



© 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



**MODUL LATIH SISTEM Pengereman Statis dan
Dinamis Motor BLDC**

TUGAS AKHIR

Dwi Rahma Anindiya

2203321003

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
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



SISTEM PENEREMAN STATIS MOTOR BLDC

TUGAS AKHIR

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

Dwi Rahma Anindiya

2203321003

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

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

2025



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Dwi Rahma Anindiya

NIM : 2203321003

Tanda Tangan :

Tanggal : 19, Juni 2025

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



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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh:

Nama : Dwi Rahma Anindiya
NIM : 2203321003
Program Studi : Elektronik Industri
Judul Tugas Akhir : Modul Latih Sistem Pengereman Statis dan Dinamis Motor BLDC
Sub Judul Tugas Akhir : Pengereman Statis Motor BLDC

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada pada Selasa, 24 Juni 2025 dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing 1 : Ihsan Auditia Akhinov,S.T.,M.T.

NIP. 198904052022031003

Depok, Kamis, 3 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Muris Dwiyanti,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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir dengan judul “ Modul Latih Sistem Pengereman Statis dan Dinamis Motor BLDC”. Tugas akhir ini penulis selesaikan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi di Program Studi D3 Elektronika Industri Politeknik Negeri Jakarta. Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah membantu dalam menyusun, melaksanakan, dan menyelesaikan tugas akhir ini, yaitu:

1. Ibu Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Bapak Ihsan Auditia Akhinov, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi D3 Elektronika Industri.
3. Ihsan Auditia Akhinov, S.T., M.T dan Dra. B.S.R. Purwanti, M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan finansial.
5. Fazri Rendi Kurniawan yang tidak hanya menjadi rekan dalam kelompok tugas akhir ini, tetapi juga memberikan dukungan dan semangat selama proses pengerjaan.
6. Teman – teman yang menghibur dan memberikan dukungan sehingga penulis tidak menyerah untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menerima kritik dan saran pembaca atas laporan ini karena penulis menyadari banyak kekurangan dalam proses penulisan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menjadi referensi bagi yang memerlukannya.

Depok, 18 Juni 2025

Dwi Rahma Anindiya



Modul Latih Sistem Pengereman Statis Dan Dinamis Motor BLDC

Abstrak

Modul latih sistem pengereman statis dirancang untuk mempermudah pengguna dalam mempraktikkan metode pengereman pada motor listrik dan menambah wawasan pengguna mengenai prinsip dasar pengereman statis. Pengereman statis adalah metode pengereman dengan memutus daya pada stator dan menyalurkan energi kinetik dari rotor yang masih berputar untuk dikonversi menjadi energi listrik atau panas. Kondisi ini membuat motor BLDC dapat bekerja layaknya generator; karena saat daya listrik terputus maka motor akan terus berputar karena adanya inersia, dan saat dihubungkan dengan beban maka motor akan menghasilkan energi listrik. Pengguna dapat menghubungkan setiap komponen pengereman dengan mudah menggunakan kabel babana to babana dan memilih metode pengereman pada layar LCD Nextion untuk mempraktikkannya. Selain itu, pengguna dapat mengubah variabel beban pada motor BLDC untuk mengamati bagaimana pengaruh beban terhadap pengereman statis. Data dari sensor yang dipasang untuk mendeteksi perubahan arus, tegangan, kecepatan motor, waktu pengereman akan ditampilkan di layar LCD Nextion agar mudah dilihat oleh pengguna. Berdasarkan hasil pengujian pengereman statis dengan tiga variasi beban mekanik yaitu 10 kg, 20 kg dan 30 kg serta enam variasi nilai resistor beban yang berbeda. Pengereman statis menghasilkan penurunan energi kinetik ketika motor mengalami deselerasi sebaliknya energi listrik meningkat bersamaan seiring waktu pengereman berlangsung. Respond ini terlihat sangat jelas ketika pengujian dilakukan dengan menggunakan kapasitor yang tidak dihubungkan dengan resistor beban.

Kata Kunci: BLDC, Kinetik, Listrik, Pengereman Statis

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

The static braking system training module is designed to make it easier for users to practice braking methods on electric motors and increase user insight into the basic principles of static braking. Static braking is a braking method by cutting off the electric current to the stator and channeling kinetic energy from the rotor that is still rotating to be converted into electrical or heat energy. This condition allows the BLDC motor to work like a generator, because when the electric current is cut off, the motor will continue to rotate due to inertia, and when connected to a load, the motor will produce electrical energy. Users can easily connect each braking component using a babana to babana cable and select the braking method on the Nextion LCD screen to practice it. In addition, users can change the load variables on the BLDC motor to observe how the load affects static braking. Data from sensors installed to detect changes in current, voltage, motor speed, braking time will be displayed on the Nextion LCD screen for easy viewing by users. Based on the results of static braking tests with three variations of mechanical loads, namely 10 kg, 20 kg and 30 kg and six variations of different load resistor values. Static braking causes kinetic energy to decrease when the motor decelerates, while electrical energy increases with braking time. This response is very clearly visible when testing is carried out using a capacitor that is not connected to a load resistor.

Keywords: BLDC, Electrical, Kinetic, Static Braking

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**



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR RUMUS.....	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Luaran	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pengereman Statis	4
2.2. Motor BLDC	4
2.3. Controller Motor BLDC.....	5
2.4. Arduino Mega 2560	5
2.5. Potensio Throttle	6
2.6. Solid State Relay	6
2.7. Sensor Tegangan	7
2.8. Sensor Arus WCS1700.....	8
2.9. LCD Nextion.....	9
2.10. Motor Driver L298N	9
2.11. Rotary Encoder.....	10
BAB III	11
3.1 Perancangan Sistem	11
3.1.1. Deskripsi Alat.....	11
3.1.2. Cara Kerja Alat.....	11
3.1.3. Blok Diagram dan Flow Chart.....	12
3.1.4. Spesifikasi Alat.....	15
3.1.5. Spesifikasi Software.....	16
3.1.6. Perancangan Hardware.....	18
3.2 Realisasi Alat.....	18
3.2.1. Wiring Diagram Mikrokontroller dan Sensor	19
3.2.2. Pemasangan Komponen	20
3.3 Pemrograman Sensor Menggunakan Arduino IDE.....	22
3.4 Desain Tampilan Data Sensor dan Tombol LCD Nextion	25
BAB IV	27
PEMBAHASAN	27
4.1 Pengujian Pengereman Statis Motor BLDC	27
4.1.1 Deskripsi Pengujian	28
4.1.2 Prosedur Pengujian	28
4.1.3 Data Hasil Pengujian.....	29
4.2 Analisa Data	51
4.2.1 Data Pengujian Beban Mekanik 10 Kg.....	52

