



© 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



**REKAYASA SISTEM TENAGA HYBRID PARALEL
PADA SKUTER MATIK HONDA BEAT 110 ESP
UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI
ENERGI DAN MENGURANGI EMISI**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:
Virgawan Adrian Noes
NIM. 2202317006

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN KAMPUS DEMAK
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 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



REKAYASA SISTEM TENAGA HYBRID PARALEL PADA SKUTER MATIK HONDA BEAT 110 ESP UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI DAN MENGURANGI EMISI

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin Kampus Demak, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:
Virgawan Adrian Noes
NIM. 2202317006

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN KAMPUS DEMAK
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 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





Hak Cipta :

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

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

REKAYASA SISTEM TENAGA HYBRID PARALEL PADA SKUTER MATIK HONDA BEAT 110 ESP UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI DAN MENGURANGI EMISI

Oleh:

Virgawan Adrian Noes

NIM. 2202317006

Program studi Diploma Teknik Mesin

Laporan tugas akhir telah disetujui pembimbing

Pembimbing 1

Rouf Muhammad, S.T., M.T
NIP. 199604272024061003

Pembimbing 2

Hamid Ramadhan Nur, S.Pd., M.Pd
NIP. 199701172024061002

Kepala Program Studi
D3 Teknik Mesin Kampus Demak

Ir. Edy Ismail, S.Pd., M.Pd.
NIP. 198105132024211007



Hak Cipta :

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

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

REKAYASA SISTEM TENAGA HYBRID PARALEL PADA SKUTER MATIK HONDA BEAT 110 ESP UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI DAN MENGURANGI EMISI

Oleh:

Virgawan Adrian Noes

NIM. 2202137006

Program Studi Teknik Mesin Kampus Demak

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 15 Juli dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar (Diploma III)

DEWAN PENGUJI

no	Nama	Posisi penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Ir. Edy Ismail, S.Pd., M.Pd	Penguji 1		18/7/2025
2	Sugiyarto, S.Pd., M.Pd	Penguji 2		23/7/2025
3	Rouf Muhammad, S.T., M.T	Moderator		23/7/2025

Demak, 15 juli 2025

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., IWE

NIP. 197707142008121005

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Virgawan Adrian Noes

NIM : 2202317006

Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan didalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik Sebagian atau seluruhnya. Pendapat,gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat didalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya tunjuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya

Demak, 10 juli 2025



Virgawan Adrian Noes

NIM. 2202317006



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

REKAYASA SISTEM TENAGA HYBRID PARALEL PADA SKUTER MATIK HONDA BEAT 110 ESP UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI DAN MENGURANGI EMISI

Virgawan Adrian Noes¹⁾, Rouf Muhammad¹⁾, Hamid Ramadhan Nur¹⁾

¹⁾ Program Studi Diploma – III Teknik Mesin PSDKU Demak, Jurusan Teknik Mesin,

Politeknik Negeri Jakarta Kampus UI Depok, 16424

Email : virgawan.adrian.noes.tn22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merekayasa sistem tenaga hybrid paralel pada sepeda motor Honda BeAT 110 eSP. Sistem hybrid dirancang dengan menambahkan motor listrik BLDC 3000W yang terpasang pada velg belakang dengan modifikasi ulir 12 mm dan menggunakan bracket arm baja ringan setebal 6 mm sebagai penopang. Penempatan controller dilakukan di bagasi motor, sedangkan baterai lithium 60V 27Ah diletakkan di bagian tengah dek pijakan kaki untuk menjaga distribusi beban tetap seimbang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sepeda motor hybrid ini mampu menempuh jarak hingga 92 km dalam sekali perjalanan melalui kombinasi tenaga bensin dan listrik. Torsi yang dihasilkan meningkat hingga tiga kali lipat dibandingkan kondisi awal. Konversi sistem menyebabkan penambahan berat sebesar 24 kg, sehingga total berat kendaraan menjadi 124 kg. Pengoperasian sistem kelistrikan dilakukan secara independen, sehingga sistem hybrid dapat dijalankan secara modular

Kata Kunci: Honda BeAT, sistem hybrid paralel, BLDC, efisiensi energi, kalibrasi controller.

ABSTRACT

This study aims to design and engineer a parallel hybrid power system for the Honda BeAT 110 eSP motorcycle. The hybrid system was implemented by installing a 3000W BLDC electric motor on the rear wheel, utilizing a custom 12 mm thread modification and a lightweight steel bracket arm (6 mm thick) as support for both the motor and exhaust. The controller was placed inside the under-seat compartment, while a 60V 27Ah lithium battery was positioned in the center footstep area to ensure balanced weight distribution. Testing results showed that the hybrid motorcycle could travel up to 92 km per trip using a combination of gasoline and electric power. The torque output increased up to three times compared to the original engine. The conversion process added approximately 24 kg, bringing the total weight of the vehicle to 124 kg. The electrical system operates independently from the original wiring, allowing the hybrid setup to function modularly.

Keywords: Honda BeAT, parallel hybrid system, BLDC, energy efficiency, controller calibration.



