



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**PERANCANGAN DAN PENGUJIAN PERFORMA KONVERSI  
SEPEDA MOTOR *MATIC* BERBAHAN BAKAR FOSIL  
MENJADI SEPEDA MOTOR LISTRIK**

**PROYEK AKHIR**

**MICHA ANJELYA BUTAR-BUTAR  
40040221650004**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK  
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG  
AGUSTUS 2025**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**PERANCANGAN DAN PENGUJIAN PERFORMA  
KONVERSI SEPEDA MOTOR MATIC BERBAHAN  
BAKAR FOSIL MENJADI SEPEDA MOTOR  
LISTRIK DENGAN BEBAN 120 KG**

**PROYEK AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik**

**MICHA ANJELYA BUTAR-BUTAR  
40040221650004**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK  
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG  
AGUSTUS 2025**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Proyek Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang  
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : MICHA ANJELYA BUTAR-BUTAR

NIM : 40040221650004

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Michha', enclosed within a circular loop.

Tanggal : 11 Agustus 2025

## SURAT TUGAS

### SURAT TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 446/PA/RPM/II/2025

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

Nama : Micha Anjelya Butar-butur  
NIM : 40040221650004  
Judul Proyek Akhir : Perancangan dan Pengujian Performa Konversi Sepeda Motor *Matic* Berbahan Bakar Fosil Menjadi Sepeda Motor Listrik  
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Muchammad S.T., M.T.  
NIP : 197303051997021001

Isi Tugas:

Perancangan dan Pengujian Performa Konversi Sepeda Motor *Matic* Berbahan Bakar Fosil Menjadi Sepeda Motor Listrik dengan Beban 120 Kg.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 10 Maret 2025  
Ketua Prodi Sarjana Terapan  
Rekayasa Perancangan Mekanik



Sri Utami Handayani, S.T., M.T.  
NIP 197609152003122001

Tembusan:

1. Ketua Prodi
2. Bagian pengajaran
3. Mahasiswa ybs

## HALAMAN PENGESAHAN

### HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Micha Anjelya Butar-Butar  
NIM : 40040221650004  
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik  
Judul Proyek Akhir : Perancangan dan Pengujian Performa Konversi  
Sepeda Motor *Matic* Berbahan Bakar Fosil Menjadi  
Sepeda Motor Listrik dengan Beban 120 Kg

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

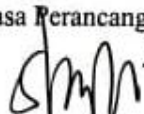
#### TIM PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Muchammad, S.T., M.T.  
Penguji I : Prof. Dr. Muchammad, S.T., M.T.  
Penguji II : Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes.  
Penguji III : Bambang Setyoko, S.T., M.Eng.



Semarang, 11 Agustus 2025

Ketua Program Studi Sarjana Terapan  
Rekayasa Perancangan Mekanik

  
Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.

NIP. 197609152003122001

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Micha Anjelya Butar-Butar  
NIM : 40040221650004  
Jurusan/Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik  
Departemen : Teknologi Industri  
Fakultas : Sekolah Vokasi  
Jenis Karya : Proyek Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Perancangan dan Pengujian Performa Konversi Sepeda Motor *Matic* Berbahan Bakar Fosil Menjadi Sepeda Motor Listrik dengan Beban 120 Kg”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal : 11 Agustus 2025

Yang menyatakan

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Micha', enclosed within a large, loopy oval stroke.

(Micha Anjelya Butar-Butar)

## MOTTO

*“Lebih baik berlindung pada TUHAN dari pada percaya kepada manusia.”*

-Mazmur 118:8-

*"Janganlah kamu sesat: Pergaulan yang buruk merusakkan kebiasaan yang baik."*

-1 Korintus 15:33-

*“Untuk segala sesuatu ada masanya, untuk apapun di bawah langit ada waktunya.”*

-Pengkhotbah 3:1-

*"Besi menajamkan besi, orang menajamkan sesamanya."*

-Amsal 27:17-

*"Ia membuat segala sesuatu indah pada waktunya, bahkan Ia memberikan kekekalan dalam hati mereka. Tetapi manusia tidak dapat menyelami pekerjaan yang dilakukan Allah dari awal sampai akhir."*

-Pengkhotbah 3:11-

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan kasih karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir dengan judul “PERANCANGAN DAN PENGUJIAN PERFORMA KONVERSI SEPEDA MOTOR *MATIC* BERBAHAN BAKAR FOSIL MENJADI SEPEDA MOTOR LISTRIK DENGAN BEBAN 120 KG” dengan baik. Laporan proyek akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan perkuliahan Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Universitas Diponegoro Semarang. Pelaksanaan proyek akhir kemudian dilaporkan dalam bentuk laporan sebagai pertanggungjawaban kepada pihak program studi.