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

4.2.2	Data Pengujian Beban Mekanik 20 Kg.....	58
4.2.3	Data Pengujian Beban Mekanik 30 Kg.....	64
4.3	Kuisisioner Evaluasi Modul Latih.....	72
BAB V		73
PENUTUP		73
5.1	Kesimpulan	73
5.2	Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA		75
LAMPIRAN		xii





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Motor BLDC 48V 1500Watt	4
Gambar 2. 2. Controller Motor BLDC	5
Gambar 2. 3. Arduino Mega 2560	5
Gambar 2. 4. Potensio Throttle	6
Gambar 2. 5. Wiring Diagram Solid State Relay	6
Gambar 2. 6. SSR – 100 DD	7
Gambar 2. 7. Sensor Tegangan	7
Gambar 2. 8. Sensor Arus WCS1700	8
Gambar 2. 9. LCD Nextion	9
Gambar 2. 10. Motor Driver L298N	9
Gambar 2. 11. Rotary Encoder	10
Gambar 3. 1. Blok Diagram Sistem Pengereman Statis	12
Gambar 3. 2 Flow Chart Sistem Pengereman Statis	14
Gambar 3. 3 Fitur Arduino IDE	16
Gambar 3. 4 Tampilan Nextion Editor	17
Gambar 3. 5 Desain Modul Latih	18
Gambar 3. 6 Implementasi Modul Latih Sistem Pengereman	19
Gambar 3. 7 Wiring Diagram Pengereman Statis	20
Gambar 3. 8 Pemasangan Komponen pada Panel	20
Gambar 3. 9 Pemasangan Rotary Encoder	22
Gambar 3. 10 Tampilan Default Arduino IDE	22
Gambar 3. 11 Pemilihan Board Arduino	23
Gambar 3. 12 Konfigurasi Alamat Port	23
Gambar 3. 13 Menambahkan Library Sensor dan Modul	24
Gambar 3. 14 Menyimpan Program di Arduino IDE	24
Gambar 3. 15 Membuat Desain Baru di Nextion Editor	25
Gambar 3. 16 Konfigurasi Jenis LCD yang Digunakan	25
Gambar 3. 17 Pemilihan Komponen LCD Nextion	26
Gambar 3. 18 Menyimpan Desain LCD dengan Format .tft	26
Gambar 4. 1 Modul Latih Sistem Pengereman	27
Gambar 4. 2 Grafik 10Kg dan Tanpa Resistor Beban	30
Gambar 4. 3 Grafik Gra10Kg dan Resistor Beban 11,11Ω	31
Gambar 4. 4 Grafik 10 Kg dan Resistor Beban 14,28 Ω	32
Gambar 4. 5 Grafik 10 Kg dan Resistor Beban 20 Ω	33
Gambar 4. 6 Grafik 10 Kg dan Resistor Beban 33,33 Ω	34
Gambar 4. 7 Grafik 10 Kg dan Resistor Beban 50Ω	35
Gambar 4. 8 Grafik 10 Kg dan Resistor Beban 100Ω	36
Gambar 4. 9 Grafik 20 Kg dan Tanpa Resistor Beban	37
Gambar 4. 10 Grafik 20 Kg dan Resistor Beban 11,11Ω	38
Gambar 4. 11 Grafik 20 Kg dan Resistor Beban 14,28Ω	39
Gambar 4. 12 Grafik 20 Kg dan Resistor Beban 20Ω	40
Gambar 4. 13 Grafik 20 Kg dan Resistor Beban 33,33Ω	41
Gambar 4. 14 Grafik 20 Kg dan Resistor Beban 50Ω	42

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 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 4. 15 Grafik 20 Kg dan Resistor Beban 100Ω	43
Gambar 4. 16 Grafik 30 Kg dan Tanpa Resistor Beban	44
Gambar 4. 17 Grafik 30 Kg dan Resistor Beban 11,11Ω	45
Gambar 4. 18 Grafik 30 Kg dan Resistor Beban 14,28Ω	46
Gambar 4. 19 Grafik 30 Kg dan Resistor Beban 20Ω	47
Gambar 4. 20 Grafik 30 Kg dan Resistor Beban 33,33Ω	48
Gambar 4. 21 Grafik 30 Kg dan Resistor Beban 50Ω	49
Gambar 4. 22 Grafik 30 Kg dan Resistor Beban 100Ω	50
Gambar 4. 23 Analisis 10Kg dan Resistor Beban 11,11Ω	52
Gambar 4. 24 Analisis 10Kg dan Resistor Beban 11,11 Ω	53
Gambar 4. 25 Analisis 10Kg dan Resistor Beban 14,28 Ω	54
Gambar 4. 26 Analisis 10Kg dan Resistor Beban 20Ω	55
Gambar 4. 27 Analisis 10Kg dan Resistor Beban 33,33Ω	55
Gambar 4. 28 Analisis 10Kg dan Resistor Beban 50Ω	56
Gambar 4. 29 Analisis 10Kg dan Resistor Beban 100Ω	57
Gambar 4. 30 Analisis 20Kg dan Tanpa Resistor Beban	58
Gambar 4. 31 Analisis 20Kg dan Resistor Beban 11,11Ω	58
Gambar 4. 32 Analisis 20Kg dan Resistor Beban 11,11Ω	59
Gambar 4. 33 Analisis 20Kg dan Resistor Beban 20Ω	60
Gambar 4. 34 Analisis 20Kg dan Resistor Beban 33,33 Ω	61
Gambar 4. 35 Analisis 20Kg dan Resistor Beban 50 Ω	62
Gambar 4. 36 Analisis 20Kg dan Resistor Beban 100 Ω	63
Gambar 4. 37 Analisis 30Kg dan Resistor Beban 11,11Ω	64
Gambar 4. 38 Analisis 30Kg dan Resistor Beban 11,11 Ω	65
Gambar 4. 39 Analisis 30Kg dan Resistor Beban 14,28 Ω	66
Gambar 4. 40 Analisis 30Kg dan Resistor Beban 20Ω	67
Gambar 4. 41 Analisis 30Kg dan Resistor Beban 33,33Ω	68
Gambar 4. 42 Analisis 30Kg dan Resistor Beban 50Ω	69
Gambar 4. 43 Analisis 30Kg dan Resistor Beban 100Ω	70