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 serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul **“Rekayasa Sistem Tenaga Hybrid Paralel Pada Skuter Matik Honda Beat 110 Esp Untuk Meningkatkan Efisiensi Energi Dan Mengurangi Emisi”** Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Dipoma III Program studi D-III Teknik Mesin Kampus Demak jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Allah SWT. Tuhan kita semua yang memberikan Rahmat dan karunia kepada penulis sehingga dapat memunculkan ide yang brilian untuk merancang dan menyelesaikan tugas akhir
2. Kedua orang tua yang telah memberikan doa, materi dan semangat kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan
3. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini
4. Bapak Ir. Edy Ismail, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Program Studi Teknik mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan skripsi ini
5. Bapak Rouf Muhammad, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini
6. Bapak Hamid Ramadhan Nur, S.Pd., M.Pd selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini
7. Rekan-rekan karyawan PT Adam Opel yang telah membantu dalam pembuatan dan memberikan dukungan dalam perancangan



© 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

8. Rekan rekan program studi D-III Teknik mesin kampus demak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses pembuatan
9. Rekan rekan satu wilayah yang telah membantu dan memberikan dukungan pada proses pengujian.
10. Bapak Anasyahli Selaku head mekanik PT Alternatif Parts Adam Opel yang telah mendampingi pembuatan dan memberikan dukungan dalam perancangan

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang Teknik mesin.

Jakarta, 10 juli 2025

Virgawan Adrian noes
2202317006

**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 PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Transformasi Teknologi Otomotif Menuju Sistem Tenaga Ramah Lingkungan.....	5
2.2 Sistem Hybrid Paralel: Prinsip Kerja dan Keunggulannya	6
2.2.1 Prinsip Kerja Sistem <i>Hybrid</i> Paralel	7
2.2.2 Algoritma Manajemen Energi Berbasis Sensor	7
2.2.3 Keunggulan Sistem <i>Hybrid</i> Paralel.....	8
2.2.4 Fleksibilitas dalam Pengaturan Desain untuk Kendaraan Ringan	9
2.3 Desain Energi dan Optimasi Komponen dalam Sistem <i>Hybrid</i>	9
2.3.1 Optimasi Ukuran Komponen dalam Sistem Hibrid	9
2.3.2 Pertimbangan Desain Mekanis	10
2.3.3 Peran Algoritma Manajemen Energi Cerdas	10
2.4 Kendaraan Skuter di Wilayah Urban: Studi Kasus Honda BeAT 110 eSP 10	
2.4.1 Tinjauan Desain Eksisting Honda BeAT 110 eSP.....	11
2.4.2 Rasional Integrasi Sistem Hibrid Paralel.....	11



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

2.4.3	Rasional Integrasi Sistem Hibrid Paralel.....	12
2.4.4	Tantangan Desain Mekanis dan Solusinya.....	12
2.5	Celah Penelitian dan Kebaruan Studi	13
BAB III METODE PENELITIAN		15
3.1	Jenis Penelitian	15
3.2	Lokasi Penelitian	16
3.3	Tahapan Penelitian dan Rancangan Umum.....	16
3.4	Parameter yang Diamati dan Diukur	16
3.5	Model dan Rancangan Penelitian	17
3.6	Teknik Analisis Data	18
3.7	Spesifikasi Komponen Sistem Hybrid	18
3.7.1	Motor Listrik BLDC Hub.....	18
3.7.2	Baterai	19
3.7.3	Controller & Debugging Configuration	20
3.7.4	Konfigurasi controller menggunakan <i>Software</i> VOTOL EM-V3	22
BAB IV PEMBAHASAN.....		30
4.1	Perancangan	30
4.1.1	Modifikasi <i>Arm</i> dan Dudukan Knalpot.....	30
4.1.2	Integrasi Sistem dan Wiring Diagram.....	30
4.1.3	Kesimpulan konfigurasi votol EM-V3.....	32
4.2	Analisis Dampak System <i>Hybrid</i>	32
4.2.2	Pengaruh terhadap Emisi Gas Buang	33
4.2.3	Perbandingan Torsi Mesin Konvensional dan Mode Listrik	33
4.2.5	Estimasi Jarak Tempuh Berdasarkan Mode Penggunaan	34
4.3	Analisis Simulasi Konsumsi Energi Dan Pembebanan Tambahan Motor Listrik Mode <i>Hybrid</i>	35
4.3.3	Estimasi Energi Total dan Efisiensi Sistem.....	37
4.3.4	Distribusi Massa Tiap Komponen	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....		42
LAMPIRAN.....		46



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 2. 1 Studi terdahulu tentang Sistem Hybrid pada Kendaraan Roda Dua.....	13
Tabel 3. 1 Tahapan Penelitian dan Rancangan Umum.....	16
Tabel 3. 2 Parameter Pengukuran.....	16
Tabel 3. 3 Tabel Spesifikasi.....	18
Tabel 3. 4 Spesifikasi Baterai.....	19
Tabel 3. 5 Spesifikasi BMS.....	20
Tabel 3. 6 Spesifikasi Controller.....	21
Tabel 3. 7 Basic Setting.....	23
Tabel 3. 8 Pengaturan Throttle.....	24
Tabel 3. 9 Setingan page 3	25
Tabel 3. 10 Konfigurasi Halaman 2	26
Tabel 3. 11 Spesifikasi Mode Kecepatan	27
Tabel 3. 12 Keterangan Display	28
Tabel 4. 1 Emisi Gas Buang.....	33
Tabel 4. 2 Perbandingan Konvensional dan Listrik	33
Tabel 4. 3 Distribusi Daya Listrik.....	35
Tabel 4. 4 jarak tempuh daya konvensional & hybrid	35

