



© 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PERANCANGAN MODULE PRAKTIK PENGATUR DAN
PENGUKUR KECEPATAN MOTOR BLDC SEBAGAI ALAT
UKUR DYNAMOMETER**

TUGAS AKHIR

Mohamed Amar Ghattan

NIM 2203321009

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

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

2025



© 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN MODULE PRAKTIK PENGATUR DAN
PENGUKUR KECEPATAN MOTOR BLDC SEBAGAI ALAT
UKUR DYNAMOMETER**

TUGAS AKHIR

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

**Mohamed Amar Ghattan
NIM 2203321009**

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

2025



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

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 : Mohamed Amar Ghattan

NIM : 2203321009

Tanda Tangan :

Tanggal : 20 Mei 2025





LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan oleh :
Nama : Mohamed Amar Ghattan
NIM : 2203321009
Program Studi : Elektronika Industri
Judul Tugas Akhir : Module Praktik Dynamometer Berbasis Arduino
untuk Pengukur Rotation Per Minute dan Torsi
Motor BLDC
Sub Judul : Perancangan Module Praktik Dynamometer
berbasis Arduino untuk Pengukur Rotation Per
Minute dan Torsi Motor DC

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 8 Juli 2025 , dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing : **Dra. B. S. Rahayu Purwanti, M.Si.**
NIP. 196104161990032002

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**
Depok, 8 Juli 2025
Disahkan Oleh,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002

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



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan kasih karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga. Tugas Akhir yang penulis buat Perancangan Module Praktik Pengatur dan Pengukur Kecepatan Motor BLDC Sebagai Alat Ukur Dynamometer. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Nuralam, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Elektronika Industri.
3. Dra. B. S. Rahayu Purwanti, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Orang tua, saudara/i kandung serta semua teman-teman dari kelas EC6B dan EC6C.

Akhir kata, kami mengharap saran dan masukan untuk perbaikan tulisan Tugas Akhir ini dan semoga bermanfaat bagi pengembangan ilmu di bidang Teknik Elektronika

Depok, 20 Mei 2025

Penulis



PERANCANGAN MODULE PRAKTIK PENGATUR DAN PENGUKUR KECEPATAN MOTOR BLDC SEBAGAI ALAT UKUR DYNAMOMETER

Abstrak

Pengukuran performa motor BLDC secara real-time merupakan kebutuhan penting dalam praktik laboratorium elektronika industri. Alat ukur seperti dynamometer konvensional cenderung mahal dan tidak portabel, sehingga dibutuhkan solusi yang lebih terjangkau. Sistem dynamometer berbasis Arduino Uno ini dirancang untuk mengukur kecepatan putaran (RPM), arus, tegangan, dan daya motor BLDC menggunakan komponen sederhana seperti sensor tegangan, sensor arus ACS712, dan rotary encoder resolusi rendah. Sistem ini terdiri dari dua modul utama, yaitu modul kontrol dan modul mekanis. Modul kontrol bertugas mengolah sinyal dari sensor dan encoder untuk menampilkan data pengukuran pada LCD 16x2. Modul mekanis terdiri dari motor BLDC sebagai objek pengujian dan motor DC sebagai beban generator. Perhitungan dilakukan secara otomatis di dalam mikrokontroler dan hasilnya ditampilkan dalam waktu nyata. Pengujian sistem menunjukkan bahwa alat ini mampu memberikan informasi parameter motor dengan cukup akurat hingga kecepatan tinggi. Selain itu, sistem ini juga dirancang agar dapat direplikasi dan dimodifikasi dengan mudah sebagai media pembelajaran. Dengan biaya pembuatan yang rendah dan hasil yang cukup presisi, sistem ini dapat menjadi solusi praktis bagi institusi pendidikan teknik dan vokasi.