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 Motor BLDC	15
Tabel 4. 1 Alat dan Bahan Pengujian Pengereman Statis.....	28
Tabel 4. 2 Pengujian Pengereman Statis Terhadap Waktu Pengereman	71
Tabel 4. 3 Energi Kinetik Motor BLDC.....	71
Tabel 4. 4 Hasil Penilaian terhadap Modul Latih Sistem Pengereman	72





DAFTAR RUMUS

(1.1) Rumus 1 Pembagi Tegangan:	8
(3.1) Rumus 2 Rumus ADC	21
(4.1) Rumus 3 Energi Kinetik	51
(4.2) Rumus 4 Energi Listrik	51



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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Meningkatnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya transportasi ramah lingkungan dan berbagai kebijakan pendukung dari pemerintah penggunaan kendaraan listrik di Indonesia meningkat signifikan lebih dari 200.000 unit beroperasi hingga akhir 2023. (Fahmi, 2023). Salah satu komponen utama pada kendaraan listrik yaitu motor BLDC (Fitra Maula et al., 2024). Motor BLDC banyak karena memiliki torsi yang besar, kecepatan tinggi, dan rendah biaya operasional(Putri et al., 2022).

Motor BLDC selain menjadi penggerak dapat berfungsi sebagai generator karena memiliki struktur yang sama dengan dengan generator, pada bagian rotor terdapat magnet permanen dan stator yang serupa dengan generator sinkron magnet permanen(Ramdhandy et al., 2021). Ketika stator pada motor tidak diberikan catu daya dan masih perputaran yang disebabkan oleh inersia, energi kinetik putaran motor dapat menghasilkan energi listrik. Jika dihubungkan dengan beban seperti resistor dan kapasitor energi listrik yang dihasilkan dapat diserap dan disimpan(Hardito et al., 2022).

Beban yang dihubungkan dengan generator mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan. Daya listrik berbanding lurus dengan besar beban, di mana beban yang kecil akan menghasilkan daya keluaran dari generator yang relatif kecil, tetapi efisiensinya cenderung tinggi. Sebaliknya, jika beban yang dikenakan pada generator terus bertambah sehingga daya yang dihasilkan juga meningkat, maka efisiensi generator dapat menurun akibat meningkatnya rugi-rugi energi, baik secara mekanis maupun listrik(Wardianto et al., 2022).

Pada kendaraan sistem pengereman merupakan hal yang sangat penting, biasanya pengereman dilakukan dengan pengereman mekanik (Fathurrahman et al., 2024) Sistem pengereman ini dianggap kurang efektif untuk pengereman motor listrik salah satunya menimbulkan rugi mekanis yang menyebabkan panas (Romahdon & Supriyono, 2025). Oleh karena itu, pengereman elektrik seperti pengereman statis dan dinamis (rheostatik & regeneratif) digunakan pada



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

kendaraan motor listrik (Widiantoro et al., 2024). Salah satu pengereman elektik pada motor listrik adalah pengereman pengereman statis. Pengereman statis merupakan metode dengan memutus suplai pada stator dan mengalirkan sisa energi putaran ke beban tanpa memakainya kembali (Hardito et al., 2022). Konsep pengereman elektrik sebagian besar hanya diajarkan dalam teori tanpa adanya alat praktik, hal ini menyebabkan pembelajaran kurang optimal tanpa alat bantu praktik.

Minimnya alat bantu pembelajaran untuk sistem pengereman elektrik membuat siswa terhambat untuk memperoleh keterampilan. Oleh karena itu, pembelajaran yang mereka terima tidak hanya bersifat teoritis tetapi juga memerlukan dukungan praktis yang memadai (Prasetyowati et al., 2021). Penerapan praktik ini tidak hanya berperan dalam meningkatkan keterampilan analitis, tetapi melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran (R. Putra et al., 2024).

Penulis membuat modul latih untuk mengatasi permasalahan tersebut, sehingga memudahkan pengguna untuk memahami prinsip kerja sistem pengereman statis. Modul latih dibuat sebagai media interaktif agar siswa dapat mempraktikkan proses pengereman statis secara langsung, dimulai dari merangkai setiap komponen yang akan digunakan dan mengoperasikan proses pengereman dengan menekan tombol "BRAKE" pada LCD Nextion, serta mengamati perubahan arus, tegangan, kecepatan dan waktu pengereman yang ditampilkan pada LCD Nextion. Sehingga terjadi timbal balik antara alat dan pengguna (Parinduri, 2023).

1.2. Rumusan Masalah

- a. Bagaimana pengaruh variabel beban mekanik dan resistor beban terhadap, waktu pengereman pada saat pengereman statis berlangsung?
- b. Apakah nilai resistor beban memengaruhi respons pengereman terhadap variasi beban mekanik?
- c. Bagaimana pengaruh variabel beban terhadap, konversi energi mekanik ke energi listrik?



© 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

- d. Seberapa efektif modul latih dalam meningkatkan pemahaman pengguna tentang pengereman statis motor BLDC?

1.3. Tujuan

- a. Merancang modul latih sistem pengereman Statis.
- b. Membuat modul pembelajaran yang dapat digunakan sebagai sarana pembelajaran dan menambah wawasan pengguna tentang sistem pengereman statis.
- c. Memeriksa seberapa baik penggunaan modul latih dalam meningkatkan pengetahuan tentang sistem pengereman pada motor BLDC.