**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 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	15
Gambar 3. 2 Desain Motor Hybrid	17
Gambar 3. 3 Motor Listrik Tipe QS 3Kw	19
Gambar 3. 4 BMS JK 60V & Gambar Battery LI-ion 60v 27Ah	20
Gambar 3. 5 Controller Votol EM 100 (source spare part gallery)	21
Gambar 3. 6 Kabel Debugging & Software Votol Bagian Display	22
Gambar 3. 7 Halaman 1 Software VOTOL EM-V3	23
Gambar 3. 8 Tampilan Software VOTOL Page 3	25
Gambar 3. 9 Controller Setting Halaman 2.....	26
Gambar 3. 10 Software Votol EM-V3 Halaman Display	28
Gambar 3. 11 Halaman Port Setting	29
Gambar 4. 1 Pemasangan Controller	31
Gambar 4. 2 kabel Input Controller	31
Gambar 4. 3 Wiring Diagram Kelistrikan Moto Lisrik & System Control Hybrid	32
Gambar 4. 4 Pengujian Torsi dan RPM	33
gambar 4. 5 Data Grafik Pengujian Torsi Motor Konvensional & Listrik.....	34
Gambar 4. 6 Grafik Tegangan Throttle Terhadap Waktu	36
Gambar 4. 7 Grafik Arus dan Daya Terhadap Waktu.....	37
Gambar 4. 8 Distribusi Massa Tiap Komponen & Grafik Posisi Titik Berat Berdasarkan Sumbu (Sumber MATLAB).....	38

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 komponen pendukung motor hybrid.....	46
Lampiran 2 Pengujian Baterai.....	47
Lampiran 3 Pengujian Emisi.....	47
Lampiran 4 Pengujian Torsi & Akselerasi Menggunakan Dyno Test	48
Lampiran 5 Proses pengujian distribusi beban & throttle menggunakan software web MATLAB.....	48
Lampiran 6 Proses Perancangan Prototype.....	49





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

Transformasi teknologi otomotif global saat ini difokuskan pada peningkatan efisiensi energi dan pengurangan emisi gas buang, seiring meningkatnya regulasi lingkungan dan kesadaran akan keberlanjutan[1],[2]. Sistem tenaga hybrid—terutama yang mengintegrasikan mesin pembakaran dalam (Internal Combustion Engine/ICE) dengan motor listrik—menjadi solusi yang menjanjikan. Sistem ini memungkinkan pemanfaatan optimal dua sumber tenaga dengan prinsip kerja saling melengkapi: motor listrik mengambil alih saat beban rendah dan ICE beroperasi saat beban tinggi, sehingga meningkatkan efisiensi bahan bakar dan menurunkan emisi [3], [4]. Efisiensi ini diperoleh melalui sistem manajemen energi yang cerdas, distribusi torsi adaptif, serta penerapan teknologi regeneratif pada saat deselerasi [5], [6]. Permasalahan Terkait kendaraan perkotaan, jika diperhatikan dengan seksama sistem ini tidak hanya memenuhi tuntutan efisiensi energi, tetapi juga memberikan kenyamanan berkendara melalui akselerasi halus dan operasi mesin yang minim kebisingan.

Di Indonesia, khususnya di kawasan urban dengan tingkat kemacetan tinggi, sepeda motor menjadi moda transportasi utama karena efisiensi, fleksibilitas, dan keterjangkauannya. Honda BeAT 110 eSP, sebagai skuter matik terlaris di Indonesia, telah menerapkan berbagai teknologi efisiensi seperti eSP, ACG starter, PGM-FI, dan V-Matic transmission yang menghasilkan konsumsi bahan bakar sekitar 45–48,5 km/liter dalam laporan Astra Honda Motor, 2023. Namun, potensi untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi masih terbuka, khususnya melalui integrasi sistem hybrid. Pendekatan sistem tenaga hybrid paralel, di mana motor listrik dan ICE dapat beroperasi bersamaan atau bergantian, dipandang relevan untuk kondisi stop-and-go di lalu lintas perkotaan Indonesia. Namun, penerapannya pada kendaraan roda dua seperti Honda BeAT memunculkan tantangan teknis seperti peningkatan bobot kendaraan, keterbatasan ruang, dan kompleksitas sistem kontrol daya [7],[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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Studi sebelumnya banyak difokuskan pada pengembangan sistem hybrid untuk kendaraan roda empat, dengan dukungan arsitektur ruang dan beban kendaraan yang memungkinkan penggunaan baterai besar dan sistem kontrol kompleks [4], [5]. Sedikit penelitian yang mengkaji implementasi sistem hybrid paralel pada kendaraan roda dua, khususnya untuk kelas skuter ringan seperti Honda BeAT. Gap penelitian terletak pada minimnya eksplorasi integrasi sistem hybrid paralel pada skala dan konfigurasi sepeda motor urban yang memiliki keterbatasan ruang dan tuntutan efisiensi tinggi. Penelitian ini menawarkan kebaruan dalam bentuk desain konseptual dan evaluasi teknis sistem tenaga hybrid paralel khusus untuk skuter matik ringan, termasuk analisis manajemen energi dan implikasi kinerja terhadap efisiensi bahan bakar, akselerasi, emisi, dan kenyamanan berkendara.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi sistem tenaga hybrid paralel pada Honda BeAT 110 eSP sebagai alternatif solusi teknis yang dapat meningkatkan efisiensi energi, mengurangi emisi, dan mempertahankan kenyamanan serta performa kendaraan dalam konteks penggunaan urban. Penelitian ini diharapkan berkontribusi terhadap pengembangan sistem tenaga *hybrid* skala mikro yang fleksibel secara teknis dan ekonomis untuk sepeda motor ringan. Hasil penelitian juga akan memberikan masukan praktis bagi industri otomotif dan peneliti lain dalam merancang sistem *hybrid* yang kompatibel dengan kondisi operasional dan karakteristik kendaraan roda dua di negara berkembang seperti Indonesia.