Kata kunci: *Arduino Uno, Dynamometer, Motor BLDC, Rotary Encoder, Sensor Arus, Sensor Tegangan.*

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



DESIGN OF A PRACTICAL MODULE FOR CONTROLLING AND MEASURING BLDC MOTOR SPEED AS A DYNAMOMETER MEASURING INSTRUMENT

Abstract

Real-time performance measurement of BLDC motors is an essential need in industrial electronics laboratory practice. Conventional dynamometer equipment tends to be expensive and non-portable, making it less suitable for vocational education settings. This study presents a low-cost dynamometer system based on the Arduino Uno microcontroller to measure the motor's rotational speed (RPM), current, voltage, and power using simple components such as voltage sensors, ACS712 current sensors, and low-resolution rotary encoders. The system consists of two main modules: the control module and the mechanical module. The control module is responsible for processing signals from sensors and the encoder, displaying real-time measurement data on a 16x2 LCD. The mechanical module includes a BLDC motor as the test object and a DC motor acting as a load or generator. All calculations are handled by the microcontroller and the results are displayed in real-time. Testing results show that the system can accurately monitor motor performance parameters at high speeds. Moreover, this system is designed to be easily replicated and modified as an educational tool. With its low development cost and adequate measurement precision, the proposed system offers a practical solution for technical institutions and vocational learning environments.

Keywords: *Arduino Uno, Dynamometer, BLDC Motor, Rotary Encoder, Current Sensor, Voltage Sensor.*

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 ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Motor BLDC (<i>Brushless</i> DC Motor)	4
2.2 ESC 30A	4
2.3 Arduino UNO	5
2.4 Rotary Encoder.....	6
2.5 Sensor Tegangan	6
2.6 Sensor Arus	7
2.7 LCD 16x2.....	7
2.8 Stepdown LM2596.....	8
2.9 Motor DC	9
BAB III METODOLOGI	10

- 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



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

3.1 Perancangan Alat	10
3.1.1 Module Praktik Dynamometer	10
3.1.2 Deskripsi Alat	10
3.1.3 Spesifikasi Alat	12
3.1.4 Desain Visual	13
3.1.4.1 Module Kontrol	14
3.1.4.2 Module Mekanis	14
3.1.5 Flowchart	15
3.1.6 Block Diagram	16
3.1.7 Cara Kerja Alat	16
3.2 Realisasi Alat	19
3.2.1 Wiring Diagram	19
3.2.2 Perancangan Mekanis	20
3.2.2.1 Realisasi Rotary Encoder	20
3.2.2.2 Realisasi Sensor ACS712	21
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Deskripsi Pengujian	22
4.2 Prosedur Pengujian	22
4.2.1 Kalibrasi Sensor ACS712	23
4.2.2 Kalibrasi Sensor Voltage Sensor	24
4.2.3 Persiapan	25
4.2.4 Tahapan Pengujian	25
4.3 Data Hasil Pengujian	25
4.4 Kendala Pembacaan Rotary Encoder 8000 PPR	26
4.5 Analisis Data	27
4.5.1 Analisis Karakteristik Motor BLDC A2212	27



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

4.5.1.1 Analisis Hubungan PWM terhadap RPM	27
4.5.1.2 Analisis Karakteristik Generator DC RS775.....	28
4.5.1.3 Analisis Daya dan Torsi.....	28
4.5.2 Evaluasi Performa Rotary Encoder	29
4.5.2.1 Analisis Komparatif Encoder 100 PPR vs 8000 PPR	29
4.5.2.2 Analisis Teoritis Keterbatasan Encoder 8000 PPR	29
4.5.2.3 Justifikasi Pemilihan Encoder 100 PPR.....	30
4.5.3 Validasi Sistem Pengukuran.....	30
4.5.3.1 Akurasi Sensor Arus ACS712-20A	30
4.5.3.2 Akurasi Sensor Tegangan	30
4.5.4 Kesimpulan Analisis	31
BAB V PENUTUP.....	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN.....	35



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 TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat.....	13
Tabel 3. 2 Dimensi Alat.....	13
Tabel 4. 1 Alat dan bahan untuk pengujian.....	22
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian.....	26
Tabel 4. 3 Perbandingan Rotary Encoder 100 ppr dan 8000 ppr	27





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Brushless DC A2212 (Sumber :).....	4
Gambar 2. 2 ESC 30A Sumber : www. Howtomechatronics.com	5
Gambar 2. 3 Arduino UNO (Sumber : www.arduino.cc).....	5
Gambar 2. 4 Rotary Encoder (Sumber :).....	6
Gambar 2. 5 Sensor Tegangan (Sumber :).....	6
Gambar 2. 6 Sensor Arus ACS712 (Shmber :).....	7
Gambar 2. 7 LCD I2C Sumber : www.ardutech.com	8
Gambar 2. 8 LM2596 Sumber : https://sunupradana.info/	9
Gambar 2. 9 Motor DC RS775 Sumber : https://bulkman3d.com/product/dc-motor-12v-geared-high-torque/	9
Gambar 3. 1 Desain Alat.....	14
Gambar 3. 2 Flowchart.....	15
Gambar 3. 3 Block Diagram.....	16
Gambar 3. 4 Wiring Diagram.....	19
Gambar 3. 5 Module Dynamometer.....	20