1.4. Luaran

Bagi Lembaga Pendidikan

- Modul latih pengereman dinamis

Bagi Mahasiswa

- Laporan tugas akhir
- Hak cipta alat
- Draft artikel ilmiah

**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

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Modul latihan yang sudah dirancang dapat digunakan oleh pengguna untuk melakukan praktik pengereman motor BLDC dengan sistem *plug and play*, pengguna dapat dengan melakukan praktik pengereman dengan menghubungkan komponen menggunakan kabel *banana to banana* dan memilih metode pengereman yang akan ditampilkan pada layar LCD. Berdasarkan analisa data pengereman, dapat disimpulkan:

1. Data pengujian menunjukkan bahwa semakin besar nilai resistor beban, maka waktu pengereman akan semakin lama. Pada beban 10 kg, waktu pengereman bertambah dari 1,4 detik (resistor 11,11 Ohm) menjadi 2,2 detik (100 Ohm). Hal yang sama terjadi pada beban 20 kg, dari 2,2 detik (11,11 Ohm) menjadi 2,8 detik (100 Ohm), dan pada beban 30 kg, dari 1,6 detik menjadi 3,2 detik. Hal ini menunjukkan bahwa resistansi yang lebih besar memperlambat pelepasan energi, sehingga proses deselerasi berlangsung lebih lama.
2. Berdasarkan data pengujian, papengujian menunjukkan bahwa semakin besar beban mekanik, semakin lama waktu pengereman. Dengan resistor 11,11 ohm, waktu pengereman meningkat dari 1,4 detik (10 kg) menjadi 2 detik (30 kg). Pola serupa diamati dengan resistor 100 ohm, di mana waktu pengereman meningkat dari 2,2 detik (10 kg) menjadi 3,2 detik (30 kg).
3. Seiring dengan peningkatan kecepatan motor BLDC dan beban mekanik, energi kinetik juga meningkat, sesuai dengan rumus yang menetapkan hubungan langsung antara energi kinetik berbanding lurus dengan massa dan kecepatan. Dengan beban 10 kg, energi kinetik tercatat sebesar 53 kJ/s (985 rpm) dan 57 kJ/s (1025 rpm). Saat beban dinaikkan menjadi 20 kg, energi meningkat secara signifikan, mencapai 86,6 kJ/s (889 rpm) dan 98,53 kJ/s (948 rpm). Beban 30 kg menghasilkan energi tertinggi, yaitu 1.782 kJ/s pada 1000 rpm dan 148 kJ/s pada 948,5 rpm.



© 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

4. Energi listrik yang diubah dari energi kinetik meningkat secara signifikan setelah pengereman, berdasarkan prinsip bahwa energi listrik dihasilkan dari integrasi daya selama waktu tertentu. Dalam pengujian tanpa hambatan beban, energi listrik yang dihasilkan untuk beban 10 kg mencapai 475 J dalam 1,5 menit, beban 20 kg menghasilkan 388 J dalam 2,1 menit, dan beban 30 kg menghasilkan 250 J dalam 1,2 menit.
5. Berdasarkan kuisioner yang dilakukan oleh sebanyak 26 responden siswa SMK yang sudah menggunakan modul latih . Modul pelatihan diterima dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari aspek dengan persentase tertinggi adalah efektivitas alat sebagai media pembelajaran, di mana 53,8% responden sangat setuju. Disusul oleh aspek keamanan alat, dengan 50% responden setuju. Hal ini menunjukkan bahwa alat dinilai sangat mendukung pembelajaran dan memiliki tingkat keamanan yang baik menurut pengguna.

5.2 Saran

Peningkatan paling penting pada modul pengereman dinamis BLDC terdapat pada bagian MOSFET. Optimalisasi dapat dicapai dengan memilih MOSFET dengan berimpedansi rendah dan kecepatan pengalihan tinggi untuk mengurangi kehilangan daya dan panas. Penggunaan *gate driver* eksternal akan menjaga stabilitas *switching*, sementara penambahan sirkuit pelindung, seperti pendingin aktif, akan memperpanjang masa pakai komponen dan mempertahankan kinerja pada arus tinggi.



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

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah, R. F., Diah P.K., I., & Dewantara, B. Y. (2020). *Kontrol Motor Brushless DC Menggunakan Six Step Comutation dengan Kontrol PID (Proportional Integral Derivative)* (Vol. 7, Issue 2).
- Atmaja, B. A. (2025). RANCANG BANGUN APLIKASI PERHITUNGAN NILAI ENCODER OFFSET UNTUK MONOPULSE SECONDARY SURVEILLANCE RADAR BERBASIS ANDROID. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5937>
- Brahmanta, H. R., Santosa, yoseph, & Siswoyo. (2024). *Rancang Bangun Modul Pengoperasian Motor Induksi dan Beban Resistif Menggunakan Solid State Relay (SSR)*.
- Djokorayono, R., Santoso, W. B., & Mugiyono. (2021). RANCANG BANGUN SISTEM MONITOR RADIASI GAMMA DILENGKAPI TRANSMITTER SIGNAL 4-20mA PADA INSTALASI. 18(1).
- Dwiki Abdillah, M., Ady Putra, M., Teknik Elektro, J., & Negeri Samarinda, P. (2024). *Rancang Bangun Miniature Solar Tracking System Pada Penerangan Jalan Bertenaga Surya Berbasis Arduino*. 05(02). <https://doi.org/xx.xxxx>
- Fahmi, S. (2023). *Karakteristik Pengontrolan Torka Pengereman Regeneratif Pada Kendaraan Listrik Dengan Integrasi Ultrakapasitor*.
- Fathurrahman, R., Supriono, S., & Sultan, S. (2024). RANCANG BANGUN SISTEM Pengereman Listrik METODE PLUGGING PADA SEPEDA LISTRIK MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3.5104>
- Fitra Maula, N., Yahya, S., Ilman, S. M., Elektro, J. T., Bandung, N., & 40559, B. (2024). *Prosiding the 15 th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*.
- Hardito, A., Eko Nuryanto, L., Khambali, M., Triyani, E., Pengajar Prodi Teknik listrik, S., Negeri Semarang Jl Soedarto, P. H., & Tembalang Semarang, S. (2022). *EFEK Pengereman Dinamis Terhadap Kecepatan Motor Tiga Fasa*.
- Herlan, A., Fitri, I., & Nuraini, R. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Data Sebaran Covid-19 Secara Real-Time menggunakan Arduino Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 5(2), 2021. <https://doi.org/10.35870/jti>
- Ikhsan, M., Widi, B., Wilyanti, S., Olivia, A., Faizah, S., & Pangestu, A. (2022). *MOTOR BLDC 1 KW PADA SEPEDA MOTOR LISTRIK*. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jee>
- Parinduri, S. H. (2023). *Manfaat Canva untuk Melatih Kreativitas Pembuatan Mind Map Mata Kuliah Alat-Alat Ukur dan Instrumentasi*. <https://jurnal.politap.ac.id/index.php/intern>
- Prasetyowati, D., Indiati, I., Nayla, A., Jurnal, /, Vo, R., Prasetyowati, D., Indiati, I., Nayla, A., Sidodadi, J., No, T., Semarang, K., & Riptek, J. (2021). *ANALISIS KETERLAKSANAAN PERENCANAAN DAN PROSES KEGIATAN*



