RUMUS.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Luaran.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Motor Brushless Direct Current (BLDC).....	7
2.2 Sensor Hall Effect	8
2.3 Pulse Width Modulation.....	9
2.4 ESP32 sebagai Mikrokontroler IoT	10
2.5 Internet of Things (IoT).....	11
2.6 <i>Message Queing Telemetry Transport</i> (MQTT).....	12
2.6.1 Arsitektur MQTT.....	13

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6.2 HiveMQ sebagai Broker MQTT	14
2.7 Website Dashboard Monitoring.....	14
2.8 Arduino UNO sebagai Kontroler TFT Display	15
2.9 TFT Display	16
2.10 SD Card Module untuk Data Logging	17
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	19
3.1 Rancangan Alat	19
3.1.1 Deskripsi Alat.....	19
3.1.2 Spesifikasi Alat.....	20
3.1.3 Diagram Blok	21
3.1.4 Diagram Alir.....	24
3.2 Realisasi Alat.....	27
3.2.1 Pembuatan Program Tampilan Website.....	27
3.2.2 Realisasi Komunikasi MQTT.....	43
3.2.3 Realisasi Program ESP32 untuk Monitoring	45
3.2.4 Realisasi Monitoring TFT Display.....	49
3.2.5 Realisasi Data Logging SD Card	52
3.2.6 Realisasi Integrasi Sistem Monitoring dan Kontrol	53
3.3 Cara Kerja Alat.....	55
BAB IV PEMBAHASAN.....	57
4.1 Pengujian Deploying Website	57
4.1.1 Deskripsi Pengujian.....	57
4.1.2 Prosedur Pengujian.....	57
4.1.3 Data Hasil Pengujian	58
4.1.4 Analisis Data / Evaluasi.....	58
4.2 Pengujian Publish dan Subscribe MQTT	59



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.1 Deskripsi Pengujian.....	59
4.2.2 Prosedur Pengujian.....	59
4.2.3 Data Hasil Pengujian.....	60
4.2.4 Analisis Data / Evaluasi.....	61
4.3 Pengujian Monitoring Website dan TFT Display.....	62
4.3.1 Deskripsi Pengujian.....	62
4.3.2 Prosedur Pengujian.....	62
4.3.3 Data Hasil Pengujian.....	63
4.3.4 Analisis Data / Evaluasi.....	63
4.4 Pengujian Data Logging SD Card.....	64
4.4.1 Deskripsi Pengujian.....	64
4.4.2 Prosedur Pengujian.....	64
4.4.3 Data Hasil Pengujian.....	65
4.4.4 Analisis Data / Evaluasi.....	66
4.5 Pengujian Komunikasi Data.....	67
4.5.1 Deskripsi Pengujian.....	67
4.5.2 Prosedur Pengujian.....	67
4.5.3 Data Hasil Pengujian.....	68
4.5.4 Analisis Data / Evaluasi.....	68
BAB V PENUTUP.....	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	73
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	76
LAMPIRAN	77



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Hardware.....	20
Tabel 3. 2 Spesifikasi Software	21
Tabel 3. 3 Struktur Topic MQTT.....	44
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Deploying Website	58
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Akses dari Berbagai Perangkat	58
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Publish dan Subscribe MQTT	60
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Monitoring Website dan TFT Display	63
Tabel 4. 5 Hasil Perbandingan Data Logging SD Card dan Website	65
Tabel 4. 6 Cuplikan Data Logging SD Card	66
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Latensi Komunikasi Data.....	68

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Motor BLDC	7
Gambar 2. 2 Hall Sensor	8
Gambar 2. 3 Contoh 25%, 50%, dan 75% Duty Cycle	10
Gambar 2. 4 ESP32 Development Board.....	11
Gambar 2. 5 Arsitektur MQTT pada Sistem Monitoring dan Kontrol Motor BLDC	14
Gambar 2. 6 Arduino Uno R3	16
Gambar 2. 7 3.5"inch TFT LCD Touch Screen Display Board 480x320 For Arduino UNO R3 Mega2560	17
Gambar 2. 8 SD Card Module.....	18
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem	21
Gambar 3. 2 Diagram Blok Website	23
Gambar 3. 3 Diagram Alir Sistem.....	24
Gambar 3. 4 Diagram Alir Website	26
Gambar 3. 5 Struktur Header dan Navigasi Website.....	27
Gambar 3. 6 Struktur Halaman Dashboard pada File index.html	28
Gambar 3. 7 Hasil Rendering Website: (a) Dark Mode, (b) Light Mode.....	29
Gambar 3. 8 Potongan Program Halaman Website: (a) Halaman Dashboard, (b) Halaman Fuzzy, (c) Halaman Telemetry, (d) Halaman Pengaturan Sistem, (e) Halaman Panduan dan Dokumen.....	30
Gambar 3. 9 Halaman Dashboard	31
Gambar 3. 10 Halaman Tipe Fuzzy: (a) Fuzzy Mamdani, (b) Fuzzy Sugeno, (c) Perbandingan.....	32
Gambar 3. 11 Halaman: (a) Telemetry, (b) Pengaturan Sistem, (c) Panduan & Dokumen.	33
Gambar 3. 12 Inisialisasi Variabel Warna	34
Gambar 3. 13 Kode Implementasi Gaya Card Berbasis Glassmorphism	35
Gambar 3. 14 Konfigurasi Pemetaan Variabel Warna Light Mode.....	36
Gambar 3. 15 Tampilan Website pada Handphone dengan tema: (a) Light Mode, (b) Dark Mode.....	37