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



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 LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis.....	35
Lampiran 2 Lampiran Manual Book.....	36
Lampiran 3 Poster	40
Lampiran 4 SOP.....	41





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

Pada saat pelaksanaan kegiatan praktikum di Laboratorium Elektronika Industri, penulis melihat bahwa alat pengukur kecepatan (RPM) dan torsi motor listrik, khususnya motor BLDC, masih sangat terbatas. Mahasiswa kesulitan dalam memahami hubungan antara putaran motor, tegangan, arus, dan torsi secara real-time karena tidak adanya alat bantu yang mendukung pengukuran langsung. Alat yang tersedia umumnya bersifat terpisah dan tidak mendukung sistem pengukuran torsi secara simultan. Berdasarkan pengamatan tersebut, muncul ide untuk merancang sebuah alat dynamometer sederhana berbasis Arduino Uno yang dapat mengukur RPM dan torsi secara bersamaan, khususnya untuk motor BLDC. Permasalahan yang ingin diberikan solusi adalah: bagaimana merancang alat dynamometer berbasis Arduino Uno yang dapat mengukur kecepatan putaran dan torsi motor BLDC secara real-time dan presisi, untuk digunakan sebagai modul praktikum yang edukatif dan efisien.

Dari hasil pembacaan berbagai literatur, ditemukan bahwa motor BLDC memiliki karakteristik efisiensi tinggi dan torsi awal yang besar, serta banyak digunakan dalam industri otomasi modern (Albuston et al., 2024). Untuk mendukung pengendalian kecepatan dan arah putaran, diperlukan komponen ESC yang mampu mengatur sinyal tiga fasa berdasarkan input PWM dari mikrokontroler (Indarto et al., 2021). Sensor arus seperti ACS712 digunakan untuk mengukur konsumsi daya secara real-time (Rahmatillah & Suprianto, 2020), sedangkan rotary encoder memiliki peran penting dalam mengukur kecepatan poros dengan presisi tinggi dibandingkan sensor hall (Aryanto & Sukir, 2023). Selain itu, studi dari Ramdhany et al. (2021) menunjukkan bahwa integrasi sensor dan mikrokontroler dapat menghasilkan sistem monitoring performa motor yang murah dan mudah dikembangkan. Informasi dari referensi ini memberikan landasan ilmiah dalam mendukung ide pembuatan alat dynamometer yang efektif untuk keperluan edukatif dan pengujian laboratorium.

Alat yang akan dirancang berbasis Arduino Uno dan terdiri dari dua bagian utama, yaitu modul kontrol dan modul mekanis. Modul kontrol bertugas membaca sinyal dari sensor tegangan, sensor arus ACS712, dan rotary encoder, lalu mengolah



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

data menjadi informasi kecepatan, arus, tegangan, daya, serta torsi menggunakan rumus tertentu seperti $T=9.55 \times P/RPM$. Data kemudian ditampilkan pada LCD 16x2 secara real-time. Modul mekanis terdiri dari motor BLDC A2212 sebagai unit yang diuji dan motor DC RS775 sebagai beban generator. Data arus dan tegangan dari motor beban digunakan untuk menghitung output daya, yang kemudian dikombinasikan dengan data RPM untuk menghitung torsi. Sistem ini diharapkan mampu memberikan gambaran menyeluruh terhadap performa motor BLDC dan menjadi alat bantu pembelajaran yang aplikatif dan terukur di lingkungan laboratorium pendidikan vokasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang dan mengimplementasikan sistem dynamometer berbasis motor BLDC untuk pengukuran torsi dan kecepatan putar secara real time?
2. Apa saja komponen utama yang dibutuhkan dalam pembuatan trainer kit untuk mendukung sistem
3. Apa penyebab sistem tidak mampu membaca data real-time saat menggunakan rotary encoder resolusi tinggi (8000 PPR), dan bagaimana solusinya?

1.3 Batasan Masalah

1. Motor yang digunakan dalam sistem ini adalah motor arus searah (DC).
2. Data pengukuran diperoleh dari sensor rotary encoder, tanpa integrasi sistem kontrol tertutup (closed-loop).