Melalui proyek akhir ini, saya dapat menyalurkan banyak ilmu yang diperoleh di bangku kuliah lalu diterapkan ke dalam sebuah simulasi pemodelan di proyek akhir ini.

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
2. Ibu Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Dr. Muchammad, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan kepada saya dalam pelaksanaan proyek dan penulisan laporan Proyek Akhir.
4. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes. dan Bambang Setyoko, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji I dan Penguji II dalam Sidang Proyek Akhir ini.

5. Seluruh dosen dan staff pengajar Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik.
6. Bapak Antoni Butar-Butar dan Ibu Risma Sihombing, atas jasanya dalam memberikan *support* secara materi dan psikologis kepada saya, yang tentunya mendukung saya untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan, serta tak henti menyebut saya di dalam setiap doa beliau, agar saya senantiasa dalam lindungan dan berkat Tuhan.
7. Kakak dan Adik saya, atas nama Erisa Antheresya Butar-Butar dan Joshep Surya Mananti Butar-Butar, yang selalu tetap menjadi penenang Orang Tua ketika saya jauh dari sisi mereka.
8. Teman seperjuangan tim Proyek Akhir saya, Galang Setyo Nugroho, karena telah bekerja sama dengan saya dalam menyelesaikan proyek akhir ini.
9. Callasaro Sispa, teman petualang saya dalam merantau di Semarang. Sosok yang selalu menjadi rekan curah pendapat, sehingga membuat saya dapat berkembang dalam personal dan pemikiran. Tanpa hadirnya sosok beliau dalam mewarnai hidup saya, saya tak akan dapat berkembang secepat ini.
10. Paradise 2021, pertemanan yang membersamai saya di Semarang dan menghibur saya ketika merasa lemah, kesepian dan stres.
11. Teman paling berjasa bagi saya di Generator 2021, atas nama Agnes Natalia Ayu Larasati dan Beta Maisaroh, yang selalu membersamai saya ketika masa sulit dan senantiasa mengerti saya ketika melakukan kesalahan. Terimakasih atas kehadirannya di kehidupan saya dan mewarnai kehidupan perkuliahan saya, sehingga meninggalkan kesan yang indah.

12. Delapan orang dari Perempuan RPM angkatan 2021, yang juga turut mewarnai kehidupan perkuliahan saya. Teman-teman yang tak pernah meninggalkan saya ketika saya merasa sendiri dan tetap mengulurkan tangan ketika saya kesulitan.
13. Semua pihak yang terlibat dalam Penyusunan Laporan Proyek Akhir ini.
14. *Last but not least*, saya ingin berterimakasih kepada diri saya sendiri, atas nama Micha Anjelya Butar-Butar. Terimakasih sudah berjuang dalam kehidupanmu. Terimakasih telah senantiasa berkembang dan tidak mau menjadi sosok yang tertinggal. Terimakasih karena sudah kokoh dalam prinsip hidupmu. Terimakasih karena sudah berani menjalani semua lika-liku kehidupanmu. Terimakasih karena senantiasa melibatkan Tuhan Yesus Kristus dalam perjalananmu. Hiduplah dengan bahagia pada langkahmu yang selanjutnya.

Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan keterbatasan ilmu dalam penyusunan laporan ini, maka segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Saya berharap, semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan, diberi balasan kebajikan. Amin. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan para pembaca secara umum, baik dari kalangan akademis maupun yang lain.

Semarang, 11 Agustus 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Micha', enclosed within a large, loopy oval stroke.

Micha Anjelya Butar-Butar

## ABSTRAK

### PERANCANGAN DAN PENGUJIAN PERFORMA KONVERSI SEPEDA MOTOR *MATIC* BERBAHAN BAKAR FOSIL MENJADI SEPEDA MOTOR LISTRIK DENGAN BEBAN 120 KG

Kualitas udara mengalami perubahan signifikan diakibatkan oleh pencemaran udara. Kendaraan bermotor berbahan bakar fosil menjadi salah satu penyumbang utama zat pencemar udara di Indonesia, terutama sepeda motor. Dengan banyaknya sepeda motor berbahan bakar fosil menyebabkan kenaikan harga pada bahan bakar, dikarenakan cadangan minyak bumi semakin menipis. Proyek ini akan membahas perancangan konversi sepeda motor *matic* berbahan bakar fosil menjadi sepeda motor listrik yang bertujuan untuk membandingkan performa dan ekonomis antara sepeda motor berbahan bakar fosil dan listrik. Konversi dilakukan pada sepeda motor Mio *Smile* menggunakan BLDC 800 Watt dengan jenis *Hub* dan ditenagai oleh baterai *lithium-ion* 60 Volt 16,3 Ah. Sepeda motor ini diuji dengan 2 metode, yaitu pengujian jalan, dimana ada 2 variasi beban, yaitu 1 orang (60 kg) dan 2 orang (120 kg), serta pengujian performa sepeda motor dengan metode *dyno test*. Hasil *dyno test* menunjukkan adanya penurunan daya secara signifikan dari  $\pm 5,2$  HP menjadi  $\pm 0,9$  HP setelah konversi. Namun, nilai torsi motor listrik tetap kompetitif, bahkan lebih tinggi pada beberapa percobaan. Sepeda motor listrik hasil konversi juga mampu menempuh jarak hingga 30 km dengan beban penuh pada kecepatan rata-rata 25 km/jam. Dari sisi ekonomi, penggunaan energi listrik terbukti lebih hemat kurang lebih 28,4% dibandingkan konsumsi bahan bakar fosil. Dengan demikian, konversi ini tidak hanya mendukung pengurangan emisi, tetapi juga memberikan solusi transportasi yang efisien dan ekonomis.

**Kata kunci :** konversi, baterai *lithium-ion*, BLDC, sepeda motor listrik, *dyno test*

## **ABSTRACT**

### **DESIGN AND PERFORMANCE TESTING OF THE CONVERSION OF FOSSIL-FUELED AUTOMATIC MOTORCYCLES INTO ELECTRIC MOTORCYCLES WITH A LOAD OF 120 KG**

*Air quality has undergone significant changes caused by air pollution. Fossil fuel motor vehicles are one of the main contributors to air pollutants in Indonesia, especially motorcycles. With the large number of motorcycles made from fossil fuels, causing an increase in fuel prices, because petroleum reserves are dwindling. This project will discuss the design of the conversion of fossil fuel automatic motorcycles into electric motorcycles which aims to compare the performance and economy between fossil and electric motorcycles. The conversion is done on the Mio Smile motorcycle using an 800 Watt BLDC with a Hub type and powered by a 60 Volt 16,3 Ah lithium-ion battery. The motorcycle was tested using two methods: a road test, with two load variations (one person – 60 kg, and two persons – 120 kg), and a performance test using a dynamometer (dyno test). The dyno test results showed a significant decrease in power from approximately 5,2 HP to 0,9 HP after conversion. However, the torque produced by the electric motor remained competitive, even surpassing the original in some trials. The converted electric motorcycle was also able to travel up to 30 km under full load at an average speed of 25 km/h. Economically, the use of electric energy proved to be more cost-efficient, saving around 28,4% compared to fossil fuel consumption. Thus, this conversion not only supports emission reduction but also offers an efficient and economical transportation solution.*

**Keywords:** *conversion, lithium-ion battery, BLDC, electric motorcycle, dyno test*

## DAFTAR ISI

|                                                                                           |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....                                                      | i     |
| SURAT TUGAS .....                                                                         | ii    |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                                                   | iii   |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR<br>UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS ..... | iv    |
| MOTTO .....                                                                               | v     |
| KATA PENGANTAR .....                                                                      | vi    |
| ABSTRAK .....                                                                             | ix    |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                                                     | x     |
| DAFTAR ISI.....                                                                           | xi    |
| DAFTAR TABEL.....                                                                         | xvii  |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                                       | xviii |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                                     | xxii  |
| DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL .....                                                            | xxiv  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                                                   | 1     |
| 1.1. Latar Belakang .....                                                                 | 1     |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                                                | 6     |
| 1.3. Batasan Masalah.....                                                                 | 6     |

|                              |                                                    |    |
|------------------------------|----------------------------------------------------|----|
| 1.4.                         | Tujuan .....                                       | 7  |
| 1.5.                         | Luaran .....                                       | 7  |
| 1.6.                         | Sistematika Penulisan Laporan .....                | 8  |
| 1.6.1.                       | Pendahuluan .....                                  | 8  |
| 1.6.2.                       | Tinjauan Pustaka .....                             | 8  |
| 1.6.3.                       | Metodologi .....                                   | 8  |
| 1.6.4.                       | Hasil dan Pembahasan.....                          | 9  |
| 1.6.5.                       | Kesimpulan dan Saran.....                          | 9  |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... |                                                    | 10 |
| 2.1.                         | Konversi Sepeda Motor.....                         | 10 |
| 2.2.                         | Motor Listrik .....                                | 11 |
| 2.3.                         | Motor <i>Brushless Direct Current</i> .....        | 12 |
| 2.4.                         | Baterai .....                                      | 14 |
| 2.4.1.                       | Baterai <i>Lithium-Ion</i> .....                   | 16 |
| 2.4.2.                       | Bagian Utama Pada Baterai <i>Lithium-ion</i> ..... | 17 |
| 2.4.3.                       | Kapasitas Baterai.....                             | 19 |
| 2.5.                         | Sistem <i>Charge</i> dan <i>Discharge</i> .....    | 20 |
| 2.6.                         | Kontroler Motor Listrik.....                       | 22 |
| 2.7.                         | <i>Factor of Safety</i> .....                      | 23 |
| 2.8.                         | <i>Dynamometer Test (Dyno Test)</i> .....          | 24 |
| BAB III METODOLOGI.....      |                                                    | 27 |

|        |                                                          |    |
|--------|----------------------------------------------------------|----|
| 3.1.   | Diagram Alir .....                                       | 28 |
| 3.2.   | Tahapan Penelitian .....                                 | 29 |
| 3.2.1. | Studi Literatur .....                                    | 29 |
| 3.2.2. | Perencanaan Spesifikasi .....                            | 29 |
| 3.2.3. | Pemilihan Komponen dan Pembuatan Komponen Pendukung .... | 29 |
| 3.2.4. | Proses Konversi.....                                     | 30 |
| 3.2.5. | Pengujian Sepeda Motor Listrik .....                     | 30 |
| 3.2.6. | Pengumpulan Data .....                                   | 31 |
| 3.2.7. | Analisis Data dan Pembahasan .....                       | 31 |
| 3.2.8. | Pembuatan Laporan.....                                   | 31 |
| 3.3.   | Kalkulasi Perencanaan Spesifikasi Komponen.....          | 32 |
| 3.3.1. | Gaya Pada Kendaraan .....                                | 32 |
| 3.3.2. | Kebutuhan Daya dan Tipe BLDC .....                       | 35 |
| 3.3.3. | Arus Kontinu Motor Listrik .....                         | 37 |
| 3.3.4. | Kapasitas Energi Baterai .....                           | 38 |
| 3.3.5. | Waktu Pengisian.....                                     | 40 |
| 3.4.   | Spesifikasi Sepeda Motor Mio <i>Smile</i> .....          | 40 |
| 3.5.   | Desain Konversi Mio EV .....                             | 42 |
| 3.6.   | Komponen Utama Perancangan Konversi Mio EV .....         | 44 |
| 3.6.1. | BLDC <i>Hub Ring</i> 10" 800 Watt .....                  | 44 |
| 3.6.2. | <i>Controller</i> Lingbo 40A .....                       | 45 |

|         |                                                                                                 |    |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.6.3.  | Baterai <i>Lithium-Ion</i> 60 Volt 23 Ah .....                                                  | 46 |
| 3.7.    | Komponen Pendukung Perancangan Konversi Mio EV .....                                            | 47 |
| 3.7.1.  | <i>Reducer Volt Change Converter</i> .....                                                      | 47 |
| 3.7.2.  | MCB 32 A .....                                                                                  | 48 |
| 3.7.3.  | <i>Charger Adaptor</i> 71,4 Volt 4 A .....                                                      | 49 |
| 3.7.4.  | <i>Speedometer</i> .....                                                                        | 50 |
| 3.7.5.  | <i>Throttle Gas</i> .....                                                                       | 51 |
| 3.7.6.  | Rem Cakram.....                                                                                 | 51 |
| 3.7.7.  | <i>Swing Arm</i> .....                                                                          | 55 |
| 3.7.8.  | <i>Shock Absorber</i> .....                                                                     | 59 |
| 3.7.9.  | Roda .....                                                                                      | 60 |
| 3.7.10. | Kipas DC 12 Volt.....                                                                           | 62 |
| 3.8.    | Tahapan Konversi Mio EV .....                                                                   | 63 |
| 3.8.1.  | Persiapan Alat dan Bahan .....                                                                  | 63 |
| 3.8.2.  | Pelepasan <i>Body</i> Motor Mio <i>Smile</i> .....                                              | 64 |
| 3.8.3.  | Pelepasan Mesin dan <i>Part</i> yang Tak Terpakai.....                                          | 65 |
| 3.8.4.  | Modifikasi <i>Velg</i> BLDC 10 Inchi Menjadi <i>Velg</i> Jari-Jari <i>Ring</i><br>14 Inchi..... | 66 |
| 3.8.5.  | Pembuatan dan Pemasangan <i>Swing Arm</i> Sepeda Motor Listrik ...                              | 66 |
| 3.8.6.  | Pembuatan <i>Bracket Shock Absorber</i> dan Pemasangan <i>Shock</i><br><i>Absorber</i> .....    | 67 |

|                                   |                                                                                                  |    |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.8.7.                            | Pemasangan BLDC Modifikasi Pada <i>Swing Arm</i> .....                                           | 68 |
| 3.8.8.                            | Pembuatan <i>Bracket</i> Master Rem dan Jalur Pengereman Bagian<br>Belakang.....                 | 69 |
| 3.8.9.                            | Pembuatan <i>Bracket</i> dan Pemasangan Komponen-Komponen<br>Konversi .....                      | 70 |
| 3.8.10.                           | Merangkai Kabel <i>Body</i> Baru.....                                                            | 70 |
| 3.8.11.                           | Pemasangan Kembali <i>Body</i> Motor Mio .....                                                   | 72 |
| 3.9.                              | Metode Uji Coba dengan Uji Jalan dan Menggunakan <i>Dyno Test</i> .....                          | 72 |
| 3.9.1.                            | Pengujian Jalan Sepeda Motor Sebelum Konversi .....                                              | 72 |
| 3.9.2.                            | Pengujian <i>Charging</i> dan Pengujian <i>Discharging</i> Sepeda Motor<br>Sesudah Konversi..... | 74 |
| 3.9.3.                            | <i>Dyno Test</i> Sepeda Motor Sebelum dan Sesudah Konversi .....                                 | 77 |
| 3.9.4.                            | Kalkulasi Pengujian Jalan Sepeda Motor Sebelum dan Sesudah<br>Konversi .....                     | 78 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... |                                                                                                  | 82 |
| 4.1.                              | Hasil Kalkulasi Rancangan Spesifikasi Komponen.....                                              | 82 |
| 4.2.                              | Hasil Konversi Sepeda Motor Listrik .....                                                        | 86 |
| 4.3.                              | Pengujian Jalan Sebelum dan Sesudah Konversi.....                                                | 87 |
| 4.3.1.                            | Pengujian Jalan Sebelum Konversi.....                                                            | 87 |
| 4.3.2.                            | Pengujian <i>Charging</i> Sepeda Motor Setelah Konversi .....                                    | 89 |
| 4.3.3.                            | Pengujian <i>Discharge</i> Sepeda Motor Setelah Konversi .....                                   | 89 |

|                      |                                                                                        |     |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.4.               | Hasil Kalkulasi Pengujian Jalan Sepeda Motor Sebelum dan Sesudah Konversi.....         | 91  |
| 4.4.                 | <i>Dyno Test</i> Sebelum dan Sesudah Konversi.....                                     | 94  |
| 4.4.1.               | <i>Dyno Test</i> Sebelum Konversi.....                                                 | 94  |
| 4.4.2.               | <i>Dyno Test</i> Sesudah Konversi .....                                                | 100 |
| 4.5.                 | Analisa Data .....                                                                     | 106 |
| 4.5.1.               | Analisa Pengujian Jalan .....                                                          | 106 |
| 4.5.2.               | Analisa <i>Dyno Test</i> .....                                                         | 111 |
| 4.6.                 | Analisa Perbandingan Nilai Ekonomi.....                                                | 116 |
| 4.6.1.               | Nilai Ekonomi Sepeda Motor <i>Matic</i> Sebelum Konversi.....                          | 117 |
| 4.6.2.               | Nilai Ekonomi Sepeda Motor <i>Matic</i> Sesudah Konversi .....                         | 119 |
| 4.6.3.               | Perbandingan Nilai Ekonomi Sepeda Motor <i>Matic</i> Sebelum dan Sesudah Konversi..... | 121 |
| BAB V PENUTUP.....   |                                                                                        | 122 |
| 5.1.                 | Kesimpulan .....                                                                       | 122 |
| 5.2.                 | Saran.....                                                                             | 123 |
| DAFTAR PUSTAKA ..... |                                                                                        | 124 |
| LAMPIRAN.....        |                                                                                        | 129 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 3. 1. Koefisien Gaya Gesek Kendaraan .....                                                   | 34  |
| Tabel 3. 2. Spesifikasi Sepeda Motor Smile .....                                                   | 41  |
| Tabel 3. 3. Lanjutan Spesifikasi Sepeda Motor <i>Smile</i> .....                                   | 42  |
| Tabel 3. 4. Alat-alat Proses Konversi.....                                                         | 64  |
| Tabel 3. 5. Bahan-bahan Proses Konversi .....                                                      | 64  |
| Tabel 4. 1. Rancangan Spesifikasi Perencanaan Kendaraan.....                                       | 82  |
| Tabel 4. 2. Klasifikasi Beban Kendaraan Motor Listrik yang Dirancang.....                          | 83  |
| Tabel 4. 3. Kalkulasi Perancangan Komponen .....                                                   | 83  |
| Tabel 4. 4. Lanjutan Kalkulasi Perancangan Komponen.....                                           | 84  |
| Tabel 4. 5. Kalkulasi Perencanaan Sesuai Realisasi Spesifikasi Komponen.....                       | 85  |
| Tabel 4. 6. Lanjutan Kalkulasi Perencanaan Sesuai Realisasi Spesifikasi<br>Komponen.....           | 86  |
| Tabel 4. 7. Hasil Pengujian Jalan Sepeda Motor Sebelum Konversi.....                               | 88  |
| Tabel 4. 8. Hasil Pengujian Charging Sepeda Motor Listrik .....                                    | 89  |
| Tabel 4. 9. Hasil Pengujian Discharge Sepeda Motor Setelah Konversi .....                          | 90  |
| Tabel 4. 10. Perhitungan Energi Pertalite dalam KWh.....                                           | 91  |
| Tabel 4. 11. Perbandingan Nilai Energi Pengujian Sepeda Motor Sebelum dan<br>Sesudah Konversi..... | 94  |
| Tabel 4. 12. Hasil Dyno Test Sepeda Motor Sebelum Konversi .....                                   | 95  |
| Tabel 4. 13. Hasil Dyno Test Sepeda Motor Sesudah Konversi.....                                    | 100 |
| Tabel 4. 14. Perbandingan Nilai Ekonomi Sepeda Motor Sebelum dan<br>Sesudah Konversi.....          | 121 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1. Klasifikasi Jenis Utama Motor Listrik .....         | 12 |
| Gambar 2. 2. Konstruksi Motor BLDC.....                          | 14 |
| Gambar 2. 3. Bagian-Bagian Baterai Lithium-ion .....             | 17 |
| Gambar 2. 4. Proses <i>Charging</i> dan <i>Discharging</i> ..... | 21 |
| Gambar 2. 5. Contoh Kontroler Motor Listrik.....                 | 23 |
| Gambar 3. 1. Diagram Alir Proses Konversi .....                  | 28 |
| Gambar 3. 2. Sepeda Motor Mio Smile .....                        | 41 |
| Gambar 3. 3. Desain Peletakan Komponen Mio EV .....              | 43 |
| Gambar 3. 4. Desain Modifikasi Swing Arm.....                    | 44 |
| Gambar 3. 5. BLDC Hub Ring 10” 800 Watt .....                    | 45 |
| Gambar 3. 6. Controller Lingbo 40A .....                         | 46 |
| Gambar 3. 7. Baterai Lithium-ion 60 Volt 23 Ah.....              | 47 |
| Gambar 3. 8. Reducer Volt Change Converter .....                 | 48 |
| Gambar 3. 9. MCB 32 A .....                                      | 49 |
| Gambar 3. 10. Charger Adaptor 71,4 Volt 4 A.....                 | 50 |
| Gambar 3. 11. Speedometer .....                                  | 50 |
| Gambar 3. 12. Throttle Gas.....                                  | 51 |
| Gambar 3. 13. Disc Brake .....                                   | 53 |
| Gambar 3. 14. Kaliper Cakram dan Bracket .....                   | 53 |
| Gambar 3. 15. Selang Rem .....                                   | 54 |
| Gambar 3. 16. Master Rem .....                                   | 55 |
| Gambar 3. 17. Minyak Rem.....                                    | 55 |

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3. 18. Swing Arm .....                                                | 56 |
| Gambar 3. 19. Gaya Pada Swing Arm .....                                      | 57 |
| Gambar 3. 20. Fixed Hinge Pada Swing Arm.....                                | 57 |
| Gambar 3. 21. Hasil Yield Strength dan Von Mises dari Desain Swing Arm ..... | 58 |
| Gambar 3. 22. Factor of Safety .....                                         | 58 |
| Gambar 3. 23. Shock Absorber .....                                           | 59 |
| Gambar 3. 24. Velg Ring 14 .....                                             | 60 |
| Gambar 3. 25. Jari-jari .....                                                | 61 |
| Gambar 3. 26. Ban Luar 90/90-14 .....                                        | 61 |
| Gambar 3. 27. Ban Dalam Ring 14 .....                                        | 62 |
| Gambar 3. 28. Kipas DC 12 Volt .....                                         | 63 |
| Gambar 3.29. Diagram Alir Konversi Mio EV .....                              | 63 |
| Gambar 3. 30. Pelepasan Body Sepeda Motor.....                               | 65 |
| Gambar 3. 31. Pelepasan Mesin dan Part Tak Terpakai .....                    | 66 |
| Gambar 3. 32. Modifikasi Velg BLDC .....                                     | 66 |
| Gambar 3. 33. Pembuatan Swing Arm.....                                       | 67 |
| Gambar 3. 34. Hasil Desain Swing Arm.....                                    | 67 |
| Gambar 3. 35. Pemasangan Swing Arm .....                                     | 67 |
| Gambar 3. 36. Bracket Shock Absorber .....                                   | 68 |
| Gambar 3. 37. Pemasangan Shock Absorber .....                                | 68 |
| Gambar 3. 38. Pemasangan BLDC .....                                          | 69 |
| Gambar 3. 39. Bracket Master Rem.....                                        | 69 |
| Gambar 3. 40. Pembuatan Jalur Pengereman.....                                | 69 |
| Gambar 3. 41. Pembuatan Bracket Komponen .....                               | 70 |