1.2 Rumusan dan Batasan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana sistem hybrid paralel dapat diterapkan secara teknis pada motor Honda BeAT 110 eSP?
2. Apa dampak yang dihasilkan dari penerapan sistem hybrid paralel terhadap kondisi sebelumnya dengan mengacu, efisiensi, kecepatan dan kenyamanan berkendara?
3. Apa saja tantangan teknis dan rekayasa dalam pengembangan sistem hybrid paralel pada sepeda motor ringan, dan bagaimana solusi yang



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - 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

memungkinkan?

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Pada penelitian ini digunakan dengan menggunakan motor jenis BLDC Tipe hub merek QS Motor bertenaga 3kW
2. Sumber tenaga yang digunakan menggunakan baterai *pack* lifepo 4 dengan tenaga 60v, 27 Ah
3. Penelitian dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh penerapan sistem tenaga hybrid dapat membantu motor bensin.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari Penelitian ini, yaitu:

1. Mendeskripsikan dan merancang model sistem hybrid paralel yang sesuai secara teknis pada motor Honda BeAT 110 eSP.
2. Menganalisis dampak penerapan sistem hybrid paralel terhadap efisiensi bahan bakar, emisi gas buang,
3. Mengidentifikasi tantangan teknis dalam integrasi sistem hybrid pada motor ringan serta merumuskan solusi berbasis rekayasa sistem yang aplikatif.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat yang dapat dijelaskan dalam tugas akhir ini adalah

1. Mengetahui perubahan yang terjadi pada motor hybrid
2. Memperoleh hasil data seperti emisi, kecepatan, jarak tempuh dari tenaga hybrid
3. Menjadi referensi bagi penulis yang ingin mengembangkan penelitian yang serupa

1.5 Sistematika Penulisan

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini diuraikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

2. BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Pada bagian ini diuraikan beberapa landasan teori dan hasil penelitian sebelumnya



© 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

3. BAB III METODE PENELITIAN

Pada bagian ini akan diuraikan metode penelitian, spesifikasi peralatan yang akan dipakai dalam pengujian, cara pengujian, dan data yang diambil.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini dibahas tentang perhitungan dan analisis dari data yang didapat dari hasil penelitian.

5. BAB V PENUTUP

Pada bagian ini berisi kesimpulan hasil penelitian serta saran saran konstruktif untuk penelitian selanjutnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

Pada bagian ini berisi sumber sumber yang didapatkan dalam penulisan buku tugas akhir ini

7. LAMPIRAN

Pada bagian ini terdapat gambar-gambar ataupun data-data penting yang tidak dilampirkan didalam kelima bab diatas.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis terhadap sistem tenaga **hybrid paralel pada sepeda motor Honda BeAT 110 eSP**, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Rekayasa *system hybrid* berhasil dilakukan dengan modifikasi velg roda belakang pada bagian center dengan 3 *ulir screw* berukuran 12 milimeter dan bantuan dari bracket arm tambahan, Bracket tambahan dibuat dengan bahan baja ringan ketebalan 6 milimeter, sebagai tumpuan BLDC Motor dan Penopang Exhaust, Penempatan *controller* terletak pada bagian bagasi motor, dan penempatan baterai berada di step depan pengemudi bagian Tengah guna memberikan distribusi beban yang merata.
2. Penerapan sistem *hybrid* paralel pada sepeda motor Honda BeAT 110 eSP menunjukkan peningkatan efisiensi bahan bakar yang signifikan, dengan jarak tempuh maksimum mencapai 92 km per pengisian daya dan bahan bakar, dibandingkan 38 km sebelum modifikasi. Kombinasi tenaga listrik dan mesin konvensional menghasilkan peningkatan torsi lebih dari tiga kali lipat pada RPM rendah, yang berdampak pada respons akselerasi yang lebih baik. Selain itu, hasil pengujian emisi menunjukkan bahwa saat menggunakan mode listrik, gas buang seperti CO dan HC tidak terdeteksi, mengindikasikan bahwa sistem *hybrid* ini berpotensi menurunkan emisi secara signifikan terutama pada kondisi *stop-and-go*.
3. Integrasi sistem *hybrid* pada kendaraan ringan seperti Honda BeAT menghadirkan tantangan teknis seperti keterbatasan ruang pemasangan komponen, peningkatan beban kendaraan, dan kebutuhan kalibrasi *controller* yang presisi. Untuk mengatasi hal ini, dilakukan pendekatan rekayasa modular dengan sistem kelistrikan independen antara motor