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

- PEMBELAJARAN PRAKTIK DI SMK SELAMA PANDEMI COVID 19.*
<http://riptek.semarangkota.go.id>
- Purnami, D., Syah, K., & Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis, J. (2023). *RANCANG BANGUN OTOMATISASI PENGISIAN AIR BERDASARKAN VOLUME BERBASIS NEXTION 3,5" HMI UART.*
- Putra, R., Pratika, R., Beladona, S., & Kumalasari, M. (2024). Implementasi Pembelajaran Kimia Secara Eksperimental Menggunakan Aplikasi Virtual Lab "Chemcollective." *Jurnal Abdimas Kartika Wijayakusuma*, 5(2).
<https://doi.org/10.26874/jakw.v5i2.424>
- Putra, R. R. A., Herlambang, S. M., & Henna Nurdiansari. (2025). Rancang Bangun Pengendali Hoist Crane Berbasis Jaringan Menggunakan Aplikasi Android. *Ocean Engineering : Jurnal Ilmu Teknik Dan Teknologi Maritim*, 4(1), 11–27.
<https://doi.org/10.58192/ocean.v4i1.3136>
- Putri, B. P., Sutedjo, S., Qudsi, O. A., & Mahendra, L. S. (2022). Alat Penstabil Kecepatan Motor BLDC Menggunakan Kontrol PID. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(2), 134–140. <https://doi.org/10.23917/emitor.v22i2.19384>
- Ramdhany, D. G., Hiron, N., & Busaeri, N. (2021). MODIFIKASI MOTOR BRUSHLESS DC MENJADI GENERATOR SINKRON MAGNET PERMANEN FLUKS RADIAL PUTARAN RENDAH. In *JOURNAL OF ENERGY AND ELECTRICAL ENGINEERING (JEEE)* (Vol. 27, Issue 01). Oktober.
- Romahdon, muhamad rafi nur, & Supriyono, H. (2025). *Naskah Publikasi Muhammad Rafi Nur Romadhon.*
- Wahyudi, Purnamasari, W., Hidayat, A., & Fakhri, M. M. (2022). *Penerapan Machine Learning Pada Mikrokontroler Arduino Mega PRO MINI ATmega2560-16AU.*
- Wardianto, D., Marfizal, & Sufiyanto. (2022). Effect Of Electric Load On Steam Flow Rate At Steam Turbine As Generator. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(2), 104–109. <https://doi.org/10.21063/jtm.2022.v12.i2.104-109>
- Widiantoro, I. I., Made Wartana, I., & Setiawan, R. (2024). *PERANCANGAN SISTEM PENGGEREMAN REGRENERATIF PADA MOBIL LISTRIK.*
- Yoski, M. S., & Mukhaiyar, R. (2020). Prototipe Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroller dengan Sensor Ultrasonik. In *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia* (Vol. 1, Issue 2).



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

Lampiran 1

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



DWI RAHMA ANINDIYA

Anak Kedua dari dua bersaudara, lahir di Bekasi, 13 Oktober 2004. Lulus dari SDIT Al-Barkah tahun 2016, MTsN 3 Kota Bekasi tahun 2019, SMAN 15 Kota Bekasi 2022. Gelar diploma tigas (D3) diperoleh pada tahun 2025 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Elektronika Industri, Politeknik Negeri Jakarta.

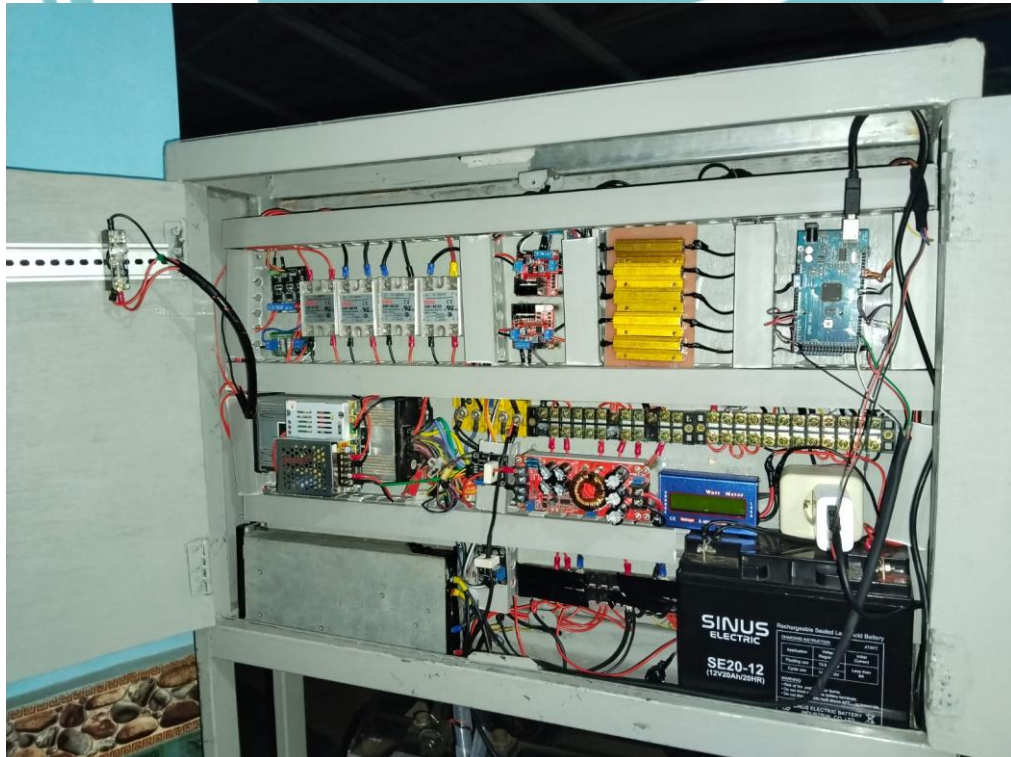
**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Lampiran 2

FOTO ALAT

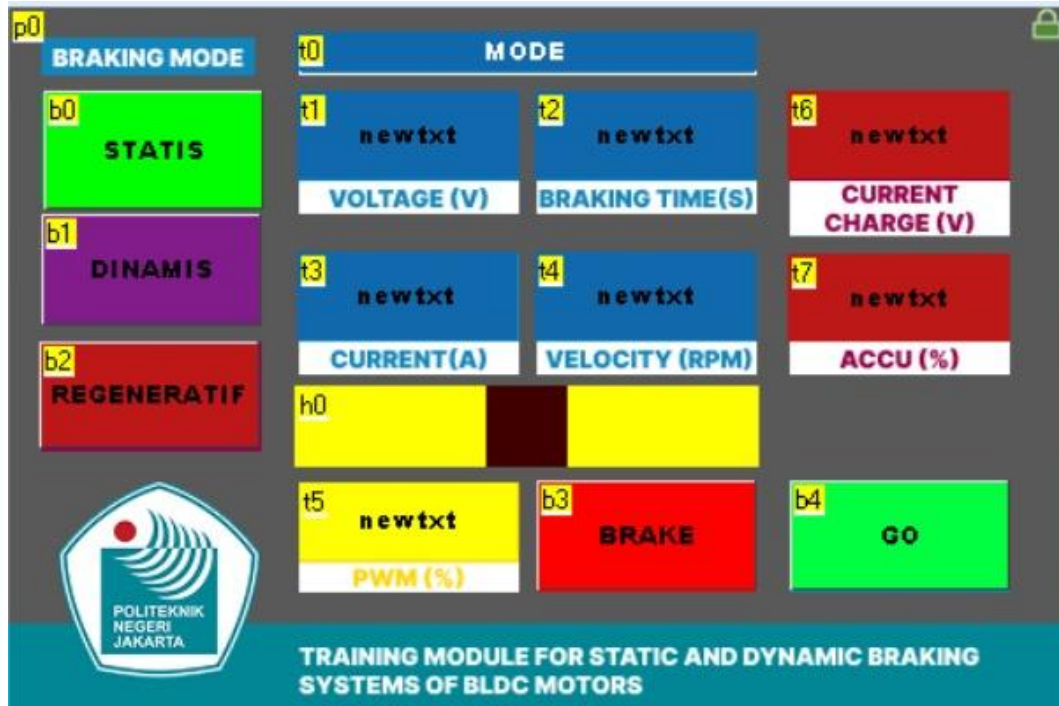
Hak Cipta :

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





TAMPILAN LAYAR HMI NEXTION



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



TABEL PENGUJIAN DATA



Silakan pindai kode QR berikut untuk mengakses data hasil pengujian secara lengkap.

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

Lampiran 5

SOURCE CODE PROGRAM SISTEM PENGGEREMAN

```
#include <Nextion.h>

#include <movingAvg.h>

#define nexSerial Serial2 // Pin Serial Nextion ke Serial2

// Pin sensor
const int currentPin = A9;
const int currentPSU = A6;
const int voltagePin = A8;
const int currentBoster = A7;
const int voltageMos = A10;

// Output motor dan kontrol
#define IN1 2 // SSR R
#define IN2 4 // SSR S
#define IN3 6 // SSR T
#define IN4 5 // SSR DC
#define IN5 12 // MOS1
#define IN6 10 // MOS2
#define IN7 11 // MOS3

// Konstanta pembacaan tegangan
const float R1 = 27000.0;
const float R2 = 2700.0;
const float VREF_ADC = 5.0;
```



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

```
const float skalaTegangan = (R1 + R2) / R2; // = 11.0
const float faktorKalibrasi = 1.24;

// Nextion component
NexButton b0 = NexButton(0, 2, "b0");
NexButton b1 = NexButton(0, 3, "b1");
NexButton b2 = NexButton(0, 4, "b2");
NexButton b3 = NexButton(0, 7, "b3");
NexButton b4 = NexButton(0, 8, "b4");
NexSlider h0 = NexSlider(0, 6, "h0");

NexText t1 = NexText(0, 9, "t1");
NexText t2 = NexText(0, 10, "t2");
NexText t3 = NexText(0, 11, "t3");
NexText t4 = NexText(0, 12, "t4");
NexText t5 = NexText(0, 13, "t5");
NexText t6 = NexText(0, 14, "t6");
NexText t7 = NexText(0, 15, "t7");

NexTouch *nex_listen_list[] = { &b0, &b1, &b2, &b3, &b4, &h0,
NULL };

// Filter Moving Average
movingAvg avgCurrent(30), avgVoltage(30), avgAki(30);
movingAvg avgRPM(5), avgVoltageMos(30), avgCurrent2(30),
avgCurrent3(30);
```




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

```
// Variabel global
int offsetADC = 0;
int offsetADC2 = 0;
int offsetADC3 = 0;

volatile long pulseCount = 0;
unsigned long lastRPMTIME = 0;
unsigned long lastDisplayUpdate = 0;
unsigned long brakeStartTime = 0;
unsigned long currentMillis;
const int encoderPPR = 600;
const float KONST_RPM = 100; // 60*1000 / PPR

bool brakeAC = false, isBraking = false;
bool modeStatis = false, modeDinamis = false, modeRegen = false;
bool showDisplay = false;

int pwmRegen = 0; // hasil PWM dinamis berdasarkan tegangan
kapasitor

float tegangan, tegangan2, arus, arusPsu, arusBoster, rpm,
brakeDuration;

int pwmValue = 0, pwmPersen = 0;

// === CALLBACK ===
void b0PopCallback(void *ptr) {
    modeStatis = true; modeDinamis = false; modeRegen = false;
```



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

```
}  
  
void b1PopCallback(void *ptr) {  
    modeStatis = false; modeDinamis = true; modeRegen = false;  
}  
  
void b2PopCallback(void *ptr) {  
    modeStatis = false; modeDinamis = false; modeRegen = true;  
}  
  
void b3PopCallback(void *ptr) {  
    brakeAC = true;  
    brakeStartTime = millis();  
    isBraking = true;  
    showDisplay = true;  
    lastDisplayUpdate = millis();  
    updateNextionDisplay();  
}  
  
void b4PopCallback(void *ptr) {  
    brakeAC = false;  
    brakeDuration = 0;  
    isBraking = false;  
    showDisplay = false;  
}  
  
void h0PopCallback(void *ptr) {  
    uint32_t val;  
    h0.getValue(&val);  
    char buffer[10];  
    if (val < 37) pwmValue = 64;  
    else if (val < 62) pwmValue = 128;
```




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

```
else pwmValue = 191;

pwmPersen = map(pwmValue, 0, 255, 0, 100);
pwmPersen = constrain(pwmPersen, 0, 100);
sprintf(buffer, "%d%%", pwmPersen);
t5.setText(buffer);
}

// === INTERRUPT ENCODER ===
void encoderA() {
    pulseCount++;
}

// === PEMBACAAN SENSOR ===
float readVoltage(int pin, movingAvg &avg) {
    float vout = (avg.reading(analogRead(pin)) * 5.0) / 1023.0;
    return vout * skalaTegangan;
}

float readVoltage2(int pin, movingAvg &avg) {
    int rawADC = analogRead(pin);
    int filteredADC = avg.reading(rawADC);
    float vADC = (filteredADC * VREF_ADC) / 1023.0;
    return vADC * skalaTegangan * faktorKalibrasi;
}

float readCurrent(int pin, movingAvg &avg) {
    int adcRaw = analogRead(pin);
    int adcValue = abs(adcRaw - offsetADC);
    if (adcValue > 700) adcValue = offsetADC;
```



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

```
return avg.reading(adcValue) * (70.0 / 1023.0);
}

// === MOTOR ===
void runMotor() {
    digitalWrite(IN1, HIGH);
    digitalWrite(IN2, HIGH);
    digitalWrite(IN3, HIGH);
    digitalWrite(IN4, LOW);
    analogWrite(IN5, 0);
    analogWrite(IN6, 0);
    analogWrite(IN7, 0);
}

void offAll() {
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(IN3, LOW);
}

// === NEXTION UPDATE ===
void updateNextionDisplay() {
    if (!showDisplay || millis() - lastDisplayUpdate < 200) return;
    lastDisplayUpdate = millis();

    char buffer[10];
    static float lastTegangan = -1, lastArus = -1, lastRPM = -1,
    lastArusPsu = -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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
static int lastPWM = -1;

if (modeStatis) {
    if (abs(tegangan - lastTegangan) > 0.1) {
        dtostrf(tegangan, 4, 1, buffer); t1.setText(buffer); lastTegangan
= tegangan;
    }
    } else {
        if (abs(tegangan2 - lastTegangan) > 0.1) {
            dtostrf(tegangan2, 4, 1, buffer); t1.setText(buffer);
lastTegangan = tegangan2;
        }
    }

    if (abs(arus - lastArus) > 0.1) {
        dtostrf(arus, 4, 1, buffer); t3.setText(buffer); lastArus = arus;
    }
    if (abs(rpm - lastRPM) > 2) {
        dtostrf(rpm, 4, 0, buffer); t4.setText(buffer); lastRPM = rpm;
    }
    if (pwmPersen != lastPWM) {
        dtostrf(pwmPersen, 3, 0, buffer); strcat(buffer, "%");
t5.setText(buffer); lastPWM = pwmPersen;
    }

    dtostrf(arusPsu, 4, 1, buffer); t6.setText(buffer); // already present
```



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

```
dtostrf(arusBoster, 4, 1, buffer); t7.setText(buffer); // <-- add this
line

dtostrf(brakeDuration / 1000.0, 4, 1, buffer); t2.setText(buffer);
}

// === RPM ===
float hitungRPM() {
    unsigned long waktu_delta = currentMillis - lastRPMTIME;
    if (waktu_delta >= 200) {
        noInterrupts();
        long count = pulseCount;
        pulseCount = 0;
        interrupts();
        float newRPM = (count * KONST_RPM) / waktu_delta;
        lastRPMTIME = currentMillis;
        return newRPM;
    }
    return rpm;
}

// === SETUP ===
void setup() {
    nexSerial.begin(9600);
    nexInit();
    b0.attachPop(b0PopCallback, &b0);
    b1.attachPop(b1PopCallback, &b1);
```




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

```
b2.attachPop(b2PopCallback, &b2);
b3.attachPop(b3PopCallback, &b3);
b4.attachPop(b4PopCallback, &b4);
h0.attachPop(h0PopCallback, &h0);

pinMode(IN1, OUTPUT); pinMode(IN2, OUTPUT);
pinMode(IN3, OUTPUT);
pinMode(IN4, OUTPUT); pinMode(IN5, OUTPUT);
pinMode(IN6, OUTPUT); pinMode(IN7, OUTPUT);
pinMode(20, INPUT_PULLUP);
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(20), encoderA, RISING);

avgCurrent.begin(); avgCurrent2.begin(); avgVoltage.begin();
avgCurrent3.begin(); avgRPM.begin(); avgVoltageMos.begin();

long total = 0;
for (int i = 0; i < 50; i++) {
    total += analogRead(currentPin);
    delay(10);
}
offsetADC = total / 50;

long total2 = 0;
for (int i = 0; i < 50; i++) {
    total2 += analogRead(currentPSU);
    delay(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

```
offsetADC2 = total2 / 50;

long total3 = 0;
for (int i = 0; i < 50; i++) {
    total3 += analogRead(currentBoster);
    delay(10);
}
offsetADC3 = total3 / 50;

Serial.println("Sistem siap. Offset ADC: " + String(offsetADC));
Serial.println("Sistem siap. Offset ADC: " + String(offsetADC2));
Serial.println("Sistem siap. Offset ADC: " + String(offsetADC3));

delay(1000);
}

// === LOOP ===
void loop() {
    nexLoop(nex_listen_list);
    currentMillis = millis();

    tegangan = readVoltage(voltagePin, avgVoltage);
    tegangan2 = readVoltage2(voltageMos, avgVoltageMos);
    if (modeRegen) {
        float pwmPersenRegen = (14.0 / tegangan2) * 100.0;
        pwmPersenRegen = constrain(pwmPersenRegen, 0, 100); // biar
        nggak over
```



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

```
pwmRegen = map(pwmPersenRegen, 0, 100, 0, 255);
}

arus = readCurrent(currentPin, avgCurrent);
arusPsu = readCurrent(currentPSU, avgCurrent2);
arusBoster = readCurrent(currentBoster, avgCurrent3);
rpm = hitungRPM();

if (brakeAC && isBraking) {
  if (rpm > 0) {
    brakeDuration = millis() - brakeStartTime;
  } else {
    if (brakeDuration == 0) brakeDuration = millis() -
brakeStartTime;
    isBraking = false;
  }
}

if (brakeAC) {
  offAll();
  digitalWrite(IN4, HIGH); // aktifkan jalur pengereman

  if (modeStatis) {
    analogWrite(IN5, 0);
    analogWrite(IN6, 0);
    analogWrite(IN7, 0);
  } else if (modeRegen) {
    analogWrite(IN5, pwmRegen);
```




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

```
analogWrite(IN6, pwmRegen);
analogWrite(IN7, pwmRegen);
pwmPersen = map(pwmRegen, 0, 255, 0, 100); // untuk display
update
} else {
  analogWrite(IN5, pwmValue);
  analogWrite(IN6, pwmValue);
  analogWrite(IN7, pwmValue);
}
} else {
  runMotor(); // hanya aktif saat brakeAC = false
}

updateNextionDisplay();
if (showDisplay && millis() - lastDisplayUpdate >= 200) {
  lastDisplayUpdate = millis();
  updateNextionDisplay();
  showDisplay = false;
}
}
```



SOP PENGGUNAN MODUL LATIH SISTEM Pengereman STATIS DAN DINAMIS MOTOR BLDC

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

SOP PENGGUNAAN MODUL LATIH SISTEM Pengereman STATIS & DINAMIS MOTOR BLDC

KELISTRIKAN

1. Motor BLDC	
Tegangan Input	: 48V
Arus Input	: 35A
2. Controller Motor BLDC	
Tegangan Input	: 48V-60V
Arus Input	: 35A
3. Sensor Tegangan	
Tegangan Input	: 0-185V
4. Sensor Arus WCS-1700	
Arus Input	: 70A

SPESIFIKASI

1. Ukuran Kerangka (P×L×T)	: 80cm × 70cm× 110cm
2. Bahan Kerangka	: Besi, plat, dan tripleks
3. Warna Kerangka	: Abu - abu

FUNGSI

1. Modul latihan sistem pengereman statis dan dinamis motor BLDC bagi mahasiswa

ALAT DAN BAHAN

1. Kabel banana plug
2. Multimeter

CARA PEMAKAIAN MODUL LATIH

1. Hubungkan setiap komponen pada panel sesuai dengan wiring diagram pada Job Sheet
2. Ubah variabel beban mekanik yang akan digunakan 10Kg, 20Kg, atau 30Kg
3. Hubungkan steker alat dengan stop kontak 220V AC
4. Pilih metode pengereman pada layar LCD
5. Tekan throttle ke bawah dengan ibu jari untuk memutar motor BLDC
6. Tekan tombol "BRAKE" pada layar LCD untuk menghentikan motor
7. Amati data sensor pada layar LCD
Tekan tombol "Go" untuk memutar kembali motor BLDC
8. Selesai

POSTER MODUL LATIH SISTEM Pengereman Statis DAN DINAMIS MOTOR BLDC

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

TUGAS AKHIR ELEKTRONIKA INDUSTRI MODUL LATIH SISTEM Pengereman STATIS DAN DINAMIS MOTOR BLDC

LATAR BELAKANG

Modul ini dirancang untuk memahami dan mengoptimalkan sistem pengereman statis dan dinamis pada motor BLDC. Pengereman statis berfokus pada penghentian daya secara langsung, sementara pengereman dinamis memanfaatkan kontrol aktif untuk mengatur perlambatan. Dengan pendekatan ini, pengguna dapat meningkatkan efisiensi energi dan presisi kontrol kecepatan, yang sangat penting dalam aplikasi kendaraan listrik dan sistem otomatisasi.

TUJUAN

- Melengkapi media belajar praktik bagi siswa dan menambah wawasan tentang pengereman motor BLDC
- Pengembangan sarana pembelajaran sistem pengereman statis dan dinamis
- Menambah wawasan bagi guru dan siswa tentang karakteristik pengereman motor BLDC

BLOK DIAGRAM



REALISASI ALAT



CARA KERJA ALAT

Alat bekerja dengan menerima perintah dari tombol yang berada pada LCD Nexition. Pengguna dapat memilih mode pengereman Statis, Dinamis dan Regeneratif. Dengan menekan tombol BRAKE maka pengereman akan aktif sebaliknya jika tombol GO motor akan kembali berputar. HMI Nexition akan menampilkan data-data dari sensor.

FLOWCHART