|                                                                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 3. 42. Pemasangan Komponen Konversi .....                                                                                                             | 70  |
| Gambar 3. 43. Pembuatan Kabel Body Baru .....                                                                                                                | 71  |
| Gambar 3. 44. Jalur Pengkabelan 60 V yang Terhubung dengan Kontroler dan<br>Motor Penggerak.....                                                             | 71  |
| Gambar 3. 45. Jalur Pengkabelan 12V untuk Bel Kendaraan dan<br>Lampu Penanda.....                                                                            | 71  |
| Gambar 3. 46. Pemasangan Body Sepeda Motor.....                                                                                                              | 72  |
| Gambar 3. 47. Diagram Alir Uji Jalan dan Dyno Test Sebelum Konversi.....                                                                                     | 73  |
| Gambar 3. 48. Diagram Alir Uji Charging, Uji Jalan, dan Dyno Test Setelah<br>Konversi .....                                                                  | 75  |
| Gambar 4. 1. Hasil Motor listrik (a) tampak samping, (b) tampak samping<br>belakang, (c) tampak depan, (d) speedometer, (e) bagasi,<br>(f) ban belakang..... | 87  |
| Gambar 4. 2. Rute Pengujian Jalan Sepeda Motor Sebelum Konversi.....                                                                                         | 88  |
| Gambar 4. 3. Rute Pengujian Jalan Sepeda Motor Setelah Konversi .....                                                                                        | 90  |
| Gambar 4. 4. Grafik Dyno Test Sebelum Konversi Percobaan 1 .....                                                                                             | 95  |
| Gambar 4. 5. Grafik Dyno Test Sebelum Konversi Percobaan 2 .....                                                                                             | 96  |
| Gambar 4. 6. Grafik Dyno Test Sebelum Konversi Percobaan 3 .....                                                                                             | 97  |
| Gambar 4. 7. Grafik Dyno Test Sebelum Konversi Percobaan 4 .....                                                                                             | 98  |
| Gambar 4. 8. Grafik Dyno Test Sebelum Konversi Percobaan 5 .....                                                                                             | 99  |
| Gambar 4. 9. Grafik Dyno Test Sebelum Konversi .....                                                                                                         | 100 |
| Gambar 4. 10. Grafik Dyno Test Sesudah Konversi Percobaan 1 .....                                                                                            | 101 |
| Gambar 4. 11. Grafik Dyno Test Sesudah Konversi Percobaan 2 .....                                                                                            | 102 |
| Gambar 4. 12. Grafik Dyno Test Sesudah Konversi Percobaan 3 .....                                                                                            | 103 |

|                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 13. Grafik Dyno Test Sesudah Konversi Percobaan 4 .....                                                                        | 104 |
| Gambar 4. 14. Grafik Dyno Test Sesudah Konversi Percobaan 5 .....                                                                        | 105 |
| Gambar 4. 15. Grafik Dyno Test Sesudah Konversi.....                                                                                     | 106 |
| Gambar 4. 16. Grafik Charging Sepeda Motor Setelah Konversi.....                                                                         | 107 |
| Gambar 4. 17. Grafik Discharging Sepeda Motor Beban 120 Kg .....                                                                         | 108 |
| Gambar 4. 18. Grafik Perbandingan Konsumsi Energi (kWh/Km) Sepeda Motor<br>Berbahan Bakar Pertalite dan Bertenaga Listrik.....           | 110 |
| Gambar 4. 19. Grafik Rata-Rata Konsumsi Energi (Kwh/Km) Sepeda Motor<br>Berbahan Bakar Pertalite dan Listrik dari 5 Kali Percobaan ..... | 110 |
| Gambar 4. 20. Grafik Perbandingan Power Sepeda Motor Sebelum dan<br>Sesudah Konversi.....                                                | 112 |
| Gambar 4. 21. Grafik Perbandingan Torsi Sepeda Motor Sebelum dan<br>Sesudah Konversi.....                                                | 114 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 1. Brushless Direct Current (BLDC) .....                                     | 129 |
| Lampiran 2. Controller .....                                                          | 130 |
| Lampiran 3. Throttle Adaptor .....                                                    | 131 |
| Lampiran 4. Shock Absorber .....                                                      | 132 |
| Lampiran 5. Kipas DC 12 Volt .....                                                    | 133 |
| Lampiran 6. Proses Konversi Sepeda Motor Mio Smile Menjadi Mio EV .....               | 134 |
| Lampiran 7. Pengecekan Ulang Kapasitas Baterai Lithium-Ion.....                       | 135 |
| Lampiran 8. Dokumentasi Pengujian Jalan Sebelum dan Sesudah Konversi .....            | 136 |
| Lampiran 9. Dokumentasi Dyno Test Sebelum dan Sesudah Konversi .....                  | 137 |
| Lampiran 10. Data Kecepatan dan Jarak Pada Pengujian Jalan Sebelum<br>Konversi .....  | 138 |
| Lampiran 11. Data Kecepatan dan Jarak Pada Discharging Test Sesudah<br>Konversi ..... | 139 |
| Lampiran 12. Dokumentasi Charging Test .....                                          | 140 |
| Lampiran 13. Grafik Dyno Test Sebelum Konversi Percobaan 1.....                       | 141 |
| Lampiran 14. Grafik Dyno Test Sebelum Konversi Percobaan 2.....                       | 142 |
| Lampiran 15. Grafik Dyno Test Sebelum Konversi Percobaan 3.....                       | 143 |
| Lampiran 16. Grafik Dyno Test Sebelum Konversi Percobaan 4.....                       | 144 |
| Lampiran 17. Grafik Dyno Test Sebelum Konversi Percobaan 5.....                       | 145 |
| Lampiran 18. Grafik Dyno Test Sebelum Konversi Pada Semua Percobaan .....             | 146 |
| Lampiran 19. Grafik Dyno Test Sesudah Konversi Percobaan 1 .....                      | 147 |
| Lampiran 20. Grafik Dyno Test Sesudah Konversi Percobaan 2 .....                      | 148 |

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 21. Grafik Dyno Test Sesudah Konversi Percobaan 3 .....         | 149 |
| Lampiran 22. Grafik Dyno Test Sesudah Konversi Percobaan 4 .....         | 150 |
| Lampiran 23. Grafik Dyno Test Sesudah Konversi Percobaan 5 .....         | 151 |
| Lampiran 24. Grafik Dyno Test Sesudah Konversi Pada Semua Percobaan..... | 152 |
| Lampiran 25. Desain Modifikasi Swing Arm .....                           | 153 |

## DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

| Notasi     | Keterangan                          | Pertama Kali<br>Muncul Halaman |
|------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| $F_{ad}$   | Gaya <i>aerodynamic drag</i>        | 31                             |
| $F_{rr}$   | Gaya <i>rolling resistance</i>      | 31                             |
| $\mu_{rr}$ | Koefisien <i>rolling resistance</i> | 31                             |
| $v$        | Kecepatan                           | 31                             |
| $C_d$      | Koefisien gesek                     | 31                             |
| $A$        | Luas                                | 31                             |
| $M$        | Massa                               | 31                             |
| $\rho$     | Massa jenis                         | 31                             |
| $g$        | Percepatan gravitasi                | 31                             |
| $F_{la}$   | Gaya akselerasi                     | 32                             |
| $F_{hc}$   | Gaya <i>hill climb</i>              | 32                             |
| $\theta$   | Sudut                               | 32                             |
| $a$        | Percepatan                          | 32                             |
| $F_{te}$   | Gaya <i>tractive effort</i>         | 33                             |
| $P$        | Daya                                | 33                             |
| $I$        | Arus                                | 35                             |
| $V$        | Tegangan Listrik                    | 35                             |
| $S$        | Jarak                               | 36                             |
| $T$        | Waktu Pengisian                     | 37                             |
| $Ah$       | <i>Ampere hour</i>                  | 37                             |
| $V$        | Volume                              | 72                             |
| $LHV$      | <i>Low Heating Value</i>            | 73                             |
| $Q$        | Energi Kalor                        | 73                             |
| $kWh$      | Kilo-Watt <i>Hour</i>               | 74                             |