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 16 Program Inisialisasi Koneksi dan Listener MQTT.....	38
Gambar 3. 17 Program Pemrosesan Data Masuk dan Analisis Performa Aktual .	40
Gambar 3. 18 Repository GitHub	41
Gambar 3. 19 Detail Halaman Deployment di Vercel.....	42
Gambar 3. 20 Tampilan Domain Publik Hasil Deploy dari Vercel	43
Gambar 3. 21 Tampilan Overview dari Cloud Clusters HiveMQ.....	45
Gambar 3. 22 Program ESP32: (a) Setup WiFi, (b) Connect MQTT	46
Gambar 3. 23 Potongan Program mqttCallback().....	47
Gambar 3. 24 Program Pembacaan Hall Sensor dan Perhitungan RPM.....	48
Gambar 3. 25 Program Payload	48
Gambar 3. 26 Program ESP32 sendDataAndLog()	50
Gambar 3. 27 Program Arduino Uno untuk TFT: (a) Loop Program, (b) Parsing Data	51
Gambar 3. 28 Program drawUI() dan shiftGraph().....	51
Gambar 3. 29 Program Setup SD Card	52
Gambar 3. 30 Program Fungsi Waktu Real Time	53
Gambar 3. 31 Hasil Tampilan Data .csv.....	53
Gambar 3. 32 Integrasi Hardware dan Software Sistem Monitoring dan Kontrol Motor BLDC	54



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RUMUS

Persamaan (2.1) Fungsi	9
Persamaan (2.2) Menghitung RPM dengan Fungsi	9
Persamaan (2.3) Penyederhanaan Rumus RPM	9
Persamaan (2.4) Rumus Duty Cycle	10
Persamaan (3.1) Rumus Overshoot.....	39



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi kendaraan listrik dan otomasi industri mendorong meningkatnya penggunaan motor *Brushless Direct Current* (BLDC) sebagai sistem penggerak utama karena memiliki efisiensi energi tinggi, torsi besar, respons cepat, serta kebutuhan perawatan yang lebih rendah dibandingkan motor konvensional (Gebremariam & Wondie, 2023). Selain itu, motor BLDC menggunakan sistem komutasi elektronik yang memungkinkan pengendalian kecepatan dan torsi secara presisi, memiliki rentang kecepatan yang luas, serta mendukung implementasi sistem pengereman regeneratif pada kendaraan listrik (Agrawal et al., 2024). Karakteristik tersebut menjadikan motor BLDC banyak digunakan pada kendaraan listrik, robotika, otomasi industri, drone, dan berbagai sistem penggerak modern lainnya. Seiring meningkatnya kebutuhan akan sistem penggerak yang efisien dan andal, pengembangan metode pengendalian dan monitoring motor BLDC menjadi salah satu fokus penelitian dalam bidang elektronika daya dan sistem kendali.

Meningkatnya penggunaan motor BLDC pada kendaraan listrik menuntut sistem pengendalian yang mampu mempertahankan performa motor pada berbagai kondisi operasi, seperti percepatan, perlambatan, perubahan medan jalan, serta variasi beban pengendara. Pada aplikasi kendaraan listrik, kestabilan kecepatan dan respons dinamis motor menjadi faktor penting karena berpengaruh langsung terhadap efisiensi energi, kenyamanan berkendara, dan performa kendaraan secara keseluruhan. Penelitian yang dilakukan oleh Mopidevi et al. (2024) menunjukkan bahwa performa motor BLDC pada kendaraan listrik sangat dipengaruhi oleh kemampuan sistem kendali dalam meminimalkan error keadaan tunak (*steady-state error*), mempercepat waktu tanggap, dan mengurangi *overshoot* selama proses akselerasi maupun deselerasi. Selain itu, Pamuji et al. (2021) menjelaskan bahwa karakteristik nonlinear pada motor BLDC menyebabkan pengendali konvensional sering mengalami penurunan performa ketika terjadi perubahan beban atau gangguan sistem sehingga diperlukan metode kendali yang lebih adaptif. Oleh



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

karena itu, pendekatan *fuzzy logic* dan *adaptive intelligent control* banyak dikembangkan karena mampu menangani ketidakpastian sistem dan menghasilkan respons pengendalian yang lebih baik dibandingkan metode konvensional.

Tidak hanya aspek pengendalian, perkembangan kendaraan listrik modern juga menuntut kemampuan monitoring kondisi motor secara real-time untuk mendukung keselamatan, efisiensi energi, dan *predictive maintenance*. Informasi seperti kecepatan putar motor, konsumsi daya, serta kondisi sistem penggerak perlu dipantau secara berkelanjutan agar potensi gangguan dapat dideteksi lebih awal. Inovasi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan proses monitoring tersebut dilakukan melalui jaringan internet dengan memanfaatkan perangkat mikrokontroler yang memiliki kemampuan komunikasi data terintegrasi. Hercog et al. (2023) menjelaskan bahwa ESP32 merupakan salah satu platform IoT yang banyak digunakan karena memiliki konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi, kemampuan pemrosesan yang baik, serta mendukung pengembangan sistem monitoring dan kontrol secara real-time. Penelitian Krishna et al. (2025) juga menunjukkan bahwa integrasi ESP32 dan IoT mampu menyediakan sistem monitoring motor yang dapat diakses secara jarak jauh dengan penyajian data secara real-time sehingga meningkatkan efektivitas pengawasan sistem. Dengan demikian, penerapan teknologi IoT pada sistem motor BLDC tidak hanya mendukung proses monitoring, tetapi juga menjadi bagian penting dalam pengembangan ekosistem kendaraan listrik cerdas yang terhubung secara digital.

Dalam implementasi sistem IoT, teknologi MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) menjadi salah satu protokol komunikasi yang banyak digunakan karena memiliki mekanisme publish-subscribe yang ringan, kebutuhan *bandwidth* yang rendah, serta *latency* yang kecil sehingga sesuai untuk perangkat dengan Sumber daya terbatas (Sethi & Sarangi, 2017). Penggunaan MQTT memungkinkan pertukaran data secara real-time antara perangkat monitoring, mikrokontroler, dan server tanpa membebani jaringan komunikasi secara berlebihan. Dengan karakteristik tersebut, MQTT banyak diterapkan pada sistem monitoring industri, smart manufacturing, dan berbagai implementasi *Internet of Things* yang membutuhkan komunikasi data secara cepat dan efisien.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Meskipun penelitian mengenai monitoring motor berbasis *Internet of Things* telah banyak dilakukan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pengiriman data sensor ke platform cloud atau aplikasi monitoring tertentu tanpa memberikan fleksibilitas yang tinggi dalam pengembangan sistem. Krishna et al. (2025) mengembangkan sistem monitoring dan kontrol motor menggunakan ESP32 dan IoT yang mampu menampilkan data operasi motor secara real-time melalui platform berbasis cloud, sedangkan Misra et al. (2025) menerapkan sistem pengendalian dan monitoring kecepatan motor BLDC berbasis IoT menggunakan ESP32 dan aplikasi Blynk untuk akses jarak jauh. Namun, pendekatan tersebut masih bergantung pada platform pihak ketiga sehingga fleksibilitas dalam pengembangan antarmuka, pengelolaan data, dan penyesuaian fitur sistem menjadi terbatas. Selain itu, sebagian besar penelitian lebih menitikberatkan pada monitoring berbasis cloud dan belum mengintegrasikan monitoring lokal maupun penyimpanan data historis secara mandiri untuk mendukung proses analisis performa sistem. Penelitian Yasser Akbar Nasution dan Haryudo (2020) menunjukkan bahwa integrasi monitoring motor BLDC berbasis IoT dengan kontrol fuzzy mampu meningkatkan kualitas pengendalian motor, namun sistem yang dikembangkan masih berfokus pada monitoring parameter operasi motor dan belum mengintegrasikan platform web modern, komunikasi MQTT, monitoring lokal, serta data logging dalam satu sistem yang terintegrasi. Oleh karena itu, masih terdapat peluang pengembangan sistem monitoring motor BLDC yang mampu menggabungkan komunikasi real-time, visualisasi berbasis web, monitoring lokal, dan penyimpanan data historis dalam satu platform yang fleksibel dan mudah dikembangkan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini menawarkan perancangan sistem monitoring kecepatan motor BLDC berbasis *Internet of Things* melalui platform web menggunakan ESP32 sebagai pusat pengolahan dan komunikasi data serta MQTT sebagai protokol komunikasi utama. Sistem dirancang untuk menampilkan data kecepatan motor secara real-time melalui dashboard web berbasis HTML yang interaktif sehingga dapat diakses dari berbagai perangkat melalui jaringan internet. Selain monitoring berbasis web, sistem juga dilengkapi TFT display sebagai media monitoring lokal dan SD Card Module



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sebagai media penyimpanan data historis dalam format CSV untuk mendukung proses analisis performa motor. Integrasi sistem monitoring berbasis web, komunikasi MQTT, monitoring lokal TFT, dan data logging diharapkan mampu menghasilkan sistem monitoring motor BLDC yang lebih fleksibel, responsif, dan sesuai dengan kebutuhan teknologi industri modern.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring kecepatan motor BLDC yang mampu menyediakan informasi kondisi motor secara real-time dan dapat diakses melalui jaringan internet?
2. Bagaimana memastikan komunikasi data berbasis MQTT dapat mendukung pertukaran data monitoring secara cepat, stabil, dan berkelanjutan pada sistem yang dirancang?
3. Bagaimana mengintegrasikan monitoring berbasis web, monitoring lokal menggunakan TFT display, serta data logging menggunakan SD Card dalam satu sistem yang terhubung?
4. Bagaimana kinerja sistem monitoring yang dirancang ditinjau dari aspek akurasi pembacaan kecepatan motor, keberhasilan pengiriman data, dan kemampuan penyajian data secara real-time?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem monitoring kecepatan motor BLDC berbasis Internet of Things yang mampu menyediakan informasi kondisi motor secara real-time dan dapat diakses melalui platform web melalui jaringan internet.
2. Mengimplementasikan komunikasi data berbasis MQTT antara ESP32, broker MQTT, dan dashboard web sehingga proses pertukaran data monitoring dapat berlangsung secara cepat, stabil, dan berkelanjutan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Mengintegrasikan monitoring berbasis web, monitoring lokal menggunakan TFT display, serta data logging menggunakan SD Card Module ke dalam satu sistem monitoring motor BLDC yang terhubung dan terintegrasi.
4. Mengevaluasi kinerja sistem monitoring yang dirancang berdasarkan parameter akurasi pembacaan kecepatan motor, keberhasilan pengiriman data, serta kemampuan penyajian data secara real-time.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini membatasi pembahasan pada:

1. Sistem yang dirancang difokuskan pada monitoring kecepatan motor BLDC berbasis Internet of Things (IoT) melalui platform web.
2. Parameter yang dimonitor meliputi nilai kecepatan motor (RPM), nilai PWM, dan setpoint kecepatan motor.
3. ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler utama untuk akuisisi dan pengiriman data monitoring.
4. Komunikasi data menggunakan protokol MQTT dengan broker HiveMQ.
5. Monitoring dilakukan melalui website dashboard dan TFT Display sebagai monitoring lokal.
6. Data monitoring disimpan menggunakan SD Card Module dalam format CSV.
7. Penelitian tidak membahas perancangan algoritma kontrol motor BLDC, keamanan jaringan, maupun analisis performa kendaraan listrik.

1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan peneliti adalah:

1. Produk Hasil Tugas Akhir

Purwarupa sistem monitoring dan kontrol kecepatan motor BLDC berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32, protokol MQTT, TFT display, dan platform web berbasis HTML.
2. Dashboard Monitoring dan Kontrol

Platform web berbasis HTML yang mampu menampilkan data kecepatan motor BLDC secara real-time serta melakukan pengaturan set point dan RPM motor.
3. Sistem Monitoring Lokal



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

TFT display sebagai media monitoring lokal untuk menampilkan parameter motor BLDC secara langsung.

4. Sistem Data Logging

Sistem penyimpanan data monitoring motor BLDC menggunakan SD Card Module dalam format CSV untuk kebutuhan analisis dan dokumentasi data.

5. Laporan Tugas Akhir

Dokumen laporan penelitian mengenai perancangan dan implementasi sistem monitoring dan kontrol motor BLDC berbasis IoT melalui platform web.

6. Poster

Media visual berupa poster yang memuat ringkasan hasil penelitian dan implementasi sistem monitoring dan kontrol motor BLDC berbasis IoT.

7. Draft Artikel Ilmiah

Draft artikel ilmiah mengenai sistem monitoring dan kontrol motor BLDC berbasis IoT yang disusun berdasarkan hasil penelitian tugas akhir.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, dan pengujian yang telah dilakukan pada sistem monitoring dan kontrol kecepatan motor BLDC berbasis Internet of Things melalui platform web, dapat ditarik kesimpulan yang menjawab masing-masing rumusan masalah sebagai berikut:

1. Sistem monitoring kecepatan motor BLDC berbasis IoT berhasil dirancang dan mampu menyediakan informasi kondisi motor secara real-time yang dapat diakses melalui jaringan internet. Website dashboard yang dibangun menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript, serta di-deploy melalui platform Vercel, terbukti mampu menampilkan data RPM, PWM, error, dan level beban secara real-time dari mana saja selama perangkat ESP32 dan broker MQTT dalam kondisi aktif, sebagaimana dibuktikan pada pengujian monitoring website dan TFT Display.
2. Komunikasi data berbasis MQTT terbukti mampu mendukung pertukaran data monitoring secara cepat, stabil, dan berkelanjutan. Hasil pengujian publish dan subscribe menunjukkan seluruh 8 topic yang diuji (baik topic kontrol maupun topic data) berhasil terkirim dan diterima dengan status "Berhasil", dengan penerapan QoS yang tepat sesuai tingkat kekritisitas pesan yang mana QoS 1 untuk topic kontrol (start, stop, setpoint, fuzzy, level) guna menjamin keandalan pengiriman perintah, dan QoS 0 untuk topic data monitoring guna efisiensi pengiriman berkala setiap 1 detik. Selain itu, hasil pengujian komunikasi data menunjukkan latensi rata-rata sistem sebesar 163,79 ms (minimum 47,9 ms, maksimum 261,2 ms), yang tergolong responsif untuk kebutuhan monitoring dan kontrol secara real-time melalui jaringan internet.
3. Integrasi antara monitoring berbasis web, monitoring lokal melalui TFT Display, dan data logging menggunakan SD Card berhasil diwujudkan dalam satu sistem yang saling terhubung. ESP32 berperan sebagai pusat distribusi data yang mengirimkan satu siklus data pembacaan sensor secara bersamaan ke tiga tujuan yaitu broker MQTT (untuk website), Arduino Uno melalui komunikasi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

serial (untuk TFT Display), dan modul SD Card (untuk arsip data historis). Hasil pengujian perbandingan data SD Card dengan CSV hasil unduhan website menunjukkan nilai RPM, PWM, dan error yang identik, dengan selisih timestamp yang wajar berkisar 0–2 detik akibat perbedaan Sumber jam dan latensi jaringan, membuktikan bahwa satu siklus data yang sama berhasil didistribusikan secara konsisten ke seluruh media monitoring tanpa kehilangan maupun perubahan nilai data.

4. Kinerja sistem monitoring yang dirancang menunjukkan hasil yang baik ditinjau dari aspek akurasi pembacaan kecepatan motor, keberhasilan pengiriman data, dan penyajian data secara real-time. Pengujian akurasi pembacaan RPM menggunakan tachometer digital sebagai referensi menghasilkan rata-rata error sebesar 0,07%, jauh melampaui standar toleransi yang wajar untuk aplikasi monitoring kecepatan motor industri. Keberhasilan pengiriman data ditunjukkan oleh konsistensi seluruh pengujian MQTT dan data logging SD Card, sementara kemampuan penyajian data secara real-time dibuktikan oleh latensi komunikasi yang berada di bawah 300 ms pada seluruh percobaan.

Secara keseluruhan, sistem monitoring dan kontrol kecepatan motor BLDC berbasis Internet of Things melalui platform web yang dirancang pada penelitian ini telah berhasil memenuhi seluruh tujuan penelitian, dengan tingkat akurasi, keandalan komunikasi, dan responsivitas yang memadai untuk diterapkan sebagai sistem monitoring motor BLDC berbasis IoT.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan beberapa catatan teknis yang ditemukan selama penelitian, berikut saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan untuk pengembangan penelitian selanjutnya:

1. Menyeragamkan logika perhitungan nilai error di seluruh titik pencatatan data (website, TFT Display, dan SD Card). Pada penelitian ini ditemukan bahwa nilai error pada website dihitung ulang secara real-time di sisi client, sedangkan nilai error pada ESP32 (yang dikirim ke TFT Display dan SD Card) berhenti diperbarui begitu motor dihentikan (`motorRunning = false`), sehingga



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menghasilkan perbedaan nilai yang signifikan pasca motor berhenti. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memastikan seluruh media monitoring menghitung error dengan metode dan syarat pembaruan yang sama, agar informasi yang ditampilkan maupun disimpan selalu konsisten dalam kondisi apapun.

2. Menambahkan mekanisme deteksi status koneksi ESP32 (offline detection) berbasis topic heartbeat. Topic blde/status/heartbeat yang sudah dipublikasikan ESP32 pada penelitian ini belum dimanfaatkan secara fungsional oleh website. Penelitian selanjutnya disarankan mengimplementasikan pemeriksaan interval heartbeat untuk secara otomatis mendeteksi dan memberi notifikasi kepada pengguna apabila ESP32 kehilangan koneksi ke broker.
3. Melakukan pengujian latensi dengan cakupan yang lebih luas, misalnya menambah jumlah percobaan, menguji pada kondisi jaringan yang berbeda (Wi-Fi vs data seluler), atau membandingkan latensi antar-lokasi broker MQTT, untuk memperoleh gambaran performa sistem yang lebih komprehensif dibandingkan pengujian pada satu kondisi jaringan saja.
4. Menambahkan fitur notifikasi atau peringatan (alert) pada dashboard apabila kondisi motor melewati ambang batas tertentu (misalnya overshoot berlebihan atau RPM menyimpang jauh dari setpoint dalam durasi tertentu), untuk meningkatkan fungsi monitoring dari sekadar menampilkan data menjadi sistem yang dapat membantu pengambilan keputusan secara otomatis.
5. Mengembangkan sistem keamanan komunikasi data (misalnya autentikasi tambahan atau enkripsi end-to-end di luar TLS bawaan broker), mengingat penelitian ini belum membahas aspek keamanan jaringan sebagaimana disebutkan dalam batasan masalah, sehingga penelitian selanjutnya dapat memperluas cakupan ke arah keamanan sistem IoT yang lebih menyeluruh.
6. Menambahkan penyimpanan data monitoring berbasis cloud database (misalnya Firebase atau InfluxDB) sebagai pelengkap SD Card, sehingga data historis dapat diakses dan dianalisis kembali tanpa perlu melepas modul SD Card secara fisik dari perangkat.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, S., Mistry, A., Banker, S., & Bariya, C. (2024). *A review paper on: Comparative analysis, characteristic evaluation and application for motors used in electric vehicle propulsion systems. Journal of Electrical Systems*, 20(3), 2737–2747.
- Apribowo, C. H. B., Ahmad, M., & Maghfiroh, H. (2021). *Fuzzy logic controller and its application in brushless DC motor (BLDC) in electric vehicle: A review. Journal of Electrical, Electronic, Information, and Communication Technology (JEEICT)*.
- Astuti, P., & Masdi, H. (2022). Sistem kendali kecepatan motor BLDC menggunakan PWM berbasis mikrokontroler Arduino Uno. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 3(1), 120–135.
- Gebremariam, S. F., & Wondie, T. T. (2023). Comparative analysis of electric motor drives employed for propulsion purpose of battery electric vehicle (BEV) systems. *International Journal of Science and Research Archive*, 10(2), 1097–1112. <https://doi.org/10.30574/ijsra.2023.10.2.1074>
- Hercog, D., Lerher, T., Truntić, M., & Težak, O. (2023). Design and implementation of ESP32-based IoT devices. *Sensors*, 23(15), Article 6739. <https://doi.org/10.3390/s23156739>
- Irsyadi, F., Arrofiq, M., Sumanto, B., et al. (2021). Perancangan dan implementasi sistem monitoring kecepatan motor BLDC hub bergir pada sepeda listrik. *Jurnal Sains Terapan*, 7(1), 8–15. <https://doi.org/10.32487/jst.v7i1.974>
- IoT based brushless DC motor speed control using Arduino*. (2025). *International Journal of Scientific Research and Engineering Trends*, 11(3).
- IoT-based UPS device electricity usage monitoring system with MQTT protocol*. (2024). *Journal of Applied Informatics and Computing*.
- Kendali kecepatan motor BLDC dengan fuzzy logic terintegrasi sistem propulsi hybrid kapal*. (2024). *MITOR: Jurnal Teknik Elektro*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Kiew-ong-art, M., Chotikunnan, P., Pititheeraphab, Y., et al. (2023). Comparative performance of Mamdani and Sugeno fuzzy logic control systems in governing the motion of a robotic arm. *International Journal of Membrane Science and Technology*, 10(2), 3245–3258.

Krishna, M. S., Azmatunnisa, S., Harika, V., Chaitanya, N., & Mohan, P. V. (2025). Controlling and monitoring of multiple motors using ESP32 and IoT.

International Journal for Modern Trends in Science and Technology, 11(5), 470–475. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15288976>

Mopidevi, S., Kiransai, D., Sarathbabu, D. S. S. R., Prasad, K. R. K. V., Narendra, B. K., & Murali Krishna, V. B. (2024). Design, control and performance comparison of PI and ANFIS controllers for BLDC motor driven electric vehicles. *Measurement: Sensors*, 31, 101001. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2023.101001>

Paul, T. C., Lertpongrujikorn, P., Nguyen, H. D., & Salehi, M. A. (2026). Benchmarking message brokers for IoT edge computing: A comprehensive performance study. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2603.21600>

Perkasa, I. W. P., Hunaini, F., & Setiawidayat, S. (2021). Monitoring and control system of industrial electric motors using the Internet of Things (IoT). *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering)*, 5(1).

Prabhu, N., & Thirumalaivasan, R. (2023). Critical review on torque ripple sources and mitigation control strategies of BLDC motors in electric vehicle applications. *IEEE Access*.

Prastiko, D. H., & Supardi, A. (2023). Kontrol dan monitoring kecepatan motor induksi berbasis IoT. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(2).

Research on a Sugeno fuzzy logic controller compared to a Mamdani-based PI-type fuzzy logic inference model. (2022). *University of Danang Journal of Science and Technology*. <https://doi.org/10.31130/UD-JST.2022.177ICT>

Research paper on IoT enabled BLDC motor drive system. (2024). *International Journal of Novel Research and Development (IJNRD)*.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Shenbagalakshmi, R., Mittal, S. K., Subramaniyan, J., Vengatesan, V., Manikandan, D., & Ramaswamy, K. (2025). Adaptive speed control of BLDC motors for enhanced electric vehicle performance using fuzzy logic. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-90957-6>

Comparison of train speed control simulation with fuzzy logic Mamdani and Sugeno methods. (2022). *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Rangga Aulia Rusli



Lahir di Pasar Baru, Sumatera Barat pada tanggal 28 September 2005. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 27 SAGO, kemudian melanjutkan pendidikan di SMPN 1 PAINAN dan menyelesaikan pendidikan menengah di SMA NEGERI 2 PAINAN. Pada tahun 2023, penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Teknik Elektronika Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

Selama menempuh pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta, penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan organisasi kemahasiswaan. Penulis pernah menjabat sebagai Ketua Umum Majelis Permusyawaratan Mahasiswa (MPM) Politeknik Negeri Jakarta periode 2025 serta Kepala Badan Pengembangan Internal (BPI) Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Politeknik Negeri Jakarta periode 2026. Selain itu, penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan kepanitiaan dan pengembangan organisasi di lingkungan kampus.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





LAMPIRAN

Lampiran 1 – Poster Alat



Politeknik Negeri Jakarta

Kontrol dan Monitoring Kecepatan Motor BLDC Berbasis Fuzzy Logic Adaptive dan IoT

Disusun Oleh:

1. Rangga Aulia Rusli (2303321083)
2. Nisyra Nur Karima (230332089)
3. Muhammad Shiddiq Ali (2303321063)

Dosen Pembimbing:

Nana Sutarna, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197007122001121001



Latar Belakang

Motor BLDC banyak digunakan dalam berbagai peralatan industri. Motor BLDC memiliki karakteristik non linear dan dinamis, sehingga dibutuhkan sistem kontrol yang adaptive terhadap perubahan beban yang dinamis. Sistem IoT diperlukan agar dapat memonitoring dan mengontrol motor secara real-time.

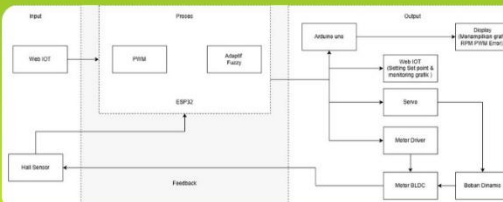
Tujuan

- Merancang dan memodelkan sistem kontrol kecepatan motor BLDC menggunakan metode Fuzzy Logic Adaptive berbasis MATLAB atau Simulink.
- Mengimplementasikan ESP32 sebagai mikrokontroler utama dalam sistem kontrol dan monitoring kecepatan motor BLDC
- Merancang sistem kontrol dan monitoring kecepatan motor BLDC menggunakan IoT secara real-time dan diakses melalui platform web melalui jaringan internet

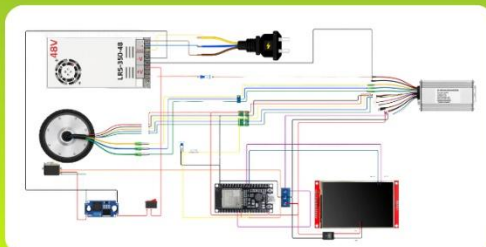
Cara Kerja Alat

1. **Inisialisasi Sistem:** Nyalakan catu daya 48 V. ESP32 melakukan booting, terhubung ke jaringan WiFi, kemudian menghubungkan sistem ke MQTT Broker.
2. **Konfigurasi Monitoring:** Website terhubung ke MQTT dan menampilkan status Online. Pengguna menentukan Setpoint RPM, memilih jenis Fuzzy Logic (Mamdani/Sugeno), dan mengatur level pembebanan.
3. **Kontrol Motor:** Saat tombol Start Motor ditekan, ESP32 mengolah data sensor menggunakan algoritma Fuzzy Logic untuk menghasilkan nilai PWM yang dikirim ke motor controller (ESC).
4. **Monitoring Real-Time:** Data RPM, PWM, error, setpoint, dan kondisi sistem dikirim melalui MQTT, kemudian ditampilkan pada Dashboard Website dan TFT Display secara real-time.
5. **Penyimpanan Data:** Seluruh data monitoring selama pengujian disimpan secara otomatis ke SD Card dalam format CSV sebagai data logging.
6. **Mengakhiri Pengujian:** Tekan tombol Stop Motor, matikan catu daya, kemudian sistem berhenti dan seluruh proses monitoring selesai.

Blok Diagram



Skematik Rangkaian



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Politeknik Negeri Jakarta

SOP PENGGUNAAN ALAT

Kontrol dan Monitoring Kecepatan Motor BLDC Berbasis Fuzzy Logic Adaptive dan IoT

Cara Pengoperasian Alat

1. Pastikan seluruh komponen sistem telah terhubung dengan benar, meliputi Motor BLDC, Motor Controller (ESC), ESP32, TFT Display, SD Card Module, dan Power Supply.
2. Hubungkan Power Supply 48 V 20 A ke stop kontak 220 VAC, kemudian ubah posisi MCB menjadi ON hingga ESP32 melakukan proses booting.
3. Jika ESP32 belum terhubung ke internet, sambungkan perangkat ke WiFi ESP32_BLDC_Config, masukkan password, kemudian pilih jaringan WiFi yang akan digunakan melalui halaman konfigurasi hingga ESP32 terhubung ke internet.
4. Buka Website Dashboard, masuk ke menu Pengaturan Sistem, masukkan data MQTT (Host, Port, Username, dan Password), kemudian tekan Connect hingga status MQTT berubah menjadi Online.
5. Tentukan nilai Setpoint RPM, pilih metode Fuzzy Logic (Mamdani atau Sugeno), serta pilih Level Pembebanan sesuai kebutuhan.
6. Tekan tombol Start Motor untuk menjalankan motor BLDC. ESP32 akan mengendalikan kecepatan motor menggunakan metode Fuzzy Logic berdasarkan parameter yang dipilih.
7. Lakukan monitoring nilai RPM, PWM, Error, Setpoint, dan parameter lainnya melalui Website Dashboard maupun TFT Display. Seluruh data pengujian akan tersimpan secara otomatis ke Micro SD Card dalam format CSV.
8. Apabila diperlukan, ubah nilai Setpoint RPM, metode Fuzzy Logic, atau Level Pembebanan melalui Dashboard tanpa menghentikan sistem.
9. Setelah pengujian selesai, tekan tombol Stop Motor, kemudian tekan Disconnect MQTT hingga status berubah menjadi Offline.
10. Ubah posisi MCB menjadi OFF, cabut kabel Power Supply dari stop kontak 220 VAC, lalu simpan seluruh perangkat dengan aman.

Alat yang Dibutuhkan:

1. Motor BLDC dan Hall Sensor
2. Motor Controller (ESC)
3. ESP32 DevKit V1
4. Arduino Uno R3
5. TFT Display 3.5 Inch
6. SD Card Module dan Micro SD Card
7. Motor Servo MG996R
8. Tromol Kampas Rem
9. DC-DC Step Down LM2596
10. Power Supply 48 V 20 A
11. Laptop/PC
12. Koneksi WiFi
13. Website Dashboard
14. MQTT Broker (HiveMQ Cloud)

QR Code Website



<https://monitoring-bldc-fuzzy.vercel.app/>

Tampilan Website



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta