



© 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



IMPLEMENTASI MODUL LATIH SISTEM Pengereman REGENERATIF PADA KENDARAAN RINGAN

TUGAS AKHIR

Nadira Puti Salisa

1903321022

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

(2022)



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



**SISTEM PENYIMPANAN DAN PELEPASAN ENERGI PADA
SUPERKAPASITOR DI SISTEM Pengereman
REGENERATIF**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Diploma Tiga

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Nadira Puti Salisa

1903321022

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

(2022)



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 satu 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 : Nadira Puti Salisa

NIM : 1903321022

Tanda tangan :



Nadira Puti Salisa

Tanggal : 16 Agustus 2022



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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh:

Nama : Nadira Puti Salisa
NIM : 1903321022
Program Studi : Elektronika Industri
Judul Tugas Akhir : Implementasi Modul Latih Sistem Pengereman
Regeneratif pada Kendaraan Ringan
Sub Judul Tugas Akhir : Sistem Penyimpanan Energi di Superkapasitor pada
Pengereman Regeneratif

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Selasa, 16 Agustus 2022 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Ihsan Auditia Akhinov, S. T.,M.T.
NIP. 198904052022031003

Depok, .. 22 Agustus 2022 .

Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Sri Danaryani, M.T

NIP. 196305031991032001



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Implementasi Modul Latih Sistem Pengereman Regeneratif pada Kendaraan Ringan”** dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai dengan penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Sri Danaryani, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta;
2. Dra. B.S.R. Purwanti, M.Si. dan Ihsan Auditia Akhinov, S. T.,M.T. selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing penulis dalam penyusunan tugas akhir ini;
3. Orangtua dan keluarga penulis yang telah memberikan doa dan dukungannya;
4. Teman-teman di Program Studi Elektronika Industri Angkatan 2019, khususnya kelas EC6B yang telah memberikan dukungan semangat, moral, serta doa sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu di masa yang akan datang.

Depok, 16 Agustus 2022

Nadira Puti Salisa



Sistem Penyimpanan dan Pelepasan Energi pada Superkapasitor Di Sistem Pengereman Regeneratif

ABSTRAK

Penggunaan kendaraan listrik yang semakin populer untuk mengurangi pencemaran lingkungan menuntut efisiensi penggunaan yang baik agar terciptanya lingkungan yang bebas polusi. Dalam hal ini, alternatif yang dilakukan adalah dengan menerapkan metode pengereman regeneratif untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi pada kendaraan listrik, salah satunya pada sepeda listrik. Metode ini bertujuan untuk membuat suatu model dinamis dari sistem pengereman regeneratif pada sepeda listrik, sehingga hipotesis karakteristik efisiensi sistem pengereman dapat dibangun sebagai bahan pertimbangan dalam membuat dan mengoptimasi model fisik nantinya. Untuk sumber penyimpanan energinya yaitu dengan memanfaatkan superkapasitor. Superkapasitor mulai banyak diaplikasikan sebagai media penyimpanan energi yang dihasilkan pada saat pengereman. Superkapasitor ini memiliki kapasitansi dan kerapatan energi yang lebih tinggi dibanding kapasitor biasa. Superkapsitor juga memiliki waktu pengisian dan pengosongan energi yang cepat, serta umur yang panjang. Selain itu, superkapasitor ini juga berfungsi sebagai sumber energi untuk accu. Dari data hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa semakin lama putaran roda yang dilakukan dalam pengereman, maka semakin besar pula tegangan yang disimpan pada superkapasitor.

Kata kunci: pengereman regeneratif, superkapasitor, kendaraan listrik.

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



Storage and Energy Release System on Supercapacitors In Regenerative Braking Systems

ABSTRACT

The increasingly popular use of electric vehicles to reduce environmental pollution demands good use efficiency in order to create a pollution-free environment. In this case, the alternative is to apply regenerative braking methods to increase the efficiency of energy use in electric vehicles, one of which is on electric bicycles. This method aims to create a dynamic model of the regenerative braking system on an electric bicycle, so that the hypothesis of the efficiency characteristics of the braking system can be built as a consideration in making and optimizing the physical model later. For the source of energy storage, namely by utilizing a supercapacitor. Supercapacitors began to be widely applied as an energy storage medium produced at the time of braking. This supercapacitor has a higher capacitance and energy density than ordinary capacitors. Supercapacitors also have fast energy charging and discharge times, as well as a long service life. In addition, this supercapacitor also serves as an energy source for accu. From the data from the tests carried out, it can be concluded that the longer the wheel rotation is carried out in braking, the greater the voltage stored in the supercapacitor.

Keyword: regenerative braking, supercapacitor, electric vehicle

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



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 ISI

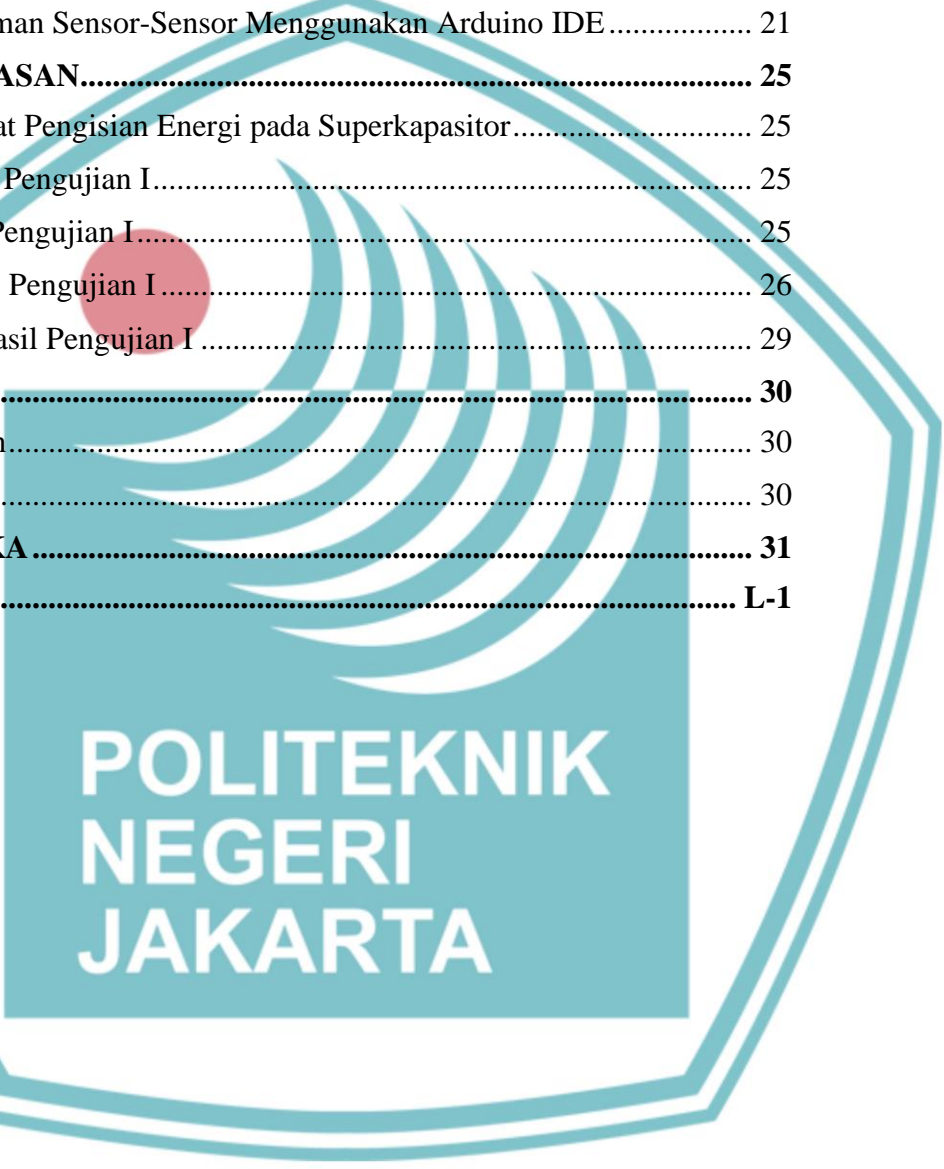
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Luaran.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Pengereman Regeneratif.....	3
2.2 Superkapasitor	3
2.2.1 Proses pengisian dan pengosongan kapasitor	4
2.3 Arduino Mega2560.....	6
2.3.2 Sumber <i>Supply</i>	6
2.4 Sensor Tegangan	8
2.5 Sensor Arus WCS1700.....	9
2.6 Motor Brushless DC (BLDC).....	10
2.7 <i>Converter Step Down</i>	11
2.8 MOSFET	12
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	13
3.1 Perancangan Alat.....	13
3.1.1 Deskripsi Alat	13
3.1.2 Cara Kerja Alat	13
3.1.3 Spesifikasi Alat.....	14



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

3.1.4 Diagram Blok dan <i>Flowchart</i>	16
3.1.5 Perancangan Program Sistem	18
3.2 Realisasi Alat.....	19
3.2.1 Wiring Diagram Mikrokontroler dan Sensor.....	19
3.2.2 Penginstalasian Komponen -Komponen.....	20
3.2.3 Pemrograman Sensor-Sensor Menggunakan Arduino IDE.....	21
BAB IV PEMBAHASAN.....	25
4.1 Pengujian I saat Pengisian Energi pada Superkapasitor.....	25
4.1.1. Deskripsi Pengujian I.....	25
4.1.2 Prosedur Pengujian I.....	25
4.1.3 Data Hasil Pengujian I.....	26
4.1.4 Analisa Hasil Pengujian I.....	29
BAB V PENUTUP.....	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN.....	L-1



**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 GAMBAR

Gambar 2. 1 Superkapasitor	4
Gambar 2. 2 Rangkaian RC hubungan seri dicatu oleh tegangan DC	4
Gambar 2. 3 Proses <i>charge / discharge</i> pada superkapasitor	5
Gambar 2. 4 Arduino Mega	6
Gambar 2. 5 Sensor Tegangan	8
Gambar 2. 6 Rangkaian Pembagi Tegangan	9
Gambar 2. 7 Sensor Arus WCS1700 70A.....	10
Gambar 2. 8 Motor BLDC	11
Gambar 2. 9 <i>Converter Step Down</i>	11
Gambar 2. 10 MOSFET <i>Switching</i>	12
Gambar 3. 1 Fitur <i>Compile</i>	15
Gambar 3. 2 Fitur <i>Upload</i>	15
Gambar 3. 3 Diagram Blok saat <i>Charging</i>	16
Gambar 3. 4 Diagram Blok saat <i>Discharging</i>	16
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i>	18
Gambar 3. 6 Wiring Diagram.....	20
Gambar 3. 7 Pemasangan Superkapasitor	21
Gambar 3. 8 Pemasangan <i>Converter Step Down</i>	21
Gambar 3. 9 Pemasangan Sensor Arus dan Tegangan.....	21
Gambar 3. 10 Halaman <i>Default</i> Arduino IDE	22
Gambar 3. 11 Penambahan <i>Library</i> Sensor dan Modul.....	22
Gambar 3. 12 Menyimoan File Program Arduino	23
Gambar 3. 13 Pemilihan <i>Board</i> Arduino	23
Gambar 4. 1 Grafik Pengujian Tegangan Masuk.....	28
Gambar 4. 2 Grafik Pengujian Arus Masuk.....	28



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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keterangan Arduino Mega 2560.....	7
Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor Arus WCS 1700.....	10
Tabel 3. 1 Spesifikasi Modul/Komponen Lainnya	14
Tabel 4. 1 Alat dan Bahan Pengujian I	25
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian I	27





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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....	L-1
Lampiran 2 Foto Alat.....	L-2
Lampiran 3 <i>Listing Program</i>	L-3
Lampiran 4 SOP Penggunaan Modul Latih Sistem Pengereman Regeneratif pada Kendaraan Ringan.....	L-9
Lampiran 5 <i>Datasheet</i>	L-11
Lampiran 6 <i>Jobsheet</i>	L-14





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 I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era modern ini, teknologi berkembang sangat pesat dan seolah tiada hentinya. Perkembangan teknologi ini pun dapat kita rasakan disetiap aspek kehidupan, contohnya dalam aspek transportasi. Sekarang sudah mulai bermunculan kendaraan-kendaraan dengan sumber energi alternatif, salah satunya adalah sepeda listrik.

Sepeda listrik adalah rangkaian sepeda yang dikombinasikan dengan sebuah motor yang digerakkan dengan baterai, sehingga mudah digunakan oleh siapapun (Dani, 2020). Penggunaan alat transportasi dengan menggunakan baterai yang dapat di-*recharge* ini mulai berkembang di Indonesia. Sepeda listrik memanfaatkan energi listrik sebagai sumber tenaganya. Untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak, dibutuhkan motor listrik atau sering disebut dengan dinamo listrik. Dinamo listrik ini menjadi sebuah inti mesin atau penggerak utama di sepeda listrik.

Namun pada bagian pengereman, sepeda ini masih menggunakan sistem rem konvensional, yang dimana sistem ini akan mengubah energi mekanik menjadi energi panas. Sistem pengereman tersebut kurang efisien jika digunakan dalam sepeda listrik. Dengan itu, dibuatlah sistem pengereman regeneratif motor brushless DC pada sepeda listrik. Penggunaan sepeda listrik yang berlebih juga dapat menyebabkan menurunnya kualitas dari aki yang digunakan. Hal tersebut dapat diatasi dengan menambahkan sistem penyimpanan energi dalam sistem pengereman regeneratif pada sepeda listrik.

Salah satu media penyimpanan energi yang umum ditemukan adalah baterai. Media penyimpanan ini menawarkan cakupan yang luas untuk diimplementasikan dalam aplikasi sistem tenaga, seperti luas pengaturan, kapasitas cadangan, serta koreksi faktor daya. Hal itu membuat baterai menjadi salah satu media penyimpanan yang favorit digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Namun, baterai memiliki kekurangan, salah satunya adalah tingginya frekuensi keluaran yang dihasilkan pada saat baterai melakukan proses *charge/discharge*.



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

Superkapasitor adalah salah satu alternatif media penyimpanan energi yang dapat digunakan dalam sistem energi baru-terbarukan, mempertimbangkan beberapa karakteristik yang dimiliki superkapasitor yang dinilai memiliki keunggulan dibanding media penyimpanan energi lainnya, seperti dari segi siklus pemakaian, efisiensi, massa jenis, juga biaya. Hal itu dirasa mampu mengatasi permasalahan tingginya frekuensi keluaran yang dihasilkan dari sepeda listrik.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana proses pengisian / penyimpanan energi pada superkapasitor?
2. Bagaimana akurasi alat dari hasil pengujian?

1.3 Tujuan

1. Merancang alat sistem pengereman regeneratif untuk mengetahui sistem penyimpanan energi pada superkapasitor.
2. Mengetahui proses kerja pengisian energi pada superkapasitor.

1.4 Luaran

- a. Bagi Lembaga Pendidikan
 - Sistem penyimpanan energi di superkapasitor pada pengereman regeneratif.
- b. Bagi Mahasiswa
 - Laporan Tugas Akhir
 - Hak cipta alat
 - *Draft* Artikel Ilmiah

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 kritis 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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa data yang telah dilakukan, penulis mendapatkan kesimpulan yaitu:

- Proses pengisian energi pada superkapasitor berlangsung pada saat tombol rem pada LCD *nextion* ditekan, maka tegangan dari motor BLDC akan disimpan ke superkapasitor. Semakin lama putaran roda yang dilakukan dalam pengereman, maka semakin besar pula tegangan yang disimpan pada superkapasitor.
- Dari 10 data yang didapatkan, diketahui bahwa rata-rata *error* yang dihasilkan dari perbandingan antara nilai tegangan alat dengan nilai tegangan multimeter yaitu sebesar 3.99%. maka dapat disimpulkan bahwa alat tersebut akurat.

5.2 Saran

Saran yang didapat setelah membuat Tugas Akhir yang berjudul “Implementasi Modul Latih Sistem Pengereman Regeneratif pada Kendaraan Ringan” yaitu perlu diperhatikan dalam melakukan wiring pada setiap komponennya. Dikarenakan banyaknya komponen yang diperlukan, banyak pula hal yang harus diperhatikan agar tidak terjadi kesalahan dalam melakukan wiring. Dengan begitu, perlu adanya pengecekan terlebih dahulu sebelum mengaktifkan sistem tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- Cahyanto, M. D. R. (2018). Rancang Bangun Kendali Kecepatan Motor Bldc Sensorless (Doctoral dissertation, Institut teknologi Sepuluh Nopember).
- Dani, M., Susila, J., & Priananda, C. W. (2020). Perancangan dan Pengaturan Pengereman Regeneratif *Brushless* DC Sebagai Modul Pembelajaran. *Jurnal Nasional Aplikasi Mekanika, Otomasi dan Robot Industri (AMORI)*, 1(2).
- Hardiansyah, A., Winarno, T., & Komarudin, A. (2020). Kontrol Kecepatan Motor Pelontar Robot Abu Robocon 2017 dengan Metode PID. *Jurnal Elektronika Otomasi Industri*, 5(2), 8-13.
- Muhajar, A. (2022). Sistem Kendali Dan Monitoring Infus Berbasis *Internet of Things* (Doctoral dissertation, Universitas Siliwangi).
- Nurhasmia, N. (2021). Studi Penggunaan Superkapasitor Sebagai Media Penyimpan Energi. *Progressive Physics Journal*, 2(2), 79-88.
- Prasetya, D. A. (2019). Simulasi Metode Pembagian Daya Pada Sistem Penyimpanan Energi Hybrid Baterai/Superkapasitor Pada Kendaraan Listrik (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Putra, R. P. (2021). Desain Sistem Pengereman Regeneratif Pada Sepeda Listrik Ringkas. *Energi & Kelistrikan*, 13(1), 11-19.
- Ramadhan, R., Mustofa, D., & Assagaf, I. (2022). Rangkaian Superkapasitor 100F sebagai Energy Storage. *Seminar Nasional Inovasi Vokasi*, 1(1), 30-39.
- Ramadhani, F. N., Luqman, M. & S., 2021. Modul Inverter Satu Fasa menggunakan Mosfet dengan Driver EGS002 Pure Sin Wave. *Jurnal Elkolind*, Volume 8, pp. 39-43.
- Rudiatmadja, I. (2018). Rancang Bangun Dan Monitoring Charger Baterai Dengan Metode Charging Otomatis Menggunakan Rangkaian Sensor Tegangan Dan Regulator Arus Berbasis Arduino Mega 2560 (Doctoral Dissertation, UNDIP).

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

Tidargo, S. G., Angga Rusdinar, S. T., & Wibawa, I. P. (2018) Perancangan Dan Implementasi *Smart Otoped Electric*. E-Proceeding of Engineering, 5(3), 4068-4075.



© 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

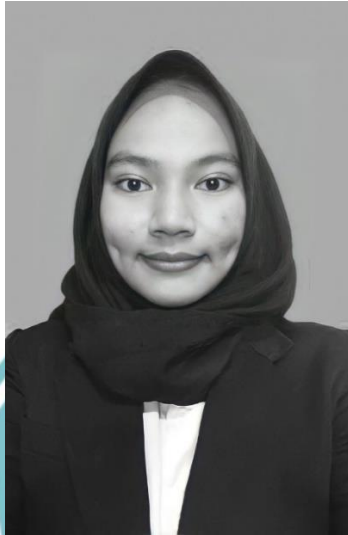




Lampiran 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

NADIRA PUTI SALISA



Anak kedua dari empat bersaudara. Lahir di Tangerang, 31 Agustus 2001. Lulus dari SD Negeri 03 Joglo tahun 2013, SMP Negeri 245 Jakarta tahun 2016, SMA Negeri 112 Jakarta tahun 2019. Penulis melanjutkan pendidikan jenjang perkuliahan untuk mengambil gelar Ahli Madya (A.Md.) di Politeknik Negeri Jakarta jurusan Teknik Elektro pada tahun 2019 - sekarang.

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



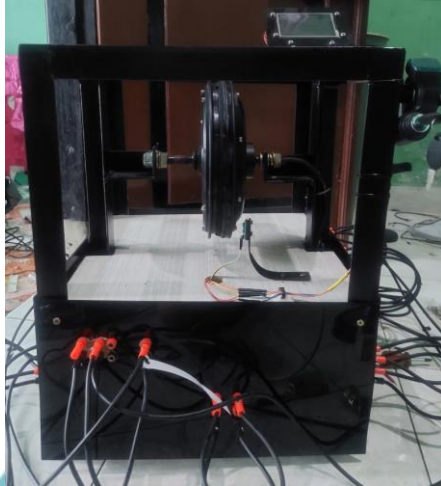
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2

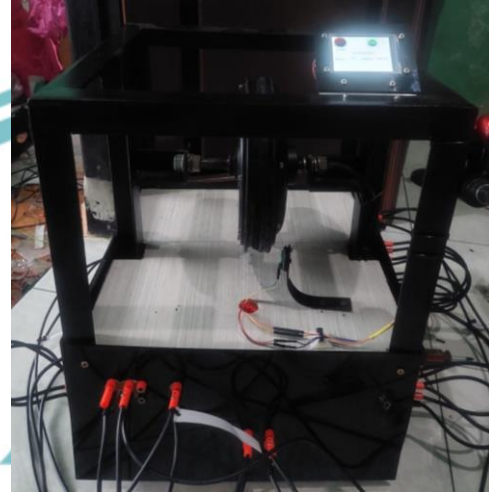
FOTO ALAT

Hak Cipta :

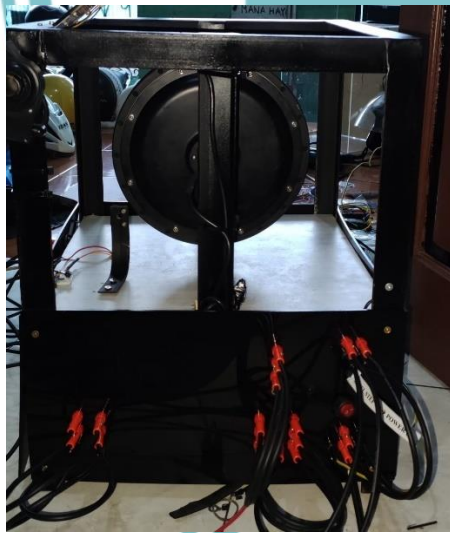
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



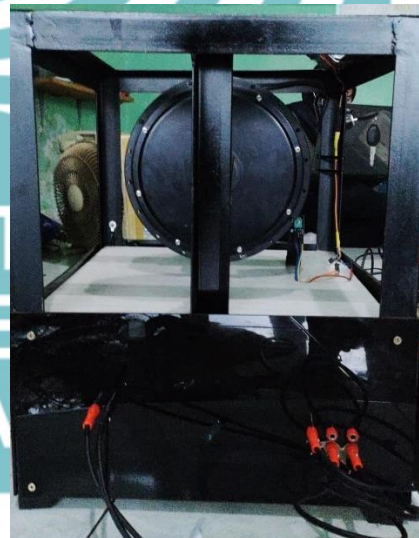
Tampak Depan Dalam Kondisi Mati



Tampak Depan Dalam Kondisi Hidup



Tampak Kiri



Tampak Kanan



Lampiran 3

Listing Program

```
//=====INISIALISASI MOSFET=====
int cont = HIGH;
const int m1 = 4;
const int m2 = 5;
const int m3 = 6;
const int m4 = 7;
const int m5 = 8;
const int m6 = 9;
const int m7 = 10;
int mSpeed = 0;
int mStep = 15;
unsigned long Mawal = 0;
//////////
int tes_ngis = 0;
int mosfet;
unsigned int waktu_htg = 0;
unsigned int waktu_sblm = 0;
unsigned int timing = 5000;
int a = 0;
//=====INISIALISAASI SENSOR TEGANGAN=====
int st1 = A0; // pin arduino yang terhubung dengan pin S modul sensor tegangan
int st2 = A1;
float Vmodul = 0.0;
float hasil1 = 0.0;
float hasil2 = 0.0;
float R1 = 30000.0; //30k
float R2 = 7500.0; //7500 ohm resistor,
int value = 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 mengemukakan 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

int value2 = 0;

//=====================================================INISIALISAASI SENSOR ARUS=====

#include <Wire.h>

#include <Robojax_WCS.h>

#define MODEL 11 //see list above

#define SENSOR1 A2

#define SENSOR2 A3//pin for reading sensor

#define SENSOR3 A4

#define SENSOR4 A5

#define SENSOR1_VCC_PIN 14

#define SENSOR2_VCC_PIN 15

#define SENSOR3_VCC_PIN 11

#define SENSOR4_VCC_PIN 12//pin for powring up the sensor

#define ZERO_CURRENT_LED_PIN 0 //zero current LED pin

#define ZERO_CURRENT_WAIT_TIME 5000 //wait for 5 seconds to allow zero current
measurement

#define CORRECTION_VLALUE 164 //mA

#define MEASUREMENT_ITERATION 100

#define VOLTAGE_REFERENCE 5000.0 //5000mv is for 5V

#define BIT_RESOLUTION 10

#define DEBUT_ONCE true

float arus1;

float arus2;

float arus3;

float arus4;

//=====================================================OBJEK SENSOR ARUS=====

Robojax_WCS sensor1(

  MODEL, SENSOR1, SENSOR1_VCC_PIN,

  ZERO_CURRENT_WAIT_TIME, ZERO_CURRENT_LED_PIN,

  CORRECTION_VLALUE, MEASUREMENT_ITERATION, VOLTAGE_REFERENCE,

  BIT_RESOLUTION, DEBUT_ONCE

);

Robojax_WCS sensor2(

```



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

```

MODEL, SENSOR2, SENSOR2_VCC_PIN,
ZERO_CURRENT_WAIT_TIME, ZERO_CURRENT_LED_PIN,
CORRECTION_VLVALUE, MEASUREMENT_ITERATION, VOLTAGE_REFERENCE,
BIT_RESOLUTION, DEBUT_ONCE
);
Robojax_WCS sensor3(
MODEL, SENSOR3, SENSOR3_VCC_PIN,
ZERO_CURRENT_WAIT_TIME, ZERO_CURRENT_LED_PIN,
CORRECTION_VLVALUE, MEASUREMENT_ITERATION, VOLTAGE_REFERENCE,
BIT_RESOLUTION, DEBUT_ONCE
);
Robojax_WCS sensor4(
MODEL, SENSOR4, SENSOR4_VCC_PIN,
ZERO_CURRENT_WAIT_TIME, ZERO_CURRENT_LED_PIN,
CORRECTION_VLVALUE, MEASUREMENT_ITERATION, VOLTAGE_REFERENCE,
BIT_RESOLUTION, DEBUT_ONCE
);

void arus();
void tegangan();

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(m1, OUTPUT);
  pinMode(m2, OUTPUT);
  pinMode(m3, OUTPUT);
  pinMode(m4, OUTPUT);
  pinMode(m5, OUTPUT);
  pinMode(m6, OUTPUT);
  pinMode(m7, OUTPUT);
  //SENSOR TEGANGAN
  pinMode(st1, INPUT);
  pinMode(st2, INPUT);

```



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

```
//SENSOR ARUS
sensor1.start();
sensor2.start();
sensor3.start();
sensor4.start();

//ROTARY ENCODER
pinMode (dirA, OUTPUT);
pinMode (dirB, OUTPUT);
pinMode (2, INPUT_PULLUP);
pinMode (3, INPUT_PULLUP);
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(2), encoder, CHANGE);

//RELAY
pinMode (relay, OUTPUT);
digitalWrite(relay, HIGH);
Serial.println("Program is Running");
}

void loop() {
  arus();
  tegangan();
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.print("t13.txt=\n ");
  Serial.print(hasil1);
  Serial.print("\n");
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.print("t9.txt=\n");
  Serial.print(arus2);
  Serial.print("\n");
  Serial.write(0xff);
```



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

```

Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.print("t8.txt=\" ");
Serial.println(arus4);
Serial.print("\n");
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
}
}
//=====================================================SENSOR ARUS=====
void arus() {
  unsigned long deteksiSekarang = millis();
  unsigned long deteksiAwal = 0;
  if (deteksiSekarang - deteksiAwal >= 1000) {
    arus1 = sensor1.getCurrent();
    sensor1.readCurrent();//this must be inside loop
    arus2 = sensor2.getCurrent();
    sensor2.readCurrent();//this must be inside loop
  }
  if (deteksiSekarang - deteksiAwal >= 1000) {
    arus3 = sensor3.getCurrent();
    sensor3.readCurrent();//this must be inside loop
    arus4 = sensor4.getCurrent();
    sensor4.readCurrent();//this must be inside loop
  }
}
//=====================================================SENSOR TEGANGAN=====
void tegangan() {
  unsigned long deteksiSekarang = millis();
  unsigned long deteksiAwal = 0;
  if (deteksiSekarang - deteksiAwal >= 1000) {
    value = analogRead(st1);
  }
}

```



```

Vmodul = (value * 5.0) / 1450.0;
hasil1 = Vmodul / (R2 / (R1 + R2));
value2 = analogRead (st2);
Vmodul = (value2 * 5.0) / 1450.0;
hasil2 = Vmodul / (R2 / (R1 + R2));
}
}

```



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

Lampiran 4

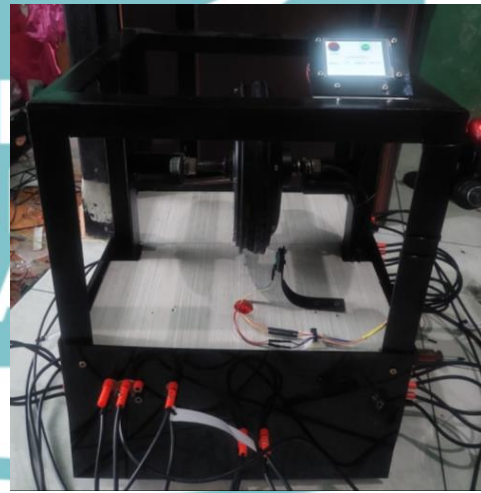
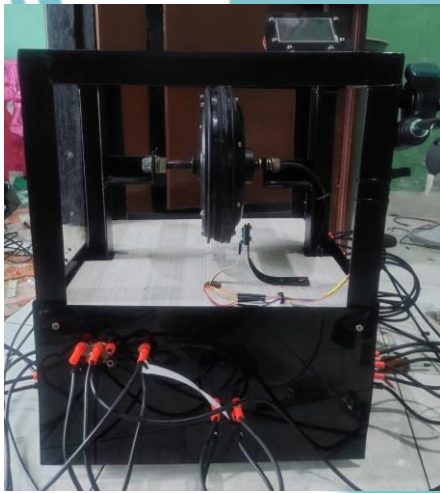
SOP PENGGUNAAN MODUL LATIH SISTEM Pengereman REGENERATIF PADA KENDARAAN RINGAN

Kelistrikan:

1. Sensor Arus WCS1700
 - Arus *Input* : 70A
2. Sensor Tegangan
 - Tegangan *Input* : 0-25V
3. Motor BLDC
 - Tegangan *Input* : 48V
 - Arus *Input* : 35A
4. Driver Motor BLDC
 - Tegangan *Input* : 48-60V
 - Arus *Input* : 35A

Mekanis:

1. Ukuran Kerangka : 40cm x 40cm x 55cm
2. Bahan Kerangka : Besi & Kayu
3. Warna Kerangka : Hitam



Tampak Depan Dalam Kondisi Mati

Tampak Depan Dalam Kondisi Hidup

Fungsi:

1. Modul latihan sistem pengereman regeneratif untuk pembelajaran mahasiswa

SOP Pemakaian Modul Latihan:

1. Hubungkan *power supply* pada terminal 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Hubungkan kabel *ground* pada modul latihan.
3. Hubungkan kabel jumper sesuai dengan gambar skema yang sudah dirancang.
4. Aktifkan *switch* ON/OFF pada modul latihan.
5. Tunggu 30 detik untuk inialisasi.
6. Aktifkan kunci kontak pada *Throttle Thumb key*.
7. Tekan *throttle* ke arah bawah untuk memutarakan motor BLDC.
8. Amati pergerakan motor BLDC.
9. Pilih mode "REM" pada LCD *Nextion* di halaman 1 untuk menampilkan data pada saat pengecasan superkapasitor.
10. Pilih mode "GO" pada LCD *Nextion* untuk mengaktifkan *Throttle Thumb key* kembali.
11. Pilih mode "REM" pada LCD *Nextion* di halaman 2 untuk menampilkan data pada saat pelepasan energi dari superkapasitor.
12. Pilih mode "GO" pada LCD *Nextion* untuk mengaktifkan *Throttle Thumb key* kembali
13. Selesai.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Lampiran 5

DATASHEET



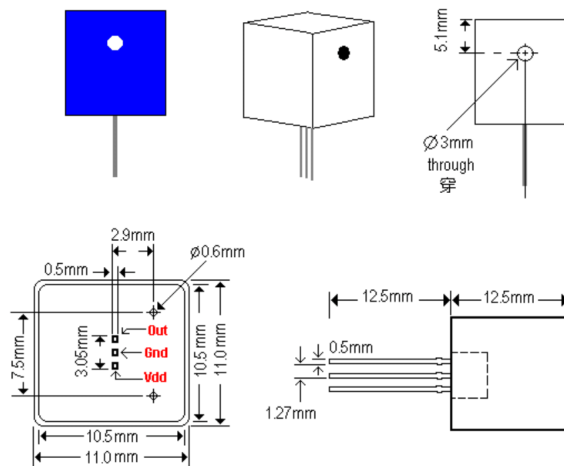
WCS1700

Electrical Characteristics: (T=+25°C, Vdd=5.0V)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
Supply Voltage	Vcc	—	3.0	—	12	V
Supply Current	I _{supply}	I _p = 0 A	—	3.5	6.0	mA
Zero Current Vout	V _{0G}	I _p = 0 A	2.4	2.5	2.6	V
Conductor Through Hole			—	3.0	—	mm
Sensitivity	ΔV _{out}	I _p = +10 A I _p = -10 A	+29 -30	+32 -33	+35 -36	mV/A
Bandwidth	BW		—	23	—	kHz
Measurable Current Range	MCR	V _{dd} =5V	—	±60	—	A
		V _{dd} =12V	—	±120	—	
Temperature Drift	ΔV _{out}	I _p = 0 A	—	±0.5	—	mV/°C

All output-voltage measurements are made with a voltmeter having an input impedance of at least 100kΩ

Package Information:



Winson reserves the right to make changes to improve reliability or manufacturability.

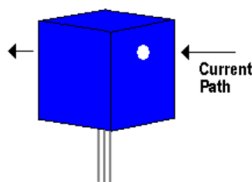
©Winson, 2009/9/8

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

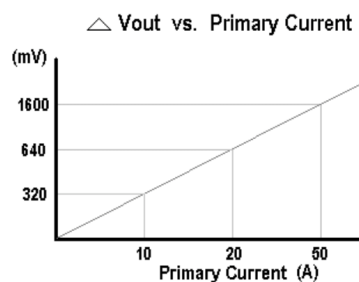
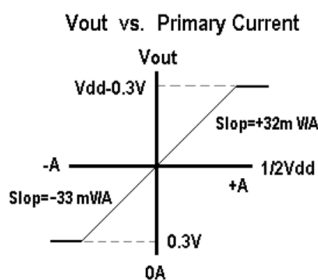


WCS1700

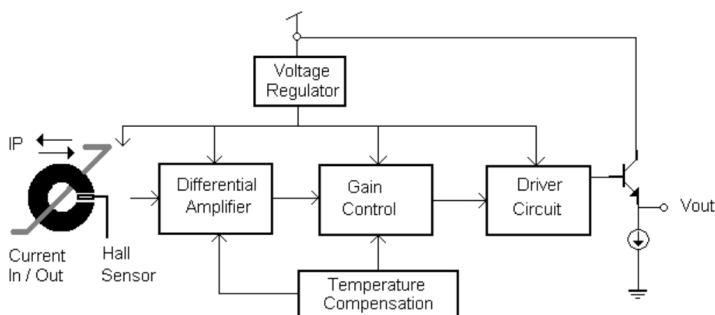


ABSOLUTE MAXIMUM RATING

Supply Voltage, Vdd	14V
Pass Through Wire Diameter	3mm
Output Current Sink	0.4mA
Output Current Source	2mA
Basic Isolation Voltage	4000V
Operating Temperature Range	
Ta	-20°C to +125°C
Storage Temperature Range	
Ts	-65°C to +150°C
Power Dissipation Pd	1 W



Function Block:



Winson reserves the right to make changes to improve reliability or manufacturability.

©Winson, 2009/9/8

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



WCS1700

Hall Effect Base Linear Current Sensor

Features:

- Diameter 3mm conductor through hole
- Output voltage proportional to AC and DC current
- Min. sensing current 60A at 5V voltage supply
- High Sensitivity 33mV/A
- Wide operating voltage range 3.0~12 V.
- Low operating current 3mA
- Nearly zero magnetic hysteresis.
- Ratiometric output from supply voltage
- 23K Hz bandwidth

Functional Description :

The Winson WCS1700 provides economical and precise solution for both DC and AC current sensing in industrial, commercial and communications systems. The unique package allows for easy implementation by the customer. Typical applications include motor control, load detection and management, over-current fault detection and any intelligent power management system etc...

The WCS1700 consists of a precise, low-temperature drift linear hall sensor IC with temperature compensation circuit and a diameter 3mm through hole. Users can use system's own electric wire by pass it through this hole to measure passing current. This design allow system designers to monitor any current path without breaking or changing original system layout at all. Any current flowing through this hole will generate a magnetic field which is sensed by the integrated Hall IC and converted into a proportional voltage.

The terminals of the conductive path are electrically isolated from the sensor leads. This allow the WCS1700 current sensor to be used in applications requiring electrical isolation without the use of opto-isolators or other costly isolation techniques and make system more competitive in cost.

Winson reserves the right to make changes to improve reliability or manufacturability.

©Winson, 2009/9/8



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6

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



JOBSHEET IMPLEMENTASI MODUL LATIH SISTEM Pengereman REGENERATIF PADA KENDARAAN RINGAN

PENULIS : 1. WAHYU DWI ALFIANTO - 1903321034
 2. NADIRA PUTI SALISA - 1903321022
 3. HENDY ACHMAD MAULANA - 1903321018

PEMBIMBING : Dra. B.S.R. Purwanti, M.Si.
 Ihsan Auditia Akhinov, S. T.,M.T.

**PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI
 JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
 POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
 DEPOK
 2022**



DASAR TEORI

1. Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 adalah papan mikrokontroler ATmega2560 berdasarkan (datasheet) memiliki 54 digital pin input atau output (dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 16 analog input, 4 UART (hardware port serial), osilator cristal 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Gambar 1 menunjukkan bentuk fisik dari Arduino Mega.



Gambar 1. Arduino Mega2560

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Mega 2560

Bagian	Spesifikasi
<i>Microcontroller</i>	ATmega2560
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage (recommended)</i>	7-12V
<i>Input Voltage (limits)</i>	6-20V
<i>Digital I/O Pins</i>	54 (of which 15 provide PWM output)
<i>Analog Input Pins</i>	16
<i>DC Current per I/O Pin</i>	40 mA
<i>DC Current for 3.3V Pin</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	256 KB of which 8 KB used by bootloader
<i>SRAM</i>	8 KB
<i>EEPROM</i>	4 KB
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

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



2. Motor BLDC

Motor *Brushless* DC (BLDC) adalah motor DC tanpa sikat (*brush*) merupakan motor magnet permanen tiga fase yang membutuhkan sumber tegangan dc, menggunakan bahan semikonduktor untuk mengubah arah putarannya dalam menggerakkan motor. Namun untuk mengontrol kecepatan motor *Brushless* DC cukup sulit terutama bila diterapkan pada kendaraan listrik yang bekerja pada sistem beban dinamis (Sartika, Muliady, & Alfian, 2019). Motor DC tanpa sikat (*brush*) menggunakan bahan semikonduktor untuk merubah maupun membalik arah putarannya untuk menggerakkan motor, serta tingkat kebisingan motor jenis ini rendah karena putarannya halus (Putra, I. H. 2019). BLDC motor atau dapat disebut juga dengan BLAC motor merupakan motor listrik *synchronous* AC 3 fasa.



Gambar 2. Motor BLDC

3. Sensor Arus WCS1700

Sensor WCS1700 merupakan suatu IC terpaket yang mana berguna sebagai sensor arus menggantikan transformator arus yang relatif besar dalam hal ukuran (Rudiadmaja. 2018). Cara kerjanya adalah arus yang mengalir menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh medan IC terintegrasi dan diubah menjadi tegangan proporsional. Saat arus mengalir, IC ini akan memberikan output tegangan DC. Nilai tegangan akan meningkat berbanding lurus dengan nilai arus. Sensor ini aman digunakan sampai batas beban arus 70 A. Beban yang digunakan pada penelitian ini hanya sampai ± 35 A. Gambar 2.7 merupakan gambar fisik sensor arus.

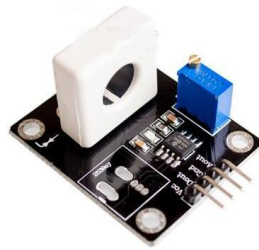
Hak Cipta :

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



Gambar 3. Sensor Arus WCS1700 70A

Tabel 2. Spesifikasi Sensor Arus WCS 1700

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Type	Max	Units
Supply Voltage	VCC		3.0	-	12	V
Supply Current	I _{supply}	IP = 0 A	-	3.5	6.0	mA
Zero Current Vout	V0G	IP = 0 A	2.4	2.5	2.6	V1
Conductor Through Hole			-	3.0	-	mm
Sensitivity	Vout	IP = +10 A	+29	+32	+35	mV/A
		IP = -10 A	-30	-33	-36	
Bandwidth	BW		-	23	-	kHz
Measurable Current Range	MCR	Vdd = 5V	-	60	-	A
		Vdd = 12V	-	120	-	
Temperature Drift	Vout	Ip = 0A	-	0.5	-	mV/C

4. Sensor Tegangan

Sensor tegangan berfungsi membaca nilai tegangan suatu rangkaian. *Arduino* dapat membaca nilai tegangan dengan memanfaatkan pin analog. Jika *range* tegangan yang dibaca diantara 0-5V bisa langsung menggunakan pin analog, sedangkan jika *range* tegangan yang dibaca > 5V harus menggunakan rangkaian tambahan yakni pembagi tegangan karena pin *Arduino* bekerja pada *max* 5V (Rudiadmaja. 2018).

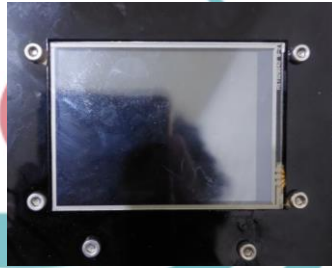


Gambar 4. Sensor Tegangan



5. LCD Nextion

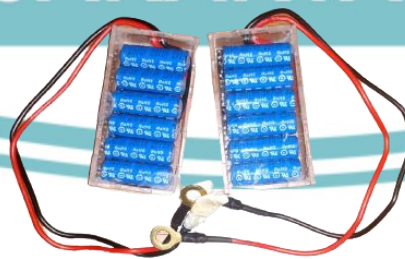
TFT merupakan salah satu tipe layar *Liquid Crystal Display* (LCD) yang memiliki permukaan layar datar, dimana setiap tiap piksel pada layar LCD dikendalikan oleh satu sampai empat transistor. Dari teknik panel data yang diterapkan pada pemrosesan untuk layar, LCD TFT menghasilkan resolusi yang sangat baik. Layar ini memiliki kaya akan warna sehingga bisa menampilkan gambar yang lebih informatif dan permukaan layarnya sensitif terhadap sentuhan (Saputra, 2017).



Gambar 5. LCD Nextion

6. Supercapasitor

Supercapasitor merupakan media alternatif penyimpanan energi listrik yang berbeda dari baterai dan kapasitor konvensional. Media alternatif penyimpanan energi telah menarik perhatian banyak peneliti (Nurhasmia, Subagiada, & Natalisanto, 2021). Supercapasitor merupakan suatu kapasitor dengan nilai kapasitansi yang jauh lebih besar daripada kapasitor biasa. Hal yang membedakan superkapasitor dengan kapasitor biasa adalah pada strukturnya.



Gambar 6. Supercapasitor

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

7. *Accumulator*

Accu adalah kependekan dari *Accumulator* (Akumulator) yang merupakan perangkat penyimpanan energi yang dapat mengeluarkan energi tersebut pada saat dibutuhkan. Beberapa akumulator menerima energi pada tingkat rendah (daya rendah) selama interval waktu yang lama dan memberikan energi pada tingkat tinggi (daya tinggi) selama interval waktu yang singkat. Dalam proyek tugas akhir ini *accu* digunakan sbegai penyimpanan tegangan apabila motor tidak diaktifkan lagi.



Gambar 7. *Accumulator*

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Ne

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

LEMBAR KERJA IMPLEMENTASI MODUL LATIH
SISTEM Pengereman Regeneratif
PADA KENDARAAN RINGAN

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



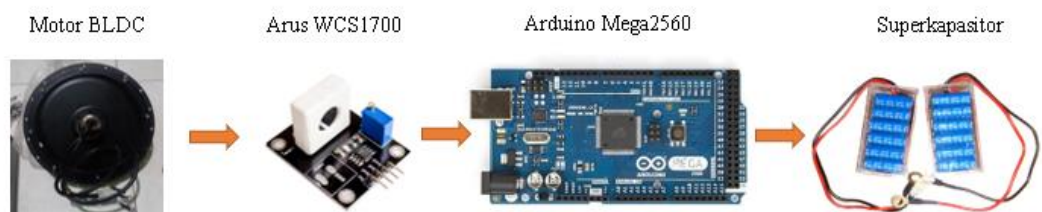
1.1 Lembar Kerja 1

- A. Judul : Pendeteksi Arus Masuk dari Motor ke Superkapasitor
- B. Tujuan : Mampu mendeteksi arus yang masuk ke superkapasitor dari motor BLDC
- C. Alat dan Bahan :

No.	Nama Alat	Jumlah
1	Laptop	1
2	Mikrokontroler Arduino Mega	1
3	Motor BLDC	1
4	Sensor Arus WCS1700	1
5	Superkapasitor	1
6	Tang ampere	1

D. Rangkaian dan Prosedur Percobaan

- 1) Hubungkan alat dan bahan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar Rangkaian Pendeteksi Arus Masuk ke Superkapasitor

- 2) Buka *software* Arduino IDE

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

3) Ketik kode program dibawah ini di Arduino IDE

```

sketch_aug19a$
//=====INISIALISAASI SENSOR ARUS=====
#include <Wire.h>
#include <Robojax_WCS.h>
#define MODEL 11 //see list above
#define SENSOR1 A2
#define SENSOR2 A3//pin for reading sensor
#define SENSOR3 A4
#define SENSOR4 A5
#define SENSOR1_VCC_PIN 14
#define SENSOR2_VCC_PIN 15
#define SENSOR3_VCC_PIN 11
#define SENSOR4_VCC_PIN 12//pin for powring up the sensor
#define ZERO_CURRENT_LED_PIN 0 //zero current LED pin
#define ZERO_CURRENT_WAIT_TIME 5000 //wait for 5 seconds to allow zero current measurement
#define CORRECTION_VLALUE 164 //mA
#define MEASUREMENT_ITERATION 100
#define VOLTAGE_REFERENCE 5000.0 //5000mv is for 5V
#define BIT_RESOLUTION 10
#define DEBUT_ONCE true
float arus1;
float arus2;
float arus3;
float arus4;
//=====OBJEK SENSOR ARUS=====
Robojax_WCS sensor1(
  MODEL, SENSOR1, SENSOR1_VCC_PIN,
  ZERO_CURRENT_WAIT_TIME, ZERO_CURRENT_LED_PIN,
  CORRECTION_VLALUE, MEASUREMENT_ITERATION, VOLTAGE_REFERENCE,
  BIT_RESOLUTION, DEBUT_ONCE
);
Robojax_WCS sensor2(
  MODEL, SENSOR2, SENSOR2_VCC_PIN,
  ZERO_CURRENT_WAIT_TIME, ZERO_CURRENT_LED_PIN,
  CORRECTION_VLALUE, MEASUREMENT_ITERATION, VOLTAGE_REFERENCE,
  BIT_RESOLUTION, DEBUT_ONCE
);
Robojax_WCS sensor3(
  MODEL, SENSOR3, SENSOR3_VCC_PIN,
  ZERO_CURRENT_WAIT_TIME, ZERO_CURRENT_LED_PIN,

```

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

```

sketch_aug19a $
  );
};

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  sensor1.start();
  sensor2.start();
  sensor3.start();
  sensor4.start();
}

void loop() {
  unsigned long deteksiSekarang = millis();
  unsigned long deteksiAwal = 0;
  if (deteksiSekarang - deteksiAwal >= 1000) {
    arus1 = sensor1.getCurrent();
    sensor1.readCurrent();//this must be inside loop
    arus2 = sensor2.getCurrent();
    sensor2.readCurrent();//this must be inside loop
  }
  if (deteksiSekarang - deteksiAwal >= 1000) {
    arus3 = sensor3.getCurrent();
    sensor3.readCurrent();//this must be inside loop
    arus4 = sensor4.getCurrent();
    sensor4.readCurrent();//this must be inside loop
  }
  Serial.println("t6.txt=\"");
  Serial.println(arus1);
  Serial.print("\");
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.print(arus2);
  Serial.print("\");
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.print("t8.txt=\" ");
  Serial.println(arus4);
}

```

- 4) Lalu *upload* program yang sudah dibuat.
- 5) Tekan *throttle* ke arah bawah untuk memutar motor BLDC.
- 6) Masukkan kabel yang berasal dari motor BLDC ke *clamp head* pada *tang ampere*.
- 7) Lihat hasil pengukuran arus pada serial monitor di *software* Arduino IDE.
- 8) Catat hasilnya pada tabel Data Hasil Percobaan
- 9) Bandingkan data arus yang terbaca pada serial monitor dengan *tang ampere*.
- 10) Ulangi langkah tersebut sesuai jumlah data yang diinginkan.
- 11) Selesai



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

E. Data Hasil Percobaan

Persentase *error* didapatkan dari perbandingan antara pengukuran oleh sensor dengan *tang ampere*. Persentase *error* dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$Error = \frac{x - y}{y} \times 100\%$$

Keterangan:

- x = pengukuran oleh sensor (A)
- y = pengukuran oleh *tang ampere* (A)

Tabel 1. Data Hasil Percobaan

No.	Arus Masuk dengan Sensor (A)	Arus Masuk dengan Tang ampere (A)	Error (%)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

F. Analisa

.....

.....

.....

.....

.....



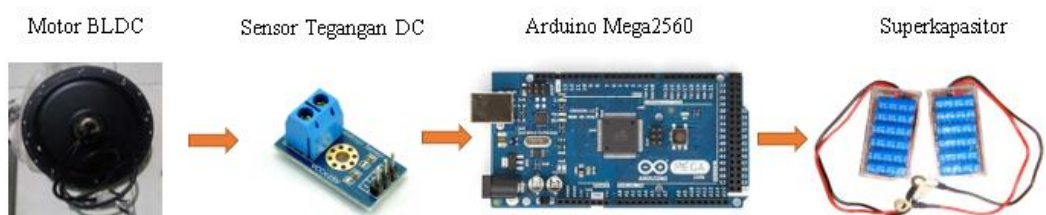
1.2 Lembar Kerja 2

- A. Judul : Pendeteksi Tegangan Masuk dari Motor ke Superkapasitor
- B. Tujuan : Mampu mendeteksi tegangan yang masuk ke superkapasitor dari motor BLDC
- C. Alat dan Bahan :

No.	Nama Alat	Jumlah
1	Laptop	1
2	Mikrokontroler Arduino Mega	1
3	Motor BLDC	1
4	Sensor Tegangan	1
5	Superkapasitor	1
6	Multimeter	1

D. Rangkaian dan Prosedur Percobaan

- 1) Hubungkan alat dan bahan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar Rangkaian Pendeteksi Tegangan Masuk ke Superkapasitor

- 2) Buka *software* Arduino IDE

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

3) Ketik kode program dibawah ini di Arduino IDE

```

sketch_aug19a $
int st1 = A0; // pin arduino yang terhubung dengan pin 3 modul sensor tegangan
int st2 = A1;
float Vmodul = 0.0;
float hasil1 = 0.0;
float hasil2 = 0.0;
float R1 = 30000.0; //30k
float R2 = 7500.0; //7500 ohm resistor,
int value = 0;
int value2 = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(st1, INPUT);
  pinMode(st2, INPUT);
}
void loop() {
  / unsigned long deteksiSekarang = millis();
  unsigned long deteksiAwal = 0;
  if (deteksiSekarang - deteksiAwal >= 1000) {
    value = analogRead(st1);
    Vmodul = (value * 5.0) / 1450.0;
    hasil1 = Vmodul / (R2 / (R1 + R2));
    // hasil1 = tegangan1;
    value2 = analogRead(st2);
    Vmodul = (value2 * 5.0) / 1450.0;
    hasil2 = Vmodul / (R2 / (R1 + R2));
    Serial.println("t4.txt=");
    Serial.println(hasil1);
    Serial.print("\n");
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
    Serial.print("t13.txt=" " ");
    Serial.print(hasil2);
    Serial.print("\n");
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
  }
}

```

- 4) Lalu *upload* program yang sudah dibuat
- 5) Tekan *throttle* ke arah bawah untuk memutar motor BLDC.
- 6) Lihat hasil pengukuran tegangan pada serial monitor di *software* Arduino IDE.
- 7) Catat hasilnya pada tabel Data Hasil Percobaan
- 8) Bandingkan data tegangan yang terbaca pada serial monitor dengan tegangan pada multimeter.
- 9) Ulangi langkah tersebut sesuai jumlah data yang diinginkan.
- 10) Selesai



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

E. Data Hasil Percobaan

Persentase *error* didapatkan dari perbandingan antara pengukuran oleh sensor dengan multimeter. Persentase *error* dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$Error = \frac{x - y}{y} \times 100\%$$

Keterangan:

- x = pengukuran oleh sensor (V)
- y = pengukuran oleh multimeter (V)

Tabel 2. Data Hasil Percobaan

No.	Tegangan Masuk dengan Sensor (V)	Tegangan Masuk dengan Multimeter (V)	Error (%)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

F. Analisa

.....

.....

.....

.....

.....



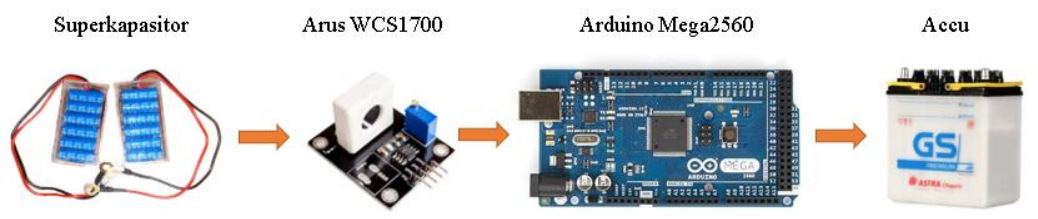
1.3 Lembar Kerja 3

- A. Judul : Pendeteksi Arus Keluar dari Superkapasitor ke Accu
- B. Tujuan : Mampu mendeteksi arus yang keluar dari superkapasitor ke accu
- C. Alat dan Bahan :

No.	Nama Alat	Jumlah
1	Laptop	1
2	Mikrokontroler Arduino Mega	1
3	Motor BLDC	1
4	Sensor Arus WCS1700	1
5	Superkapasitor	1
6	Accu	1
7	Tang ampere	1

D. Rangkaian dan Prosedur Percobaan

- 1) Hubungkan alat dan bahan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar Rangkaian Pendeteksi Arus Keluar dari Superkapasitor

- 2) Buka *software* Arduino IDE

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



3) Ketik kode program dibawah ini di Arduino IDE

```

sketch_aug19a $
//=====INISIALISAASI SENSOR ARUS=====
#include <Wire.h>
#include <Robojax_WCS.h>
#define MODEL 11 //see list above
#define SENSOR1 A2
#define SENSOR2 A3//pin for reading sensor
#define SENSOR3 A4
#define SENSOR4 A5
#define SENSOR1_VCC_PIN 14
#define SENSOR2_VCC_PIN 15
#define SENSOR3_VCC_PIN 11
#define SENSOR4_VCC_PIN 12//pin for powring up the sensor
#define ZERO_CURRENT_LED_PIN 0 //zero current LED pin
#define ZERO_CURRENT_WAIT_TIME 5000 //wait for 5 seconds to allow zero current measurement
#define CORRECTION_VLALUE 164 //mA
#define MEASUREMENT_ITERATION 100
#define VOLTAGE_REFERENCE 5000.0 //5000mv is for 5V
#define BIT_RESOLUTION 10
#define DEBUT_ONCE true
float arus1;
float arus2;
float arus3;
float arus4;
//=====OBJEK SENSOR ARUS=====
Robojax_WCS sensor1(
  MODEL, SENSOR1, SENSOR1_VCC_PIN,
  ZERO_CURRENT_WAIT_TIME, ZERO_CURRENT_LED_PIN,
  CORRECTION_VLALUE, MEASUREMENT_ITERATION, VOLTAGE_REFERENCE,
  BIT_RESOLUTION, DEBUT_ONCE
);
Robojax_WCS sensor2(
  MODEL, SENSOR2, SENSOR2_VCC_PIN,
  ZERO_CURRENT_WAIT_TIME, ZERO_CURRENT_LED_PIN,
  CORRECTION_VLALUE, MEASUREMENT_ITERATION, VOLTAGE_REFERENCE,
  BIT_RESOLUTION, DEBUT_ONCE
);
Robojax_WCS sensor3(
  MODEL, SENSOR3, SENSOR3_VCC_PIN,
  ZERO_CURRENT_WAIT_TIME, ZERO_CURRENT_LED_PIN,

```

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

```

sketch_aug19a$
//CONNECTION, HARDWARE, LIBRARY, TOOLBOX, SERIAL,
BIT_RESOLUTION, DEBUT_ONCE
);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  sensor1.start();
  sensor2.start();
  sensor3.start();
  sensor4.start();
}

void loop() {
  unsigned long deteksiSekarang = millis();
  unsigned long deteksiAwal = 0;
  if (deteksiSekarang - deteksiAwal >= 1000) {
    arus1 = sensor1.getCurrent();
    sensor1.readCurrent();//this must be inside loop
    arus2 = sensor2.getCurrent();
    sensor2.readCurrent();//this must be inside loop
  }
  if (deteksiSekarang - deteksiAwal >= 1000) {
    arus3 = sensor3.getCurrent();
    sensor3.readCurrent();//this must be inside loop
    arus4 = sensor4.getCurrent();
    sensor4.readCurrent();//this must be inside loop
  }
  Serial.print("t8.txt=\" ");
  Serial.println(arus3);
  Serial.print("\n");
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.println("t20.txt=\"");
  Serial.println(arus4);
  Serial.print("\n");
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
}

```

- 4) Lalu *upload* program yang sudah dibuat
- 5) Tekan *throttle* ke arah bawah untuk memutar motor BLDC.
- 6) Masukkan kabel yang berasal dari output superkapasitor ke *clamp head* pada *tang ampere*.
- 7) Lihat hasil pengukuran arus pada serial monitor di *software* Arduino IDE.
- 8) Catat hasilnya pada tabel Data Hasil Percobaan
- 9) Bandingkan data arus yang terbaca pada serial monitor dengan arus pada *tang ampere*.
- 10) Ulangi langkah tersebut sesuai jumlah data yang diinginkan.
- 11) Selesai



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

E. Data Hasil Percobaan

Persentase *error* didapatkan dari perbandingan antara pengukuran oleh sensor dengan *tang ampere*. Persentase *error* dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$Error = \frac{x - y}{y} \times 100\%$$

Keterangan:

- x = pengukuran oleh sensor (A)
- y = pengukuran oleh *tang ampere* (A)

Tabel 3. Data Hasil Percobaan

No.	Arus Keluar dengan Sensor (A)	Arus Keluar dengan Tang ampere (A)	Error (%)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

F. Analisa

.....

.....

.....

.....

.....



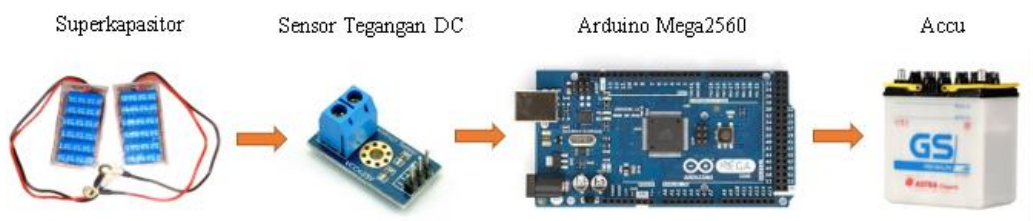
1.4 Lembar Kerja 4

- A. Judul : Pendeteksi Tegangan Keluar dari Superkapasitor ke Accu
- B. Tujuan : Mampu mendeteksi tegangan yang keluar dari *output* superkapasitor ke Accu
- C. Alat dan Bahan :

No.	Nama Alat	Jumlah
1	Laptop	1
2	Mikrokontroler Arduino Mega	1
3	Motor BLDC	1
4	Sensor Tegangan	1
5	Superkapasitor	1
6	Accu	1
7	Multimeter	1

D. Rangkaian dan Prosedur Percobaan

- 1) Hubungkan alat dan bahan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar Rangkaian Pendeteksi Tegangan Keluar dari Superkapasitor

- 2) Buka *software* Arduino IDE

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

3) Ketik kode program dibawah ini di Arduino IDE

```

sketch_aug19a $
int st1 = A0; // pin arduino yang terhubung dengan pin 3 modul sensor tegangan
int st2 = A1;
float Vmodul = 0.0;
float hasil1 = 0.0;
float hasil2 = 0.0;
float R1 = 30000.0; //30k
float R2 = 7500.0; //7500 ohm resistor,
int value = 0;
int value2 = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(st1, INPUT);
  pinMode(st2, INPUT);
}
void loop() {
  / unsigned long deteksiSekarang = millis();
  unsigned long deteksiAwal = 0;
  if (deteksiSekarang - deteksiAwal >= 1000) {
    value = analogRead(st1);
    Vmodul = (value * 5.0) / 1450.0;
    hasil1 = Vmodul / (R2 / (R1 + R2));
    // hasil1 = tegangan1;
    value2 = analogRead(st2);
    Vmodul = (value2 * 5.0) / 1450.0;
    hasil2 = Vmodul / (R2 / (R1 + R2));
    Serial.println("t4.txt=");
    Serial.println(hasil1);
    Serial.print("\n");
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
    Serial.print("t13.txt=\" ");
    Serial.print(hasil2);
    Serial.print("\n");
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
  }
}

```

- 4) Lalu *upload* program yang sudah dibuat
- 5) Tekan *throttle* ke arah bawah untuk memutar motor BLDC.
- 6) Lihat hasil pengukuran tegangan pada serial monitor di *software* Arduino IDE.
- 7) Catat hasilnya pada tabel Data Hasil Percobaan
- 8) Bandingkan data tegangan yang terbaca pada serial monitor dengan tegangan pada multimeter.
- 9) Ulangi langkah tersebut sesuai jumlah data yang diinginkan.
- 10) Selesai

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

E. Data Hasil Percobaan

Persentase *error* didapatkan dari perbandingan antara pengukuran oleh sensor dengan multimeter. Persentase *error* dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$Error = \frac{x - y}{y} \times 100\%$$

Keterangan:

- x = pengukuran oleh sensor (V)
- y = pengukuran oleh multimeter (V)

Tabel 4. Data Hasil Percobaan

No.	Tegangan Keluar dengan Sensor (V)	Tegangan Keluar dengan Multimeter (V)	Error (%)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

F. Analisa

.....

.....

.....

.....

.....



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

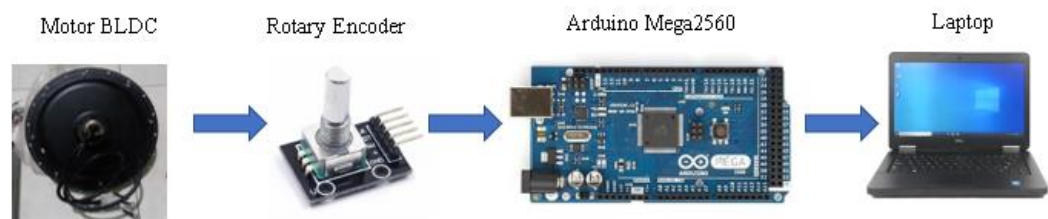
1.5 Lembar Kerja 5

- A. Judul : Pendeteksi Kecepatan dengan *Rotary Encoder*
- B. Tujuan : Mampu mendeteksi kecepatan motor BLDC
- C. Alat dan Bahan :

No.	Nama Alat	Jumlah
1	Laptop	1
2	Mikrokontroler Arduino Mega	1
3	Motor BLDC	1
4	<i>Rotary Encoder</i>	1
5	<i>Tachometer</i>	1

D. Rangkaian dan Prosedur Percobaan

- 1) Hubungkan alat dan bahan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar Rangkaian Pendeteksi Kecepatan

Tabel 5. Konfigurasi Pin Rotary Encoder dan Arduino

<i>Rotary Encoder</i>	Arduino
GND	GND
VCC	5V
RX	TX
TX	RX

- 2) Buka *software* Arduino IDE



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

- 3) Ketik kode program dibawah ini di Arduino IDE

```

sketch_aug19a $
#define dirA 7
#define pwmA 6
#define dirB 4
#define pwmB 5
int pulse;
float rps, rpm;
unsigned long timelast;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode (dirA, OUTPUT);
  pinMode (dirB, OUTPUT);
  pinMode (2, INPUT_PULLUP);
  pinMode (3, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(2), encoder, CHANGE);
}

void loop() {
  rps = pulse / 240.12 / 0.5;
  rpm = rps * 60;

  pulse = 0;
  Serial.print("t2.txt=\" ");
  Serial.println(rpm);
  Serial.print("\n");
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
}

void encoder() {
  if (digitalRead(2) == digitalRead(3)) {
    pulse ++;
  }
}

```

- 4) Lalu *upload* program yang sudah dibuat
- 5) Tekan *throttle* ke arah bawah untuk memutar motor BLDC.
- 6) Nyalakan *tachometer* dan arahkan ke motor BLDC.
- 7) Lihat hasil pengukuran kecepatan pada serial monitor.
- 8) Catat hasilnya pada tabel Data Hasil Percobaan
- 9) Bandingkan data RPM yang terbaca pada serial monitor dengan *tachometer digital*.
- 10) Ulangi langkah tersebut sesuai jumlah data yang diinginkan.
- 11) Selesai



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

E. Data Hasil Percobaan

Rotary encoder berfungsi untuk membaca kecepatan yang dihasilkan oleh motor BLDC. Kecepatan motor dapat diperoleh dari rumus berikut:

$$RPM = \frac{n}{x} \times \frac{1000}{T} \times 60$$

Keterangan:

- N = Jumlah pulsa yang terbaca oleh *rotary encoder*
- X = Rata-rata pulsa rotary encoder (dalam *datasheet*)
- T = Waktu pencuplikan (ms)

Tabel 6. Data Hasil Percobaan

No.	PWM	Kecepatan (RPM)	Tachometer
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

F. Analisa

.....

.....

.....

.....

.....