1.4 Tujuan

1. Merancang dan membangun sistem dynamometer berbasis motor BLDC sebagai media pembelajaran praktikum.



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. Mengidentifikasi dan menentukan komponen utama yang dibutuhkan dalam pembuatan trainer kita guna mendukung sistem kerja motor bldc secara optimal
3. Memfasilitasi mahasiswa dalam memahami keterkaitan antara beban, torsi, dan kecepatan putar motor dengan standar kerja di laboratorium

1.5 Luaran

1. Laporan Tugas Akhir
2. Draft Artikel Ilmiah
3. SOP
4. Draft HaKi





BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian alat Module Praktik Dynamometer Berbasis Arduino untuk Pengukur Rotation Per Minute dan Torsi Motor BLDC, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Sistem dynamometer berbasis motor BLDC berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, ESC 30A, rotary encoder 100 PPR, sensor arus ACS712, dan sensor tegangan. Sistem ini mampu mengukur kecepatan rotasi (RPM) dan menghitung torsi secara real-time menggunakan data daya listrik yang dikonversi dari tegangan dan arus pada beban generator. Dengan demikian, permasalahan utama yang diajukan dalam tugas akhir ini—yaitu bagaimana merancang sistem pengukur torsi dan RPM berbasis Arduino untuk keperluan praktikum—telah berhasil dijawab dan direalisasikan.
2. Sesuai dengan batasan masalah, sistem hanya menggunakan motor BLDC A2212 sebagai sumber penggerak dan motor DC RS775 sebagai beban. Pengukuran torsi dilakukan secara tidak langsung menggunakan sensor arus dan sensor tegangan, tanpa sistem kontrol tertutup (closed-loop) dan tanpa penggunaan sensor load cell. Meskipun menggunakan rotary encoder resolusi rendah (100 PPR), hasil pengukuran RPM tetap akurat dan stabil hingga kecepatan tinggi. Penggunaan rotary encoder 8000 PPR terbukti tidak dapat ditangani dengan baik oleh Arduino Uno karena keterbatasan frekuensi interrupt, sesuai dengan pembahasan pada Bab IV.
3. Tugas akhir ini berhasil memenuhi tujuan perancangan, yaitu menciptakan sebuah alat praktikum edukatif yang dapat digunakan oleh mahasiswa untuk memahami hubungan antara arus, tegangan, RPM, dan torsi pada sistem motor BLDC. Alat ini memungkinkan pengguna melakukan pengukuran parameter motor secara terstruktur dan terukur, serta dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem berbasis IoT atau closed-loop control. Dengan komponen yang

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.
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

terjangkau dan desain yang modular, alat ini cocok digunakan di lingkungan laboratorium pendidikan vokasi sebagai sarana praktikum yang aplikatif.

5.2 Saran

1. Penggunaan Mikrokontroler Lebih Cepat: Untuk eksperimen lanjutan, disarankan menggunakan mikrokontroler seperti ESP32 atau STM32 agar dapat menangani pembacaan dari rotary encoder dengan resolusi lebih tinggi (misalnya 8000 PPR) secara stabil tanpa kehilangan pulsa.
2. Perluasan Perhitungan Efisiensi Motor: Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menghitung efisiensi motor, yaitu dengan membandingkan daya input (tegangan $\times$ arus ke motor BLDC) dan daya output (tegangan $\times$ arus dari generator). Hal ini akan memberikan gambaran performa motor secara lebih menyeluruh.
3. Implementasi Logging atau Tampilan Tambahan: Penambahan fitur logging data ke SD card atau tampilan grafik di PC atau mobile dapat membantu proses dokumentasi dan analisis performa motor lebih lanjut, terutama untuk keperluan pengujian berkelanjutan.
4. Penggunaan Sensor Kalibrasi Standar: Walaupun perhitungan torsi dilakukan secara tidak langsung, akurasi sistem tetap bisa ditingkatkan dengan kalibrasi sensor tegangan dan arus menggunakan alat ukur standar seperti multimeter digital atau clamp meter.



DAFTAR PUSTAKA

- Aryanto, D. D., & Sukir, S. (2023). Comparison of DC Motor Speed Calculation Efficiency between Inductive Proximity Sensor and Rotary Encoder. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 8(1), 19–25. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v8i1.55750>
- 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. <https://doi.org/10.24036/jtein.v3i1.216>
- Indarto, B., Ilhami, A. W., & Bustomi, M. A. (2021). Testing Low rpm BLDC Generator as Power Plant for Remote Areas. *Proceedings of the 7th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Sciences (ICRIEMS 2020)*, 528(Icriciems 2020), 404–409. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210305.058>
- Rahmatillah, G., & Suprianto, B. (2020). Sistem Pengendalian Kecepatan Motor DC Pada Prototipe Lift Menggunakan Kontroler Pi Berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(2), 269–276.
- Ramdhany, D. G., Hiron, N., & Busaeri, N. (2021). Modifikasi Motor Brushless Dc Menjadi Generator Sinkron Magnet Permanen Fluks Radial Putaran Rendah. *Journal of Energy and Electrical Engineering*, 3(1), 27–33. <https://doi.org/10.37058/jeee.v3i1.3447>
- Yazid Albuston, T., Wiryajati, ST., MT., IPU., ASEAN.Eng., D. I. I. K., & Sultan. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring Motor Brushless Direct Current (BLDC) berbasis Android. *Dielektrika*, 11(1), 1–7. <https://doi.org/10.29303/dielektrika.v11i1.370>

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

LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis



MOHAMED AMAR GHATTAN

Anak kedua dari tiga bersaudara, lahir di Jakarta 22 April 2004. Lulus dari SD Negeri 07 Kramat Pela 2015, SMP Negeri 11 Jakarta Selatan 2018, SMK Negeri 29 Jakarta Selatan Jurusan Airframe Powerplant tahun 2022. Gelar diploma tiga (D3) diperoleh pada tahun 2025 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Elektronika Industri Politeknik Negeri Jakarta.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Lampiran 2 Lampiran Manual Book

MANUAL BOOK MODULE PRAKTIK PENGATUR DAN PENGUKUR KECEPATAN MOTOR BLDC SEBAGAI ALAT UKUR DYNAMOMETER

Jenis Komponen	Tipe Komponen	Spesifikasi	Jumlah
Arduino UNO	Arduino UNO R3	<i>Processor: ATmega328P; Operating Voltage: 5V; Input Voltage: 7-12V; Digital I/O Pins: 14; Analog Input Pins: 6; Clock Speed: 16 MHz; Flash Memory: 32 KB</i>	1
Rotary Encoder	Incremental Rotary Encoder	<i>Resolusi: 100 PPR (Pulse Per Revolution); Tegangan Operasi: 5-24V; Output: Phase A, Phase B, Index</i>	1
Motor BLDC	A2212 2200KV	<i>Brushless DC Motor; KV Rating: 2200 KV; Tegangan Operasi: 12V; Diameter: 28mm; Tinggi: 30mm; Shaft: 3.17mm</i>	1
Motor DC	RS775 (12V-24V)	<i>Tegangan Operasi: 12-24V; Torsi: High torque motor; Kecepatan no-load: 13000- 15000 RPM; Diameter: 43mm; Panjang: 65mm</i>	1
ESC	ESC 30A	<i>Rating: 30A; Input: PWM signal; Output: Three-phase AC; Input Voltage: 6-12V; Frequency: 50Hz; Connector: 3.5mm bulleT</i>	1

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

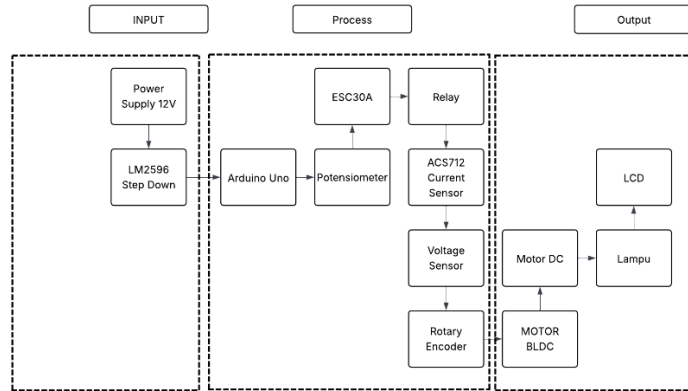
LM2596	DC-DC LM2596	<i>Input Voltage : DC 3V – 40V</i> <i>; Output voltage : DC 1.5V – 35V ; Arus max 3A ;</i> <i>Ukuran board : 42 mm x 14 mm.</i>	1
Sensor Tegangan	Voltage Sensor Module	<i>Input Voltage: DC 0-25V;</i> <i>Output Voltage: DC 0-5V;</i> <i>Voltage Detection Range: 0.02445V-25V; Analog</i> <i>Resolution: 0.00489V</i>	1
Sensor Arus	ACS712 30A	<i>Supply Voltage: 5V;</i> <i>Measuring Range: -30A to +30A; Sensitivity: 66mV/A;</i> <i>Output Voltage: 2.5V (0A);</i> <i>Bandwidth: 80kHz</i>	1
LCD	16X2, I2C	<i>The logic supply voltage (VDD-VSS) range from 3V – 5V, with a maximum of 3.5V</i>	1
Power Supply	24V	<i>Output Voltage: 24V DC;</i> <i>Output Current: 5A; Input Voltage: AC 100-240V;</i> <i>Efficiency: >85%;</i> <i>Protection: Over voltage, over current</i>	1

*Spesifikasi module praktik pengukur dan pengatur kecepatan motor bldc sebagai alat ukur dynamometer



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



Module praktik terdiri dari dua module utama yaitu;

- Module Kontrol

Cara Kerja

1. Sumber Tegangan :

1. Pastikan adaptor 12V DC terhubung ke modul power supply.
2. Modul stepdown LM2596 akan menurunkan tegangan menjadi 5V untuk Arduino Uno dan sensor.

2. Inisialisasi Sistem :

1. Arduino Uno akan melakukan inisialisasi library dan konfigurasi pin.
2. LCD 16x2 akan menampilkan pesan “Sistem Siap”.

3. Pengaturan Throttle :

1. Putar potensiometer untuk mengatur kecepatan motor BLDC.
2. Nilai analog dari potensiometer akan diubah menjadi sinyal PWM oleh Arduino untuk mengatur ESC 30A.

4. Pengukuran Kecepatan (RPM) :

X

5. Pengukuran Daya dan Torsi :

1. Sensor tegangan membaca output generator (motor DC).
2. Sensor arus ACS712 membaca arus beban dari motor DC.
3. Arduino menghitung daya menggunakan rumus:

$$P=V \times I$$

4. Torsi dihitung menggunakan rumus:



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

$$T=9.55 \times P/RPM$$

5. Hasil pengukuran ditampilkan di LCD.

6. Monitoring Relay :

1. Jika arus melebihi batas (misalnya $>5A$), relay akan memutus beban selama 3 detik.
2. Setelah itu, sistem akan menyambungkan kembali secara otomatis.

7. Cek Hasil :

Hasil pengukuran dapat dimonitor langsung melalui LCD16x2





Lampiran 3 Poster

PERANCANGAN MODUL PRAKTIK PENGATUR DAN PENGUKUR KECEPATAN MOTOR BLDC SEBAGAI MODEL ALAT UKUR DYNAMOMETER



LATAR BELAKANG

Pembelajaran mengenai pengukuran dan pengaturan motor listrik merupakan salah satu kompetensi yang sangat penting bagi mahasiswa di bidang teknik elektro. Motor listrik khususnya motor BLDC banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri modern seperti otomas, kendaraan listrik, dan sistem kendali presisi. Dalam praktiknya, pengendalian motor tidak hanya melibatkan pengaturan kecepatan melalui sinyal kendali, tetapi juga mencakup pemantauan parameter penting seperti arus, tegangan, daya, dan torsi. Oleh karena itu, pemahaman terhadap cara kerja motor serta kemampuan untuk mengukur dan menganalisis secara langsung menjadi hal yang penting bagi mahasiswa. Sebagai upaya mendukung proses pembelajaran yang lebih aplikatif dan interaktif, maka dikembangkanlah sebuah modul praktik pengaturan dan pengukuran motor BLDC berbasis Arduino.

TUJUAN

- Membuat Modul praktikum yang dapat digunakan sebagai penunjang praktikum mahasiswa mempelajari pengaturan dan pengukuran kecepatan motor listrik
- Mengetahui besaran RPM, Torsi, daya yang dapat dihasilkan motor BLDC yang diatur dengan PWM

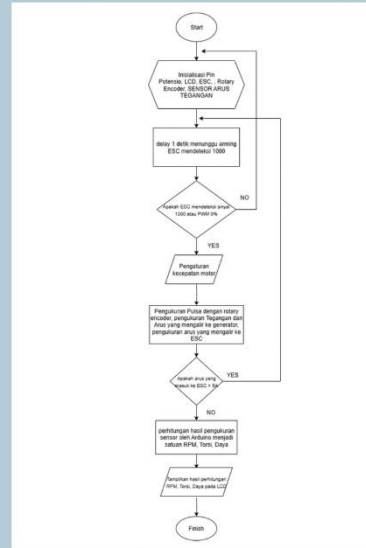
CARA KERJA ALAT

Modul ini bekerja dengan mengontrol kecepatan motor BLDC menggunakan sinyal PWM dengan menggunakan mikrokontroler Arduino, yang diatur melalui potensiometer, serta melakukan pengukuran kecepatan putar (RPM), arus, tegangan, daya, dan torsi secara otomatis, lalu menampilkannya melalui LCD dan serial monitor.

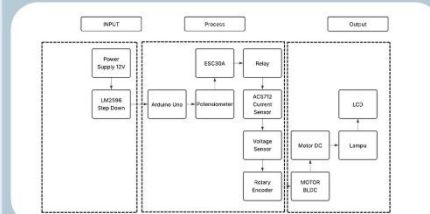
SPESIFIKASI ALAT

- Dimensi alat:
panjang 40, lebar 30cm, tinggi 15cm (termasuk komponen)
- Tegangan Sumber: 220V AC ke PSU 12V DC
- Data yang ditampilkan, Speed Motor, RPM, Daya, Torsi

FLOWCHART



BLOK DIAGRAM



SOLARY RAJASA BARKAH
NIM:2203321088



MOHAMED AMAR GATHAN
NIM:2203321009

DOSEN PEMBIMBING :
DRA. B. S. R. PURWANTI, M.SI
NIP. 196104161990032002



Lampiran 4 SOP

PERANCANGAN MODUL PRAKTIK PENGATUR DAN PENGUKUR KECEPATAN MOTOR BLDC SEBAGAI MODEL ALAT UKUR DYNAMOMETER



ALAT DAN BAHAN MODUL

1. Motor BLDC
2. Rotary Encoder
3. Voltage Sensor
4. ACS712
5. Motor DC (Generator)
6. Power Supply
7. Stepdown 12V to 5V
8. LED 12V
9. Push Button
10. Saklar

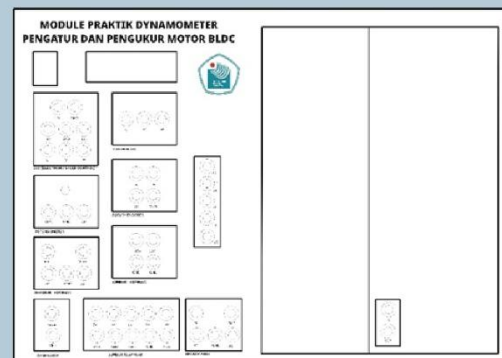
PERLENGKAPAN PRAKTIKUM

1. Gunakan Wearpack
2. multimeter/avometer
3. banana to banana
4. tachometer

CARA PENGOPERASIAN

- Sambungkan kabel power modul ke sumber tegangan 220V
- Nyalakan saklar yang berada di pojok atas untuk menyalakan Power Supply
- Periksa apakah Modul sudah berhasil nyala jika sudah LCD akan menyala dan menampilkan "Modul Praktik Pengukur Kecepatan Motor BLDC" yang menandakan tegangan sudah masuk ke masing masing komponen
- Sambungkan sumber tegangan masing masing komponen dan juga kabel signal sesuai dengan panduan yang telah diberikan
- Pastikan semua kabel yang terhubung sudah benar sesuai dengan panduan untuk mencegah konsleting antar komponen
- lakukan pengaturan pada Potensiometer untuk mengatur kecepatan pada motor BLDC
- Perhatikan hasil pengukuran sensor yang terdapat pada LCD setiap melakukan percobaan, dimulai dari besaran RPM, Daya, Torsi, Daya
- Catat dan evaluasi apakah hasil dari pengujian alat tersebut sudah sesuai dengan konsep yang telah ditentukan

ALAT



SOLARY RAJASA BARKAH
NIM:2203321088



MOHAMED AMAR GATHAN
NIM:2203321009

DOSEN PEMBIMBING :
DRA. B. S. R. PURWANTI, M.Si
NIP. 196104161990032002