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

listrik dan mesin bensin seperti yang tertera pada gambar 4.3(2). Strategi ini memungkinkan sistem bekerja secara paralel tanpa saling mengganggu, serta mempermudah perawatan dan penggantian komponen. Penempatan baterai dan controller juga dirancang untuk menjaga keseimbangan distribusi massa, sehingga tidak mengganggu stabilitas berkendara

5.2 Saran

Upaya pengembangan lebih lanjut dan penerapan sistem hybrid paralel yang lebih optimal pada sepeda motor ringan, berikut beberapa saran berdasarkan hasil pengujian dan pengalaman langsung selama penelitian:

1. Gunakan Motor BLDC yang Mendukung Arah Putaran Dua Arah dan Self-Learning

Pada prototipe ini, motor BLDC yang digunakan tidak mendukung pengaturan arah putaran melalui controller (*self-learning*). Di negara indonesia motor BLDC yang terkenal dan beredar di masyarakat ada beberapa tipe namun yang paling terkenal ialah merek, QS, YUMA, buatan cina, dikarenakan opsi yang ditawarkan hanya dua merek tersebut, pemilihan komponen dilakukan dengan mengamati penelitian sebelumnya dan pengamatan yang ada di lapangan, pada *prototype* sayangnya motor mendukung pengaturan *self-learning*, sehingga pengaturan arah putar dilakukan secara manual melalui perubahan *Hall Shift Angle*. Akibatnya, RPM sistem terbaca negatif dan menyebabkan **motor bekerja berlawanan arah desain pabrik**, menyebabkan **patah as motor**. Oleh karena itu, sangat disarankan memilih & meneliti motor BLDC yang sudah mendukung pengaturan arah putaran secara software dan memiliki fitur *auto-detection*.

2. Siapkan Komponen Cadangan dan Dokumentasi Teknis Lengkap

Prototipe sebaiknya dilengkapi dengan komponen cadangan (terutama motor, *controller*, dan baterai) serta dokumentasi wiring dan konfigurasi controller agar memudahkan *troubleshooting* jika terjadi kerusakan.



© 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

3.

Perlu Pengujian Ketahanan Jangka Panjang

Sistem *hybrid* paralel perlu diuji dalam kondisi penggunaan jangka panjang, termasuk beban penuh, tahanan, dan lalu lintas padat. Ini penting untuk menilai umur pakai komponen rekayasa seperti *arm*, *bracket*, dan sistem kelistrikan.

4.

Rancang Sistem agar Modular dan Mudah Dibongkar

Mengingat sistem *hybrid* masih dalam tahap pengembangan, maka desain komponen sebaiknya modular dan mudah dilepas-pasang. Hal ini akan mempercepat proses perbaikan dan iterasi desain ke versi berikutnya.





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 PUSTAKA

- [1] N. Lutsey, "Comparison of Emissions, Energy, and Cost Impacts of Diesel and Hybrid Models in the United States in 2010," *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, vol. 2252, no. 1, pp. 40–48, 2011, doi: 10.3141/2252-06.
- [2] C. Vonbun, "Impactos ambientais e econômicos dos veículos elétricos e híbridos," *Textos para Discussão*, p. 48, 2015.
- [3] S. D. Pinto and G. Mantriota, "A Simple Model for Compound Split Transmissions," in *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part D Journal of Automobile Engineering*, 2013, pp. 549–564. doi: 10.1177/0954407013510897.
- [4] K. Kim *et al.*, "A component-sizing methodology for a hybrid electric vehicle using an optimization algorithm," *Energies*, vol. 14, no. 11, p. 3147, 2021, doi: 10.3390/en14113147.
- [5] C. Mi, M. A. Masrur, and D. W. Gao, "HEV Component Sizing and Design Optimization," *Hybrid Electr. Veh.*, pp. 385–412, 2011, doi: 10.1002/9781119998914.ch13.
- [6] C.-T. Chung and Y.-H. Hung, "Performance and Energy Management of a Novel Full Hybrid Electric Powertrain System," *Energy*, vol. 89, pp. 626–636, 2015, doi: 10.1016/j.energy.2015.05.151.
- [7] Y. G. Liao and D. Fu, "Educational tool development of an electric drivetrain bench unit," in *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, 2011. doi: 10.18260/1-2--17807.
- [8] P. Iodice, E. Fornaro, and M. Cardone, "Hybrid Propulsion in SI Engines for New Generation Motorcycles: A Numerical-Experimental Approach to Assess Power Requirements and Emission Performance," *Energies*, vol. 15, no. 17, 2022, doi: 10.3390/en15176312.
- [9] M. Engels, M. Jakoby, T. Fahrbach, and J. Andert, "Hybridisation Concept of Light Vehicles Utilising an Electrified Planetary Gear Set," *Vehicles*, vol. 5, no. 4, pp. 1622–1633, 2023, doi: 10.3390/vehicles5040088.
- [10] D. Loukakou, P. Chetangny, H. Soufan, F. Dubas, C. Espanet, and V. Soussou Houndedako, "Regenerative braking in a small low cost plug-in hybrid electric vehicle for urban use," *2013 8th Int. Conf. Exhib. Ecol. Veh. Renew. Energies, EVER 2013*, 2013, doi: 10.1109/EVER.2013.6521540.
- [11] K. Parczewski and H. Wnęk, "Analysis of Energy Flow in Hybrid and Electric-Drive Vehicles," *Energies*, vol. 17, no. 8, p. 1915, 2024, doi: 10.3390/en17081915.
- [12] G. Köst and A. Nierychlok, "Virtual Driver of Hybrid Wheeled 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Solid State Phenom.*, vol. 180, pp. 39–45, 2011, doi: 10.4028/www.scientific.net/ssp.180.39.
- [13] E. Listijorini, I. N. Sutantra, and B. Sampurno, “Pengembangan Teknologi Pengendali Switching Pada Kendaraan Hybrid Roda Dua,” *Semin. Nas. Pascasarj. X-ITS*, no. 979, pp. 22–27, 2010.
- [14] M. Ehsani, Y. Gao, and J. M. Miller, “Hybrid electric vehicles: Architecture and motor drives,” *Proc. IEEE*, vol. 95, no. 4, pp. 719–728, 2007, doi: 10.1109/JPROC.2007.892492.
- [15] E. Permata and S. Irawan, “Perancangan Electric System Power Switch Pada Kendaraan Hybrid Roda Dua Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA 8535,” *SinarFe7*, pp. 69–74, 2018, [Online]. Available: <https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/view/509>
- [16] M. Safi’i *et al.*, “Edukasi Pemanfaatan dan Pemberdayaan Limbah Rumah Tangga dalam Pembuatan Panel Surya Untuk Mendukung Industri UMKM di Kelurahan Bergaslor, Semarang,” *J. Pengabd. Kpd. Masy. Nasant.*, vol. 5, no. 3, pp. 3512–3520, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jpkm/article/view/3516>
- [17] E. Ismail, M. Mulyono, and T. Trisyono, “Techno POL4T sebagai Teknologi Alternatif terhadap Kebersihan Lingkungan Area Pantai,” *J. Mek. Terap.*, vol. 5, no. 1, pp. 59–64, 2024, doi: 10.32722/jmt.v5i1.6416.
- [18] S. Sugiyarto, “The Development of Work Based Learning Kolaboratif (WBL-K) Model to Improve Automotive Maintenance Competence in Community Colleges,” *J. Vocat. Career Educ.*, vol. 5, no. 2, pp. 103–106, 2020, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jvce>
- [19] Ahmad Fauzi, “Analisa Konsumsi Daya Motor Listrik Pada Sepeda Motor Hybrid Dengan Variasi Laju Kecepatan Berbasis Microcontroller,” *Skripsi*, pp. 1–108, 2020.
- [20] J. Fox, G. Battaglini, and C. Antczak, “(12) Patent Application Publication (10) Pub. No.: US 2013/0168171 A1,” vol. 1, no. 19, 2013.
- [21] T. Tsutsumizaki, “(12) Patent Application Publication (10) Pub. No.: US 2011/0073401 A1,” vol. 1, no. 19, 2011.
- [22] D. W. Utama, K. Dharmabakti, and A. Aziz, “Sistem Kontrol Pada Kendaraan Roda Dua Berpenggerak Hibrida,” *Poros*, vol. 12, no. 2, p. 160, 2014, doi: 10.24912/poros.v12i2.569.
- [23] N. Murgovski, L. Johannesson, J. Sjöberg, and B. Egardt, “Component Sizing of a Plug-in Hybrid Electric Powertrain via Convex Optimization,” *Mechatronics*, vol. 22, no. 1, pp. 106–120, 2012, doi: 10.1016/j.mechatronics.2011.12.001.
- [24] M. Pourabdollah, N. Murgovski, A. Grauers, and B. Egardt, “Optimal

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

- Sizing of a Parallel PHEV Powertrain,” *Ieee Trans. Veh. Technol.*, vol. 62, no. 6, pp. 2469–2480, 2013, doi: 10.1109/tvt.2013.2240326.
- [25] S. Racewicz, P. Kazimierczuk, B. Kolator, and A. Olszewski, “Use of 3 kW BLDC motor for light two-wheeled electric vehicle construction,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 421, no. 4, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/421/4/042067.
- [26] N. Masudi, “Desain Controller Motor Bldc Untuk Meningkatkan Performa (Daya Output) Sepeda Motor Listrik,” pp. 1–65, 2014.
- [27] C. Vonbun, “Impactos Ambientais E Econômicos Dos Veículos Elétricos E Híbridos Plug-in: Uma Revisão Da Literatura,” *(Syn)thesis*, vol. 8, no. 2, 2017, doi: 10.12957/synthesis.2015.30472.
- [28] G. Galinggas, G. Sudarmawan, D. Muhammad, and H. Tullah, “Rancang Bangun Frame Penyangga Sebagai Dudukan Motor Hybrid Dengan Memodifikasi Motor Mio Soul,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Mesin Politek. Negeri Jakarta*, pp. 1269–1275, 2022, [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [29] R. Siswoyo, T. Agusrianto, P. A. Rizki, H. A. Zakia, and ..., “Penerapan Teknologi Hybrid Pada Kendaraan Sepeda Motor 4 Langkah Berkapasitas 100 Cc Dengan Menggunakan Alternator,” *Library.Upnvj.Ac.Id*, vol. 25, pp. 22–28, 2014, [Online]. Available: http://library.upnvj.ac.id/pdf/artikel/Majalah_Ilmiyah_UPN/bw-vol25-no1-mar2014/22-28.pdf
- [30] B. Dilla, B. Widi, S. Wilyanti, A. Jaenul, Z. M. Antono, and A. Pangestu, “Implementasi Solar Charge Controller Untuk Pengisian Baterai Dengan Menggunakan Sumber Energi Hybrid Pada Sepeda Motor Listrik,” *J. Edukasi Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 128–135, 2022, doi: 10.21831/jee.v6i2.53327.
- [31] A. W. Pangestu and I. N. Sutantra, “Studi Analisis Kinerja Sistem Rem Regeneratif pada Sepeda Motor Hybrid dengan Konfigurasi Seri,” *J. Tek. ITS*, vol. 9, no. 2, pp. 193–198, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v9i2.55457.
- [32] Y. S. Fernanda, ..., *Sistem Tenaga, Konsumsi Energi, dan Regenerative Brake pada Honda Vario 125 PGM-FI dengan Penambahan Motor Listrik sebagai Penggerak Kendaraan* 2020. [Online]. Available: <https://repository.its.ac.id/80373/>
- [33] F. Zainuri *et al.*, “Electric Vehicle Conversion Study for Sustainable Transport,” *Recent Eng. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 02, pp. 18–24, 2023, doi: 10.59511/riestech.v1i02.15.
- [34] M. S. Rahmat, F. Ahmad, A. K. M. Yamin, V. R. Aparow, and N. Tamaldin, “Modeling and Torque Tracking Control of Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM) for Hybrid Electric Vehicle,” *Int. J. Automot.*



© 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

Mech. Eng., vol. 7, pp. 955–967, 2013, doi:
10.15282/ijame.7.2012.12.0077.

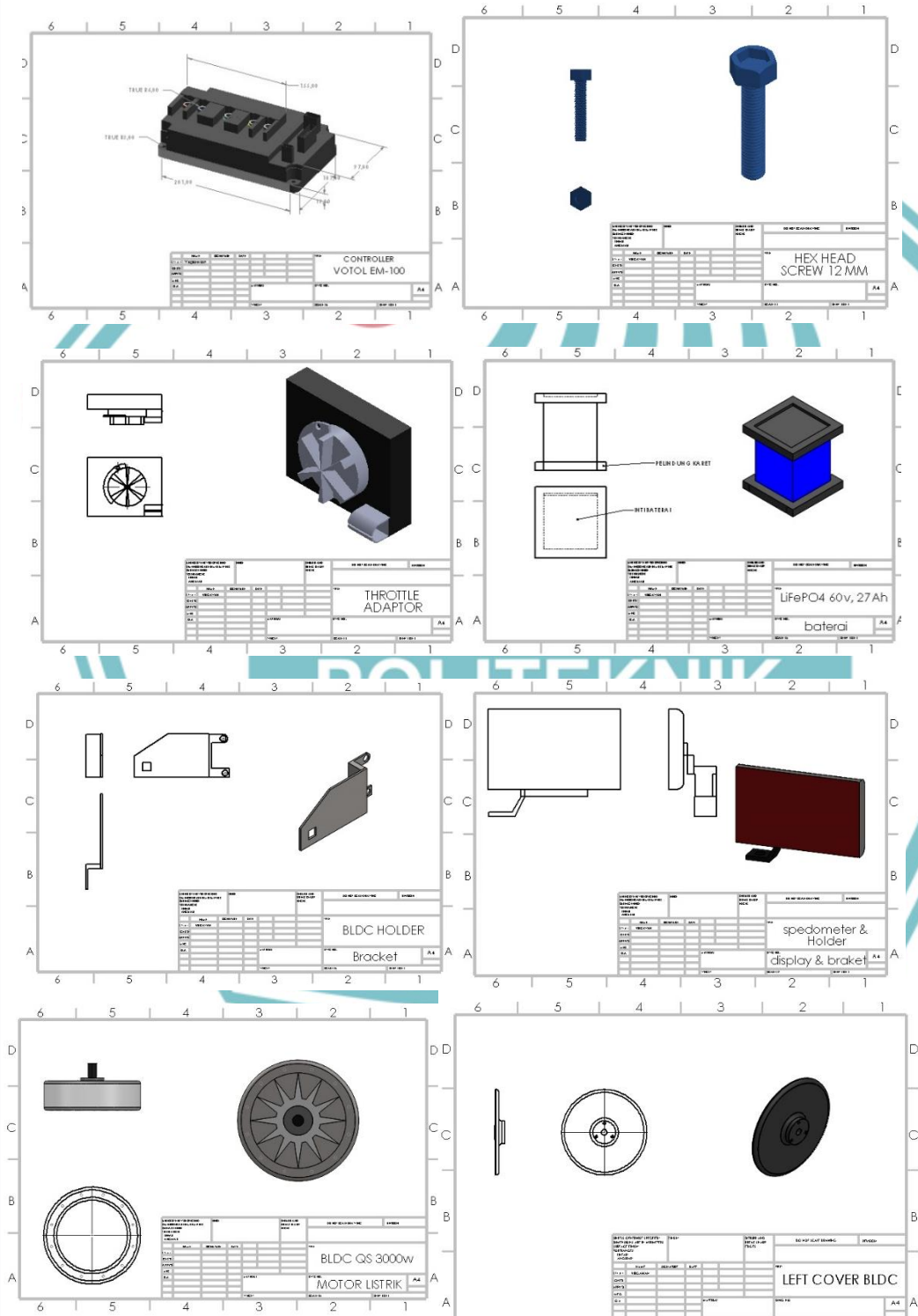


LAMPIRAN

Lampiran 1 komponen pendukung motor hybrid

Hak Cipta :

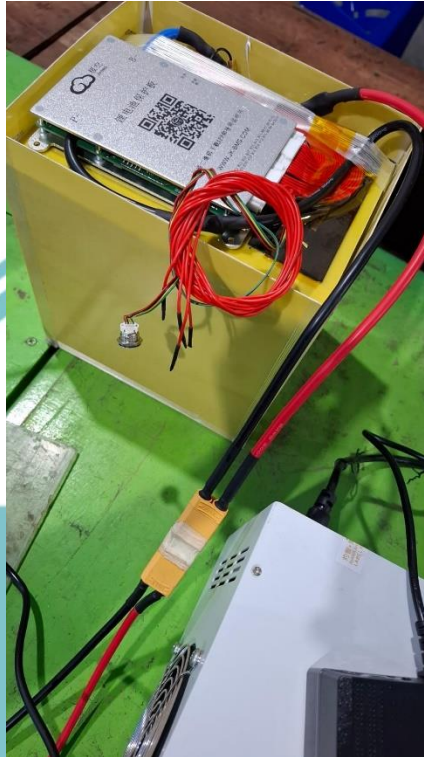
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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 2 Pengujian Baterai



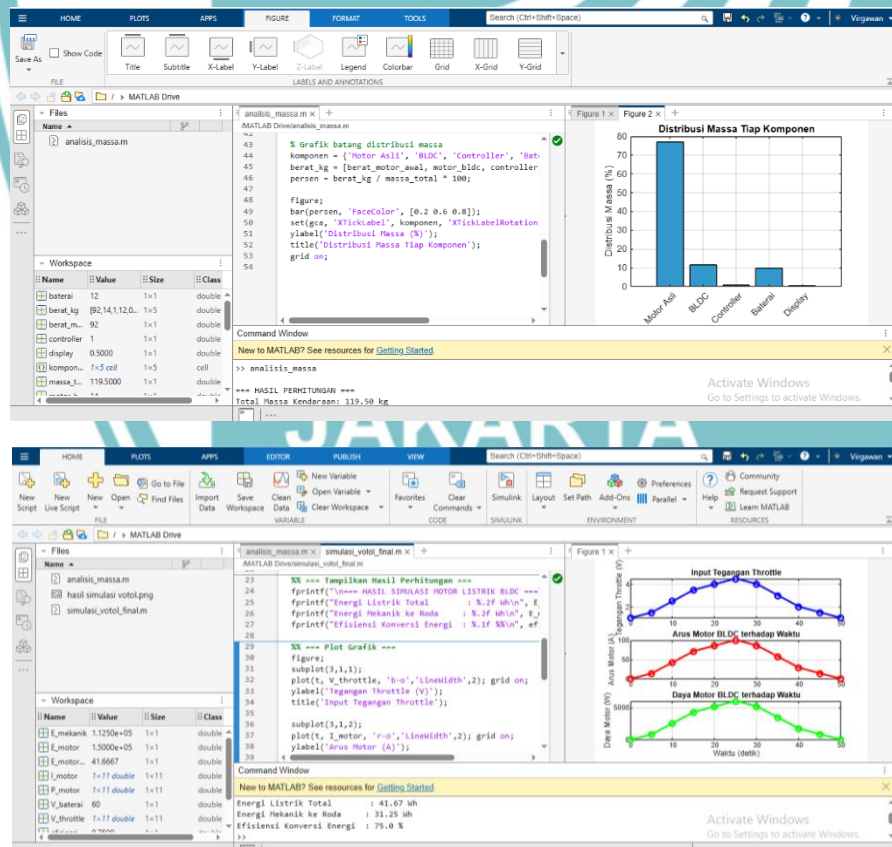
Lampiran 3 Pengujian Emisi



Lampiran 4 Pengujian Torsi & Akselerasi Menggunakan Dyno Test



Lampiran 5 Proses pengujian distribusi beban & throttle menggunakan software web MATLAB



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 6 Proses Perancangan Prototype



Lampiran 6 Gambar 6.1 menunjukkan Pemolesan Left cover BLDC guna menghubungkan anatara BLDC dan velg belakang



Lampiran 6 Gambar 6.1 pembuatan *drat velg*

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 6 Gambar 6.3 pembuatan drat pada *left cover* BLDC



Lampiran 6 Gambar 6.4 pengujian kecocokan *left cover* dengan *Velg*

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 6 Gambar 6.5 BLDC yang terpasang sempurna dengan *Custom Arm*

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA