

TUGAS AKHIR - TM184835

KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS SEBAGAI DASAR PEMILIHAN ANTARA SCOOTER MATIC YANG DIELEKTRIFIKASI DENGAN MOTOR ELEKTRIK UNIT BARU

Afif Maulana Fikri
NRP 02111840000165

Dosen Pembimbing
Dr. Eng. YOHANES, S.T., M.Sc.
NIP 198006272012121003

Program Studi S-1 Teknik Mesin
Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2022

“Halaman Sengaja Dikosongkan”



TUGAS AKHIR - TM184835

**KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS SEBAGAI DASAR
PEMILIHAN ANTARA SCOOTER MATIC YANG
DIELEKTRIFIKASI DENGAN MOTOR ELEKTRIK UNIT
BARU**

Afif Maulana Fikri
NRP 02111840000114

Dosen Pembimbing
Dr. Eng. YOHANES, S.T., M.Sc.
NIP 198006272012121003

Program Studi S-1 Teknik Mesin
Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2022

“Halaman Sengaja Dikosongkan”



FINAL PROJECT - TM184835

**TECHNICAL AND ECONOMIC STUDY AS THE BASIC OF
SELECTION BETWEEN ELECTRIFIED SCOOTER MATIC
AND NEW UNIT ELECTRIC MOTOR**

Afif Maulana Fikri
NRP 02111840000165

Advisor

Dr. Eng. YOHANES, S.T., M.Sc.
NIP 198006272012121003

Undergraduate Study Program of Mechanical Engineering

Department of Mechanical Engineering
Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2022

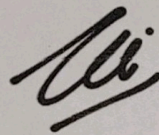
“Halaman Sengaja Dikosongkan”

**KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS SEBAGAI DASAR PEMILIHAN
ANTARA SCOOTER MATIC YANG DIELEKTRIFIKASI DENGAN
MOTOR ELEKTRIK UNIT BARU**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik di
Bidang Studi Desain
Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

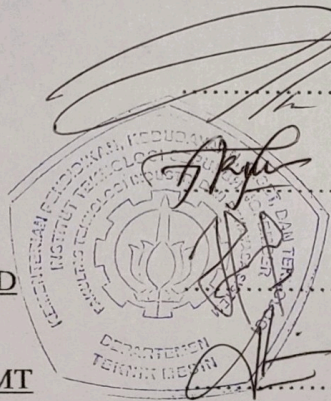
Oleh :



AFIF MAULANA FIKRI
NRP. 02111840000165

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dr.Eng. Yohanes, S.T., M. Sc. (Pembimbing)
NIP. 198006272012121003
2. Dr. Ir. Agus Sigit Pramono, DEA (Penguji I)
NIP. 196508101991021001
3. Alief Wikarta, ST, M.Sc.Eng. PhD (Penguji II)
NIP. 198202102006041002
4. Aida Annisa Amin Daman, ST. MT (Penguji III)
NIP. 198907052015042005



SURABAYA

JULI, 2022

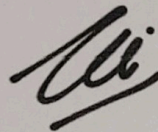
“Halaman Sengaja Dikosongkan”

**TECHNICAL AND ECONOMIC STUDY AS THE BASIC OF
SELECTION BETWEEN ELECTRIFIED SCOOTER MATIC AND NEW
UNIT ELECTRIC MOTOR**

FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements
For Obtaining a degree in Mechanical Engineering at
Design Study Program
Department of Mechanical Engineering
Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :



AFIF MAULANA FIKRI
NRP. 02111840000165

Approved by Final Project Examiner Team:

1. Dr.Eng. Yohanes, S.T., M. Sc. (Advisor)
NIP. 198006272012121003
2. Dr. Ir. Agus Sigit Pramono, DEA (Examiner I)
NIP. 196508101991021001
3. Alief Wikarta, ST, M.Sc.Eng. PhD (Examiner II)
NIP. 198202102006041002
4. Aida Annisa Amin Daman, ST. MT (Examiner III)
NIP. 198907052015042005

SURABAYA

JULI, 2022

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Afif Maulana Fikri / 02111840000165

Departemen : Teknik Mesin

Dosen pembimbing / NIP : Dr. Eng. YOHANES, S.T. MSc / 198006272012121003

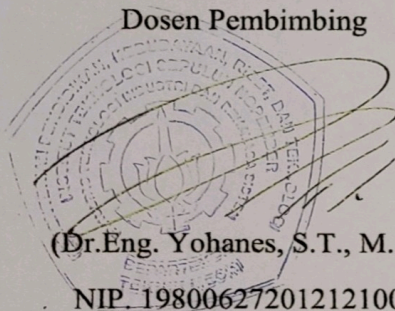
dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS SEBAGAI DASAR PEMILIHAN ANTARA SCOOTER MATIC YANG DIELEKTRIFIKASI DENGAN MOTOR ELEKTRIK UNIT BARU“ adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 7 Juli 2022

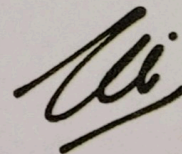
Mengetahui

Dosen Pembimbing



(Dr.Eng. Yohanes, S.T., M. Sc)
NIP. 198006272012121003

Mahasiswa,



(Afif Maulana Fikri)

NRP.02111840000165

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student / NRP : Afif Maulana Fikri / 02111840000165
Department : Mechanical Engineering
Advisor / NIP : Dr. Eng. YOHANES, S.T. MSc / 198006272012121003

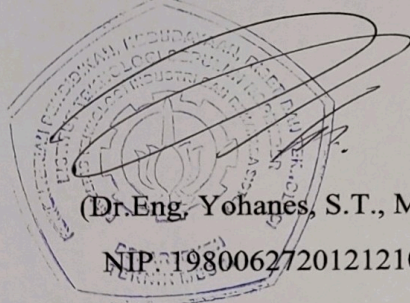
hereby declare that the Final Project with the title of “Technical And Economic Study As The Basic Of Selection Between Electrified Scooter Matic And New Unit Electric Motor” is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing.

If in the future there is a discrepancy with this statement, then i am willing to accept sactions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 7th July 2022

Mengetahui

Dosen Pembimbing



(Dr.Eng. Yohanes, S.T., M. Sc)

NIP.198006272012121003

Mahasiswa,

A black ink signature in a cursive style, appearing to be 'Afif Maulana Fikri'.

(Afif Maulana Fikri)

NRP.02111840000165

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS SEBAGAI DASAR PEMILIHAN ANTARA SCOOTER MATIC YANG DIELEKTRIFIKASI DENGAN MOTOR ELEKTRIK UNIT BARU

Nama Mahasiswa : Afif Maulana Fikri
NRP : 0211184000165
Jurusan : Teknik Mesin FTIRS-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. YOHANES, S.T. MSc

ABSTRAK

Masyarakat Indonesia membutuhkan kajian teknis dan ekonomis sebagai dasar pemilihan untuk berinvestasi pada scooter matic yang dielektrifikasi. Kajian teknis berupa percepatan, kecepatan, dan gaya traksi yang dihasilkan melalui pengujian Dynotest. Kajian ekonomis berupa perhitungan BEP dengan pembandingnya adalah motor listrik unit baru, yaitu GESITS. Sehingga penelitian bertujuan untuk memberikan pertimbangan teknis dan juga ekonomis bagi para masyarakat.

Torsi dan putaran sepeda motor konversi didapatkan dari pengujian dynotest. Hasil tersebut kemudian digambarkan pada grafik traksi terhadap kecepatan beserta dengan gaya hambat kendaraan. Grafik tersebut memberikan informasi tentang traksi maksimum, kecepatan maksimum dan percepatan pada rentang kecepatan operasional. Variasi yang digunakan pada kajian teknis adalah pegas 1000 RPM, 1500 RPM, dan 2000 RPM, dan roller dengan berat 7 Gr, 11 Gr, dan 12 Gr. Variasi tanjakan adalah 0 derajat yang melambangkan perkotaan dan 15 derajat yang melambangkan perbukitan. Perhitungan BEP dalam satuan Km, dan dalam satuan Rupiah dilakukan dengan membandingkan pengkonversian motor bensin ke motor listrik dan membandingkan motor bensin dengan pembelian unit motor listrik baru dengan menghitung biaya investasi awal kedua motor listrik, kemudian biaya operasional dan biaya maintenance untuk kedua motor listrik dan motor bensin. Variasi yang digunakan sebagai kajian ekonomis dalam perhitungan BEP adalah Golongan Tarif Listrik I, II. Dan III. Motor listrik unit baru, yang digunakan sebagai pembanding adalah motor GESITS, dengan performa Kecepatan Maksimum adalah 70 Km/h, Traksi Maksimum 756.4 N, Kecepatan setelah 5 detik adalah 50 Km/h, dan Jarak Tempuh adalah 50 Km untuk tiap charge.

Hasil yang didapatkan dari kajian teknis sesuai dengan hipotesa awal peneliti, yaitu motor listrik konversi akan memiliki performa yang lebih baik dibandingkan motor listrik unit baru. Perbandingan performa yang dapat diketahui dari kajian teknis adalah, kecepatan maksimum motor listrik konversi dengan roller 11 Gr dan pegas 4.11 N/mm mencapai 75.34 Km/h, sementara GESITS adalah 70 Km/h, kemudian traksi maksimum motor listrik konversi dengan roller 12 Gr dan pegas 5.35 N/mm mencapai 1228.17 N, sementara GESITS dengan rasio pulley terbesar hanya mencapai 756.4 N, kemudian kecepatan setelah 5 detik yang mampu dicapai motor listrik konversi dengan roller 12 Gr dan pegas 4.11 N/mm adalah 63.16 Km/h, sementara GESITS hanya mencapai 50 Km/h. Sehingga dapat diketahui dari kajian teknis bahwa performa dari motor listrik yang dikonversi lebih unggul dibandingkan dengan

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

motor listrik GESITS. Hasil yang didapatkan untuk kajian Ekonomis sesuai dengan hipotesa awal peneliti, yaitu motor listrik konversi akan memiliki keuntungan ekonomi yang lebih baik dibandingkan motor listrik unit baru. Pada motor listrik GESITS untuk tiap golongan tarif hasil perhitungan BEP Km nya adalah pada Km 110066.5646 untuk Golongan I, Km 126951.0981 untuk Golongan II, dan Km 130247.5101 untuk Golongan III. Untuk BEP Rupiahnya adalah pada Rp 61,950,100.24 untuk Golongan I, Rp 71,453,427.11 untuk Golongan II, Rp 73,308,786.68 untuk Golongan III. Pada motor listrik konversi untuk tiap golongan tarif hasil perhitungan BEP Km nya adalah pada Km 72222.98571 untuk Golongan I, Km 78268.67639 untuk Golongan II, dan Km 79364.74187 untuk Golongan III. Untuk BEP Rupiahnya adalah pada Rp 40,650,139 untuk Golongan I, Rp 44,052,909 untuk Golongan II, Rp 44,669,821 untuk Golongan III. Sehingga, diketahui baik pada BEP Km dan BEP Rupiah motor konversi memiliki BEP yang lebih rendah dibanding motor GESITS pada golongan tarif listrik I, II, dan III.

Kata kunci: Kendaraan Listrik, Transmisi CVT, Kecepatan, Traksi, Percepatan Returning Spring, Roller CVT, BEP.

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

TECHNICAL AND ECONOMIC STUDY AS THE BASIC OF SELECTION BETWEEN ELECTRIFIED SCOOTER MATIC AND NEW UNIT ELECTRIC MOTOR

Name : Afif Maulana Fikri
NRP : 02111840000165
Department : Mechanical Engineering FTIRS-ITS
Advisor : Dr. Eng. YOHANES, S.T. MSc

ABSTRACT

The Indonesian people need technical and economic studies as a basis for choosing to invest in an electrified matic scooter. Technical studies in the form of acceleration, speed, and traction force generated through Dynotest testing. Economic studies in the form of BEP calculations with the comparison is a new electric motor unit, namely GESITS. So the research aims to provide technical and economic considerations for the community.

The torque and rotation of the conversion motorcycle are obtained from the dynotest test. These results are then depicted on a graph of traction against speed along with the vehicle's drag. The graph provides information on maximum traction, maximum speed and acceleration over the operating speed range. The variations used in the technical study are springs of 1000 RPM, 1500 RPM, and 2000 RPM, and rollers weighing 7 Gr, 11 Gr, and 12 Gr. The incline variation is 0 degrees which symbolizes urban and 15 degrees which symbolizes hills. The calculation of BEP in Km units, and in Rupiah units is carried out by comparing the conversion of a gasoline motor to an electric motor and comparing a gasoline motor with the purchase of a new electric motor unit by calculating the initial investment costs of the two electric motors, then operating costs and maintenance costs for both electric motors and motors. gas. The variations used as an economic study in the calculation of BEP are Electricity Tariff Groups I, II. Dan III. The new unit electric motor, which is used as a comparison is the GESITS motor, with the performance of Maximum Speed is 70 Km/h, Maximum Traction is 756.4 N, Speed after 5 seconds is 50 Km/h, and Mileage is 50 Km for each charge.

The results obtained from the technical study are in accordance with the researcher's initial hypothesis, namely the conversion electric motor will have better performance than the new unit electric motor. Performance comparisons that can be seen from technical studies are, the maximum speed of the conversion electric motor with 11 Gr roller and 4.11 N/mm spring reaches 75.34 Km/h, while GESITS is 70 Km/h, then the maximum traction of the conversion electric motor with 12 Gr roller and spring 5.35 N/mm reaches 1228.17 N, while GESITS with the largest pulley ratio only reaches 756.4 N, then the speed after 5 seconds that can be achieved by a conversion electric motor with roller 12 Gr and spring 4.11 N/mm is 63.16 Km/h, while GESITS only reach 50 km/h. So it can be seen from technical studies that the performance of the converted electric motor is superior to that of the GESITS electric motor. The results obtained for the Economical study are in accordance with the researcher's initial hypothesis, namely the conversion electric motor will have better economic advantages than the new unit electric motor. In the GESITS electric motor for each class the BEP Km calculation results are at Km 110066.5646 for Group I, Km 126951.0981 for Group II, and

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

Km 130247.5101 for Group III. The Rupiah BEP is Rp 61,950, 100.24 for Group I, Rp 71,453,427.11 for Group II, Rp 73.308,786.68 for Group III. On the conversion electric motor for each class the Km BEP calculation results are at Km 72222,98571 for Group I, Km 78268,67639 for Group II, and Km 79364,74187 for Group III. The Rupiah BEP is Rp 40,650,139 for Group I, Rp 44,052,909 for Group II, Rp 44,669,821 for Group III. Thus, it is known that both the Km BEP and Rupiah BEP conversion motors have a lower BEP than GESITS motors in class I, II, and III electricity rates.

Keywords: Electric Vehicle, CVT Transmission, Speed, Traction, Acceleration of Returning Spring, Roller CVT, BEP.

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah-Nya laporan Tugas Akhir yang berjudul “Studi Eksperimen Pengaruh Konstanta Pegas Continuously Variable Transmission (CVT) Terhadap Performa Kendaraan Honda Scoopy 110 cc” ini dapat terselesaikan. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. YOHANES, S.T. MSc selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Alief Wikarta, ST, M.Sc.Eng. PhD, Bapak Agus Sigit Pramono,. Ir. Dr. DEA, dan Ibu Aida Annisa Amin Daman, ST. MT.
3. Orang tua penulis yang selalu memberikan motivasi dan doa kepada penulis.
4. Santy July Yanti Tambunan yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan doa kepada penulis, sehingga penulis bisa bersemangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Seluruh warga Laboratorium MBP.
6. Teman-teman 61 yang selalu memberi hiburan ditengah penulisan tugas akhir.
7. Segenap Sarekat Merah Rakyat Mesin (SMRM), Dosen, dan Karyawan jurusan Teknik Mesin ITS yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan pembelajaran selama kuliah.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi eksperimen maupun penulisan laporan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juli 2022

Penulis

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT	xix
KATA PENGANTAR.....	xxiii
DAFTAR ISI	xxv
DAFTAR GAMBAR.....	xxix
DAFTAR TABEL	xxxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.1.1 Kesimpulan Penelitian Terdahulu	7
2.2 Karakteristik Motor Listrik	7
2.3 Transmisi Kendaraan Listrik.....	8
2.4 Sistem Transmisi CVT	10
2.5 Persamaan Gaya pada Kendaraan	11
2.5.1 Gaya Dorong Kendaraan	11
2.5.2 Gaya Hambat Kendaraan	12
2.6 Regresi Linier.....	13
2.7 BEP (Break Even Point)	14
BAB III METODOLOGI	17
3.1 Identifikasi Masalah.....	17
3.2 Kajian Teknis	17
3.3 <i>Dynotest</i>	19
3.4 Parameter Parameter Real	20
3.5 Peralatan yang Digunakan	22
3.6 Pengujian <i>Dynotest</i>	23
3.7 Konsep Rancangan.....	25
3.8 Pengujian Pegas	26
3.9 Spesifikasi Motor Pembanding	30

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

3.10 Perhitungan Break Even Point	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Analisis Data dan Pembahasan Studi Eksperimental.....	39
4.1.1 Perbandingan Grafik Gaya dorong dan Gaya hambat kendaraan pada roller 7 Gr, 11 Gr, dan 12 Gr dengan variasi pegas berbeda	39
4.1.2 Perbandingan Grafik Gaya dorong dan Gaya hambat kendaraan pada Pegas 5.35 N/mm, 4.49 N/mm, dan 4.11 N/mm dengan variasi roller berbeda	45
4.2 BEP	51
4.2.1 BEP Untuk Kendaraan yang di Konversi.....	51
4.2.2 BEP Untuk Kendaraan Listrik GESITS	53
4.3 Hasil Kajian Teknis dan Ekonomis.....	54
4.3.1 Kajian Teknis	54
4.3.2 Kajian Ekonomis	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN	67

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Ft vs V pada kendaraan listrik	1
Gambar 2.1 Karakteristik Motor Listrik dengan tenaga maksimum 60 Kw dan base speed 1500 RPM dan maksimum speed 5000 RPM.....	8
Gambar 2.2 Gaya dorong yang dibutuhkan kendaraan.....	10
Gambar 2.3 Ilustrasi CVT konvensional	10
Gambar 2.4 Ilustrasi CVT Konvensional	10
Gambar 2.5 Gaya-gaya yang bekerja pada kendaraan.....	11
Gambar 3.1 Flowchart Studi Eksperimental	18
Gambar 3.2 Sketsa Dynotest.....	19
Gambar 3.3 Skema Pengujian Dynotest	19
Gambar 3.4 Pengukuran Jari Jari Velg Penggerak Roda Penggerak	20
Gambar 3.5 Pengukuran Lebar Ban Roda Penggerak.....	20
Gambar 3.6 Yamaha Mio Soul GT yang sudah dinaiki pengendara	21
Gambar 3.7 Hasil Luas Area Frontal Pada Solidworks	21
Gambar 3.8 Prototype kendaraan Listrik E-CVT	22
Gambar 3.9 Mesin Dynotest (Sumber : tokopedia.com)	22
Gambar 3.10 Jangka Sorong (Sumber bola.com)	22
Gambar 3.11 Pengujian Dynotest	23
Gambar 3.12 Tampilan keadaan sepeda motor saat proses dynotest di layar komputer	23
Gambar 3.13 Grafik torsi vs RPM	23
Gambar 3.14 Grafik perbandingan Ft vs V dari ke-3 pegas pada roller 7 Gr.....	24
Gambar 3.15 Grafik perbandingan Ft & Fr vs V dari ke-3 pegas pada roller 7 Gr	24
Gambar 3.16 Konsep Rancangan.....	25
Gambar 3.17 Konsep rancangan kendaraan listrik	25
Gambar 3.18 Flowchart Pengujian Pegas	27
Gambar 3.19 Skema Pembebanan	28
Gambar 3.20 Error pada sumbu x,y Gyroscope.....	28
Gambar 3.21 Pembebanan pada pegas.....	28
Gambar 3.22 Gyroscope pada pembebanan pegas.....	29
Gambar 3.23 Grafik pengujian Pegas	29
Gambar 3.24 Motor Listrik GESITS.....	32

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

Gambar 4.1 Grafik Gaya dorong dan gaya hambat untuk, a Roller 7 Gr, b Roller 11 Gr, c Roller 12 Gr	40
Gambar 4.2 Perbandingan Traksi Maksimum	40
Gambar 4.3 Perbandingan Kecepatan Maksimum dengan sudut 0 derajat.....	41
Gambar 4.4 Perbandingan Kecepatan Maksimum dengan sudut 15 derajat.....	42
Gambar 4.5 Perbandingan Percepatan pada kecepatan dibawah 40 Km/h dengan sudut 0 derajat	42
Gambar 4.6 Perbandingan Percepatan pada kecepatan diatas 40 Km/h dengan sudut 0 derajat	43
Gambar 4.7 Perbandingan Percepatan pada kecepatan dibawah 40 Km/h dengan sudut 15 derajat	43
Gambar 4.8 Perbandingan Percepatan pada kecepatan diatas 40 Km/h dengan sudut 15 derajat	44
Gambar 4.9 Grafik Gaya dorong dan gaya hambat untuk, a pegas 4.11 N/mm, b pegas 4.49 N/mm, c pegas 4.11 N/mm	46
Gambar 4.10 Perbandingan Traksi Maksimum	46
Gambar 4.11 Perbandingan Kecepatan Maksimum dengan sudut 0 derajat.....	47
Gambar 4.12 Perbandingan Kecepatan Maksimum dengan sudut 15 derajat.....	48
Gambar 4.13 Perbandingan Percepatan pada kecepatan dibawah 40 Km/h dengan sudut 0 derajat	48
Gambar 4.14 Perbandingan Percepatan pada kecepatan diatas 40 Km/h dengan sudut 0 derajat	49
Gambar 4.15 Perbandingan Percepatan pada kecepatan dibawah 40 Km/h dengan sudut 15 derajat	49
Gambar 4.16 Perbandingan Percepatan pada kecepatan diatas 40 Km/h dengan sudut 15 derajat	50
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan BEP unit Golongan Tarif I, Grafi Perbandingan BEP unit Golongan Tarif II, Grafik Perbandingan BEP unit Golongan Tarif III	57
Gambar 4.18 Grafik Perbandingan BEP Golongan Tarif I, Grafik Perbandingan BEP Golongan Tarif II, Grafik Perbandingan BEP Golongan Tarif III	59

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi jalan menurut medan jalan.....	13
Tabel 3.1 Tabel Pengujian Pegas	29
Tabel 3.2 Tabel Data regresi	30
Tabel 3.3 Tabel Spesifikasi motor GESITS.....	31
Tabel 3.4 Tabel Biaya Konversi	33
Tabel 3.5 Golongan Tarif Listrik	34
Tabel 3.6 Biaya Maintenance Kendaraan Listrik Konversi.....	35
Tabel 3.7 Biaya Maintenance Kendaraan Listrik GESITS	35
Tabel 3.8 Biaya Maintenance Kendaraan Motor Bensin	35
Tabel 4.1 Tabel Jarak tempuh motor konversi untuk masing-masing kombinasi	51
Tabel 4.2 Tabel Perhitungan BEP motor bensin dengan motor listrik konversi golongan tarif listrik tipe I.....	51
Tabel 4.3 Tabel Perhitungan BEP motor bensin dengan motor listrik konversi golongan tarif listrik tipe II	52
Tabel 4.4 Tabel Perhitungan BEP motor bensin dengan motor listrik konversi golongan tarif listrik tipe III.....	52
Tabel 4.5 Tabel Perhitungan BEP motor bensin dengan motor listrik GESITS golongan tarif listrik tipe I.....	53
Tabel 4.6 Tabel Perhitungan BEP motor bensin dengan motor listrik GESITS golongan tarif listrik tipe II	53
Tabel 4.7 Tabel Perhitungan BEP motor bensin dengan motor listrik GESITS golongan tarif listrik tipe III.....	54
Tabel 4.8 Tabel Kecepatan setelah 5 detik motor konversi	54
Tabel 4.9 Tabel Perbandingan Kecepatan Maksimum	55
Tabel 4.10 Tabel Perbandingan Traksi Maksimum.....	55
Tabel 4.11 Tabel Perbandingan Kecepatan setelah 5 detik	55
Tabel 4.12 Tabel Perbandingan Jarak Tempuh.....	56

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

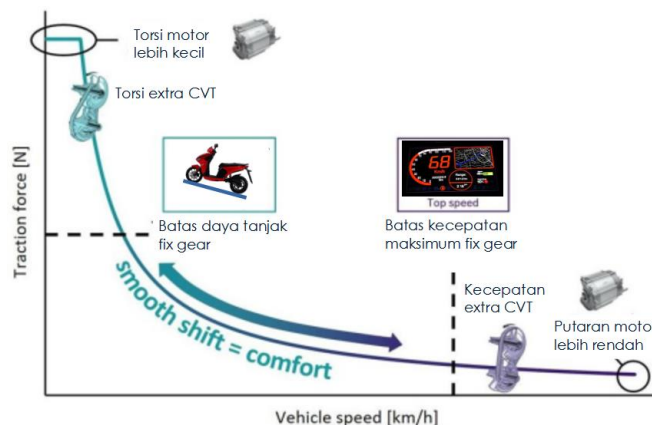
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dampak Polusi udara di Indonesia semakin mengkhawatirkan, terutama di Ibukota Indonesia, yaitu Jakarta. Dilansir dari www.mongabay.co.id Polusi udara di Jakarta semakin parah, kemudian dilansir dari www.otomotif.okezone.com kendaraan sumbang 75 % polusi udara di Jakarta, kemudian dilansir dari www.radardepok.com 60 % polusi udara di Indonesia dari kendaraan bermotor. Sehingga, untuk mengatasi masalah polusi udara yang semakin hari semakin mengkhawatirkan, pemerintah mengadakan beberapa program untuk mengurangi polusi udara. Salah satunya adalah dengan memberi izin untuk konversi kendaraan konvensional berbahan bakar minyak menjadi kendaraan listrik melalui Permenhub Nomor PM 65 Tahun 2020. Hal ini tentunya dapat mempermudah masyarakat yang ingin menggunakan kendaraan listrik melalui konversi kendaraan mereka, karena tidak perlu mengeluarkan biaya yang terlalu banyak untuk membeli kendaraan listrik secara utuh.

Salah satu jenis pasar motor yang paling mendominasi di Indonesia adalah motor scooter atau matic, dimana motor matic di Indonesia menggunakan transmisi Continuous Variable Transmission (CVT). Di Indonesia sepanjang tahun 2021 telah terjual motor sebanyak 5,057,516 unit, dimana 87.58 persennya adalah motor matic, data ini dilansir dari website resmi AISI, yaitu www.aisi.or.id. Hal ini tentunya menjadi salah satu jenis pasar yang cocok sebagai target konversi dikarenakan polusi udara yang dihasilkan oleh motor matic lebih besar dibandingkan dengan motor bebek. Jika dibandingkan dengan motor listrik unit baru, yaitu GESITS yang menggunakan transmisi jenis fixed gear, perbedaannya dapat dilihat pada gambar 1.1,



Gambar 1.1 Grafik Ft vs V pada kendaraan listrik

Dapat terlihat pada gambar 1.1 bahwa ketika rasio tetap atau fix maka terdapat batasan pada traksi dan juga pada kecepatan maksimum, sehingga akan kesulitan nantinya apabila menginginkan traksi maupun kecepatan yang tinggi. Sementara apabila menggunakan transmisi otomatis maka akan didapatkan grafik traksi yang lebih tinggi, dan juga grafik kecepatan maksimum yang lebih jauh. Sehingga, hipotesa awal peneliti adalah, ketika

mengganti penggerak jenis Internal Combustion Engine (ICE) dengan motor listrik dengan tetap menggunakan transmisi CVT diharapkan mempunyai performa yang lebih baik dibanding transmisi jenis fix gear.

Salah satu faktor yang harus dihadapi saat ingin mengkonversi motor matic dengan mesin ICE ke mesin listrik adalah, parameter desain *CVT* untuk motor matic di Indonesia dirancang sesuai dengan karakteristik torsi-putaran ICE. Sedangkan, ICE dan motor listrik mempunyai karakteristik torsi-putaran yang berbeda, dimana pada motor listrik torsi yang dihasilkan tinggi diawal sementara pada motor ICE torsi naik sampai torsi maksimum kemudian menurun. Sehingga dibutuhkan penyesuaian pada parameter desain *CVT* agar mendapatkan performa yang optimum apabila dipasangkan dengan mesin listrik. Parameter desain *CVT* yang dapat mempengaruhi torsi dan putaran yang dihasilkan motor listrik adalah massa roller, kekakuan returning spring, kekakuan clutch spring, pulley groove, dan pulley mass. Fokus parameter desain yang penulis teliti adalah kekakuan returning spring *CVT* dan massa roller *CVT*. Peran kedua parameter *CVT* tersebut pada transmisi adalah, ketika putaran yang dihasilkan oleh mesin listrik, maka akan tercipta gaya sentrifugal pada roller yang akan menekan moveable sheave di *driver pulley*, sehingga belt tertarik kearah driver pulley, sehingga diameter driver pulley membesar, kemudian menekan returning spring yang terdapat pada driven pulley. Returning spring *CVT* berfungsi untuk mengembalikan belt, ketika kecepatan menurun dan gaya sentrifugal pada driver pulley berkurang, sehingga belt sudah tidak tertarik.

Sehingga, dari peran fungsi tersebut hipotesa awal yang dapat diambil peneliti adalah semakin kaku returning spring *CVT* dan semakin berat roller *CVT* maka akan membutuhkan putaran yang lebih tinggi agar menciptakan gaya sentrifugal yang lebih besar untuk dapat melempar roller kedalam dinding rumah roller sehingga diameter driver pulley bertambah dan supaya dapat menekan returning spring cvt pada driven pulley. Sehingga massa roller yang semakin berat akan membuat gerakan sliding sheave semakin perlahan, dan kekakuan pegas cvt yang semakin besar akan menahan tekanan belt sehingga rasio cvt akan tetap besar, sehingga semakin besar torsi yang dihasilkan, pada kecepatan yang rendah. Dikarenakan perbedaan karakteristik Torsi-Putaran yang dimiliki oleh mesin ICE dan mesin Listrik, hipotesa dari peneliti adalah motor listrik akan memiliki torsi maksimum yang lebih tinggi pada kecepatan rendah, namun kecepatan maksimum yang lebih kecil dibanding motor ICE. Variasi kekakuan pegas yang digunakan adalah pegas 1000 RPM dengan kekakuan paling rendah, pegas 1500 RPM dengan kekakuan sedang, dan pegas 2000 RPM dengan kekakuan paling tinggi, kemudian untuk roller yang digunakan adalah roller dengan berat 7 Gr, 11 Gr, dan 12 Gr, untuk tiap pegas akan dipasangkan dengan ke-3 roller berbeda, begitu juga dengan tiap roller yang akan dipasangkan dengan ke-3 pegas berbeda. Parameter desain yang tidak diubah adalah pulley mass, pulley groove, dan tidak menggunakan centrifugal clutch. Penelitian juga akan menggunakan variasi gaya hambat, sebagai pertimbangan rekomendasi bagi masyarakat yang tinggal di perkotaan maupun di perbukitan dengan standar dari Direktorat Jendral Bina Marga. Pada penelitian ini menggunakan motor listrik prototype yang menggunakan transmisi CVT yang sudah dipasangkan dengan mesin listrik, pengkonversian ini telah dilakukan sebelumnya pada magang kedaireka.

Kajian Teknis dilakukan dengan melakukan uji kekakuan pegas dan uji dynotest, uji kekakuan pegas dilakukan, dikarenakan notasi RPM pada pegas tidak menunjukkan kekakuan dari pegas tersebut, sehingga perlu dilakukan pengujian pegas untuk mengetahui nilai konstanta dari pegas tersebut. Pengujian pegas dilakukan dengan menggunakan gyroscope dan menggunakan 6 jenis beban yang nanti akan di regresi untuk mengetahui nilai dari konstanta pegas . Kemudian uji dynotest dilakukan untuk mengetahui nilai dari torsi output dan rpm output dari kendaraan. Torsi Output dan Rpm Output nantinya akan dikonversi menjadi Gaya traksi dan Kecepatan dalam satuan Km/h. Selanjutnya akan dianalisis BEP apabila pengkonversian dilakukan dari motor bensin ke motor listrik. Studi Eksperimental berfungsi sebagai kajian teknis, untuk mengetahui performa yang dihasilkan oleh motor listrik konversi jika dibandingkan dengan motor ICE dengan penggerak yang sama dan juga motor listrik unit baru, yaitu disini pembandingnya adalah motor listrik GESITS.

Selanjutnya adalah melakukan perhitungan BEP, sebagai kajian ekonomis, yaitu dengan menghitung nilai investasi awal, operasional, dan maintenance, baik pada motor listrik konversi, motor listrik GESITS, dan motor ICE. Sehingga, nanti akan diketahui nilai BEP apabila mengganti motor ICE dengan motor listrik unit baru, dan apabila mengganti motor ICE dengan motor listrik konversi. Harga biaya awal saat konversi tentunya lebih murah dibandingkan membeli unit baru, sehingga hipotesa awal peneliti adalah motor listrik konversi memiliki keuntungan yang lebih baik dari segi ekonomis dibandingkan membeli unit motor listrik baru. Namun masih perlu diperlukan perhitungan lebih lanjut, dikarenakan masih harus menghitung biaya operasional dan biaya maintenance. Hasil perhitungan tersebut dapat menjadi pertimbangan ekonomis bagi masyarakat, apabila ingin memilih untuk melakukan konversi atau membeli unit baru. Sehingga kajian teknis dan ekonomis ini diharapkan dapat membantu masyarakat sebagai pertimbangan teknis dan ekonomis dalam memilih untuk mengkonversi motor konvensional ke motor listrik atau membeli unit baru secara keseluruhan, yang dimana hal ini juga sebagai langkah untuk mendukung program pemerintah dalam memerangi polusi udara di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang timbul berdasarkan latar belakang diatas adalah:

1. Bagaimana pengaruh kekakuan returning spring dan roller mass terhadap performa kendaraan listrik yang menggunakan transmisi CVT?
2. Berapa kombinasi returning spring dan roller mass terbaik untuk jalan perkotaan dan perbukitan?
3. Bagaimana mengetahui Break Even Point (BEP) saat menkonversikan motor bensin ke motor listrik?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir tentang desain *CVT* adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh kekakuan returning spring dan roller mass terhadap performa kendaraan listrik yang menggunakan transmisi CVT meliputi traksi,

kecepatan, dan percepatan, sebagai pertimbangan teknis untuk mengetahui perbedaan performa dari unit konversi dengan unit baru.

2. Untuk mengetahui kombinasi returning spring dan roller mass terbaik untuk jalan perkotaan dan perbukitan.
3. Untuk mengetahui Break Even Point (BEP) saat menkonversikan motor ICE ke motor listrik sebagai pertimbangan ekonomis antara mengkonversi unit atau membeli unit baru.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian, maka perlu adanya Batasan batasan permasalahan, antara lain :

1. Objek penelitian adalah CVT Yamaha Mio GT.
2. Tidak ada perubahan setting pada controller selama penelitian.
3. CVT yang digunakan adalah CVT dengan prinsip kerja Centrifugal.
4. Motor Listrik yang digunakan Sebesar 5 Kwh.
5. CVT tidak menggunakan Centrifugal Spring.
6. Motor Listrik pembanding adalah motor listrik GESITS.
7. Variasi roller dan pegas yang digunakan pada penelitian adalah yang tersedia pada pasar Indonesia.
8. Tiap pengujian menghabiskan 10 Ampere dan 0.5 Volt.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang ingin penulis capai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan pertimbangan teknis dan ekonomis kepada masyarakat yang ingin mengkonversikan sepeda motor matic menjadi kendaraan elektrik.
2. Memberikan solusi terkait kombinasi parameter CVT yang digunakan pada Transmisi CVT yang dipasangkan dengan motor listrik.
3. Memberikan alternatif teknologi sistem penggerak elektrik yang memudahkan masyarakat untuk melakukan konversi tanpa membeli unit sepeda motor elektrik baru.
4. Memberikan referensi untuk pengembangan teknologi sistem penggerak elektrik di kemudian hari.
5. Memberikan pertimbangan kepada pemerintah untuk memberikan insentif kepada masyarakat yang melakukan konversi kendaraan untuk mempercepat proses kegiatan konversi kendaraan listrik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini, penulis mengambil beberapa referensi dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang masih berhubungan dengan penelitian yang sedang dilakukan oleh penulis saat ini. Pengaruh konstanta pegas *CVT* terhadap performa honda scoopy pernah diteliti sebelumnya. Variasi yang digunakan ada 4 macam, yaitu, pegas orisinil, pegas TDR 1000 RPM, Pegas TDR 1500 RPM, dan Pegas TDR 2000 RPM. Kekakuan yang dimiliki ke-4 pegas tersebut setelah dilakukan pengujian secara berturut-turut adalah sebagai berikut, 4.15 N/mm, 4.6 N/mm, dan 5.09 N/mm. Pengaruh kekakuan terhadap gaya dorong, kecepatan maksimum, percepatan kendaraan, dan torsi dari kendaraan diamati dari pengujian menggunakan *dynotest*. Kesimpulan yang dapat diambil adalah semakin tinggi kekakuan pegas *CVT* maka akan menghasilkan gaya dorong, percepatan, dan torsi yang lebih tinggi, namun akan mengorbankan kecepatan maksimum yang dimiliki oleh kendaraan (Arfiansyah, Oki. 2015) .

Studi tentang pengaruh berat roller sentrifugal *CVT* system terhadap kinerja traksi sepeda motor pernah dilakukan sebelumnya. Memvariasikan 3 berat roller sentrifugal, yaitu 8 gram, 10,2 gram, dan 7 gram. Sebagai faktor dalam penelitian ini dilakukan variasi kecepatan ($V = 0-30$ Km/h, $V = 40-70$ Km/h, dan $V = 80-90$ Km/h) dengan pengujian dilakukan di jalan datar lurus (tanpa tanjakan atau belokan). Hasil yang dapat disimpulkan adalah gaya traksi tertinggi akan jatuh pada kecepatan yang lebih tinggi berbanding lurus dengan semakin beratnya roller *CVT*, dan percepatan tercepat akan jatuh pada kecepatan yang lebih tinggi berbanding lurus dengan semakin beratnya roller *CVT* (Atmika, I Ketut Adi, Made Dwi Budiana P., IDG. Ary Subagia, 2008).

Penelitian yang bertujuan untuk membandingkan nilai gaya dorong, kecepatan maksimum, percepatan maksimum kendaraan yang dihasilkan oleh masing-masing variasi pegas *CVT* dan roller *CVT* pernah dilakukan sebelumnya. Pengujian ini menggunakan empat pegas *CVT* dan empat roller *CVT* dengan nilai konstanta dan berat yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan memasang roller *CVT* orisinil dipasangkan dengan 4 variasi pegas *CVT* yang berbeda, kemudian dilanjutkan dengan memasang pegas *CVT* orisinil dengan 4 variasi roller yang berbeda. Hasil yang dapat diambil adalah pada kecepatan rendah pegas 2000 RPM menghasilkan gaya dorong yang paling besar juga menghasilkan nilai percepatan terbesar, namun pada kecepatan tinggi gaya dorong dan percepatan terbesar dimiliki oleh pegas 1500 RPM, sementara pada bagian roller dapat diketahui bahwa kecepatan maksimum tertinggi dihasilkan oleh roller terberat, yaitu roller 18 Gram, namun percepatan terbesar baik di kecepatan tinggi maupun di kecepatan rendah dihasilkan oleh roller orisinil seberat 15 Gram, untuk gaya dorong roller orisinil juga menghasilkan gaya dorong terbesar baik pada kecepatan rendah maupun pada kecepatan tinggi (Ilmy, Irvan. 2018).

dengan tujuan untuk mencari alternatif supaya efisiensi bahan bakar yang dibutuhkan oleh kendaraan listrik dapat lebih tinggi untuk dapat memperpanjang jarak tempuh kendaraan listrik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua jenis transmisi yang berbeda, yaitu jenis fix gear dan jenis *CVT*. Kesimpulan yang berhasil didapatkan

adalah kecepatan rata-rata transmisi jenis fix gear lebih cepat dibandingkan dengan transmisi jenis CVT, dengan perbedaan mencapai sekitar 16 Km/h. Kemudian pada akselerasi juga didapatkan pada transmisi CVT menghasilkan akselerasi yang lebih rendah dibandingkan dengan transmisi jenis fixed gear dengan perbedaan mencapai $0,55 \text{ m/s}^2$. Walaupun transmisi CVT masih belum dapat mengungguli jenis fixed gear akan tetapi, efisiensi yang dihasilkan oleh transmisi CVT lebih baik dibandingkan dengan hanya menggunakan fix gear, sehingga dapat menambah jarak tempuh yang dapat dilalui oleh mobil listrik. (Wiyono, Yusuf Pratama Ari, Angga Rusdinar, dan Prasetya Dwi Wibawa. 2018)

Telah dilakukan penelitian yang berjudul “Tuning of CVT for an Electric Vehicle” pada tahun 2017. Penelitian bertujuan untuk menggabungkan CVT dengan mesin listrik dengan baik dan optimal untuk meningkatkan efisiensi kendaraan tanpa kenaikan harga yang tinggi. Makalah ini berusaha untuk mempelajari dan menganalisis pengaruh variasi parameter yang berbeda seperti massa flyweight, kekakuan pegas, dan massa sepatu kopling pada centrifugal clutch terhadap kinerja CVT. Penelitian dilakukan dengan menggunakan beberapa pegas dengan kekakuan yang berbeda, dan disandingkan dengan beberapa flyweight yang memiliki massa berbeda. Data mengenai RPM, perbedaan rasio transmisi terhadap perubahan beban dan kecepatan dicatat dan dianalisis. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa ada hubungan yang positif antara kekakuan pegas dengan torsi yang dapat dihasilkan, sehingga berdampak pada peningkatan kinerja kendaraan sehingga menciptakan sistem hemat energi yang memiliki kemampuan jalan yang lebih lama pada kecepatan rata-rata. Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa flyweight yang lebih berat akan membuat top speed lebih tinggi, namun daya baterai yang dipakai akan lebih besar. Sehingga peneliti menyimpulkan bahwa penambahan CVT yang dikombinasikan dengan parameter desain yang baik dapat meningkatkan kinerja Kendaraan Listrik. (Karan Nigudkar, Pranay Shah, 2017)

Pada tahun 2021 telah dilakukan penelitian mengenai “Integrated Design of a CVT-equipped Electric Powertrain via Analytical Target Cascading”. Dalam makalah ini, peneliti menyajikan kerangka kerja co-design untuk powertrain listrik, dengan mengoptimalkan ukuran mesin listrik (EM) dan geometri dari Transmisi CVT juga beserta lintasan rasionya, dengan tujuan meminimalkan konsumsi energi kendaraan. Penelitian dilakukan pertama-tama dengan mengetahui energi minimum pada co-design secara terintegrasi, memperhitungkan geometri dan dinamika CVT, dan ukuran dari mesin listrik. Penelitian dilakukan menjadi 2 penelitian kecil, yaitu mengoptimalkan lintasan rasio dari Transmisi CVT dan juga menggunakan ATC untuk mengatasi permasalahan pada Desain EM-CVT agar desain dapat terintegrasi dengan baik. Hasil penelitian tersebut adalah apabila ukuran mesin listrik kemudian geometri transmisi CVT dan juga lintasan rasio dari CVT dapat dipotimalisasi dan terpasang/terintegrasi dengan baik, maka hal tersebut dapat meningkatkan konsumsi energi kendaraan hingga 22%. (Fahdzyana, Chyannie, Mauro Salazar, Tijs Donkers, Theo Hofman, 2021)

Pada Tahun 2019 telah terbit jurnal yang berjudul “CVT, Promising Solutions for Electrification”. Jurnal ini membahas tentang Penggunaan CVT pada Mesin Listrik, Transmisi fix gear untuk kendaraan listrik (EV) membutuhkan persyaratan khusus pada motor listrik dan baterai agar dapat menghasilkan potensi maksimal yang dimiliki oleh

mesin ICE seperti mengemudi dengan jarak jauh dalam kecepatan yang lebih tinggi atau menghasilkan torsi yang tinggi. Pengembang EV menghadapi beberapa tantangan dalam memperpanjang jarak tempuh kendaraan, mengurangi waktu pengisian ulang baterai, dan menemukan efisiensi yang optimal pada saat kondisi kecepatan rendah dan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengusulkan kombinasi antara mesin listrik dan Transmisi CVT yang tepat untuk memberikan peluang agar dapat mengatasi masalah masalah sebelumnya. Output dari penelitian yang diinginkan adalah solusi yang efisien dan hemat biaya di mana kelebihan biaya akibat pemasangan CVT dapat dipulihkan dalam powertrain dengan menurunkan biaya pada komponen listrik, sistem pendingin, dan baterai. Transmisi CVT mengurangi torsi maksimum dan kecepatan yang dibutuhkan mesin listrik sehingga memungkinkan pengurangan ukuran mesin listrik dan mengurangi biaya komponen aktif. Kombinasi antara mesin elektrik yang ukurannya sudah dikurangi dan CVT pushbelt yang baik dapat memberikan kinerja yang optimal sesuai harapan konsumen. Hasil dari penelitian ini adalah dibandingkan dengan transmisi two-speed AMT, Two-Speed DCT, dan transmisi single speed, CVT menunjukkan konsumsi energi yang lebih sedikit dan biaya yang lebih murah, juga kenyamanan berkendara yang lebih baik dibandingkan dengan transmisi lainnya. (Sluis, Francis van der, Luc Romers, Gert-Jan van Spijk, and Ingmar Hupkes, 2019)

2.1.1 Kesimpulan Penelitian Terdahulu

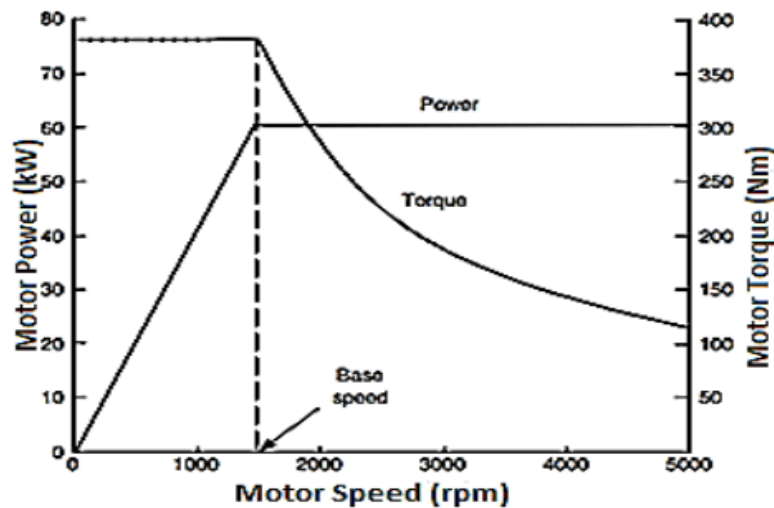
Kesimpulan yang dapat diambil dari ke-5 penelitian terdahulu diatas adalah, Kekakuan Pegas mempengaruhi performa yang dihasilkan oleh Transmisi CVT, karena semakin kaku pegas CVT maka akan menghasilkan gaya dorong, percepatan, dan torsi yang lebih tinggi, namun akan mengakibatkan kecepatan maksimum menurun. Kemudian perbedaan berat Roller CVT dapat mengakibatkan gaya traksi tertingi akan jatuh pada kecepatan yang lebih tinggi berbanding lurus dengan semakin beratnya roller CVT, dan percepatan tercepat akan jatuh pada kecepatan yang lebih tinggi berbanding lurus dengan semakin beratnya roller CVT.

Hasil dari penelitian terkait penyandingan CVT dengan BLDC Motor pada mobil listrik dapat diketahui bahwa transmisi CVT masih belum dapat mengungguli transmisi Jenis fixed gear, akan tetapi hasil menunjukkan bahwa efisiensi bahan bakar yang dihasilkan Transmisi CVT lebih baik dibandingkan dengan transmisi fixed gear. Sehingga dibutuhkan perubahan pada parameter desain CVT, contoh parameter desain CVT pada kendaraan motor listrik adalah seperti pada roller mass, returning spring, clutch spring, dsb untuk dapat mendapatkan hasil yang lebih ideal supaya tidak terpaut jauh performanya dengan fixed gear apabila transmisi CVT ingin dipasangkan dengan BLDC Motor. Penelitian mengenai penyandingan antara transmisi CVT dengan motor listrik masih sangat minim, penulis hanya menemukan jurnal terkait penggunaan CVT pada mobil listrik bukan pada motor listrik, sehingga hal ini juga menjadi salah satu motivasi penulis untuk menulis sebuah artikel yang belum pernah dibuat sebelumnya.

2.2 Karakteristik Motor Listrik

Motor Listrik adalah komponen utama penggerak dalam kendaraan listrik dengan efisiensi yang mampu mencapai 98 % (Sutantra, 2015). Sementara baterai pada kendaraan listrik berfungsi sebagai penyimpan daya pada kendaraan listrik, yang akan digunakan

sebagai sumber energi untuk menggerakkan motor listrik. Sedangkan Motor listrik berfungsi untuk mengkonversi energi listrik yang berasal dari baterai menjadi energi kinetik dan menyalurkannya ke sistem transmisi kendaraan, dimana besar dari energi yang disalurkan oleh baterai diatur oleh controller. Karakteristik dari motor listrik dapat dilihat pada gambar 2.1. Dapat dilihat pada gambar bahwa power atau tenaga dari motor listrik dibawah kecepatan dasar (base speed) akan terus bertambah secara linier sampai mencapai tenaga/power maksimum yang tepat berada saat berada pada kecepatan base. Dan dari kecepatan dasar sampai dengan kecepatan maksimum, tenaga atau power yang dihasilkan oleh motor listrik akan konstan, yaitu sebesar tenaga maksimum yang dapat dihasilkan oleh motor listrik itu sendiri. Kemudian, dari segi torsi yang dihasilkan oleh motor listrik berdasarkan karakteristik diatas dapat diketahui bahwa torsi maksimum akan tetap berada pada kecepatan dibawah kecepatan dasar, yaitu sebesar torsi maksimum yang dapat dihasilkan oleh motor listrik. Lalu setelah melewati kecepatan dasar torsi dari motor listrik akan menurun secara hiperbolik yang dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut,



Gambar 2.1 Karakteristik Motor Listrik dengan tenaga maksimum 60 Kw dan base speed 1500 RPM dan maksimum speed 5000 RPM

Torsi menurun setelah base speed terjadi karena pada kecepatan rendah, yaitu pada saat dibawah kecepatan dasar, pada saat pertama kalinya tegangan listrik masuk ke motor listrik yang diatur oleh controller. Maka tegangan listrik yang masuk akan meningkat dengan cepat, peningkatan tegangan listrik ini berbanding lurus dengan meningkatnya putaran yang akan diatur oleh controller, sedangkan flux dijaga konstan. Pada saat motor sudah mencapai kecepatan dasar, tegangan pada motor mencapai tegangan dari sumber pemasok energi. Setelah melewati kecepatan dasar, tegangan pada motor dijaga tetap sedangkan kekuatan flux melemah secara hiperbolik seiring bertambahnya kecepatan motor listrik. Kondisi inilah yang membuat penurunan torsi pada kurva juga terjadi secara hiperbolik sampai kecepatan maksimum setelah mencapai kecepatan dasar.

2.3 Transmisi Kendaraan Listrik

Kebutuhan daya Kendaraan Listrik bergantung pada daya traksi, yang sebagian besar bergantung pada berat dari kendaraan listrik. Kehilangan daya pada kendaraan listrik adalah 5%–15% untuk transmisi manual karena perpindahan gigi dari gigi pertama ke gigi

selanjutnya, 15%–20% untuk transmisi otomatis (AT) karena pengembangan tekanan yang lambat pada konverter torsi, dan 15% – 25% untuk CVT (Rahman et al., 2012). Sistem penggerak dalam kendaraan pada umumnya terdiri dari transmisi, kopling, gearbox dan poros penggerak yang tersambung ke arah roda. Transmisi kendaraan bertugas untuk menyalurkan torsi yang diterima dengan tujuan akhir ke arah roda kendaraan. Torsi yang disalurkan oleh transmisi kendaraan ini nantinya akan menghasilkan torsi output (T_o) dengan persamaan,

$$T_o = T_m \cdot i_t \cdot i_g \quad (2.1)$$

Dimana,

T_m = Torsi Input (Nm)

i_t = Rasio Transmisi

i_g = Rasio Gearbox

Transmisi Kendaraan pada dasarnya bertujuan untuk memudahkan pengemudi yang sedang mengendarai kendaraannya, yaitu menyesuaikan kebutuhan kecepatan, dan torsi yang dibutuhkan oleh kendaraan sesuai kondisi yang sedang dialami kendaraan. Misalnya pada saat kecepatan rendah Torsi yang dibutuhkan agar kendaraan dapat bergerak dari posisi diam ke posisi berjalan lumayan besar sehingga transmisi bertugas untuk menyalurkan torsi dan percepatan yang tinggi pada saat kecepatan rendah, sementara pada saat kecepatan tinggi yang dibutuhkan kendaraan bukan lah torsi dan percepatan yang besar melainkan kecepatan yang lebih tinggi, sehingga transmisi bertugas untuk menyalurkan torsi yang serendah mungkin untuk menciptakan kecepatan yang maksimal. Sehingga transmisi merupakan salah satu organ vital pada kendaraan, karena kehadirannya membuat efisiensi bahan bakar pada kendaraan lebih optimal dan dapat lebih menghemat kebutuhan bahan bakar. Torsi Output yang dihasilkan nantinya akan menghasilkan gaya dorong/traksi (Ft) pada roda kendaraan, dan juga Kecepatan (V) dalam m/s.

$$Ft = \frac{T_m \cdot i_t \cdot i_g \cdot \eta_t}{r} \quad (2.2)$$

Dimana,

Ft = Gaya Traksi pada roda kendaraan (N)

r = jari jari roda kendaraan dari ujung ban ke titik tengah roda (m)

η_t = Efisiensi Transmisi

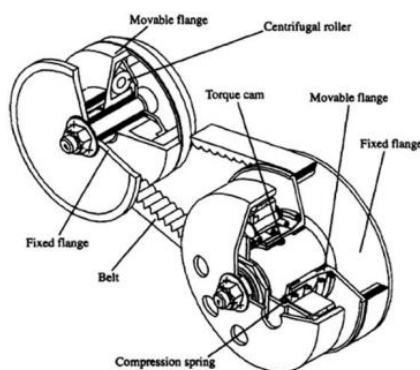
Dari penjelasan diatas secara ideal kebutuhan gaya dorong dapat ditunjukkan pada gambar 2.2,



Gambar 2.2 Gaya dorong yang dibutuhkan kendaraan

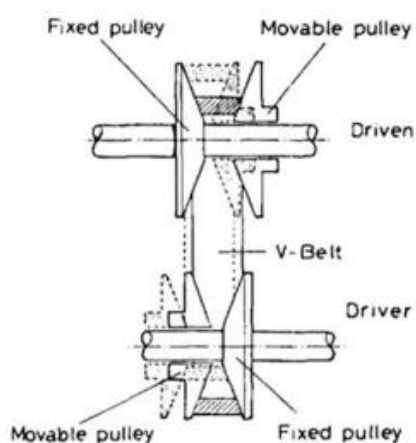
2.4 Sistem Transmisi CVT

Pada penelitian kali ini, Transmisi yang dipasangkan dengan BLDC Motor adalah transmisi Otomatis jenis CVT. Sistem transmisi ini banyak dipasangkan pada motor skutic seperti scoopy, mio, vario, dsb. CVT terdiri dari primary pulley/ driver pulley, secondary pulley/driven pulley, dan V belt yang menyambungkan kedua pulley yang dapat dilihat pada gambar 2.3,



Gambar 2.3 Ilustrasi CVT konvensional

Pada gambar 2.3 terlihat CVT Konvensional pada *driver pulley* terdiri dari sliding sheave dan fixed sheave, dimana pada sliding sheave terdapat, centrifugal roller yang berguna untuk mendorong sliding sheave akibat gaya sentrifugal yang diterima roller, dan pada sliding sheave juga terdapat fixed cover yang bertujuan untuk menahan roller centrifugal saat menekan sliding sheave ke arah fixed sheave yang dapat dilihat pada gambar 2.4,



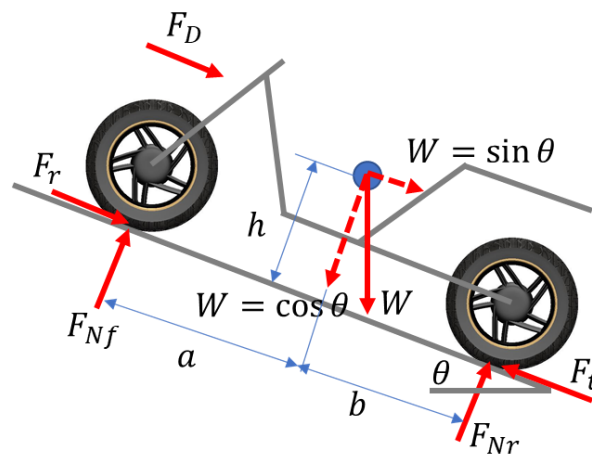
Gambar 2.4 Ilustrasi CVT Konvensional

Pada saat sliding sheave di driver pulley bergerak ke arah fixed sheave seperti ditunjukkan oleh garis putus-putus pada gambar 2.4 maka belt akan tertarik dan membuat movable sheave pada driven pulley tertekan dan menekan pegas/compression spring seperti yang

ditunjukkan pada gambar 2.3 dan bergerak menjauhi fixed sheave pada driven pulley seperti yang ditunjukkan oleh garis putus putus pada gambar 2.4. Proses ini akan berlangsung terus menerus, sesuai kebutuhan kendaraan, misalnya pada saat kecepatan rendah maka torsi yang dibutuhkan besar sehingga diameter pada driver pulley akan membesar untuk menyalurkan torsi yang lebih besar, sementara pada kecepatan tinggi roller akan menekan membuat diameter driver pulley mengecil dan membuat diameter driven pulley membesar, menghasilkan torsi yang disalurkan lebih sedikit namun kecepatan yang dihasilkan lebih tinggi.

2.5 Persamaan Gaya pada Kendaraan

Setelah mendapatkan persamaan gaya pada CVT selanjutnya adalah mencari gaya yang bekerja pada kendaraan, nilai dari gaya traksi kendaraan, dan gaya hambat kendaraan, kecepatan dan juga percepatan dari kendaraan. Skema gaya pada kendaraan dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut,



Gambar 2.5 Gaya-gaya yang bekerja pada kendaraan

2.5.1 Gaya Dorong Kendaraan

Gaya dorong kendaraan adalah kemampuan kendaraan untuk dapat dipercepat dan juga kemampuan untuk dapat mengatasi hambatan-hambatan yang terjadi, seperti hambatan rolling ban (rolling resistance), hambatan aerodinamis, dan hambatan tanjakan. Kemampuan kendaraan tersebut sangat dipengaruhi oleh torsi yang dihasilkan oleh mesin kendaraan serta rasio dari transmisi dan juga gearbox, torsi yang dihasilkan oleh kendaraan akan dimultiplikasi oleh rasio transmisi, sehingga akan didapatkan torsi dari CVT kemudian akan dimultiplikasi oleh gearbox, sehingga akan menghasilkan torsi output, selanjutnya adalah mencari gaya traksi kendaraan atau gaya dorong dari kendaraan tersebut, yang persamaannya adalah,

$$Ft = \frac{T_o}{r} \cdot \eta_t \quad (2.3)$$

Dimana,

T_o = Torsi output

r = Jari jari roda kendaraan

η_t = Efisiensi Transmisi

2.5.2 Gaya Hambat Kendaraan

Kemudian setelah mendapatkan nilai dari f_t , selanjutnya adalah mencari gaya gaya hambat yang bekerja pada kendaraan karena pada saat kendaraan bergerak pasti ada gaya hambat yang menghambat laju kendaraan, gaya hambat yang terjadi pada kendaraan ada 3 yaitu gaya hambat udara, gaya hambat rolling dan yang terakhir adalah gaya hambat tanjakan. gaya hambat yang pertama, yaitu gaya hambat udara, gaya hambat udara merupakan gaya yang menghambat gaya dorong kendaraan karena arah dari gaya hambat udara yang berlawanan dengan arah laju kendaraan, dimana gaya hambat udara sendiri memiliki persamaan sebagai berikut,

$$R_a = \frac{1}{2} \times \rho \times C_d \times A_f \times V_a^2 \quad (2.4)$$

Dimana,

$$\rho = (\text{kg/m}^3)$$

C_d = koefisien drag

A_f = Luas frontal kendaraan (m^2)

V_a = kecepatan relatif angin terhadap kendaraan (m/s)

Gaya yang kedua adalah rolling resistant, yaitu gaya hambat akibat gesekan ban dengan jalanan, besarnya gaya rolling resistance juga akan terpengaruhi oleh besarnya sudut tanjakan. Hal ini terjadi karena perbedaan gaya normal pada kendaraan yang besarnya lebih kecil dibandingkan saat jalan mendatar. Langkah pertama untuk mendapatkan gaya hambat rolling adalah menemukan koefisien hambatan rolling (f_r) terlebih dahulu, dimana besarnya f_r dapat dicari melalui persamaan berikut,

$$f_r = f_o + f_s \left(\frac{v}{100} \right)^2 \quad (2.5)$$

Dimana,

f_o & f_s = koefisien yang nilainya tergantung pada tekanan ban

V = kecepatan kendaraan (Km/h)

Setelah mendapatkan koefisien hambat rolling (f_r), maka besarnya gaya hambat rolling dapat dicari yaitu dengan persamaan sebagai berikut,

$$R_r = f_r \times W \quad (2.6)$$

Dimana,

f_r = koefisien hambat rolling

W = berat kendaraan (N)

Gaya hambat yang ketiga adalah gaya hambat yang terjadi akibat terdapat sudut tanjakan pada jalan yang dilalui oleh kendaraan. Dengan adanya gaya hambatan tanjakan maka beban kendaraan akan bertambah akibat pengaruh gaya gravitasi bumi yang bertambah besarnya seiring besarnya sudut jalanan. Besar gaya hambat akibat sudut tanjak dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut,

$$R_g = W \sin \theta \quad (2.7)$$

Dimana,

W = berat kendaraan (N)

θ = sudut tanjakan

Setelah mendapatkan ketiga gaya hambat, langkah selanjutnya adalah mencari gaya hambat total dengan cara menambahkan ketiga gaya yang sudah dicari nilainya, namun seperti yang sudah dibahas sebelumnya diatas, pada gaya hambat rolling terdapat tambahan, yaitu apabila melewati tanjakan, besarnya gaya normal kendaraan sama dengan berat kendaraan dikalikan cos sudut tanjakan. Sehingga perhitungannya akan sebagai berikut,

$$Fr = Ra + Rr \cos \theta + Rg \quad (2.8)$$

Dimana,

Ra = Gaya Hambat Udara (N)

Rr = Gaya Hambat Rolling (N)

Rg = Gaya Hambat Tanjakan (N)

Sudut tanjakan dari gaya hambat dalam penelitian ini ada 2 jenis, menurut Peraturan perencanaan geometrik jalan antar kota no.38 tsm 1997 yang dikeluarkan direktorat jenderal bina margas mengenai klasifikasi jalan menurut medan jalan dapat dilihat pada tabel 2.1,

Tabel 2.1 Klasifikasi jalan menurut medan jalan

No.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	< 3
2.	Perbukitan	B	3 - 25

Dapat dilihat dari tabel 2.1 bahwa medan datar memiliki kemiringan dibawah 3 persen, yaitu sekitar 0 derajat sampai 1.19 derajat. Sementara untuk jalur perbukitan antara 3-25 persen, yaitu 1.3 derajat sampai 14.04 derajat. Kemudian selanjutnya setelah mengetahui gaya hambat total adalah mencari kecepatan pada kendaraan dengan menggunakan persamaan Newton II, yaitu $\sum F = m \cdot a$, Sehingga persamaan gaya gaya yang terjadi pada saat kendaraan bergerak adalah sebagai berikut,

$$Ft - Fr = m \cdot a \quad (2.9)$$

Dimana,

Ft = Gaya Traksi Kendaraan (N)

Fr = Gaya Hambat Kendaraan (N)

m = massa kendaraan (kg)

a = Percepatan Kendaraan (m/s^2)

2.6 Regresi Linier

Regresi linear sederhana dipergunakan untuk mengetahui pengaruh antara satu buah variabel bebas terhadap satu buah variabel terikat. Bentuk umum dari persamaan regresi linier sendiri adalah sebagai berikut,

$$\hat{y} = a + bx \quad (2.10)$$

Dimana,

y' = Nilai yang diproyeksikan

x = Variabel bebas

a = Parameter Intercept

b = Parameter Koefisien Regresi Variabel Bebas

Dengan Y adalah variabel terikat dan X adalah variabel bebas. Koefisien a adalah konstanta (intercept) yang merupakan titik potong antara garis regresi dengan sumbu Y pada koordinat kartesius. Regresi Linier ini nantinya akan digunakan pada saat mencari konstanta pegas yang diinginkan dari 6 jenis pembebanan yang akan dihitung perbedaan defleksinya dari masing masing pembebanan yang tiap pembebanan akan dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan. Langkah – langkah yang dilakukan untuk melakukan regresi linier dalam menyelesaikan contoh di atas adalah sebagai berikut,

1. Tentukan Y = variable tak bebas dan X = variable bebas
2. Hitung nilai a dan b

$$a = \frac{(\sum Yi)(\sum Xi^2) - (\sum Xi)(\sum XiYi)}{(n)(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2} \quad (2.11)$$

$$b = \frac{(n)(\sum XiYi) - (\sum Xi)(\sum Yi)}{(n)(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2} \quad (2.12)$$

3. Setelah nilai a dan b ditemukan, masukan nilai a dan b pada rumus persamaan $y = a + bx$. Kemudian masukan nilai x . Nilai x merupakan variabel yang akan diramalkan.

2.7 BEP (Break Even Point)

Menurut P. S. Djarwanto (2010) Break Even Point (BEP) adalah suatu keadaan impas yaitu apabila telah dihitung laba dan rugi suatu periode tertentu, maka perusahaan tersebut tidak mendapat keuntungan dan sebaliknya tidak menderita kerugian. Persamaannya untuk satuan unit adalah sebagai berikut,

$$BEP = \frac{FC}{P-VC} \quad (2.13)$$

Dimana,

BEP = Titik Impas (Break Even Point)

FC = Biaya Tetap (Fixed Cost)

VC = Biaya Variabel Per-unit (Variable Cost)

P = Harga Jual per-unit

$P-VC$, juga biasa disebut sebagai contribution margin, Selanjutnya untuk mengetahui BEP sebagai satuan rupiah, persamaannya adalah sebagai berikut,

$$BEP = \frac{FC}{\frac{(P-VC)}{P}} \quad (2.14)$$

Apabila disederhanakan akan menjadi sebagai berikut,

$$BEP = \frac{FC}{1 - \frac{VC}{P}} \quad (2.15)$$

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

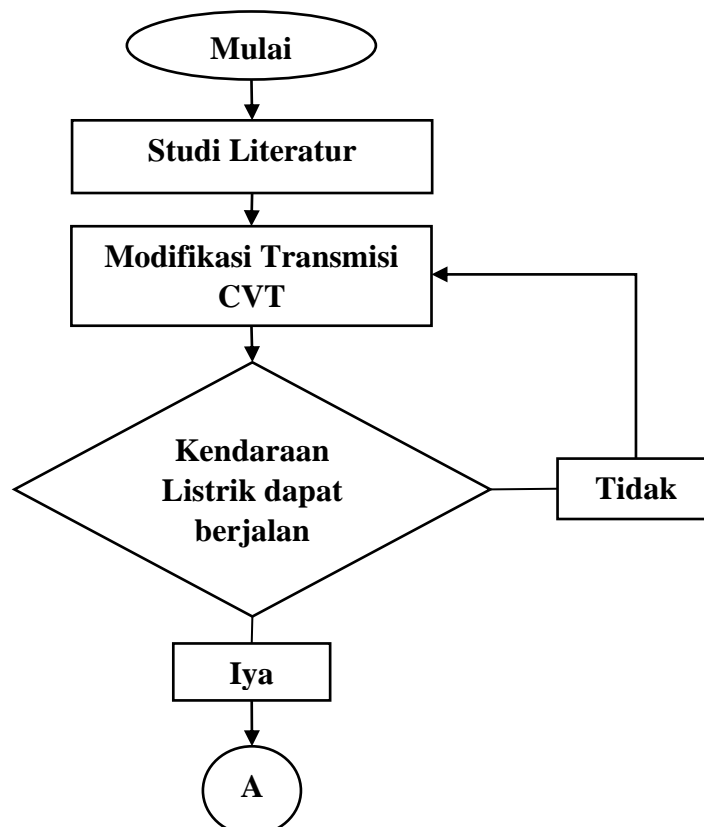
BAB III METODOLOGI

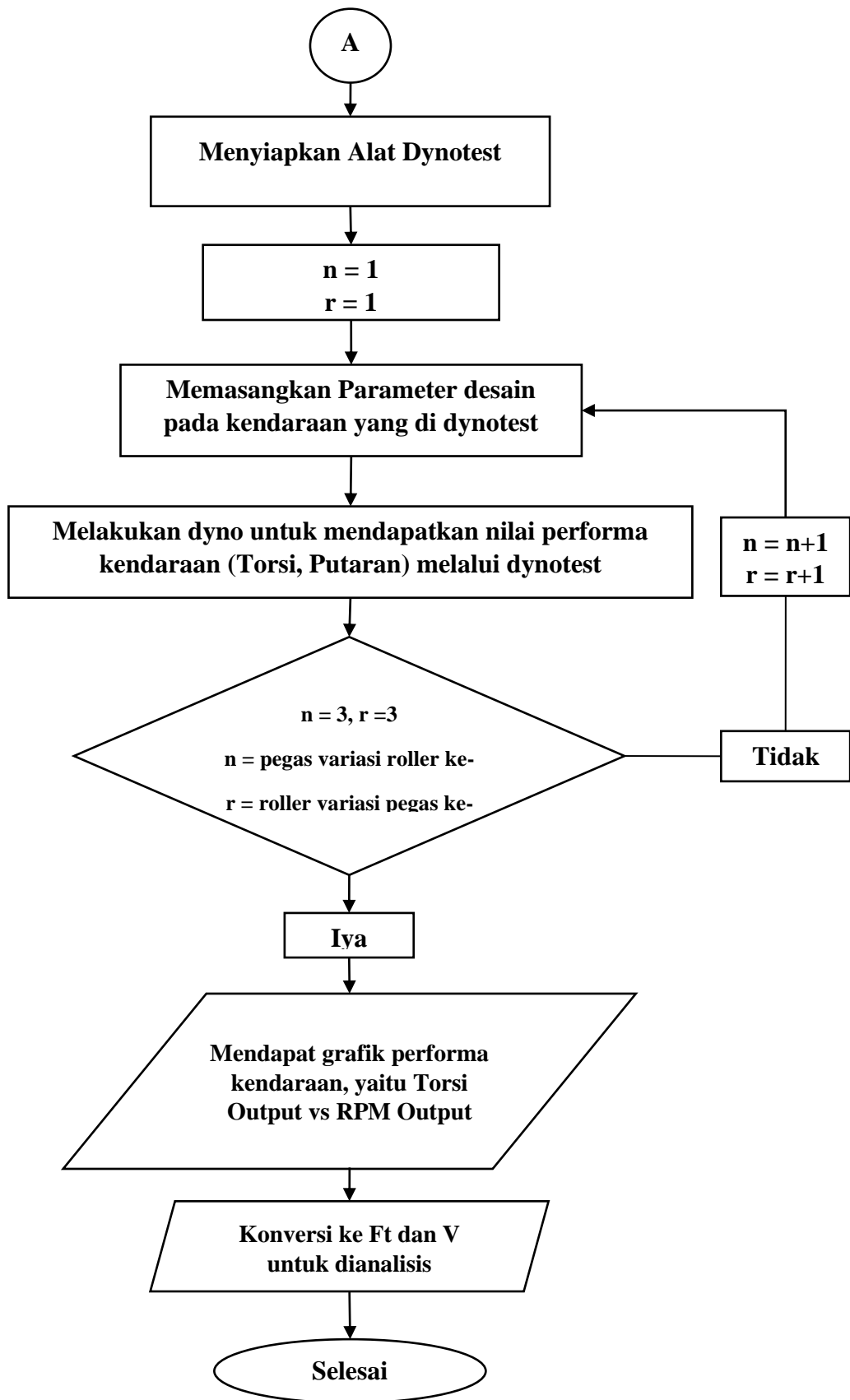
3.1 Identifikasi Masalah

Dalam Penelitian Tugas Akhir ini, akan dilakukan Kajian Teknis dan Ekonomis untuk mengetahui perbedaan apabila mengkonversi kendaraan bensin ke kendaraan listrik. Output penelitian ini adalah performa yang akan dihasilkan apabila motor ICE dikonversikan ke motor elektrik dan dipasangkan dengan Transmisi CVT, kemudian dibandingkan dengan motor listrik unit baru sebagai pertimbangan teknis dan ekonomis bagi masyarakat.

3.2 Kajian Teknis

Kajian teknis dilakukan dengan Studi Eksperimental, yaitu penelitian yang dilakukan dengan pendekatan secara saintifik dengan menggunakan minimal satu set variabel. Studi Eksperimental bertujuan untuk meneliti pengaruh dari suatu penggunaan variabel tertentu terhadap benda uji kemudian dibandingkan dengan penggunaan variabel lainnya yang berbeda terhadap benda uji yang sama. Pada Studi Eksperimental kali ini, variabel yang digunakan adalah parameter desain pada CVT yaitu Massa Roller dan Kekakuan Pegas CVT yang berbeda untuk mengetahui performa yang akan dihasilkan pada motor listrik. Untuk melakukan Studi eksperimental, terlebih dahulu telah dilakukan studi literatur untuk Mencari informasi yang relevan dengan masalah yang akan diteliti dan mengkaji sejumlah teori dasar yang relevan dengan masalah yang akan diteliti. Setelah melakukan studi literatur selanjutnya adalah merancang konsep dari benda uji yang akan di eksperimen, yaitu kendaraan listrik. Flowchart Studi Eksperimental dapat dilihat pada gambar 3.1,

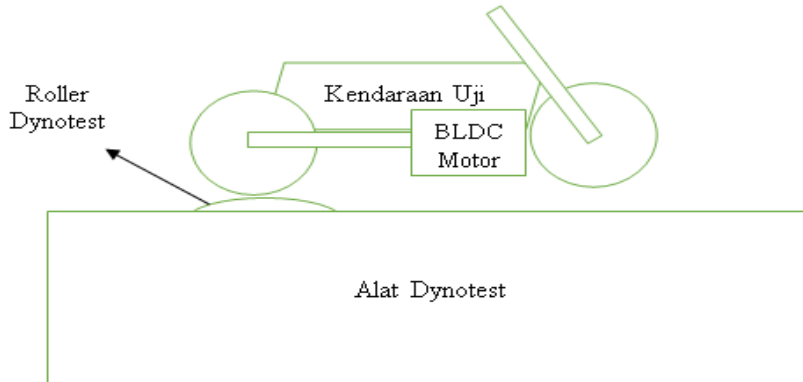




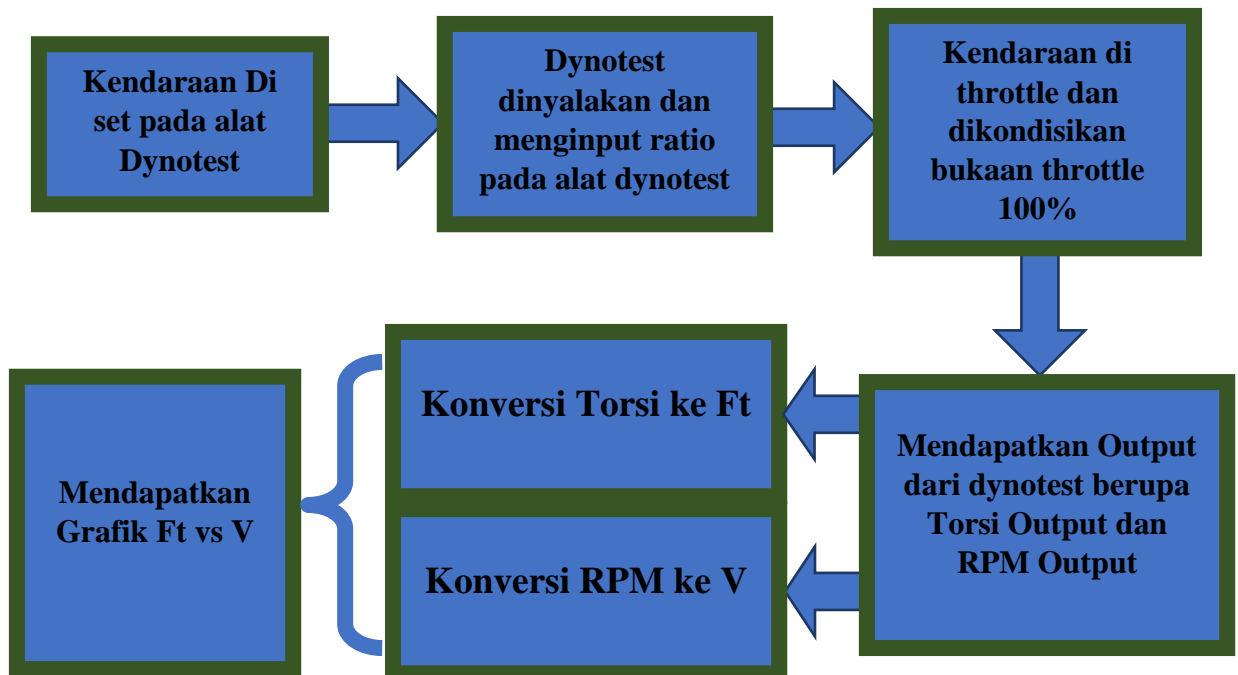
Gambar 3.1 Flowchart Studi Eksperimental

3.3 Dynotest

Dynotest dilakukan dengan cara pertama tama meletakkan motor diatas mesin/alat uji *dynotest*, kemudian mengikat ban depan pada sebuah tali guna menahan motor agar tidak melaju ke depan, dan menaruh ban belakang pada bagian roller *dynotest*. Sketsa pengujian dynotest dapat dilihat pada gambar 3.2 dan untuk skema Pengujian Dynotest dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.2 Sketsa Dynotest



Gambar 3.3 Skema Pengujian Dynotest

Kemudian saat motor sudah set pada alat uji *dynotest*, selanjutnya adalah menginput ratio antara roller pada dynotest dengan roda penggerak agar mendapat torsi dari roda bukan torsi dari roller dynotest. Kemudian, setelah alat dynotest telah dinyalakan hal selanjutnya yang dilakukan adalah men-*throttle* motor selagi menekan alat dynotest guna mendeteksi dan merekam performa kendaraan motor setelah mencapai RPM yang diinginkan

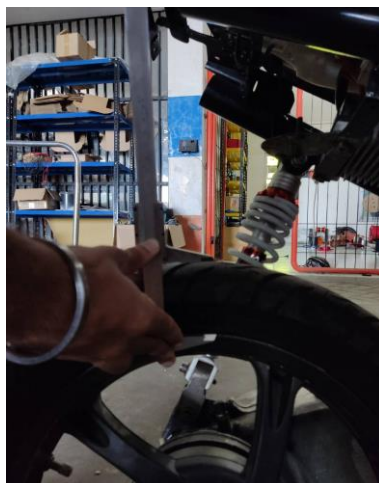
perekaman performa dihentikan, dan nantinya grafik bisa dilihat pada layar komputer dan data data terkait pengujian bisa di analisis lebih lanjut.

3.4 Parameter Parameter Real

Parameter yang diukur adalah jari jari roda penggerak dimana, dikarenakan keterbatasan panjang dari jangka sorong, maka perhitungan jari jari roda penggerak dilakukan secara bertahap agar mendapatkan, hasil yang akurat, yaitu pertama-tama adalah mengukur jari jari velg roda penggerak terlebih dahulu, kemudian selanjutnya adalah mengukur lebar ban dari roda penggerak, sehingga nantinya kedua hasil tersebut dijumlahkan agar dapat mengetahui jari jari sebenarnya dari roda penggerak. Dapat kita lihat pada gambar 3.4 jari jari Velg pada roda penggerak saat diukur menggunakan jangka sorong, yaitu sekitar 19.12 cm, kemudian terlihat pada Gambar 3.5 bahwa lebar ban roda penggerak yaitu sekitar 7,115 cm, sehingga bisa disimpulkan bahwa jari jari roda penggerak, yaitu sekitar 26,235 cm.



Gambar 3.4 Pengukuran Jari Jari Velg Penggerak Roda Penggerak



Gambar 3.5 Pengukuran Lebar Ban Roda Penggerak

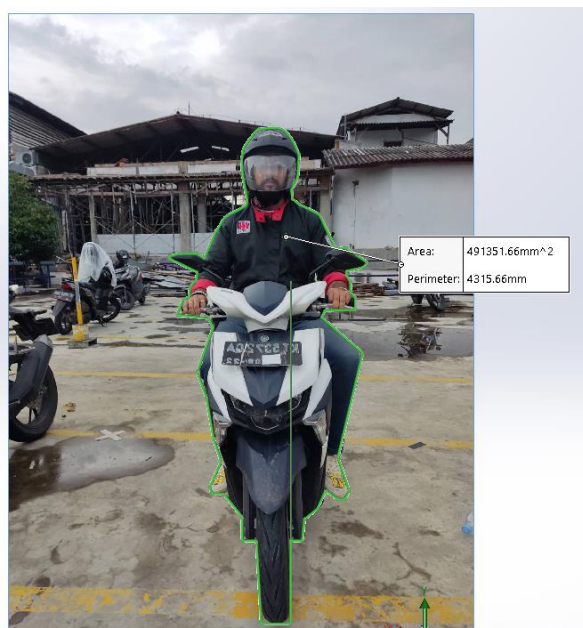
Selanjutnya adalah mencari luas area frontal dari kendaraan, karena kendaraan menggunakan rangka dan transmisi CVT berasal dari motor yamaha mio soul , maka kami menggunakan bodi motor yamaha mio soul GT sebagai referensi. Untuk mengetahui gaya

drag maka diperlukan seseorang untuk menaiki kendaraan tersebut, agar luas frontal dalam kondisi ideal, yaitu saat kendaraan dinaiki oleh pengendara. Sehingga fotonya dapat dilihat pada gambar 3.6,



Gambar 3.6 Yamaha Mio Soul GT yang sudah dinaiki pengendara

Selanjutnya gambar diimport pada Solidworks untuk kemudian “masking” bagian yang ingin diketahui luas area frontalnya untuk mengetahui luas area frontal dari kendaraan pada saat dinaiki oleh pengendara. Sehingga hasilnya dapat dilihat pada gambar 3.7,



Gambar 3.7 Hasil Luas Area Frontal Pada Solidworks

Sehingga dapat diketahui dari hasil “masking” bahwa luas area frontal dari kendaraan yang sudah dinaiki oleh pengendara adalah sekitar 491.351,66 mm² atau sekitar 0.5 m².

3.5 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.8, 3.9 dan 3.10,

1. Prototype kendaraan Listrik E-CVT



Gambar 3.8 Prototype kendaraan Listrik E-CVT

2. Alat Dynotest



Gambar 3.9 Mesin Dynotest (Sumber : tokopedia.com)

3. Jangka Sorong



Gambar 3.10 Jangka Sorong (Sumber bola.com)

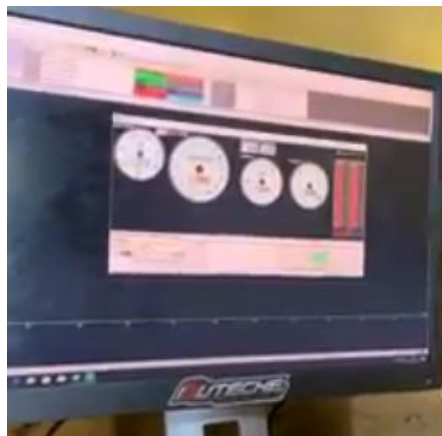
3.6 Pengujian *Dynotest*

Pengujian dynotest dilakukan sebagai bentuk studi eksperimental terhadap 3 jenis kekakuan pegas, dan 3 jenis berat roller, dapat terlihat pada gambar 3.11 bahwa dibutuhkan seseorang yang berada diatas motor untuk dapat men-throttle sekaligus menyeimbangkan sepeda motor,

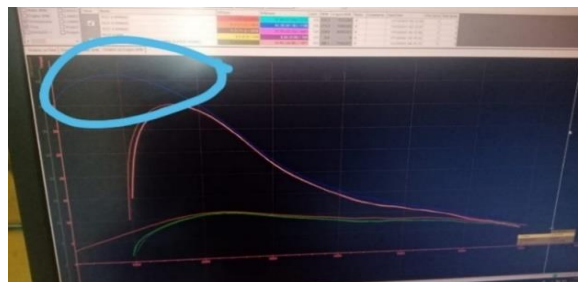


Gambar 3.11 Pengujian Dynotest

Pada saat di throttle dan tombol mulai dynotest ditekan akan muncul gambar seperti itu di layar monitor seperti pada gambar 3.12, ketika motor sudah mencapai RPM tertentu maka tombol ditekan kembali untuk menghentikan proses dynotest, dan akan muncul grafik Torsi vs RPM seperti pada gambar 3.13.

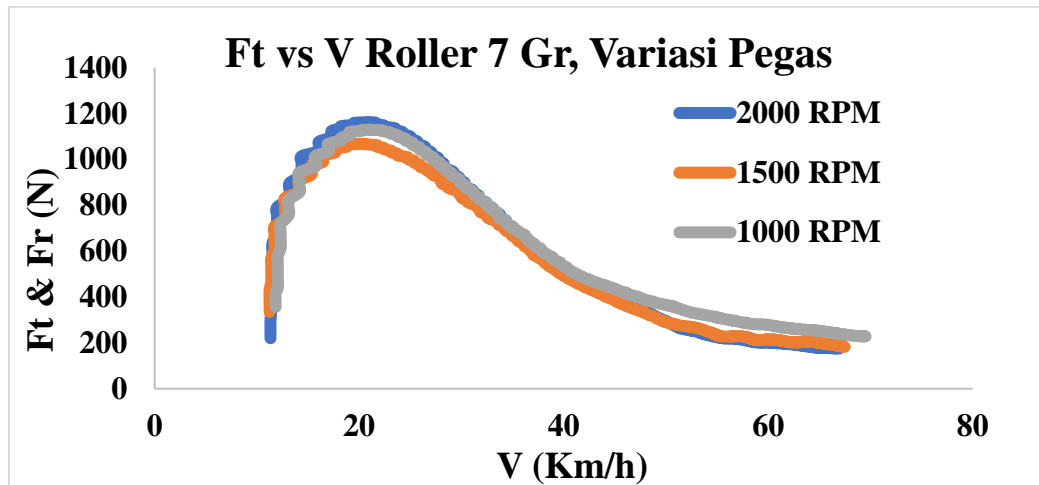


Gambar 3.12 Tampilan keadaan sepeda motor saat proses dynotest di layar komputer



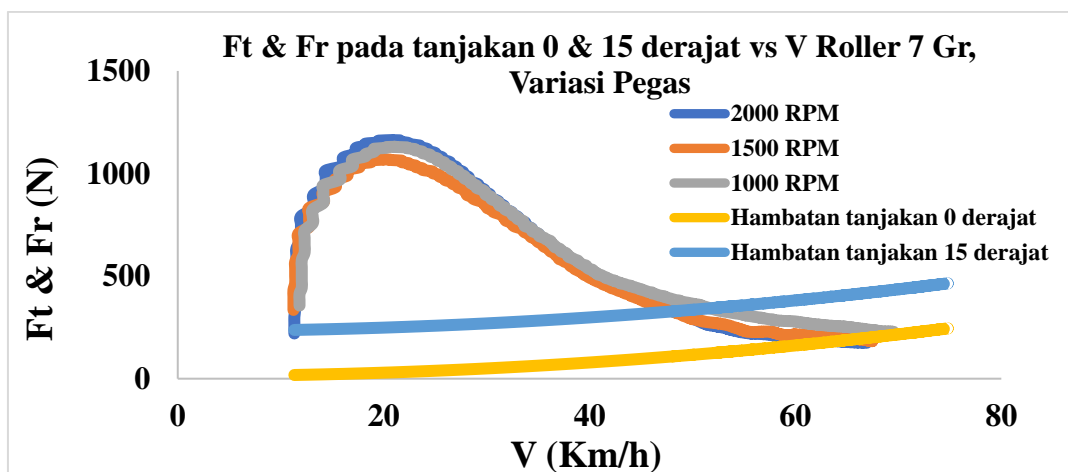
Gambar 3.13 Grafik torsi vs RPM

Dapat terlihat pada gambar 3.13 setelah tombol dynotest ditekan kembali, maka akan keluar hasil pengujian dynotest, yaitu berupa grafik Torsi vs Putaran yang akan dikonversikan ke Ft vs V. Dynotest diulang 3 kali pada 3 pegas yang menggunakan 3 variasi roller berbeda, dan 3 kali pada 3 roller yang menggunakan 3 variasi pegas berbeda. Setelah dilakukan pengujian dalam satu sesi, yaitu contohnya pengujian dynotest pada roller 7 Gr yang menggunakan 3 variasi pegas berbeda, untuk tiap pegas nantinya akan mendapatkan satu grafik Ft vs V, yang nantinya setelah 3 kali uji dynotest akan mendapatkan 3 Grafik, contoh perbandingan hasil 3 grafik yang telah didapatkan tersebut dapat dilihat pada gambar 3.14,



Gambar 3.14 Grafik perbandingan Ft vs V dari ke-3 pegas pada roller 7 Gr

Dapat terlihat dari gambar 3.14, yaitu grafik perbandingan ke-3 pegas returning spring yang telah selesai di uji, diantaranya adalah pegas dengan kekakuan 2000 RPM, 1500 RPM, dan 1000 RPM. Nantinya setelah pengujian pegas dan didapatkan nilai dari konstanta pegas, notasi pegas akan diubah ke satuan N/mm. Kemudian nantinya setelah mendapatkan grafik diatas langkah selanjutnya adalah menghitung gaya-gaya hambat yang bekerja pada kendaraan. Nantinya setelah mendapatkan nilai dari gaya hambat, maka akan di plot pada grafik di gambar 3.15, contoh hasil gaya hambat yang telah dihitung dan telah di plot pada grafik adalah sebagai berikut,

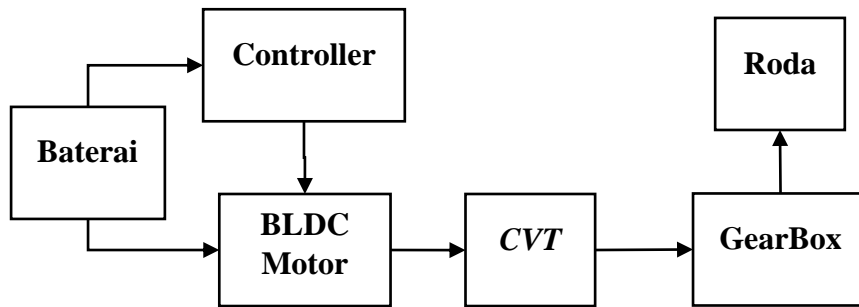


Gambar 3.15 Grafik perbandingan Ft & Fr vs V dari ke-3 pegas pada roller 7 Gr

Dari Gambar 3.15 selanjutnya dapat kita analisis hubungan antara gaya traksi dan gaya hambat untuk mengetahui traksi maksimum, kecepatan maksimum dan percepatan maksimum pada masing-masing gaya hambat.

3.7 Konsep Rancangan

Konsep rangkaian dari Motor E-CVT terdiri dari Baterai, Controller, BLDC Motor, CVT, Gearbox, Roda. Untuk lebih jelasnya terkait konsep rancangan kendaraan listrik E-CVT ini dapat kita lihat pada gambar 3.16. Dapat Terlihat bahwa yang membedakan motor E-CVT dibandingkan motor ICE adalah bahwa digantikannya piston dengan BLDC Motor.



Gambar 3.16 Konsep Rancangan

Kemudian Hal lain yang membedakan antara ICE dan E-CVT ini adalah terdapat controller yang bertugas untuk mengontrol daya yang disalurkan dari baterai ke BLDC Motor. Daya tersebut nantinya akan dikonversi menjadi energi kinetic oleh BLDC Motor dan menyalurkannya ke CVT sebagai Torsi yang kemudian nantinya pada CVT gaya torsi tersebut akan di multiplikasi atau direduksi. Torsi akan di multiplikasi Ketika rasio Primary Sheave lebih besar dibanding Secondary Sheave, dan torsi akan di reduksi Ketika Rasio Secondary Sheave lebih besar dibandingkan Primary Sheave. Setelah perancangan sudah di assembly, langkah selanjutnya adalah memodifikasi pemasangan antara transmisi dengan BLDC Motor, karena seperti yang kita ketahui bahwa transmisi CVT sudah disesuaikan dengan penggerak ICE, sehingga dibutuhkan modifikasi agar bisa mengassembly cvt dengan bldc motor. Solusi dari permasalahan tersebut adalah penambah gigi seribu pada bagian BLDC Motor yang dapat dilihat pada gambar 3.17,

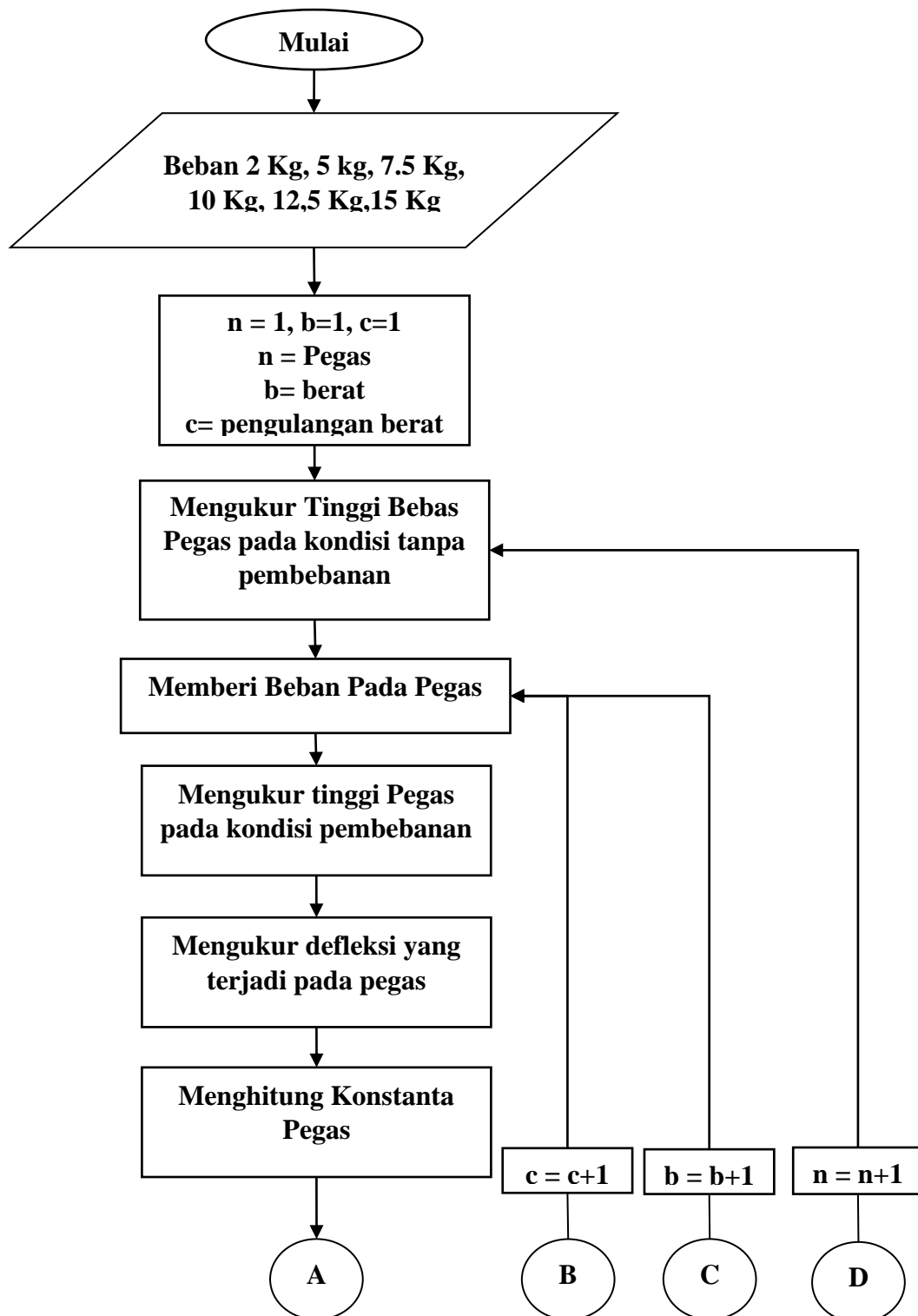


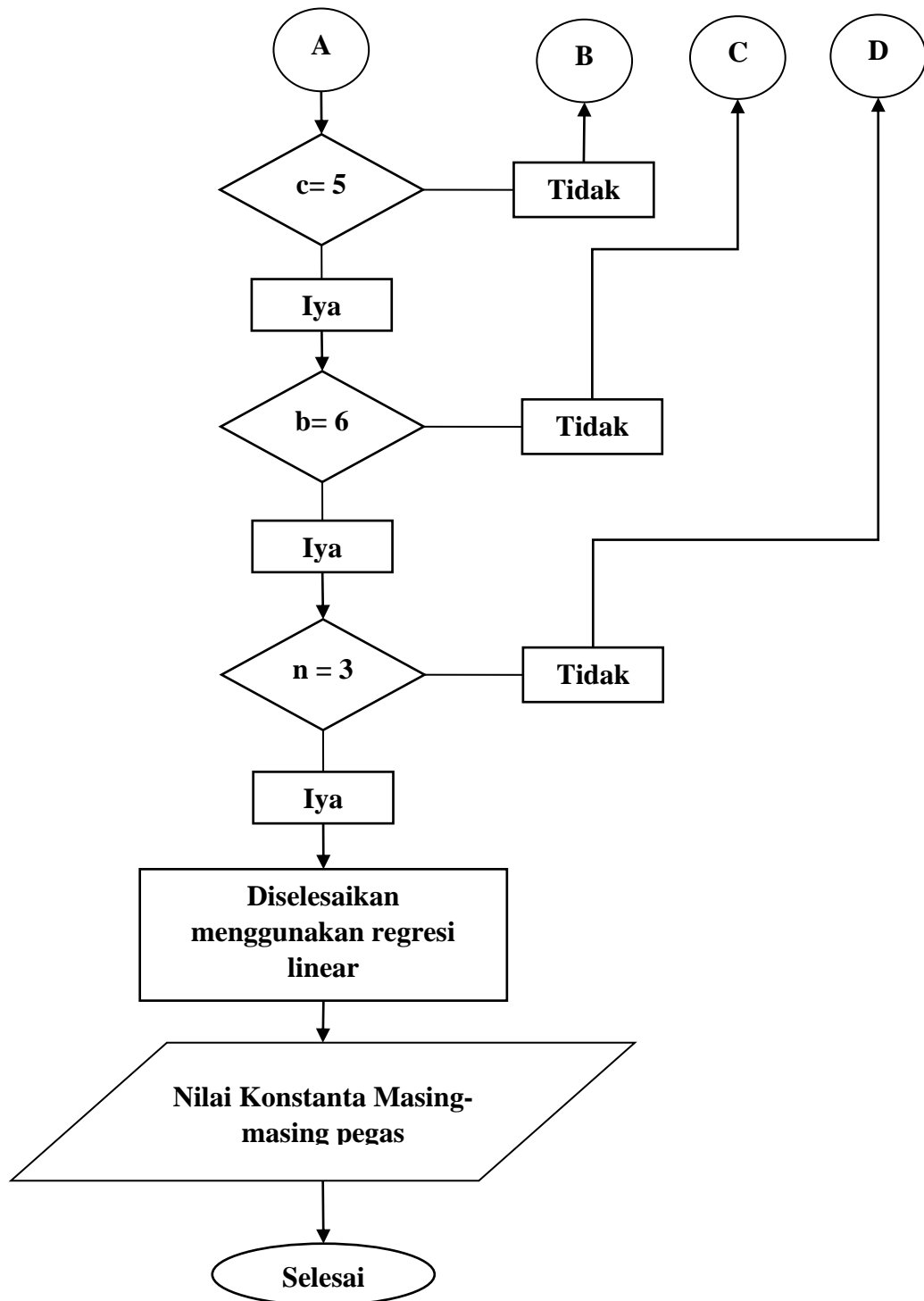
Gambar 3.17 Gigi Seribu Pada Shaft BLDC Motor

Tujuan gigi seribu adalah agar kruk as yang tersambung dengan CVT dan BLDC Motor dapat tersambung secara Aligned (Lurus). Sehingga dapat menghindari adanya getaran atau putaran berlebih yang dapat menghasilkan kurang optimalnya transfer torsi dari BLDC Motor ke Transmisi CVT.

3.8 Pengujian Pegas

Flowchart dari pengujian pegas dapat dilihat dari gambar 3.18 berikut,

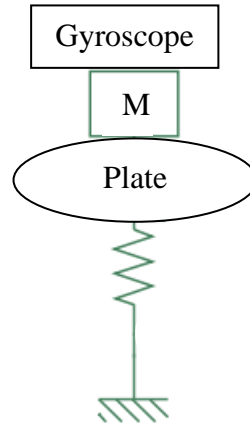




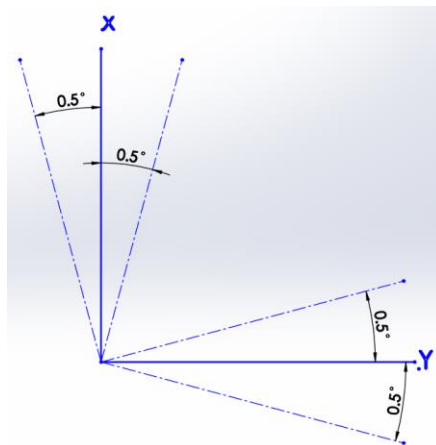
Gambar 3.18 Flowchart Pengujian Pegas

Untuk tiap jenis Pegas akan diuji dengan 6 jenis variasi beban yang tiap jenis beban akan diulang sebanyak 5 kali, Pembebanan dilakukan dengan menaruh plat besi berbentuk lingkaran diatas pegas, diatas plat akan ditaruh beban, kemudian diatas beban nantinya akan ditaruh gyroscope untuk mengetahui kerataan dari beban beban yang telah

ditaruh diatas pegas. Gyroscope diletakkan sampai titik x dan y berada dibawah 0.5 derajat seperti yang digambarkan pada gambar 3.20. Skema Pembebanan Pegas dapat dilihat pada gambar 3.19,



Gambar 3.19 Skema Pembebanan



Gambar 3.20 Error pada sumbu x,y Gyroscope

Contoh pembebanan dan peletakkan gyroscope pada gambar 3.21 dan 3.22 berikut,



Gambar 3.21 Pembebanan pada pegas



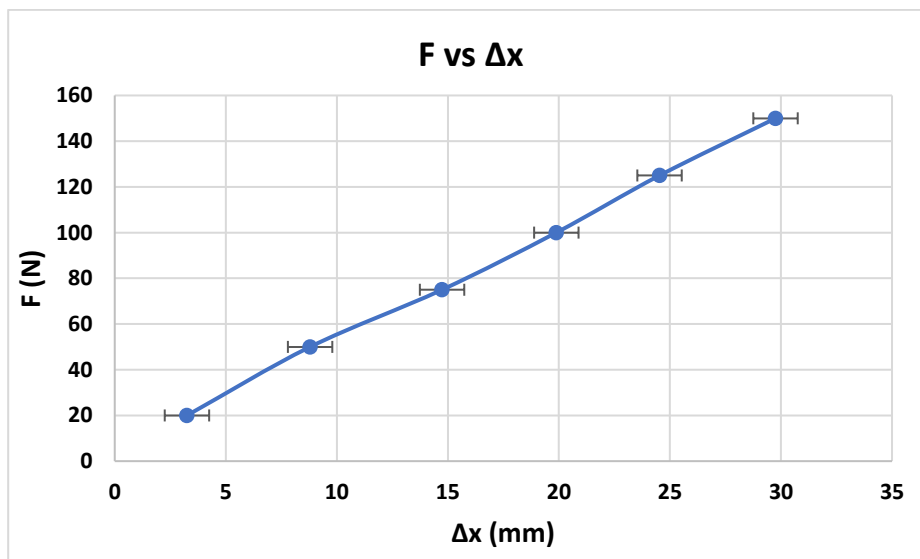
Gambar 3.22 Gyroscope pada pembebanan pegas

Sesi percobaan akan diselesaikan menggunakan regresi linear kemudian akan dihitung menggunakan regresi linear untuk mendapatkan konstanta pegas yang diinginkan, dari ke 5 percobaan nantinya akan dipilih kekakuan pegas yang mendekati hasil dari percobaan terdahulu menggunakan brand pegas yang sama. Contoh Hasil Pengujian Pegas dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut,

Tabel 3.1 Tabel Pengujian Pegas

Berat (N)	Δx (mm)					Rata-rata (Δx)	Deviasi (Δx)
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5		
20	3.12	3.36	3.27	3.34	3.16	3.25	0.106770783
50	8.93	8.84	8.64	8.76	8.81	8.796	0.106911178
75	14.67	14.73	14.71	14.85	14.73	14.738	0.067230945
100	19.85	19.88	19.89	19.92	19.88	19.884	0.025099801
125	24.78	24.72	24.21	24.43	24.52	24.532	0.229717217
150	29.62	29.59	29.76	29.98	29.82	29.754	0.158366663

Kemudian setelah menemukan Berat dan rata rata dari Δx , selanjutnya adalah plot ke grafik untuk mengetahui bentuk dari grafik tersebut, yang dapat dilihat pada gambar 3.23,



Gambar 3.23 Grafik pengujian Pegas

Setelah kita ketahui bahwa dari grafik bahwa tidak ada overlap pada deviasi dan trendline dari grafik adalah linier, sehingga kita menggunakan persamaan regresi linier adalah $y = a + bx$, Tabel data regresinya dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut,

Tabel 3.2 Tabel Data regresi

x	y	x ²	y ²	xy
20	3.25	400	10.5625	65
50	8.796	2500	77.369616	439.8
75	14.738	5625	217.208644	1105.35
100	19.884	10000	395.373456	1988.4
125	24.532	15625	601.819024	3066.5
150	29.754	22500	885.300516	4463.1
520	100.954	56650	2187.633756	11128.15
ΣX	ΣY	ΣX^2	ΣY^2	ΣXY

Selanjutnya adalah mencari nilai dari a dan b seperti berikut,

$$a = \frac{(\Sigma Yi)(\Sigma Xi^2) - (\Sigma Xi)(\Sigma XiYi)}{(n)(\Sigma Xi^2) - (\Sigma Xi)^2}$$

$$a = \frac{(100.954)(56650) - (520)(11128.15)}{(6)(56650) - (520)^2} = -0.972574101$$

Setelah mencari nilai a, selanjutnya adalah mencari nilai b,

$$b = \frac{(n)(\Sigma XiYi) - (\Sigma Xi)(\Sigma Yi)}{(n)(\Sigma Xi^2) - (\Sigma Xi)^2}$$

$$b = \frac{(6)(11128.15) - (520)(100.954)}{(6)(56650) - (520)^2} = 0.205364317$$

Sehingga dapat diketahui persamaan regresi dari k adalah,

$$y = -0.972574101 + 0.205364317x$$

Setelah mendapatkan nilai y, selanjutnya adalah mencari nilai dari K, ketika $x = 20$, maka nilai y adalah

$$y = -0.972574101 + 0.205364317 \cdot 20 = 3.13471223$$

$$K = 20 / 3.13471223 = 6.380170979 \text{ N/mm}$$

Selanjutnya K dicari untuk tiap jenis beban, kemudian hasil K untuk tiap beban di rata rata untuk mengetahui konstanta pegas tersebut. Sehingga dari contoh perhitungan diatas dapat diketahui Konstanta dari tiap pegas, yaitu pada pegas 1000 RPM sebesar 4.11 N/mm, pegas 1500 RPM sebesar 4.49 N/mm, dan pegas 2000 RPM sebesar 5.35 N/mm. Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran.

3.9 Spesifikasi Motor Pemanding

Sebagai Pemanding untuk pertimbangan teknis dan ekonomis pada penelitian kali ini, motor listrik yang digunakan adalah motor listrik GESITS, yang akan dicari performa

nya sebagai pertimbangan teknis dan juga biayanya sebagai pertimbangan ekonomis, untuk spesifikasi dari motor GESITS dapat dilihat pada tabel 3.3,

Tabel 3.3 Tabel Spesifikasi motor GESITS

Drivetrain	Throttle Control	Ride-By-Wire Electric Throttle
	Drive Mode	Eco Mode - Urban Mode - Sport Mode
	Motor	Permanent Magnet Synchronous - BLDC Motor
	Cooling System	Air Cooled System
	Transmission	Pulley Belt
	Power Output	2000w - Peak Power 5000w
	Max. Horsepower	6.7 Hp
	Max. Torque	30 N.m
Performance	Acceleration (0 - 50 km/h)	5 sec
	Max. Speed	70 km/h
	Max. Range per Battery	Approx. 50 km for Single Battery Approx 100 km for Dual Battery
	Battery	Li-NCM 72 Volt 20 Ah
Dimension	Length x Width x Height	1.947 mm x 674 mm x 1.135 mm
	Wheel Base	1.290 mm
	Gross Vehicle Weight	244 Kg
	Curb Weight	94.5 Kg
	Max. Load	150 Kg
Frame	Chassis	Steel Chassis with Electro Deposition Painting
	Front Suspension	Telescopic
	Rear Suspension	Swing Arm with Mono Shock
	Brake System (Front & Rear)	Double Disc Brake
	Wheel (Front & Rear)	FR 80/80-R14 & RR 100/80-R14
Safety	Headlight	HID Projection and Daytime Running Light
	Horizon Tail Light	LED, Integrated Rear Position Light
	Hazard Light	LED Pair of Intermittent Flashing Indicator Lights
	Warning & Alert	Error Codes (Self-Report via Battery and App)
Feature	GESITS Smart Function	Detection & Protection System Failure
	Dashboard Luminance	Auto Adaptive
	Additional Feature	Reverse Transmission System

Dapat dilihat dari data GESITS, sebagai pertimbangan teknis bahwa sepeda motor listrik GESITS memiliki kecepatan maksimum sebesar 70 Km/h dan torsi maksimum sebesar 30 Nm. Untuk mengetahui gaya traksi dari sepeda motor GESITS, dapat dicari dengan mengetahui perbandingan rasio transmisi yang digunakan oleh GESITS, dimana transmisi yang digunakan GESITS adalah tipe pulley dengan rasio yang fix. Radius Pulley driver : driven yang telah digunakan pihak GESITS adalah 1 : 4,22, 1 : 6,51, 1 : 3,77, dan 1 : 5,82. Sebagai pembanding performa, maka digunakan rasio terbesar, yaitu 1 : 6.51. Sehingga dapat diketahui gaya torsi maksimal dari transmisi yang dapat dihasilkan adalah dengan memultiplikasi torsi maksimum dari mesin GESITS dengan rasio yang dimiliki oleh transmisi GESITS,

$$T_{tr} = 30 \times 6.5 = 195 \text{ Nm}$$

Sehingga diketahui, torsi transmisi maksimum yang dihasilkan GESITS adalah 195 Nm, kemudian selanjutnya adalah mengukur ban belakang GESITS sebagai roda penggerak. Ban Belakang yang digunakan GESITS adalah tipe 100/80-R14, sehingga radius roda penggerak dapat dihitung sebagai berikut,

$$\frac{80}{100} \times 100 = 80 \text{ mm} = 8 \text{ cm}$$

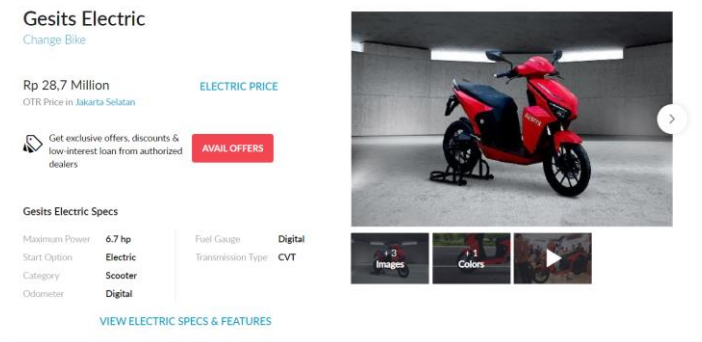
Selanjutnya diketahui ring yang digunakan adalah R14, dimana diketahui diameternya berukuran 14 inci, sehingga radiusnya adalah,

$$14/2 = 7'' = 17.78 \text{ cm}$$

Sehingga diketahui radius total ban belakang adalah sebesar 25.78 cm. Selanjutnya gaya traksi dapat diketahui, yaitu sebesar,

$$F_t = 195 / 0.2578 = 756.4 \text{ N}$$

Gaya traksi yang dihasilkan oleh motor listrik GESITS adalah sebesar 756.4 N. Kemudian untuk pertimbangan Ekonomis diketahui harga dari motor GESITS dapat dilihat pada gambar 3.24,



Gambar 3.24 Motor Listrik GESITS

Motor listrik GESITS mempunyai harga sekitar 28.7 juta yang sudah dilengkapi berbagai aksesoris seperti baterai dan barang kelistrikan lainnya, dengan kemampuan jelajah untuk 1 baterai adalah sekitar 50 Km.

3.10 Perhitungan Break Even Point

Untuk dapat menghitung BEP dari pengkonversian motor bensin ke motor listrik maka diperlukan data-data variabel seperti Biaya tetap atau biaya Investasi awal, yaitu biaya pengkonversian, seperti satu set perangkat kendaraan listrik, meliputi baterai, microcontroller, BLDC Motor dan pemasangan adaptor, meliputi gigi seribu dan penambahan dudukan motor listrik agar transmisi CVT dapat terpasang dengan BLDC Motor. Kemudian selanjutnya adalah mengetahui contribution margin, yaitu besarnya keuntungan yang akan didapatkan, dimana contribution margin didapatkan dari harga jual dikurangi dengan biaya tiap variabel per unit (P-VC). Nilai jual disini adalah biaya yang dikeluarkan apabila menggunakan motor bensin, sementara biaya variabel adalah biaya yang dikeluarkan apabila menggunakan motor listrik, yang nantinya perbedaan biaya tersebut adalah contribution margin.

Setelah mendapatkan contribution margin selanjutnya adalah menghitung BEP dalam satuan unit, dimana satuan unit pada BEP ini adalah titik impas dalam satuan Km, pada Kilometer berapa BEP terjadi. Kemudian selanjutnya adalah menghitung BEP dalam satuan rupiah, dengan membagi contribution margin dengan harga jual atau biaya penggunaan motor bensin, sehingga diketahui pada harga berapa BEP terjadi, kemudian setelah mengetahui BEP pada satuan rupiah hal selanjutnya adalah menghitung biaya penggunaan motor bensin sampai saat BEP dalam satuan Km, setelah mengetahui hal tersebut selanjutnya adalah mengurangi biaya penggunaan motor bensin dengan nilai BEP dalam satuan rupiah, untuk mengetahui perbedaan pada saat terjadinya BEP, yang selanjutnya bisa diketahui keuntungan pada kelipatan Km berikutnya. Untuk dapat menghitung BEP, maka diperlukan data-data mengenai biaya investasi awal untuk motor

listrik yang dikonversi, motor listrik GESITS, dan motor bensin, juga biaya yang dikeluarkan untuk bahan bakar tiap Km nya apabila menggunakan bensin maupun menggunakan listrik, dan juga menghitung biaya maintenance atau biaya operasional selama penggunaan motor listrik dan juga motor bensin.

Untuk Biaya Investasi awal dari motor GESITS sekitar 28.7 Juta yang sudah termasuk aksesoris kelistrikan lainnya beserta baterai. Kemudian apabila kita ingin mengkonversi dari motor bensin ke motor listrik maka biaya yang harus dikeluarkan sebagai investasi awal dapat dilihat pada tabel 3.4,

Tabel 3.4 Tabel Biaya Konversi

Biaya Konversi	
Adaptor	Rp 1,600,000
Motor BLDC 5 Kw	Rp 9,000,000
Microcontroller	Rp 1,500,000
Baterai Motor Listrik	Rp 7,500,000
Biaya Keseluruhan	Rp 19,600,000.00

Dapat dilihat dari tabel biaya konversi, dapat diketahui bahwa biaya keseluruhan untuk dapat mengkonversi sepeda motor bensin ke sepeda motor listrik adalah sekitar 19.6 Juta Rupiah. Kemudian hal selanjutnya yang perlu diketahui adalah biaya penggunaan bahan bakar baik untuk motor bensin maupun motor listrik. Seperti diketahui kapasitas baterai baik pada motor konversi maupun motor GESITS adalah 1.5 Kwh karena baterai yang digunakan sama, dimana dapat diisi selama sekitar 2 jam. Seperti diketahui bahwa untuk GESITS dapat menempuh 50 Km untuk satu baterai, kemudian untuk motor konversi dapat diketahui untuk tiap pengujian menghabiskan 0.5 Volt dan 10 Ampere, Sehingga daya listrik yang dihabiskan untuk 1 kali pengujian adalah 5 Wh. Sehingga, untuk mengetahui jarak yang ditempuh dalam 5 Wh persamaannya adalah sebagai berikut,

$$S_{5Wh} = V_{avr} \times t$$

Dimana,

$$S_{5Wh} = \text{Jarak dalam rentang 5 Wh (m)}$$

$$V_{avr} = \text{Kecepatan rata-rata saat pengujian (m/s)}$$

$$t = \text{waktu yang dilalui (s)}$$

Kemudian setelah mendapatkan jarak pada rentang 5 Wh, selanjutnya adalah mencari jarak dalam rentang satu baterai, yaitu 1500 Wh atau 1.5 Kwh dalam satuan Km/h dengan persamaan sebagai berikut,

$$S_{1.5Kwh} = S_{0.5Wh} \times \left(\frac{1500}{5}\right) \times \frac{1}{1000}$$

Dimana,

$$S_{1.5Kwh} = \text{Jarak dalam rentang satu baterai/1.5 Kwh (Km)}$$

Untuk mengetahui biaya yang perlu dikeluarkan untuk mengisi 1.5 Kwh maka tiap rumah akan berbeda karena memiliki batas daya dan golongan tarif listrik yang berbeda-beda. Biaya Listrik per Kwh menurut Kementerian ESDM dan PLN pada tahun 2021 dapat dilihat pada tabel 3.5,

Tabel 3.5 Golongan Tarif Listrik

Golongan Tarif Listrik	Batas Daya	Konsumen	Biaya Pemakaian	Biaya Pengisian 1.5 Kwh	Tipe
R-1/TR	0 – 450 VA	Rumah tangga kecil	Rp169/kWh	Rp253.50	I (0-450 VA)
R-1M/TR	451 – 900 VA	Rumah tangga kecil	Rp1.325/kWh	Rp1,987.50	II (451 -900 VA)
R-1/TR	901 – 1300 VA	Rumah tangga kecil	Rp1.515,72/kWh	Rp2,273.58	III (901 – 5501<) VA)
R-1/TR	1301 – 2200 VA	Rumah tangga kecil	Rp1.515,72/kWh	Rp2,273.58	III (901 – 5501<) VA)
R-2/TR	2201 – 5500 VA	Rumah tangga menengah	Rp1.515,72/kWh	Rp2,273.58	III (901 – 5501<) VA)
R-3/TR	>5501 VA	Rumah tangga besar	Rp1.515,72/kWh	Rp2,273.58	III (901 – 5501<) VA)

Dapat diketahui dari tabel 3.5 bahwa terdapat 3 tipe golongan tarif listrik untuk jenis rumah tangga, yaitu tipe pertama dengan batas daya 0-450 VA, kemudian tipe kedua dengan batas daya 451-900 VA dan tipe ketiga, dengan batas daya 901-5501 keatas. Sehingga biaya untuk mengisi 1.5 Kwh adalah sekitar 250 rupiah sampai 1500 rupiah. Kemudian, motor sebelum konversi menggunakan mesin mio soul gt, yang diketahui kebutuhan bahan bakarnya adalah 28.6 Km/liter, diasumsikan penggunaan bensinnya adalah pertamax, dimana pertamax sekarang harganya 12500 tiap liternya. Sehingga diketahui biaya untuk tiap Km. Untuk melakukan perhitungan BEP, maka hal pertama yang harus diketahui adalah biaya motor listrik dan motor bensin untuk tiap Km. Untuk motor bensin contoh perhitungannya adalah sebagai berikut,

$$\text{Biaya Bensin /Km} = \frac{1 \text{ Km}}{28.6 \text{ Km}} \times 12500 \text{ Rupiah}$$

$$\text{Biaya Bensin /Km} = 437.0629371 \text{ Rupiah}$$

Sehingga diketahui nilai biaya bensin untuk tiap Km adalah 437.06 rupiah. Kemudian diasumsikan jarak tempuh motor listrik konversi sama dengan motor GESITS, yaitu 50 Km untuk tiap charge, contoh perhitungan Motor Listrik dengan tarif golongan listrik tipe II adalah sebagai berikut,

$$\text{Biaya Listrik /Km} = \frac{1 \text{ Km}}{50 \text{ Km}} \times 1987.50 \text{ Rupiah}$$

$$\text{Biaya Listrik /Km} = 39.75 \text{ Rupiah}$$

Sehingga diketahui nilai biaya listrik untuk tiap Km adalah 39.75 rupiah. Hal selanjutnya yang perlu diketahui adalah biaya operasional selama penggunaan motor listrik konversi, motor listrik GESITS, dan motor bensin. Dimana perincian biaya maintenance untuk motor GESITS, moto konversi, dan motor bensin dapat dilihat pada tabel 3.6, 3.7, dan 3.8,

Tabel 3.6 Biaya Maintenance Kendaraan Listrik Konversi

Biaya Maintenance Listrik Konversi	
Kampas Rem/32000 Km	Rp22,000.00
Kampas Rem/Km	Rp0.69
V Belt/24000 Km	Rp290,000.00
V Belt/ Km	Rp12.08
Oli Gardan/8000 Km	Rp45,000.00
Oli Gardan/ Km	Rp5.63
Servis CVT/3000 Km	Rp60,000.00
Servis CVT/Km	Rp20.00
Baterai GESITS/ 3 tahun/ 30000 Km	Rp7,500,000.00
Baterai GESITS/ Km	Rp250.00
Total Biaya Maintenance/Km	Rp288.40

Tabel 3.7 Biaya Maintenance Kendaraan Listrik GESITS

Biaya Maintenance Listrik GESITS	
Kampas Rem/32000 Km	Rp22,000.00
Kampas Rem/Km	Rp0.69
Belt/3000 Km	Rp139,000.00
Belt/ Km	Rp46.33
Baterai GESITS/ 3 tahun/ 30000 Km	Rp7,500,000.00
Baterai GESITS/ Km	Rp250.00
Total Biaya Maintenance/Km	Rp297.02

Tabel 3.8 Biaya Maintenance Kendaraan Motor Bensin

Biaya Maintenance Bensin	
Kampas Rem/32000 Km	Rp22,001.00
Kampas Rem/Km	Rp0.69
V Belt/24000 Km	Rp290,000.00
V Belt/ Km	Rp12.08
Oli Gardan/8000 Km	Rp45,000.00
Oli Gardan/ Km	Rp5.63
Oli Mesin/3000 Km	Rp100,000.00
Oli Mesin/ Km	Rp33.33
Servis CVT/3000 Km	Rp60,000.00
Servis CVT/Km	Rp20.00

Busi Motor/6000 Km	Rp20,000.00
Busi Motor/ Km	Rp3.33
Aki Motor/3 taun/ 30000 km	Rp125,000.00
Aki Motor/Km	Rp4.17
Filter Udara/4000 Km	Rp17,000.00
Filter Udara/ Km	Rp4.25
Filter Oli/3000 Km	Rp38,000.00
Filter Oli/ Km	Rp12.67
Filter Bahan Bakar/30000 Km	Rp94,000.00
Filter Bahan Bakar/ Km	Rp3.13
Servis Besar/24000 Km	Rp300,000.00
Servis Besar/ Km	Rp12.50
Overhaul/50000 Km	Rp700,000.00
Overhaul/ Km	Rp14.00
Total Biaya Maintenance/Km	Rp125.78

Dari ke-3 tabel dapat diketahui masing masing kebutuhan maintenance dari tiap kendaraan, Selanjutnya untuk menghitung BEP, dimana diketahui P-VC, atau nilai jual yang dikurangi biaya variabel per unit juga dikenal dengan istilah contribution margin per unit atau keuntungan Pasif sehingga di asumsikan harga jual atau P adalah sebagai total biaya maintenance dan juga biaya operasional/biaya bahan bakar tiap Km pada motor dengan bahan bakar bensin. Kemudian Variabel per Unit disini diasumsikan sebagai total biaya maintenance dan juga biaya operasional/bahan bakar tiap Km baik pada motor listrik konversi, maupun motor listrik GESITS. Sehingga contoh perhitungan BEP-nya adalah sebagai berikut untuk BEP Unit,

Diketahui Biaya Invetasi Awal untuk Konversi adalah 19.6 juta, dengan biaya bensin/Km adalah 437.0629371 Rupiah dan biaya untuk Motor Listrik dengan tarif golongan listrik tipe II adalah 39.75 Rupiah. Kemudian masing-masing biaya operasional akan ditambahkan dengan biaya maintenance, dimana untuk motor listrik konversi total biaya maintenancenya adalah 288.39583333333333 Rupiah tiap Km-nya dan untuk motor bensin biaya maintenancenya adalah 125.779197916667 Rupiah tiap Km-nya, Sehingga total biayanya untuk contribution margin per unit (P-VC) adalah sebagai berikut,

$$P \text{ (Biaya Operasional dan Maintenance Motor Bensin)} \\ = 125.779197916667 + 437.0629371$$

$$P \text{ (Biaya Operasional dan Maintenance Motor Bensin)} = 562.842134979604 \text{ Rupiah}$$

Selanjutnya adalah mencari nilai VC,

$$VC \text{ (Biaya Operasional dan Maintenance Motor Listrik)} = 39.75 + 288.395833333333$$

$$VC \text{ (Biaya Operasional dan Maintenance Motor Listrik)} = 328.145833333333 \text{ Rupiah}$$

Selanjutnya adalah mencari nilai BEP uni dalam satuan Km, antara penggunaan motor bensin dan juga penggunaan motor listrik Konversi dengan golongan tarif listrik tipe II.

$$BEP = \frac{19600000}{562.842134979604 - 328.145833333333}$$

$$BEP = 83512.1809015153 \text{ Km}$$

Sehingga, diketahui nilai BEP dalam satuan Kmnya terjadi pada Km 83512.1809015153, selanjutnya menghitung Nilai BEP dalam satuan rupiah dengan membagi margin contribution dengan biaya nilai jual atau biaya penggunaan bensin,

$$BEP = \frac{19600000}{(562.842134979604 - 328.145833333333) / 562.842134979604}$$

$$BEP = \text{Rp } 47,004,174.20$$

Diketahui nilai BEP dalam satuan rupiah adalah sekitar 47 Juta Rupiah, dimana terjadi pada Km 83512.1809015153. Selanjutnya adalah mengetahui biaya penggunaan motor bensin sampai Km 83512.1809015153, dengan kebutuhan bensin 28.6 Km/L, perhitungannya adalah sebagai berikut,

$$\text{Kebutuhan Bensin} = \frac{83512.1809015153 \text{ Km}}{28.6 \text{ Km/l}} \times 562.842134979604 \text{ Rupiah} \times 28.6 \text{ Km}$$

$$\text{Kebutuhan Bensin} = \text{Rp } 47,004,174.20$$

Setelah mendapatkan kebutuhan bensin pada Km 83512.1809015153 dapat diketahui bahwa hasilnya sama dengan nilai BEP pada satuan rupiah, Sehingga tidak terdapat perbedaan, sehingga bisa disimpulkan bahwa hasil BEP antara motor bensin dengan motor listrik konversi dengan golongan tarif tipe II valid. Nantinya akan dicari BEP antara motor bensin dengan motor konversi dan motor GESITS, baik untuk golongan tarif listrik tipe I sampai tipe III dan jarak tempuh yang dapat dilalui motor listrik konversi.

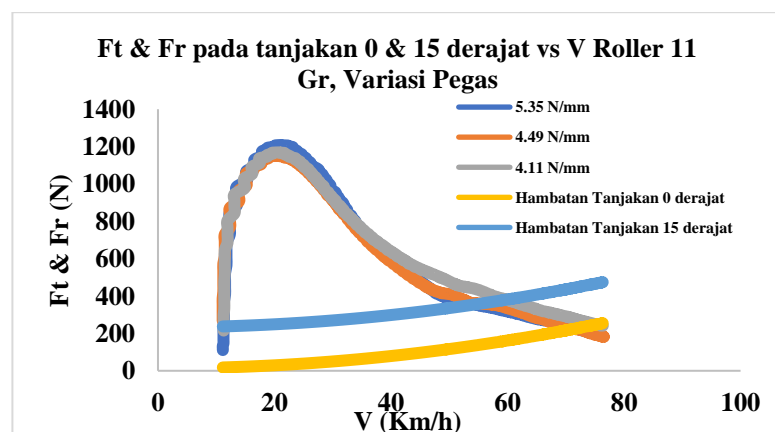
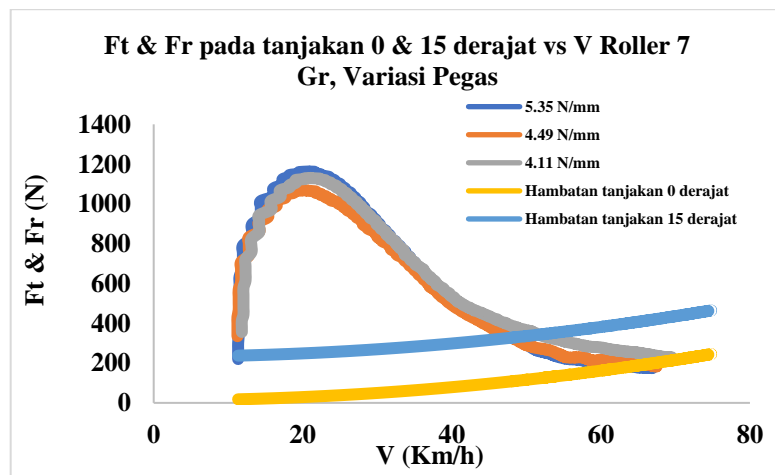
“Halaman Sengaja Dikosongkan”

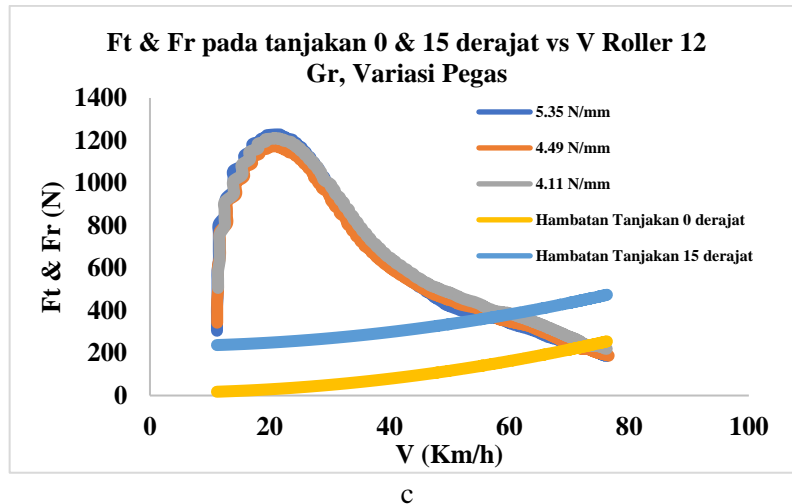
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data dan Pembahasan Studi Eksperimental

4.1.1 Perbandingan Grafik Gaya dorong dan Gaya hambat kendaraan pada roller 7 Gr, 11 Gr, dan 12 Gr dengan variasi pegas berbeda

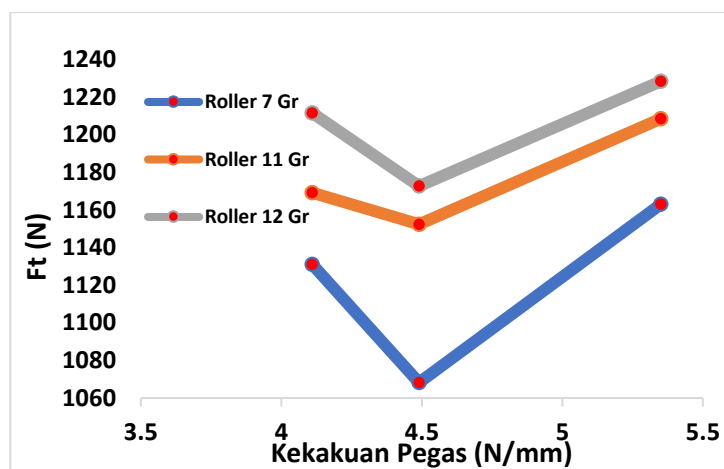
Setelah mendapatkan data dari uji dynotest, dan telah menguji pegas untuk mengetahui konstanta dari pegas, selanjutnya adalah mengkonversi nilai torsi ke traksi dengan persamaan, $Ft = \frac{T_o}{r_{wheel}}$ dan mengkonversi nilai RPM Output menjadi kecepatan dalam satuan Km/h dengan persamaan, $V = RPM\ Output \times \frac{2\pi}{60} \times r_{wheel} \times 3.6$. Kemudian menghitung total gaya hambat, berdasarkan tabel 2.1, maka gaya hambat akan dihitung pada sudut 0 derajat dan sudut 15 derajat, dimana sudut 0 derajat melambangkan jalanan perkotaan, dan sudut 15 derajat melambangkan jalanan perbukitan. Gaya hambat yang dihitung, yaitu gaya hambat aerodinamis, gaya hambat rolling pada sudut 0 derajat dan 15 derajat dan gaya hambat tanjakan pada sudut 0 derajat dan 15 derajat. Selanjutnya setelah Ft, Fr, dan V diketahui plot ke-3 data pada grafik untuk dibandingkan, perbandingan pertama adalah Penggunaan ke-3 Roller berbeda yang menggunakan variasi pegas berbeda pada tiap rollernya. Grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.1a, 4.1b, dan 4.1c,





Gambar 4.1 Grafik Gaya dorong dan gaya hambat untuk, a Roller 7 Gr, b Roller 11 Gr, c Roller 12 Gr

Dapat dilihat pada gambar a, gambar b, dan gambar c merupakan grafik ketersediaan gaya dorong kendaraan dan grafik gaya hambat kendaraan sebagai fungsi kecepatan kendaraan yang terjadi pada 3 jenis roller yang dipasangkan dengan variasi pegas berbeda, dimana kita ketahui bahwa gaya traksi didapatkan dari torsi output yang dibagi dengan jari jari roda penggerak. Pada gambar a-c dapat terlihat traksi maksimum masing masing roller untuk tiap variasi pegas terjadi pada kecepatan yang sama, yaitu di kecepatan sekitar 20 Km/h. Nilai gaya traksi maksimum untuk Roller 7 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm secara berturut-turut adalah 1130.93 N, 1068.17 N, dan 1162.86 N. Kemudian untuk Roller 11 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm nilai gaya traksi maksimumnya secara berturut-turut adalah 1208.3 N, 1152.28 N, dan 1169.04 N. Selanjutnya untuk pegas 5.35 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr nilai gaya traksi maksimumnya secara berturut-turut adalah 1228.17 N, 1172.58 N, dan 1211.33 N. Untuk Memudahkan pembacaan, dapat dilihat pada gambar 4.2,

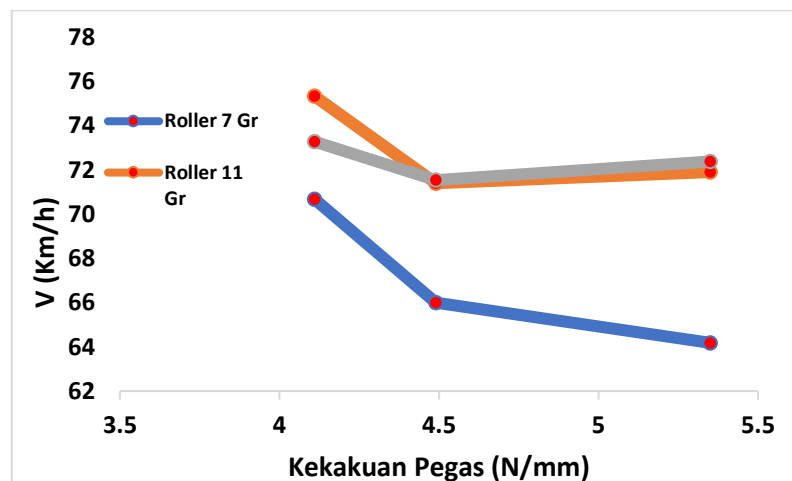


Gambar 4.2 Perbandingan Traksi Maksimum

Pada gambar 4.2 perbandingan traksi maksimum dapat terlihat bahwa traksi tertinggi dimiliki oleh Roller 12 Gr, dan dapat dilihat bahwa roller 7 Gr yang dipasangkan

dengan 3 pegas berbeda memiliki perbedaan yang sangat signifikan dibandingkan dengan kedua roller lainnya. Kemudian berdasarkan teori yang telah dibahas sebelumnya terkait semakin kaku pegas cvt, maka gaya traksi yang dihasilkan akan semakin besar, namun dapat dilihat pada grafik, walaupun pegas dengan kekakuan tertinggi, yaitu 5.35 N/mm menghasilkan gaya traksi tertinggi di tiap roller, akan tetapi pegas 4.49 N/mm memiliki gaya traksi yang lebih rendah dibandingkan dengan pegas 4.11 N/mm, hal ini dapat terjadi dikarenakan pada saat uji eksperimen dilakukan pada kondisi ideal, sehingga karena kekakuan pegas rendah maka torsi yang disalurkan akan maksimal namun dalam waktu yang singkat, dikarenakan pegas cvt tertekan dengan cepat.

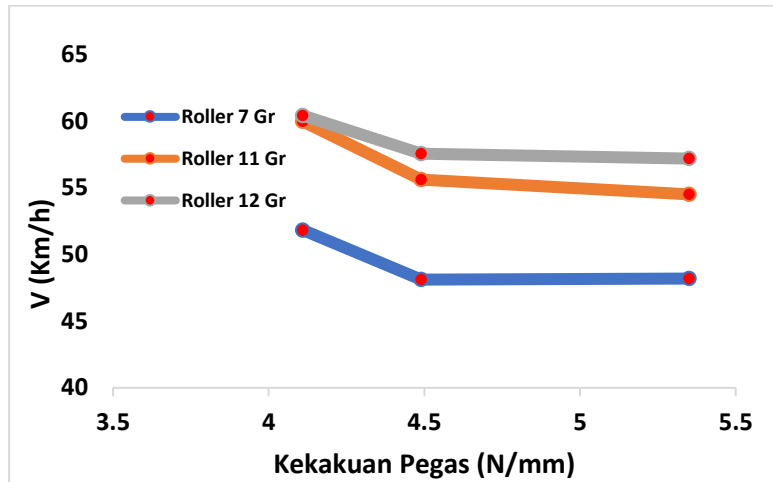
Kemudian dari ke-3 grafik juga dapat diketahui kecepatan maksimum pada sudut 0 derajat dari ke-3 jenis roller yang berbeda yang menggunakan 3 jenis variasi pegas yang berbeda. Kecepatan maksimum untuk Roller 7 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm secara berturut-turut adalah 70.68 Km/h, 66 Km/h, dan 64.18 Km/h. Kemudian untuk Roller 11 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm kecepatan maksimumnya secara berturut-turut adalah 75.34 Km/h, 71.4 Km/h, dan 71.9 Km/h. Selanjutnya untuk Roller 12 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm kecepatan maksimumnya secara berturut-turut adalah 73.28 Km/h, 71.54 Km/h, dan 72.38 Km/h. Grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.3,



Gambar 4.3 Perbandingan Kecepatan Maksimum dengan sudut 0 derajat

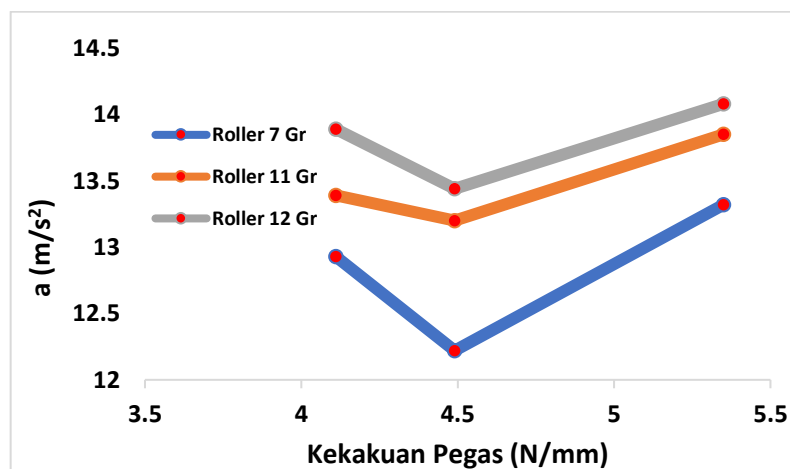
Dapat dilihat pada gambar 4.3 roller 11 Gr memiliki kecepatan maksimum tertinggi, dan roller 7 Gr mempunyai perbedaan yang signifikan diantara 2 Roller lainnya. Kemudian dari ke-3 grafik pada gambar 4.1 juga dapat diketahui kecepatan maksimum pada sudut 15 derajat dari ke-3 jenis roller yang berbeda yang menggunakan 3 jenis variasi pegas yang berbeda. Kecepatan maksimum untuk roller 7 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm secara berturut-turut adalah 51.82 Km/h, 48.11 Km/h, dan 48.2 Km/h. Kemudian untuk Roller 11 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm kecepatan maksimumnya secara berturut-turut adalah 59.96 Km/h, 55.6 Km/h, dan 54.5 Km/h. Selanjutnya untuk Roller 12 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm kecepatan maksimumnya secara berturut-turut adalah

60.4 Km/h, 57.55 Km/h, dan 57.18 Km/h. Grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.4,



Gambar 4.4 Perbandingan Kecepatan Maksimum dengan sudut 15 derajat

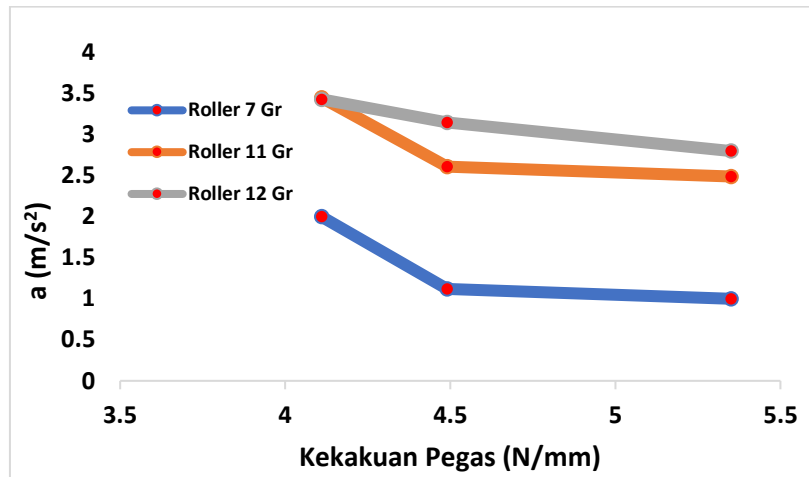
Dapat dilihat pada gambar 4.4 perbedaan dengan sudut 0 derajat adalah pada sudut 15 derajat kecepatan tertinggi dimiliki oleh roller 12 Gr. Data selanjutnya yang dapat diketahui dari ke-3 grafik penggunaan pegas yang berbeda adalah mengenai percepatan, yang didapatkan melalui persamaan, $a = \frac{F_t - F_r}{m}$ yang didapatkan dengan mengurangi gaya traksi dengan gaya hambat pada sudut 0 derajat dan membagi dengan massa kendaraan. Pada range dibawah 40 Km/h, yaitu saat kecepatan mencapai 20 Km/h. Percepatan maksimum untuk roller 7 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm secara berturut-turut adalah 12.93 m/s², 12.22 m/s², dan 13.32 m/s². Kemudian untuk Roller 11 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm percepatan maksimum secara berturut-turut adalah 13.39 m/s², 13.2 m/s², dan 13.85 m/s². Selanjutnya untuk Roller 12 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm percepatan maksimum secara berturut-turut adalah 13.89 m/s², 13.44 m/s², dan 14.08 m/s². Grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.5,



Gambar 4.5 Perbandingan Percepatan pada kecepatan dibawah 40 Km/h dengan sudut 0 derajat

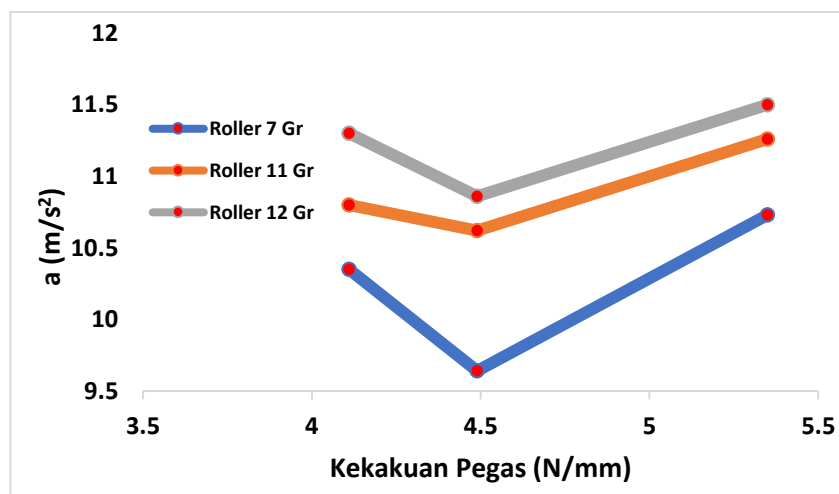
Kemudian Pada range diatas 40 Km/h, yaitu saat kecepatan mencapai 55 Km/h dengan sudut 0 derajat, Percepatan untuk roller 7 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm,

4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm secara berturut-turut adalah 2 m/s^2 , 1.12 m/s^2 , dan 1 m/s^2 . Kemudian untuk Roller 11 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm percepatannya secara berturut-turut adalah 3.45 m/s^2 , 2.61 m/s^2 , dan 2.49 m/s^2 . Selanjutnya untuk Roller 12 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm percepatannya secara berturut-turut adalah 3.43 m/s^2 , 3.15 m/s^2 , dan 2.8 m/s^2 . Grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.6,



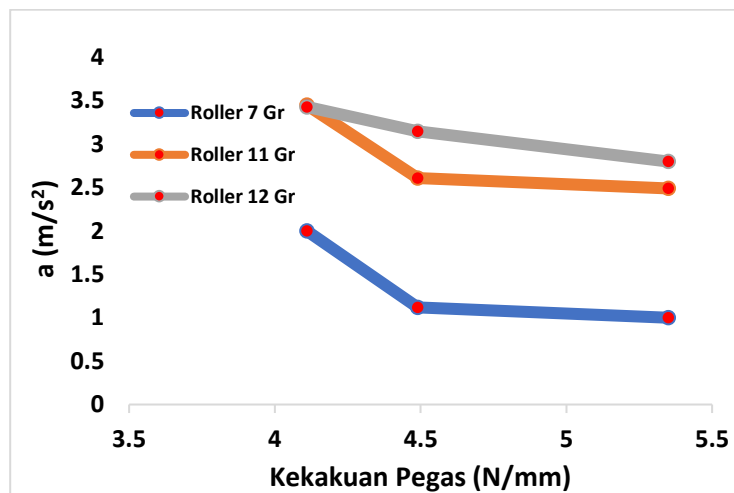
Gambar 4.6 Perbandingan Percepatan pada kecepatan diatas 40 Km/h dengan sudut 0 derajat

Dapat terlihat pada gambar 4.6 pada kecepatan rendah percepatan yang dimiliki roller dengan berat tertinggi memiliki percepatan tertinggi. Selanjutnya adalah mengetahui percepatan untuk masing-masing pegas pada sudut 15 derajat. Pada range dibawah 40 Km/h dengan sudut 15 derajat, yaitu saat kecepatan mencapai 20 Km/h. Percepatan maksimum untuk roller 7 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm secara berturut-turut adalah 10.35 m/s^2 , 9.64 m/s^2 , dan 10.73 m/s^2 . Kemudian untuk Roller 11 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm percepatan maksimumnya secara berturut-turut adalah 10.8 m/s^2 , 10.62 m/s^2 , dan 11.26 m/s^2 . Selanjutnya untuk Roller 12 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm percepatan maksimumnya secara berturut-turut adalah 11.3 m/s^2 , 10.86 m/s^2 , dan 11.5 m/s^2 . Grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.7,



Gambar 4.7 Perbandingan Percepatan pada kecepatan dibawah 40 Km/h dengan sudut 15 derajat

Dapat terlihat pada gambar 4.7 bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dengan grafik perbandingan pada sudut 0 derajat. Kemudian Pada range diatas 40 Km/h, yaitu saat kecepatan mencapai 46 Km/h dengan sudut 15 derajat, Percepatan untuk roller 7 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm secara berturut-turut adalah 0.91 m/s², 0.09 m/s², dan 0.04 m/s². Kemudian untuk Roller 11 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm percepatannya secara berturut-turut adalah 2.29 m/s², 1.26 m/s², dan 1.29 m/s². Selanjutnya untuk Roller 12 Gr dengan Kekakuan Pegas 4.11 N/mm, 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm percepatannya secara berturut-turut adalah 2.34 m/s², 1.84 m/s², dan 1.74 m/s². Grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.8,



Gambar 4.8 Perbandingan Percepatan pada kecepatan diatas 40 Km/h dengan sudut 15 derajat

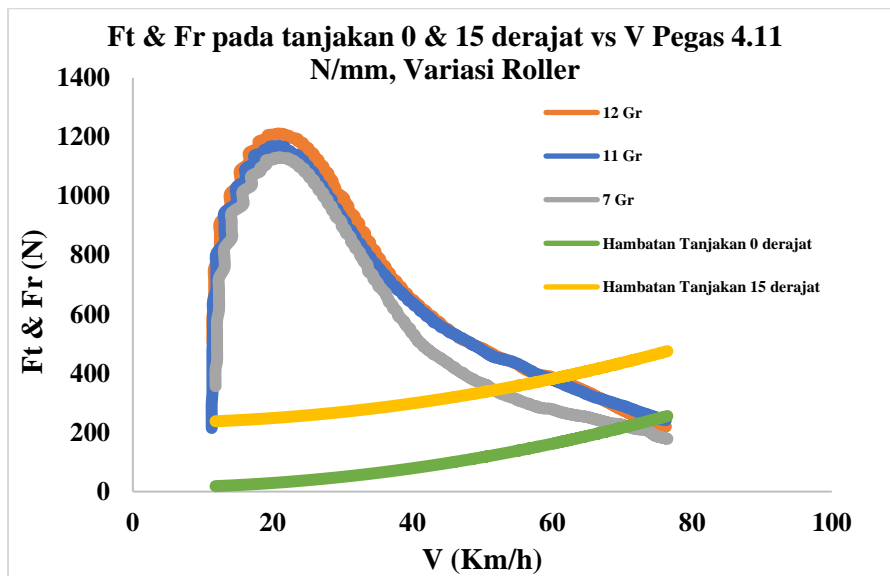
Dapat dilihat dari gambar 4.8, pada kecepatan diatas 40 Km/h saat kecepatan mencapai 46 Km/h roller 7 Gr memiliki percepatan yang paling kecil dan memiliki hasil yang perbedaannya signifikan dibandingkan kedua roller lainnya, yaitu 11 Gr, dan 12 Gr yang perbedaan percepatannya tidak terlampau jauh.

Sehingga dapat diketahui dari ke-7 Grafik perbandingan, dapat disimpulkan Pada perbandingan gaya traksi maksimum dapat terlihat bahwa dari ke-3 roller yang menggunakan pegas berbeda, roller 12 Gr selalu menghasilkan hasil tertinggi dibandingkan kedua roller lainnya. Pada perbandingan kecepatan maksimum baik pada sudut 0 derajat dan 15 derajat dapat diketahui pada sudut 0 derajat roller 11 Gr dengan pegas 4.11 N/mm memiliki kecepatan maksimum tertinggi dan pada sudut 15 derajat kecepatan maksimum tertinggi dimiliki oleh roller 12 Gr dengan pegas 4.11 N/mm. Pada perbandingan percepatan pada sudut 0 derajat baik pada range kecepatan dibawah 40 Km/h maupun diatas 40 Km/h dapat diketahui, bahwa pada kecepatan rendah saat mencapai 20 Km/h percepatan tertinggi dimiliki oleh roller 12 Gr dengan pegas 5.35 N/mm, pada kecepatan diatas 40 Km/h saat mencapai 55 Km/h percepatan tertinggi dimiliki oleh Roller 11 Gr dengan kekakuan pegas 4.11 N/mm. Pada sudut 15 derajat hasil yang didapatkan untuk kecepatan rendah percepatan tertinggi tetap dimiliki roller 12 Gr dengan pegas 5.35 N/mm, namun pada kecepatan diatas 40 Km/h saat mencapai 46 Km/h percepatan tertinggi dimiliki oleh Roller 12 Gr dengan pegas 4.11 N/mm. Roller 12 Gr memiliki performa yang lebih unggul, dikarenakan semakin berat roller, maka akan membuat gerakan sliding sheave semakin perlahan sehingga semakin besar traksi yang dihasilkan, pada kecepatan

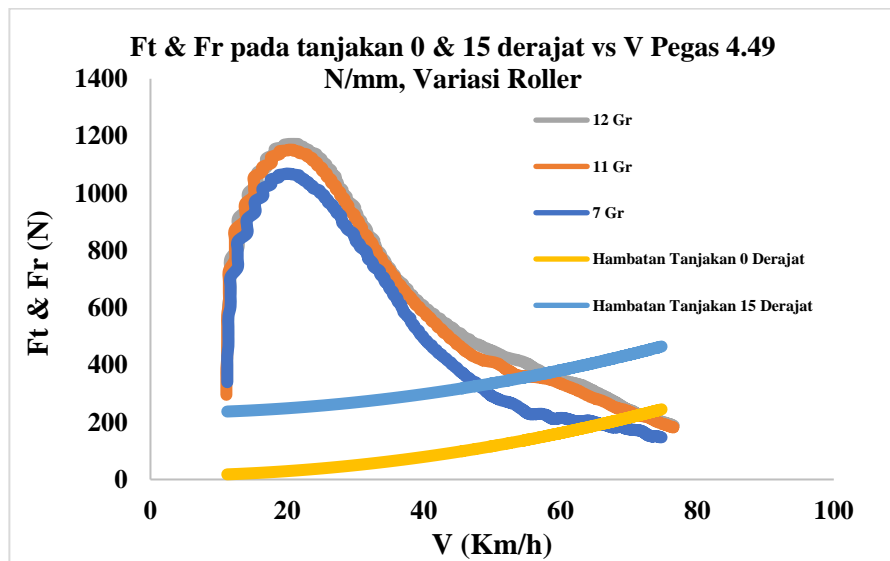
yang rendah, dan dikarenakan gerak roller yang lebih lambat dibanding roller lainnya, maka roller yang lebih berat akan tetap mampu menekan sliding sheave pada kecepatan tinggi, sehingga rasio transmisi akan terus menerus mengecil, sehingga mendapatkan kecepatan maksimum yang tinggi dan juga percepatan yang lebih tinggi pada kecepatan tinggi dibandingkan kedua roller lainnya.

4.1.2 Perbandingan Grafik Gaya dorong dan Gaya hambat kendaraan pada Pegas 5.35 N/mm, 4.49 N/mm, dan 4.11 N/mm dengan variasi roller berbeda

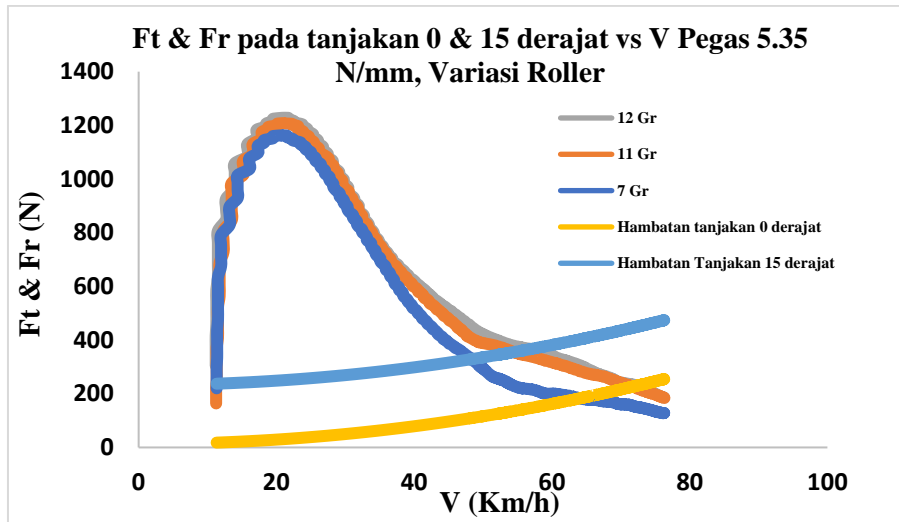
Sama seperti sebelumnya setelah mendapatkan data dari uji dynotest, dan telah menguji pegas untuk mengetahui konstanta dari pegas, selanjutnya adalah mengetahui Perbandingan kedua, yaitu penggunaan ke-3 pegas berbeda yang menggunakan variasi roller berbeda pada tiap pegasnya. Grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.9a, 4.9b, dan 4.9c,



a



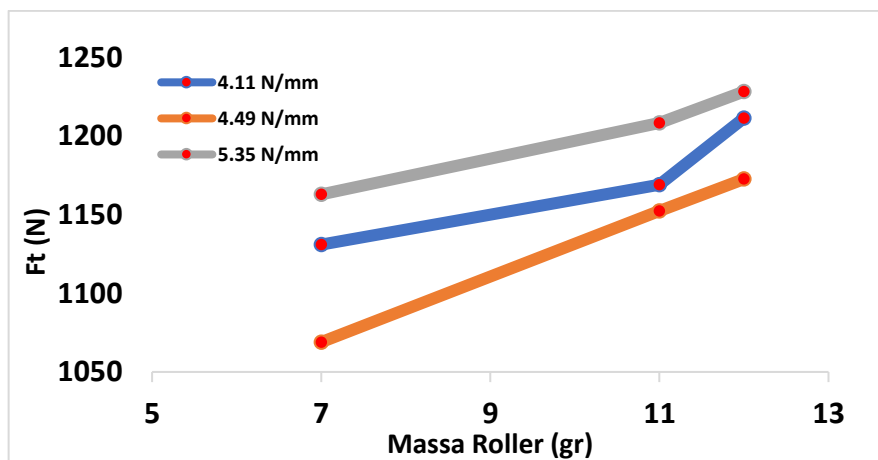
b



c

Gambar 4.9 Grafik Gaya dorong dan gaya hambat untuk, a pegas 4.11 N/mm, b pegas 4.49 N/mm, c pegas 4.11 N/mm

Dapat dilihat pada gambar a, gambar b, dan gambar c merupakan grafik ketersediaan gaya dorong kendaraan dan grafik gaya hambat kendaraan sebagai fungsi kecepatan kendaraan yang terjadi pada 3 jenis pegas yang dipasangkan dengan variasi roller berbeda, dimana kita ketahui bahwa gaya traksi didapatkan dari torsi output yang dibagi dengan jari jari roda penggerak. Pada gambar a-c dapat terlihat traksi maksimum masing masing roller untuk tiap variasi pegas terjadi pada kecepatan yang sama, yaitu di kecepatan sekitar 20 Km/h. Nilai gaya traksi maksimum untuk pegas 4.11 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr secara berturut-turut adalah 1211.33 N, 1169.04 N, dan 1130.93 N. Kemudian untuk pegas 4.49 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr nilai gaya traksi maksimumnya secara berturut-turut adalah 1172.58 N, 1152.28 N, dan 1068.94 N. Selanjutnya untuk pegas 5.35 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr nilai gaya traksi maksimumnya secara berturut-turu adalah 1228.17 N, 1208.33 N, dan 1162.85 N. Untuk memudahkan pembacaan, dapat dilihat pada gambar 4.10,

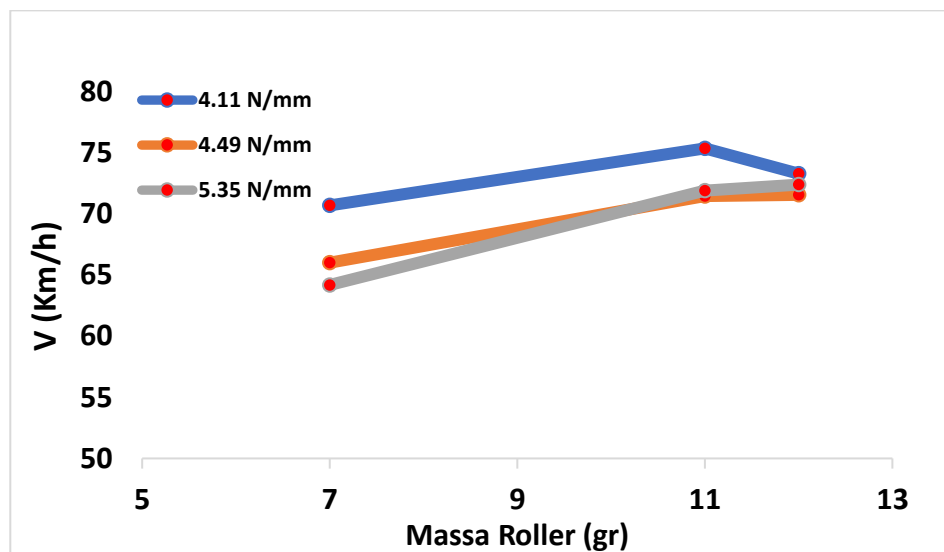


Gambar 4.10 Perbandingan Traksi Maksimum

Pada gambar 4.10 perbandingan traksi maksimum dapat terlihat bahwa semakin berat roller cvt maka gaya traksi akan semakin tinggi, kemudian dapat terlihat penggunaan

roller yang menghasilkan perbedaan yang signifikan terjadi pada pegas 4.11 N/mm, dapat terlihat penggunaan roller 12 Gr menyebabkan kenaikan gaya traksi yang signifikan. Kemudian berdasarkan teori yang telah dibahas sebelumnya terkait semakin kaku pegas cvt, maka gaya traksi yang dihasilkan akan semakin besar, namun dapat dilihat pada grafik, walaupun pegas dengan kekakuan tertinggi, yaitu 5.35 N/mm menghasilkan gaya traksi tertinggi, akan tetapi pegas 4.49 N/mm memiliki gaya traksi yang lebih rendah dibandingkan dengan pegas 4.11 N/mm, hal ini dapat terjadi dikarenakan pada saat uji eksperimen dilakukan pada kondisi ideal, sehingga karena kekakuan pegas rendah maka torsi yang disalurkan akan maksimal namun dalam waktu yang singkat, dikarenakan pegas cvt tertekan dengan cepat.

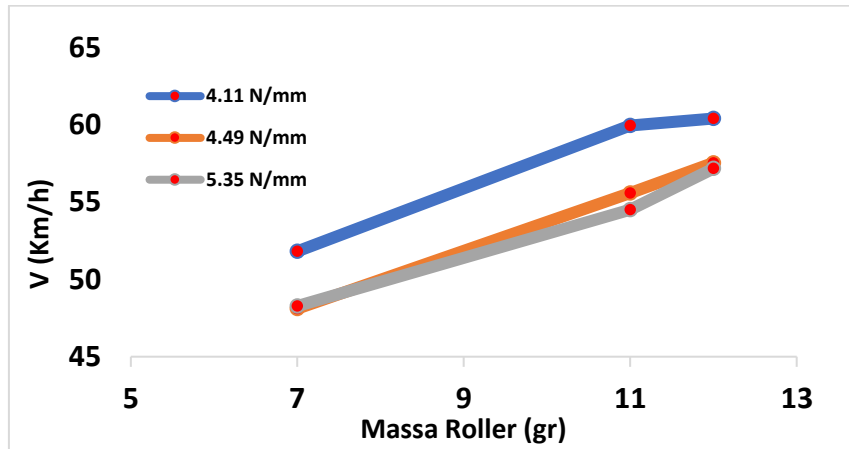
Kemudian dari ke-3 grafik juga dapat diketahui kecepatan maksimum pada sudut 0 derajat dari ke-3 jenis pegas yang berbeda yang menggunakan 3 jenis variasi roller yang berbeda. Kecepatan maksimum untuk pegas 4.11 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr secara berturut-turut adalah 73.28 Km/h, 75.34 Km/h, dan 70.68 Km/h. Kemudian untuk pegas 4.49 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr nilai kecepatan maksimumnya secara berturut-turut adalah 71.54 Km/h, 71.44 Km/h, dan 66 Km/h. Selanjutnya untuk pegas 5.35 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr nilai kecepatan maksimumnya secara berturut-turut adalah 72.38 Km/h, 71.9 Km/h, dan 64.18 Km/h. Grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.11,



Gambar 4.11 Perbandingan Kecepatan Maksimum dengan sudut 0 derajat

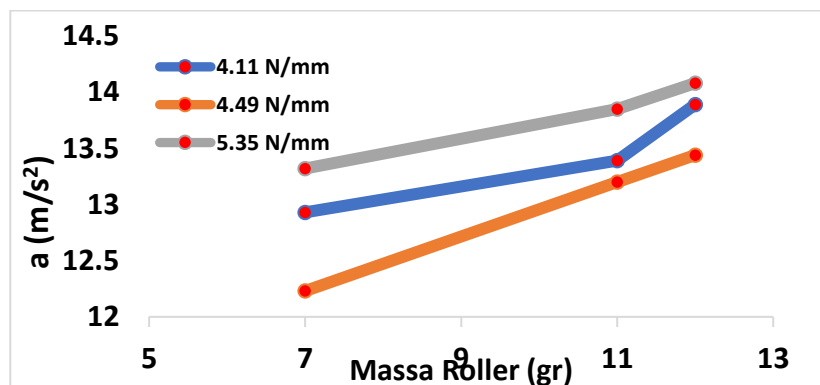
Dapat diketahui dari gambar 4.11 bahwa pegas kekakuan terendah, yaitu pegas 4.11 N/mm dengan roller 11 Gr memiliki kecepatan maksimum tertinggi pada sudut tanjakan 0 derajat. Kemudian dari ke-3 grafik juga dapat diketahui kecepatan maksimum pada sudut 15 derajat dari ke-3 jenis pegas yang berbeda yang menggunakan 3 jenis variasi roller yang berbeda. Kecepatan maksimum untuk pegas 4.11 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr secara berturut-turut adalah 60.42 Km/h, 59.96 Km/h, dan 51.82 Km/h. Kemudian untuk pegas 4.49 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr nilai kecepatan maksimumnya secara berturut-turut adalah 57.55 Km/h, 55.6 Km/h, dan 48.11 Km/h. Selanjutnya untuk pegas 5.35 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr

nilai kecepatan maksimumnya secara berturut-turut adalah 57.18 Km/h, 54.51 Km/h, dan 48.28 Km/h. Grafik perbandingannya dapat dilihat dari gambar 4.12,



Gambar 4.12 Perbandingan Kecepatan Maksimum dengan sudut 15 derajat

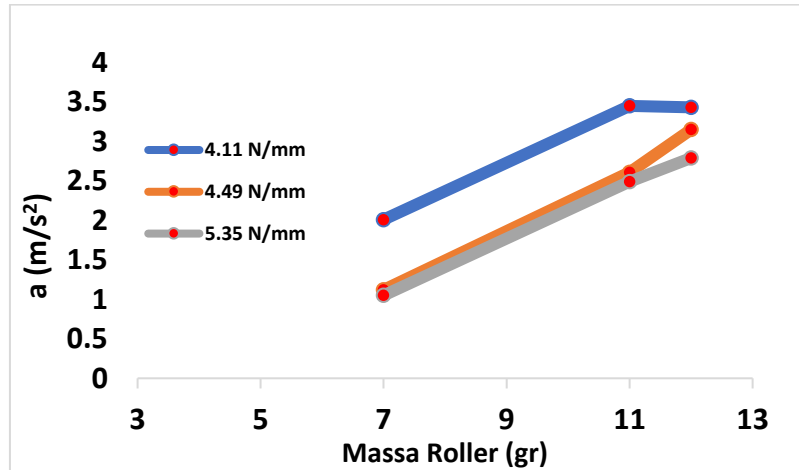
Dapat dilihat dari gambar 4.12 mempunyai perbedaan karakteristik dengan kecepatan maksimum pada sudut 0 derajat, yaitu penggunaan roller 11 Gr pada sudut 0 derajat memiliki kecepatan maksimum tertinggi sementara pada sudut 15 derajat roller 12 Gr memiliki kecepatan maksimum tertinggi, namun perbedaannya tidak signifikan. Data selanjutnya yang dapat diketahui dari ke-3 grafik penggunaan pegas yang berbeda adalah mengenai ketersediaan gaya traksi yang dapat dilihat dari percepatan yang didapatkan melalui persamaan, $a = \frac{F_t - F_r}{m}$ dengan mengurangi gaya traksi dengan gaya hambat pada sudut 0 derajat dan membagi dengan massa kendaraan,. Pada range dibawah 40 Km/h, yaitu saat kecepatan mencapai 20 Km/h. Percepatan maksimum untuk pegas 4.11 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr secara berturut-turut adalah 13.89 m/s², 13.39 m/s², dan 12.93 m/s². Kemudian untuk pegas 4.49 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr nilai percepatan maksimumnya secara berturut-turut adalah 13.44 m/s², 13.2 m/s², dan 12.23 m/s². Selanjutnya untuk pegas 5.35 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr nilai gaya percepatan maksimumnya secara berturut-turut adalah 14.08 m/s², 13.85 m/s², dan 13.32 m/s², grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.13,



Gambar 4.13 Perbandingan Percepatan pada kecepatan dibawah 40 Km/h dengan sudut 0 derajat

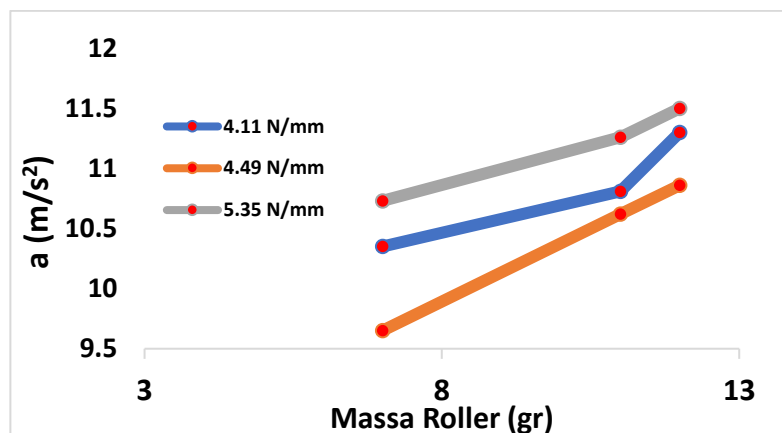
Dapat dilihat dari gambar 4.13 percepatan maksimum tertinggi dimiliki oleh pegas 5.35 N/mm. Pada range diatas 40 Km/h, yaitu saat kecepatan mencapai 55 Km/h. Percepatan

untuk pegas 4.11 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr secara berturut-turut adalah 3.43 m/s^2 , 3.45 m/s^2 , dan 2.01 m/s^2 . Kemudian untuk pegas 4.49 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr nilai percepatannya secara berturut-turut adalah 3.15 m/s^2 , 2.61 m/s^2 , dan 1.12 m/s^2 . Selanjutnya untuk pegas 5.35 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr nilai gaya percepatannya secara berturut-turut adalah 2.79 m/s^2 , 2.49 m/s^2 , dan 1.05 m/s^2 . Perbandingannya dapat dilihat pada 4.14,



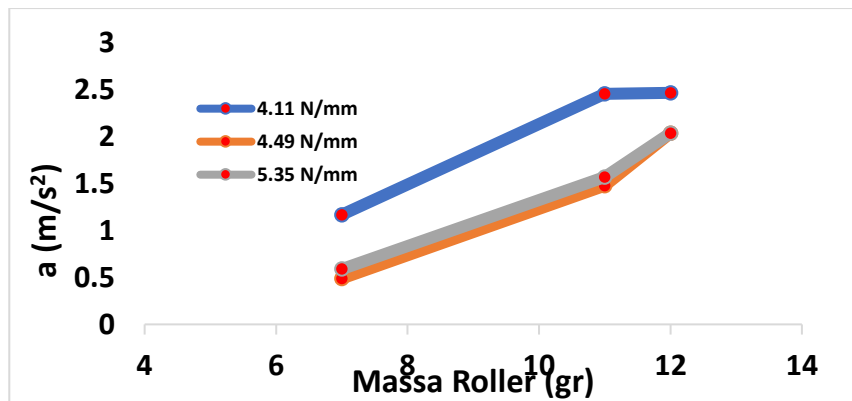
Gambar 4.14 Perbandingan Percepatan pada kecepatan diatas 40 Km/h dengan sudut 0 derajat

Dapat dilihat dari gambar 4.14, pada kecepatan rendah percepatan yang dimiliki pegas dengan kekakuan terendah, yaitu pegas 4.11 N/mm memiliki percepatan tertinggi. Selanjutnya adalah mengetahui percepatan untuk masing-masing pegas pada sudut 15 derajat. Pada range dibawah 40 Km/h, yaitu saat kecepatan mencapai 20 Km/h. Percepatan maksimum untuk pegas 4.11 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr secara berturut-turut adalah 11.3 m/s^2 , 10.81 m/s^2 , dan 10.35 m/s^2 . Kemudian untuk pegas 4.49 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr nilai percepatan maksimumnya secara berturut-turut adalah 10.86 m/s^2 , 10.62 m/s^2 , dan 9.65 m/s^2 . Selanjutnya untuk pegas 5.35 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr nilai percepatan maksimumnya secara berturut-turut adalah 11.5 m/s^2 , 11.26 m/s^2 , dan 10.73 m/s^2 , grafik perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.15,



Gambar 4.15 Perbandingan Percepatan pada kecepatan dibawah 40 Km/h dengan sudut 15 derajat

Kemudian Pada range diatas 40 Km/h, yaitu saat kecepatan mencapai 46 Km/h dengan sudut 15 derajat Percepatan untuk pegas 4.11 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr secara berturut-turut adalah 2.47 m/s^2 , 2.46 m/s^2 , dan 1.17 m/s^2 . Kemudian untuk pegas 4.49 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr nilai percepatan nya secara berturut-turut adalah 2.04 m/s^2 , 1.48 m/s^2 , dan 0.49 m/s^2 . Selanjutnya untuk pegas 5.35 N/mm dengan massa roller 12 Gr, 11 Gr, dan 7 Gr nilai gaya percepatannya secara berturut-turut adalah 2.04 m/s^2 , 1.57 m/s^2 , dan 0.59 m/s^2 . Perbandingannya dapat dilihat pada gambar 4.16,



Gambar 4.16 Perbandingan Percepatan pada kecepatan diatas 40 Km/h dengan sudut 15 derajat

Dapat dilihat pada gambar 4.16 saat kecepatan diatas 40 Km/h saat kecepatan mencapai 46 Km/h pegas 4.11 N/mm memiliki percepatan yang paling tinggi dan memiliki hasil yang perbedaannya signifikan dibandingkan kedua pegas lainnya, yaitu 4.49 N/mm, dan 5.35 N/mm yang perbedaan percepatannya tidak terlampau jauh.

Pada perbandingan gaya traksi maksimum dapat terlihat bahwa dari ke-3 pegas yang menggunakan roller berbeda, Pegas 5.35 N/mm selalu memiliki hasil yang lebih tinggi dibanding kedua pegas lainnya, dikarenakan kekakuan pegas tersebut yang besar akan menahan tekanan belt sehingga rasio cvt akan tetap besar, sehingga semakin besar torsi yang dihasilkan, namun pada pegas 4.49 N/mm selalu menunjukkan hasil yang paling rendah dibandingkan kedua pegas lainnya walau memiliki kekakuan yang lebih tinggi dibanding pegas 4.11 N/mm, sehingga pegas 4.49 N/mm tidak direkomendasikan untuk di kombinasikan dengan roller 7 Gr, 11 Gr, dan 12 Gr. Kemudian pada perbandingan kecepatan maksimum baik pada sudut 0 derajat dan 15 derajat dapat diketahui kecepatan tertinggi dimiliki oleh pegas 4.11 N/mm, hal ini terjadi karena kekakuan pegas yang rendah memudahkan belt untuk menekan sehingga rasio transmisi akan semakin kecil, sehingga kecepatan yang dihasilkan akan semakin tinggi. Selanjutnya pada perbandingan percepatan pada sudut 0 derajat baik pada range kecepatan dibawah 40 Km/h maupun diatas 40 Km/h dapat diketahui, bahwa pada kecepatan rendah saat mencapai 20 Km/h percepatan tertinggi dimiliki oleh pegas 5.35 N/mm dengan roller 12 Gr, kemudian pada kecepatan diatas 40 Km/h saat mencapai 55 Km/h percepatan tertinggi dimiliki oleh pegas 4.11 N/mm dengan roller 11 Gr, sementara pegas 5.35 N/mm memiliki percepatan terendah. Pada sudut 15 derajat hasil yang didapatkan untuk kecepatan rendah percepatan tertinggi tetap dimiliki pegas 5.35 N/mm, dan pada kecepatan tinggi percepatan tertinggi dimiliki pegas 4.11 N/mm. Hal ini juga sesuai dengan hipotesa, dimana pegas dengan kekakuan besar akan memiliki traksi dan percepatan tinggi pada kecepatan rendah, dan

pegas dengan kekakuan rendah akan memiliki percepatan yang lebih besar pada kecepatan tinggi.

4.2 BEP

4.2.1 BEP Untuk Kendaraan yang di Konversi

Seperti yang telah diketahui sebelumnya, bahwa pada kendaraan konversi memiliki 3 tipe golongan tarif listrik, yaitu Tipe 1 dengan batas daya 0-450 VA, kemudian tipe 2 dengan batas daya 451-900 VA, dan tipe III dengan batas daya 901-5501 keatas. Untuk mengetahui jarak tempuh yang dapat dilalui motor listrik konversi hasilnya untuk masing-masing kombinasi dapat dilihat pada tabel 4.1 yang berisi data kecepatan rata-rata dalam satuan m/s kendaraan konversi untuk tiap 1 kali percobaan yang dikalikan waktu yang telah dilalui untuk tiap percobaan dynotest. Kemudian dikarenakan untuk tiap dynotest mengurangi daya listrik sebanyak 5 Wh, maka dihitung jarak yang dilalui apabila menghabiskan daya listrik sebesar 1500 Wh/1.5 Kwh, Sehingga hasilnya dapat dilihat pada table 4.1 berikut,

Tabel 4.1 Tabel Jarak tempuh motor konversi untuk masing-masing kombinasi

Parameter	5.35 N/mm			4.49 N/mm			4.11 N/mm		
	7 Gr	11 Gr	12 Gr	7 Gr	11 Gr	12 Gr	7 Gr	11 Gr	12 Gr
Jarak tiap 5 Wh (m)	214.2	216.2	180.6	213.3	264.2	275.7	181.4	197.7	192.6
Jarak tiap 1500 Wh (m)	64268	64872	54183	63977	79266	82715	54423	59319	57773
Jarak tiap 1500 Wh (Km)	64.3	64.9	54.2	64.0	79.3	82.7	54.4	59.3	57.8

Sehingga, untuk jarak tempuh dari motor listrik konversi akan diambil kombinasi tertinggi, yaitu pegas 4.49 N/mm dengan roller 12 Gr, yaitu sejauh 82.72 Km. Sehingga, untuk BEP antara motor bensin dengan motor listrik Konversi dengan golongan tarif Listrik tipe I, hasil tabel perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.2,

Tabel 4.2 Tabel Perhitungan BEP motor bensin dengan motor listrik konversi golongan tarif listrik tipe I

Km	Biaya Listrik dan konversi Rp	Biaya Bensin Rp	Keuntungan
10000	Rp22,514,604	Rp5,628,421	-Rp16,886,183
20000	Rp25,429,208	Rp11,256,843	-Rp14,172,365
30000	Rp28,343,812	Rp16,885,264	-Rp11,458,548
40000	Rp31,258,416	Rp22,513,685	-Rp8,744,730
50000	Rp34,173,019	Rp28,142,107	-Rp6,030,913
60000	Rp37,087,623	Rp33,770,528	-Rp3,317,095
70000	Rp40,002,227	Rp39,398,949	-Rp603,278
72222.98571	Rp40,650,139	Rp40,650,139	Rp0
80000	Rp42,916,831	Rp45,027,371	Rp2,110,540
90000	Rp45,831,435	Rp50,655,792	Rp4,824,357
100000	Rp48,746,039	Rp56,284,213	Rp7,538,175

Dapat dilihat dari tabel 4.2, bahwa BEP unit dalam satuan Km tercapai saat Km

72222.98571 dan BEP dalam satuan rupiah tercapai saat menyentuh harga sekitar Rp 40,650,139 Juta. Selanjutnya Untuk BEP antara motor bensin dengan motor listrik Konversi dengan golongan tarif Listrik tipe II, hasil tabel perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.3,

Tabel 4.3 Tabel Perhitungan BEP motor bensin dengan motor listrik konversi golongan tarif listrik tipe II

Km	Biaya Listrik dan konversi Rp	Biaya Bensin Rp	Keuntungan
10000	Rp22,724,227	Rp5,628,421	-Rp17,095,805
20000	Rp25,848,453	Rp11,256,843	-Rp14,591,611
30000	Rp28,972,680	Rp16,885,264	-Rp12,087,416
40000	Rp32,096,907	Rp22,513,685	-Rp9,583,221
50000	Rp35,221,134	Rp28,142,107	-Rp7,079,027
60000	Rp38,345,360	Rp33,770,528	-Rp4,574,832
70000	Rp41,469,587	Rp39,398,949	-Rp2,070,638
78268.67639	Rp44,052,909	Rp44,052,909	Rp0
80000	Rp44,593,814	Rp45,027,371	Rp433,557
90000	Rp47,718,040	Rp50,655,792	Rp2,937,752
100000	Rp50,842,267	Rp56,284,213	Rp5,441,946

Dapat dilihat dari tabel 4.3, bahwa BEP unit dalam satuan Km tercapai saat Km 78268.67639 dan BEP dalam satuan rupiah tercapai saat menyentuh harga sekitar Rp 44,052,909. Selanjutnya Untuk BEP antara motor bensin dengan motor listrik Konversi dengan golongan tarif Listrik tipe III, hasil tabel perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.4,

Tabel 4.4 Tabel Perhitungan BEP motor bensin dengan motor listrik konversi golongan tarif listrik tipe III

Km	Biaya Listrik dan konversi Rp	Biaya Bensin Rp	Keuntungan
10000	Rp22,758,811	Rp5,628,421	-Rp17,130,389
20000	Rp25,917,622	Rp11,256,843	-Rp14,660,779
30000	Rp29,076,433	Rp16,885,264	-Rp12,191,168
40000	Rp32,235,243	Rp22,513,685	-Rp9,721,558
50000	Rp35,394,054	Rp28,142,107	-Rp7,251,947
60000	Rp38,552,865	Rp33,770,528	-Rp4,782,337
70000	Rp41,711,676	Rp39,398,949	-Rp2,312,726
79364.74187	Rp44,669,821	Rp44,669,821	Rp0
80000	Rp44,870,487	Rp45,027,371	Rp156,884
90000	Rp48,029,298	Rp50,655,792	Rp2,626,495
100000	Rp51,188,108	Rp56,284,213	Rp5,096,105

Dapat dilihat dari tabel 4.4, bahwa BEP unit dalam satuan Km tercapai saat Km 79364.74187 dan BEP dalam satuan rupiah tercapai saat menyentuh harga sekitar Rp 44,669,821. Dari ke-3 tabel dapat kita ketahui bahwa semakin tinggi golongan tarif listriknya maka BEP yang akan dicapai juga akan semakin naik.

4.2.2 BEP Untuk Kendaraan Listrik GESITS

Pada kendaraan listrik GESITS dikarenakan menggunakan baterai yang sama, maka juga memiliki 3 tipe golongan tarif listrik, yaitu Tipe 1 dengan batas daya 0-450 VA, kemudian tipe 2 dengan batas daya 451-900 VA, dan tipe III dengan batas daya 901-5501 keatas. Untuk BEP antara motor bensin dengan motor listrik GESITS dengan golongan tarif Listrik tipe I, hasil tabel perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.5,

Tabel 4.5 Tabel Perhitungan BEP motor bensin dengan motor listrik GESITS golongan tarif listrik tipe I

Km	Biaya Listrik dan GESITS Rp	Biaya Bensin Rp	Keuntungan
10000	Rp31,720,908	Rp5,628,421	-Rp26,092,487
20000	Rp34,741,817	Rp11,256,843	-Rp23,484,974
30000	Rp37,762,725	Rp16,885,264	-Rp20,877,461
40000	Rp40,783,633	Rp22,513,685	-Rp18,269,948
50000	Rp43,804,542	Rp28,142,107	-Rp15,662,435
60000	Rp46,825,450	Rp33,770,528	-Rp13,054,922
70000	Rp49,846,358	Rp39,398,949	-Rp10,447,409
80000	Rp52,867,267	Rp45,027,371	-Rp7,839,896
90000	Rp55,888,175	Rp50,655,792	-Rp5,232,383
100000	Rp58,909,083	Rp56,284,213	-Rp2,624,870
110000	Rp61,929,992	Rp61,912,635	-Rp17,357
110066.5646	Rp61,950,100	Rp61,950,100	Rp0
120000	Rp64,950,900	Rp67,541,056	Rp2,590,156

Dapat dilihat dari tabel 4.5, bahwa BEP unit dalam satuan Km tercapai saat Km 110066.5646 dan BEP dalam satuan rupiah tercapai saat menyentuh harga sekitar 61.9 Juta. Selanjutnya Untuk BEP antara motor bensin dengan motor listrik Konversi dengan golongan tarif Listrik tipe II, hasil tabel perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.6,

Tabel 4.6 Tabel Perhitungan BEP motor bensin dengan motor listrik GESITS golongan tarif listrik tipe II

Km	Biaya Listrik dan konversi Rp	Biaya Bensin Rp	Keuntungan
10000	Rp32,067,708	Rp5,628,421	-Rp26,439,287
20000	Rp35,435,417	Rp11,256,843	-Rp24,178,574
30000	Rp38,803,125	Rp16,885,264	-Rp21,917,861
40000	Rp42,170,833	Rp22,513,685	-Rp19,657,148
50000	Rp45,538,542	Rp28,142,107	-Rp17,396,435
60000	Rp48,906,250	Rp33,770,528	-Rp15,135,722
70000	Rp52,273,958	Rp39,398,949	-Rp12,875,009
80000	Rp55,641,667	Rp45,027,371	-Rp10,614,296
90000	Rp59,009,375	Rp50,655,792	-Rp8,353,583
100000	Rp62,377,083	Rp56,284,213	-Rp6,092,870
110000	Rp65,744,792	Rp61,912,635	-Rp3,832,157
120000	Rp69,112,500	Rp67,541,056	-Rp1,571,444
126951.0981	Rp71,453,427	Rp71,453,427	Rp0

130000	Rp72,480,208	Rp73,169,478	Rp689,269
--------	--------------	--------------	-----------

Dapat dilihat dari tabel 4.6, bahwa BEP unit dalam satuan Km tercapai saat Km 126951.0981 dan BEP dalam satuan rupiah tercapai saat menyentuh harga sekitar 71.4 Juta. Selanjutnya Untuk BEP antara motor bensin dengan motor listrik Konversi dengan golongan tarif Listrik tipe III, hasil tabel perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.7,

Tabel 4.7 Tabel Perhitungan BEP motor bensin dengan motor listrik GESITS golongan tarif listrik tipe III

Km	Biaya Listrik dan konversi Rp	Biaya Bensin Rp	Keuntungan
10000	Rp32,124,924	Rp5,628,421	-Rp26,496,503
20000	Rp35,549,849	Rp11,256,843	-Rp24,293,006
30000	Rp38,974,773	Rp16,885,264	-Rp22,089,509
40000	Rp42,399,697	Rp22,513,685	-Rp19,886,012
50000	Rp45,824,622	Rp28,142,107	-Rp17,682,515
60000	Rp49,249,546	Rp33,770,528	-Rp15,479,018
70000	Rp52,674,470	Rp39,398,949	-Rp13,275,521
80000	Rp56,099,395	Rp45,027,371	-Rp11,072,024
90000	Rp59,524,319	Rp50,655,792	-Rp8,868,527
100000	Rp62,949,243	Rp56,284,213	-Rp6,665,030
110000	Rp66,374,168	Rp61,912,635	-Rp4,461,533
120000	Rp69,799,092	Rp67,541,056	-Rp2,258,036
130000	Rp73,224,016	Rp73,169,478	-Rp54,539
130247.5101	Rp73,308,787	Rp73,308,787	Rp0
140000	Rp76,648,941	Rp78,797,899	Rp2,148,958

Dapat dilihat dari tabel 4.7, bahwa BEP unit dalam satuan Km tercapai saat Km 88949.51 dan BEP dalam satuan rupiah tercapai saat menyentuh harga sekitar 50.06 Juta. Dari ke-3 tabel dapat kita ketahui bahwa semakin tinggi golongan tarif listriknya maka BEP yang akan dicapai juga akan semakin naik.

4.3 Hasil Kajian Teknis dan Ekonomis

4.3.1 Kajian Teknis

Sepeda motor GESITS dapat melaju sampai 50 Km/h dalam 0-5 detik, untuk unit konversi sendiri, berdasarkan hasil dynotest setelah 5 detik kecepatan untuk masing-masing kombinasi dapat dilihat pada tabel 4.8,

Tabel 4.8 Tabel Kecepatan setelah 5 detik motor konversi

1000 RPM	V @ 5 detik (Km/h)
7 Gr	57.34
11 Gr	61.68
12 Gr	63.16
1500 RPM	V @ 5 detik (Km/h)
7 Gr	54.62
11 Gr	59.19
12 Gr	60.95

2000 RPM	V @ 5 detik (Km/h)
7 Gr	54.71
11 Gr	58.36
12 Gr	60.7

Dapat dilihat dari tabel 4.8 bahwa Roller 12 Gr dengan pegas 4.11 N/mm menghasilkan kecepatan tertinggi setelah 5 detik, yaitu sebesar 63.16 Km/h. Sehingga, hasil dari kajian teknis mengenai Sepeda motor listrik unit baru, yaitu GESITS, dan juga sepeda motor listrik konversi, perbandingan performanya, yaitu meliputi kecepatan maksimum, traksi maksimum, Kecepatan setelah 5 detik, dan Jarak tempuh. Untuk tabel perbandingan performa kecepatan maksimum dapat dilihat pada tabel 4.9,

Tabel 4.9 Tabel Perbandingan Kecepatan Maksimum

Kecepatan Maksimum				
Motor Konversi				GESITS
Parameter CVT	4.11 N/mm	4.49 N/mm	5.35 N/mm	70 Km/h
7 Gr	70.68 Km/h	66 Km/h	64.18 Km/h	
11 Gr	75.34 Km/h	71.4 Km/h	71.9 Km/h	
12 Gr	73.28 Km/h	71.54 Km/h	72.38 Km/h	

Dari tabel 4.9 dapat diketahui bahwa parameter sepeda motor konversi yang tepat agar memiliki kecepatan maksimum yang lebih baik dari sepeda motor listrik GESITS adalah kombinasi 3 roller dengan pegas 4.11 N/mm, dan kombinasi roller 11,12 Gr dengan ke-3 pegas. Kombinasi roller dan pegas yang tidak lebih baik dari GESITS adalah pegas 4.49 N/mm dan pegas 5.35 N/mm dengan roller 7 Gr, hal ini dikarenakan kekakuan pegas tersebut yang lebih besar dibandingkan dengan pegas 4.11 N/mm, sehingga memiliki kecepatan maksimum yang lebih rendah. Selanjutnya adalah perbandingan traksi maksimum, yang dapat dilihat pada tabel 4.10,

Tabel 4.10 Tabel Perbandingan Traksi Maksimum

Traksi Maksimum				
Motor Konversi				GESITS
Parameter CVT	4.11 N/mm	4.49 N/mm	5.35 N/mm	756.4 N
7 Gr	1130.93 N	1068.17 N	1162.86 N	
11 Gr	1169.04 N	1152.28 N	1208.3 N	
12 Gr	1211.33 N	1172.58 N	1228.17 N	

Dapat dilihat dari tabel 4.10 bahwa semua kombinasi roller dan pegas pada motor konversi memiliki gaya traksi maksimum yang lebih baik dibandingkan motor listrik GESITS. Selanjutnya adalah perbandingan kecepatan setelah 5 detik yang dapat dilihat pada tabel 4.11,

Kecepatan setelah 5 detik				
Motor Konversi				GESITS
Parameter CVT	4.11 N/mm	4.49 N/mm	5.35 N/mm	50 Km/h
7 Gr	57.34 Km/h	54.62 Km/h	54.71 Km/h	
11 Gr	61.68 Km/h	59.19 Km/h	58.36 Km/h	
12 Gr	63.16 Km/h	60.95 Km/h	60.7 Km/h	

Tabel 4.11 Tabel Perbandingan Kecepatan setelah 5 detik

Dapat dilihat dari tabel 4.11 bahwa semua kombinasi roller dan pegas pada motor konversi memiliki kecepatan setelah 5 detik yang lebih baik dibandingkan motor listrik GESITS, hal ini sesuai dengan gaya traksi yang besar yang dimiliki oleh motor konversi sehingga memiliki percepatan yang besar, mengakibatkan kecepatan yang telah ditempuh lebih cepat dibandingkan dengan motor GESITS. Selanjutnya adalah perbandingan jarak tempuh motor konversi dengan motor GESITS yang dapat dilihat pada tabel 4.12,

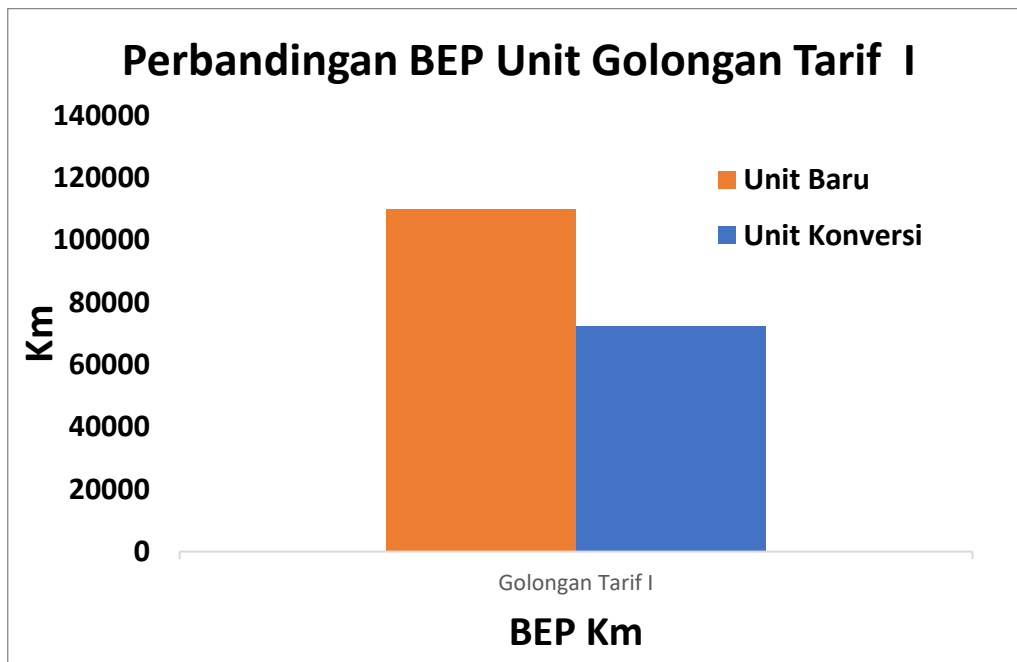
Jarak Tempuh				
Motor Konversi				GESITS
Parameter CVT	4.11 N/mm	4.49 N/mm	5.35 N/mm	50 Km
7 Gr	54.42	63.98	64.27	
11 Gr	59.32	79.27	64.87	
12 Gr	57.77	82.72	54.18	

Tabel 4.12 Tabel Perbandingan Jarak Tempuh

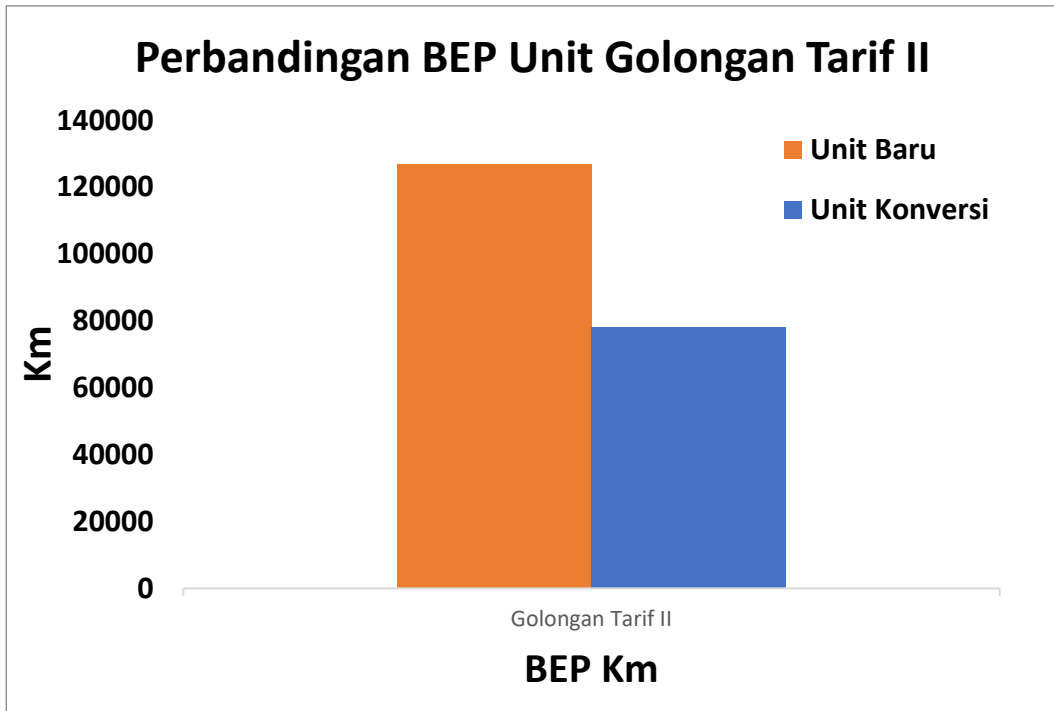
Dapat dilihat dari tabel 4.12 bahwa jarak tempuh dari semua kombinasi pegas dan roller pada motor konversi memiliki jarak tempuh yang lebih tinggi dibandingkan dengan GESITS, hal ini terjadi dikarenakan penggunaan CVT yang selalu memiliki rasio yang berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan kendaraan, sehingga akan menghemat daya listrik yang dibutuhkan.

4.3.2 Kajian Ekonomis

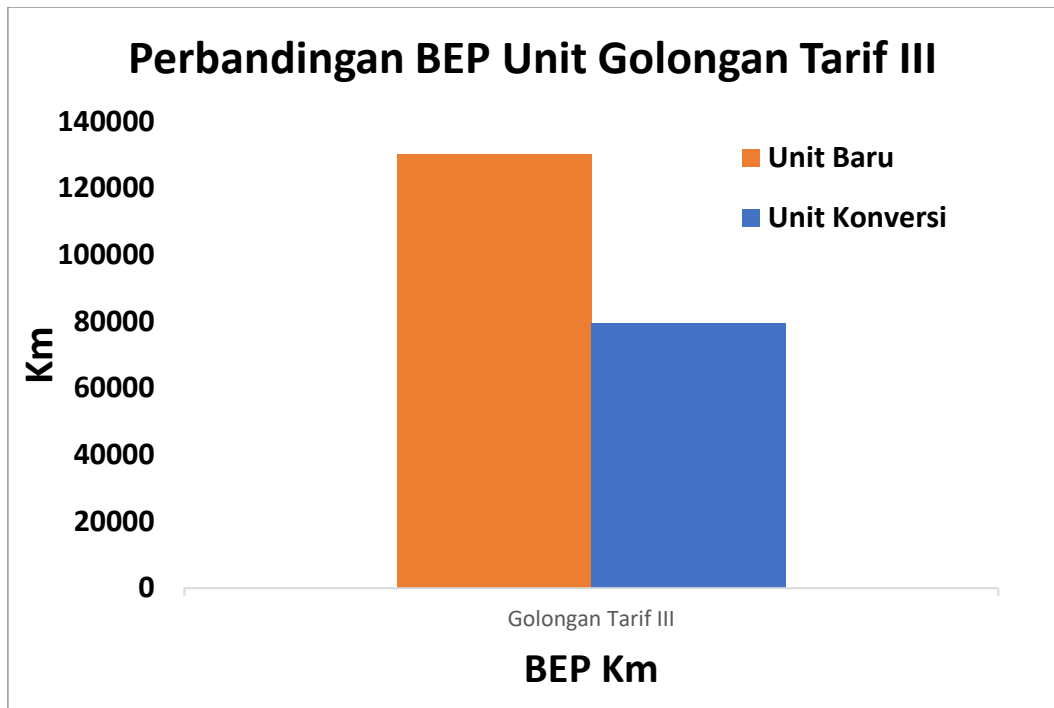
Hasil kajian teknis mengenai perhitungan BEP baik itu dari motor listrik GESITS dan juga untuk motor listrik Konversi yang dibandingkan dengan motor bensin. Hasil dari BEP unit dalam satuan Km dan untuk BEP dalam satuan rupiah untuk tiap Golongan Tarif Listrik I, II, dan III dapat dilihat pada gambar 4.17a, 4.17b, dan 4.17c,



a



b

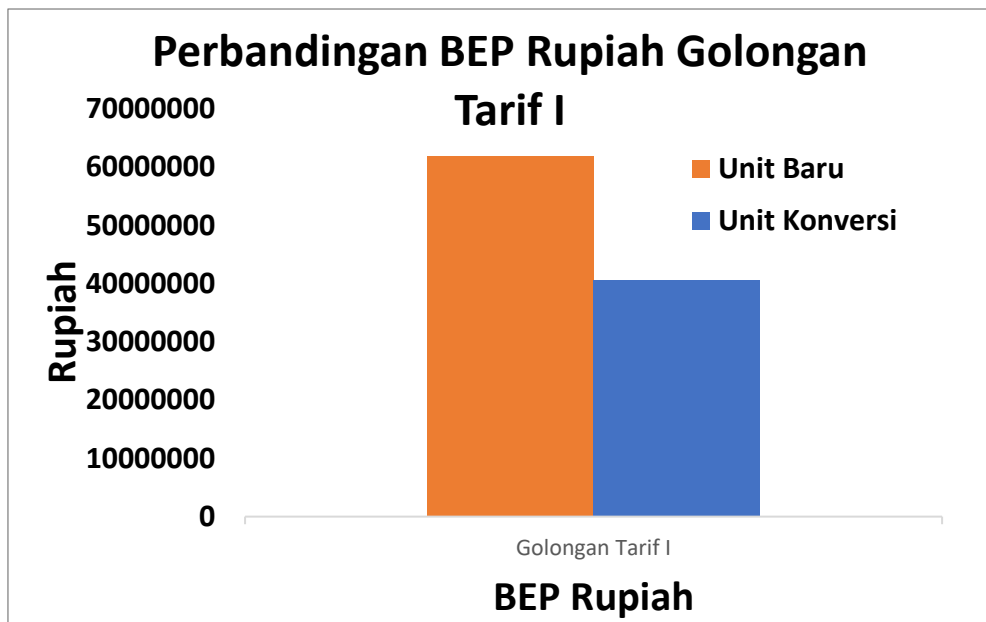


c

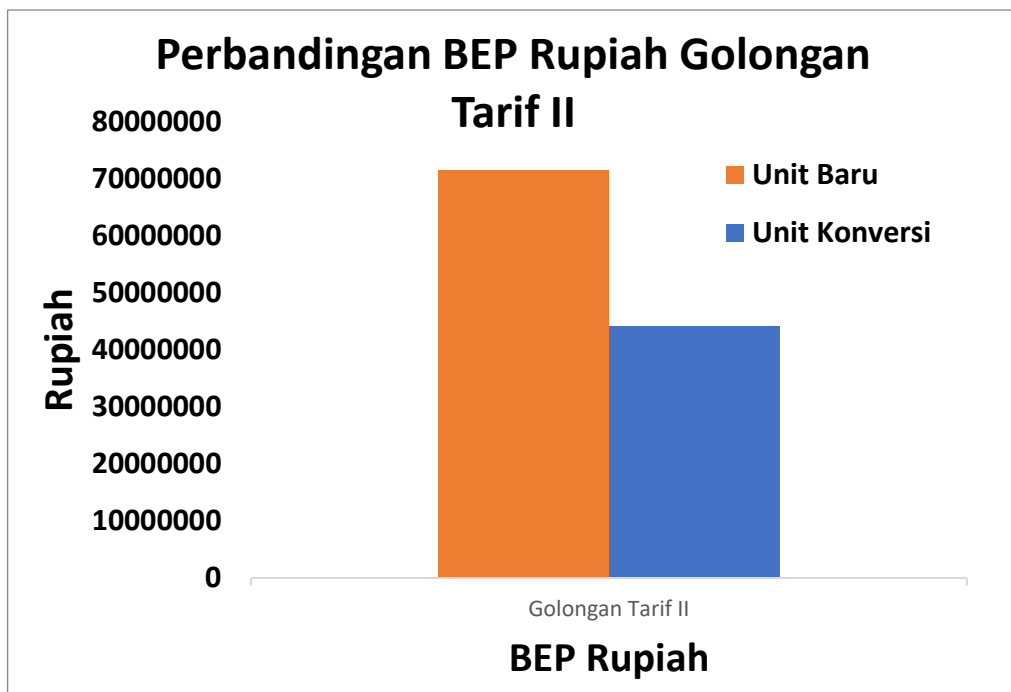
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan BEP unit Golongan Tarif I, Grafi Perbandingan BEP unit Golongan Tarif II, Grafik Perbandingan BEP unit Golongan Tarif III

Dapat terlihat dari ke-3 Grafik bahwa pada golongan tarif listrik I,II, dan III Sepeda motor listrik konversi memiliki Km yang lebih rendah dibanding motor listrik GESITS dengan perbedaan 37 ribu Km pada Golongan Tarif I, 48 ribu Km pada golongan tarif II, dan 50

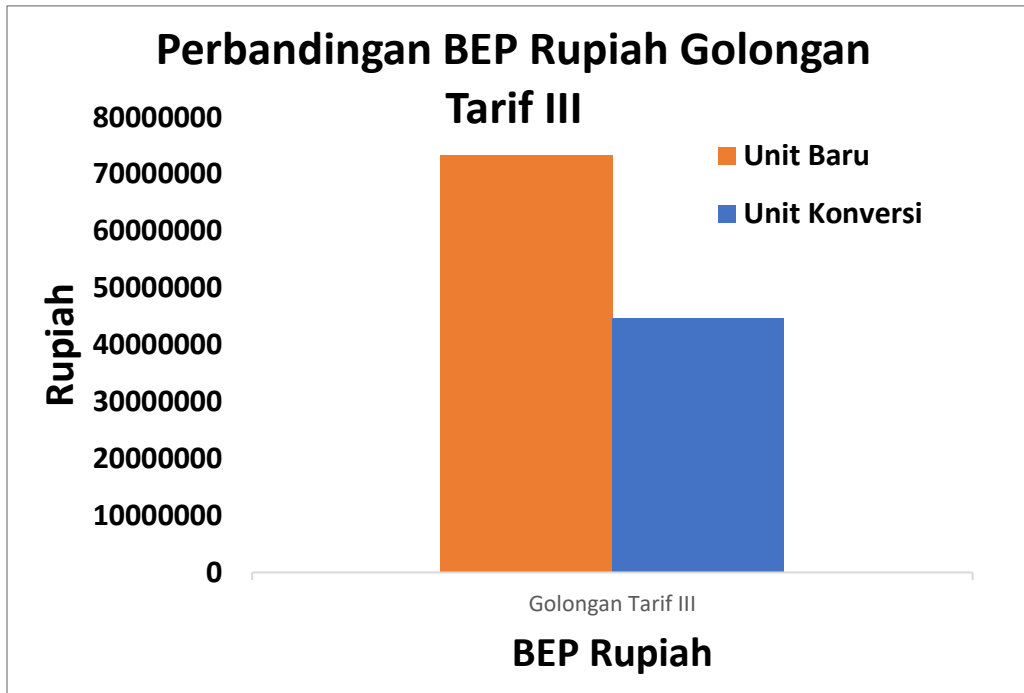
ribu Km pada golongan tarif III. Selanjutnya adalah perbandingan BEP Rupiah yang dapat dilihat pada gambar 4.18a, 4.18b, dan 4.18c,



a



b



c

Gambar 4.18 Grafik Perbandingan BEP Golongan Tarif I, Grafik Perbandingan BEP Golongan Tarif II, Grafik Perbandingan BEP Golongan Tarif III

Dapat terlihat dari ke-3 Grafik bahwa pada golongan tarif listrik I,II,dan III Sepeda motor listrik konversi BEP Rupiahnya lebih rendah dibanding motor listrik GESITS dengan perbedaan sekitar 21 Juta pada Golongan Tarif I, 27 Juta pada golongan Tarif II, dan 28 Juta pada Golongan Tarif III. Sehingga dari kajian teknis dapat diketahui bahwa hasil yang didapatkan sesuai dengan hipotesa awal, yaitu sepeda motor listrik konversi memiliki keuntungan ekonomis yang lebih baik dibandingkan membeli motor listrik unit baru.

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari studi eksperimental ini adalah

1. Hasil kajian teknis sesuai dengan hipotesa awal, untuk gaya traksi maksimum tertinggi dimiliki oleh roller 12 Gr menggunakan pegas 5.35 N/mm dengan nilai 1228.17 N. Pada sudut 0 derajat kecepatan maksimum roller 11 Gr dengan pegas 4.11 N/mm senilai 75.34 Km/h, kemudian roller 12 Gr dengan pegas 4.11 N/mm memiliki kecepatan maksimum sebesar 73.28 Km/h. Selanjutnya, untuk kecepatan maksimum pada sudut 15 derajat roller 12 Gr dengan pegas 4.11 N/mm memiliki nilai kecepatan maksimum sebesar 60.4 Km/h, kemudian roller 11 Gr dengan pegas 4.11 N/mm memiliki kecepatan maksimum sebesar 59.96 Km/h. Tidak ada perbedaan yang signifikan dari roller 11 Gr dan 12 Gr. Performa selanjutnya yang dianalisis dari uji eksperimental adalah percepatan kendaraan pada sudut 0 derajat dan sudut 15 derajat. Untuk percepatan pada sudut 0 derajat pada kecepatan dibawah 40 Km/h, percepatan tertinggi dimiliki oleh pegas 12 Gr dengan pegas 5.35 N/mm dengan nilai 14.08 m/s². Pada sudut 15 derajat diketahui percepatan tertinggi dimiliki oleh pegas 12 Gr dengan pegas 5.35 N/mm dengan nilai 11.5 m/s². Untuk kecepatan diatas 40 Km/h, pada sudut 0 derajat percepatan tertinggi dimiliki oleh Roller 11 Gr dengan Pegas 4.11 N/mm dengan nilai 3.45 m/s². Kemudian pada sudut 15 derajat, yaitu pada kecepatan 46 Km/h diketahui percepatan tertinggi dimiliki oleh Roller 12 Gr dengan Pegas 4.11 N/mm dengan nilai 2.34 m/s². Kemudian pada waktu 0-5 detik, kendaraan mampu mencapai kecepatan 63.16 Km/h dan jarak tempuh, yaitu 34 Km dengan kombinasi roller 12 Gr dan pegas 4.11 N/mm. Sehingga hasil dari kajian teknisnya adalah motor hasil konversi memiliki performa diatas motor unit baru, yaitu GESITS, baik dari gaya traksi maksimum, kecepatan maksimum, dan kecepatan yang dimiliki setelah 5 detik. Namun performa tersebut dibayar dengan jarak tempuh yang lebih rendah dibandingkan dengan motor unit baru, yaitu GESITS. Performa parameter CVT yang sesuai dengan hipotesa awal adalah massa roller CVT, sementara pada pegas CVT pegas 4.49 N/mm menghasilkan performa terburuk dibandingkan kedua pegas lainnya.
2. Untuk rekomendasi kombinasi pegas dan roller untuk tiap klasifikasi medan jalan adalah, pada jalanan perkotaan ramai penduduk seperti Jakarta yang didominasi oleh jalan yang lurus dan padat, maka dibutuhkan akselerasi yang cepat pada kecepatan rendah tanpa perlu torsi yang tinggi, maka kombinasi penggunaan pegas dan roller yang tepat adalah roller 12 Gr dan pegas 5.35 N/mm, dikarenakan roller 12 Gr dan pegas 5.35 N/mm mempunyai traksi tertinggi dan akselerasi terbesar pada kecepatan rendah. Kemudian pada jalanan perkotaan yang tidak ramai penduduk seperti balikpapan yang didominasi oleh jalan lurus dan lenggang, maka dibutuhkan akselerasi pada kecepatan rendah dan kecepatan tinggi dan juga kecepatan maksimum yang tinggi, maka kombinasi penggunaan roller dan pegas yang tepat adalah dapat menggunakan roller 11/12 Gr, karena dari kedua roller

tidak terdapat perbedaan yang signifikan dan menggunakan Pegas 4.11 N/mm walaupun pada kecepatan rendah akselerasi pegas 4.11 N/mm dibawah pegas 5.35 N/mm, tapi perbedaannya tidak signifikan, namun pada kecepatan diatas 40 Km/h pegas 4.11 N/mm menghasilkan perbedaan percepatan yang signifikan dengan pegas 5.35 N/mm. Sehingga pegas 4.11 N/mm lebih disarankan dibanding dengan pegas 5.35 N/mm. Pada jalanan perbukitan yang didominasi oleh tanjakan dibutuhkan daya torsi yang tinggi agar kendaraan dapat berjalan, sehingga rekomendasi pegas dan roller terbaik adalah roller 12 Gr dan pegas 5.35 N/mm, karena kombinasi tersebut menghasilkan gaya traksi maksimum tertinggi dan percepatan tertinggi pada kecepatan rendah.

3. Hasil kajian ekonomis sesuai dengan hipotesa awal, pada perhitungan BEP Unit dalam satuan Km dan BEP dalam satuan rupiah untuk tiap golongan tarif Listrik, baik pada motor konversi dan motor unit baru, yaitu GESITS. Untuk motor konversi dengan Golongan Tarif I, Golongan Tarif II, dan Golongan Tarif III, dapat diketahui BEP Km secara berturut-turut terjadi pada Km 72222.98571, Km 78268.67639, dan Km 79364.74187. Kemudian untuk motor unit baru, yaitu GESITS BEP Km untuk tiap golongan tarifnya secara berturut-turut adalah Km 110066.5646 untuk golongan I, Km 126951.0981 untuk golongan II, dan Km 130247.5101 untuk golongan III. Kemudian untuk BEP Rupiah untuk motor konversi dengan Golongan Tarif I, Golongan Tarif II, dan Golongan Tarif III, dapat diketahui BEP Rupiah secara berturut-turut terjadi pada Rp 40,650,139.47, Rp 44,052,908.92, dan Rp 44,669,820.75. Kemudian untuk motor unit baru, yaitu GESITS BEP Rupiah untuk tiap golongan tarifnya secara berturut-turut adalah Rp 61,950,100.24 untuk golongan I, Rp 71,453,427.11 untuk golongan II, dan Rp 73,308,786.68 untuk golongan III. Sehingga dapat diketahui untuk baik pada BEP Km, dan BEP Rupiah motor listrik konversi memiliki BEP yang lebih rendah pada golongan I, II, dan III.

5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya bisa menggunakan kombinasi berat roller yang berbeda seperti 8 Gr, 9 Gr, 10 Gr, dsb
2. Penelitian selanjutnya bisa dilakukan uji fatigue pada pegas agar dapat mengetahui ketahanan pegas dalam penggunaan sehari-hari.
3. Penelitian selanjutnya sebaiknya melakukan uji dynotest BLDC pada motor listrik agar dapat mengetahui torsi-putaran input yang dihasilkan motor listrik, agar dapat dilakukan studi analisis maupun numerik.
4. Penelitian selanjutnya dapat menganalisis penggunaan parameter CVT lainnya, yaitu penggunaan centrifugal clutch.

DAFTAR PUSTAKA

- Penindra, Made Dwi Budiana, I Ketut Adi Atmika, dan IDG. Ary Subagia.(2008). *Variasi berat roller sentrifugal Pada continuously variable transmission (CTV) terhadap kinerja traksi sepeda motor*. Bali : Universitas Udayana.
- Wiratmoko, Danan.(2015). *STUDI EKSPERIMEN VARIASI PEGAS PADA CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION (CVT) TERHADAP KINERJA TRAKSI DAN PERCEPATAN DARI KENDARAAN VARIO 125 PGM-FI*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ilmy, Irvan, dan I Nyoman Sutantra.(2018). *Pengaruh Variasi Konstanta Pegas dan Massa Roller CVT Terhadap Performa Honda Vario 150 cc*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sutantra, I Nyoman. (2002). *Teknologi Otomotif Teori dan Aplikasinya*. Surabaya : Guna Widya.
- Sheu, Kuen-Bao, Shen Tarng Chiou, Wen-Ming Hwang, Ting-Shan Wang, dan Hong-Seng Yan. (1999). *New Automatic Hybrid Transmission for Motorcycles*. Taiwan : Proceeding National Science Council Republik of China.
- Sutantra, I Nyoman. (2015). *Teknologi Otomotif Hybrid*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Yohanes. (2022). *Rancang Bangun Sepeda Motor Listrik dengan CVT (E-CVT) Untuk Meningkatkan Performa Berkendara*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wiyono, Yusuf Pratama Ari, Angga Rusdinar, dan Prasetya Dwi Wibawa.(2018). *SISTEM TRANSMISI OTOMATIS DENGAN METODE CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION PADA MOBIL LISTRIK*. Bandung : Universitas Telkom.
- Prasetyo, Dika Bayu.(2017). *DESAIN DAN ANALISA SISTEM TENAGA DAN TRANSMISI PADA MOBIL ANGKUTAN MULTIGUNA PEDESAAN BERTENAGA LISTRIK*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Prasojo, Ahmad Bagus.(2016). *ANALISA BEBAN KERJA DAN GAYA DINAMIS ROUND ROLLER DAN SLIDING ROLLER UNTUK SISTEM CVT (CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION) SEPEDA MOTOR Matic*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Arfiansyah, Oky.(2016). *STUDI EKSPERIMEN PENGARUH KONSTANTA PEGAS CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION (CVT) TERHADAP PERFORMA KENDARAAN HONDA SCOOPY 110 CC*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kusuma, Nyoman Budi.(2019). *Desain dan Analisis Sistem Tenaga dan Transmisi pada Mobil Bertenaga Listrik Ezzy ITS II*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Cholis, Nur, Sugeng Ariyono, dan Gigih Priyandoko.(2014). *Design of single acting pulley actuator (SAPA) continuously variable transmission (CVT)*. Indonesia : 2nd International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application, ICSEEA 2014.
- Atmika, I Ketut Adi. (2006). *PENGARUH BERAT ROLLER SENTRIFUGAL PADA SISTEM TRANSMISI OTOMATIK CONTINUOSLY VARIABLE TRANSMISSION (CVT) TERHADAP KINERJA TRAKSI SEPEDA MOTOR* . Bali : Universitas Udayana.
- Sluis, Francis van der, Luc Romers, Gert-Jan van Spijk, and Ingmar Hupkes. (2019). *CVT, Promising Solutions for Electrification* . Tilburg : Bosch Transmission Technology BV.
- Fahdzyana , Chyannie A., Mauro Salazar , Tijs Donkers , Theo Hofman. (2021). *Integrated Design of a CVT-equipped Electric Powertrain via Analytical Target Cascading*. Rotterdam : 2021 European Control Conference (ECC).
- Atmika, I Ketut Adi. (2006). *PENGARUH BERAT ROLLER SENTRIFUGAL PADA SISTEM TRANSMISI OTOMATIK CONTINUOSLY VARIABLE TRANSMISSION (CVT) TERHADAP KINERJA TRAKSI SEPEDA MOTOR* . Bali : Universitas Udayana.
- Nigudkar, Karan, Pranay Shah (2017). *Tuning of CVT for an Electric Vehicle*. Mumbai : Mumbai University.
- Djarwanto, P. S. (2004). *Pokok-Pokok Analisa Laporan Keuangan*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Yohanes, dkk. (2021). *Pembuatan Prototipe Compact Electric Powertrain dengan Continuous Variable Transmission (Compact e-CVT) untuk Memudahkan Konversi Sepeda Motor Matic*. Surabaya : PROPOSAL HIBAH RISET PROGRAM INOVASI DAN HILIRISASI PENELITIAN ITS DANA HETI ADB.
- Shop, Hakia (2022). *Dynotest sport dyno tes iquiteche dynamax*. <https://www.tokopedia.com/pusathpemas/dynotest-sport-dyn-tes-iquiteche-dynamax>, diakses pada 10 Mei 2022 Pukul 9.07.
- Nugroho, Faozan Tri (2022). *Pengertian Jangka Sorong, Fungsi, Jenis, Bagian, dan Cara Membacanya yang Perlu Diketahui*. <https://www.bola.com/ragam/read/4462104/pengertian-jangka-sorong-fungsi-jenis-bagian-dan-cara-membacanya-yang-perlu-diketahui>, diakses pada 10 Mei 2022 Pukul 9.10.
- Nugraha, Indra (2022). *Polusi Udara Jakarta Parah, Desak Pemerintah Serius Atasi Pencemaran*. <https://www.mongabay.co.id/2022/06/26/polusi-udara-jakarta-parah-desak-pemerintah-serius-atasi-pencemaran/>, diakses pada 5 Juli 2022 Pukul 23.31.

Antara, Jurnalis (2021). *Kendaraan Sumbang 75% Polusi Udara di Jakarta, Uji Emisi Bakal Digencarkan*.
<https://otomotif.okezone.com/read/2021/02/25/52/2368083/kendaraan-sumbang-75-polusi-udara-di-jakarta-uji-emisi-bakal-digencarkan>, diakses pada 5 Juli 2022 Pukul 23.37.

Mulya, Pebri (2020). *60 Persen Polusi Udara di Indonesia dari Kendaraan Bermotor*.
<https://www.radardepok.com/2020/12/60-persen-polusi-udara-di-indonesia-dari-kendaraan-bermotor/>, diakses pada 5 Juli 2022 Pukul 23.38.

“Halaman Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN

Tabel pengukuran Pada Kendaraan dan Variabel yang dibutuhkan

Spesifikasi	Nilai
Dimensi :	
Mass (m)	85 Kg
Frontal area (A_f)	0.491351 m ²
Wheel radius (r)	0.25 m
Variabel :	
Drag coefficient (C_D)	1.8
Koefisien Rolling Resistance (f_o)	0.015
Koefisien Rolling Resistance (f_s)	0.008

Tabel Pengujian Pegas 2000 RPM

Berat (N)	Percobaan	Δx (mm)
20	1	3.12
50		8.93
75		14.67
100		19.85
125		24.78
150		29.62
20	2	3.36
50		8.84
75		14.73
100		19.89
125		24.72
150		29.59
20	3	3.27
50		8.64
75		14.71
100		19.88
125		24.21
150		29.76
20	4	3.34
50		8.76
75		14.85
100		19.92
125		24.43
150		29.98
20	5	3.16
50		8.81
75		14.73

100		19.88
125		24.52
150		29.82

Tabel Pengujian Pegas 1500 RPM

Berat (N)	Percobaan	Δx (mm)
20	1	3.82
50		11.41
75		17.78
100		21.93
125		27.35
150		32.76
20	2	3.74
50		11.53
75		17.68
100		21.85
125		27.48
150		32.83
20	3	3.86
50		11.47
75		17.79
100		21.76
125		27.52
150		32.79
20	4	3.83
50		11.49
75		17.82
100		21.81
125		27.58
150		32.77
20	5	3.67
50		11.52
75		17.98
100		21.72
125		27.6
150		32.89

Tabel Pengujian Pegas 1000 RPM

Berat (N)	Percobaan	Δx (mm)
20	1	4.12
50		12.57

75		18.45
100		24.38
125		30.63
150		36.27
20	2	4.23
50		12.68
75		18.52
100		24.29
125		30.71
150		36.32
20	3	4.17
50		12.66
75		18.48
100		24.32
125		30.66
150		36.35
20	4	4.26
50		12.54
75		18.55
100		24.72
125		30.68
150		36.4
20	5	4.22
50		12.67
75		18.6
100		24.78
125		30.64
150		36.51

Hasil Pengujian Dynotest

Data Pengujian Dynotest Pegas 2000 RPM Roller 7 Gr

2000 RPM 7 Gr	
Traksi (N)	v (Km/h)
259.6	11.3
1111.0	17.3
1162.9	20.8
1146.8	22.4
958.6	28.6
742.8	33.9
525.6	39.7
384.6	45.3
272.7	50.9
217.8	56.5
193.5	62.2
190.7	62.8
170.5	67.9
144.8	73.5
128.2	76.3

Data Pengujian Dynotest Pegas 1500 RPM Roller 7 Gr

1500 RPM 7 Gr	
Traksi (N)	v (Km/h)
517.2	11.4
1039.5	17.6
1068.9	19.9
1035.3	23.1
881.2	28.7
700.3	34.2
498.6	39.9
376.2	45.3
281.1	50.9
228.8	56.6
202.7	62.3
181.7	68.0
150.6	73.6
147.4	74.8

Data Pengujian Dynotest Pegas 1000 RPM Roller 7 Gr

1000 RPM 7 Gr	
Traksi (N)	v (Km/h)
485.5	8.3
1019.7	12.1
1208.7	17.6
1210.8	18.9

1150.4	22.9
979.6	28.4
796.5	34.0
636.3	39.7
508.2	45.5
407.6	51.0
348.1	56.6
319.3	62.2
278.9	68.0
235.1	73.6
168.6	79.2

Data Pengujian Dynotest Pegas 2000 RPM Roller 11 Gr

2000 RPM 11 Gr	
Traksi (N)	V (Km/h)
110.9	11.1
1149.3	17.9
1208.3	20.0
1197.9	23.1
1008.9	28.9
760.6	34.6
599.3	39.9
457.6	46.0
384.1	51.0
339.4	57.0
294.8	62.9
250.4	68.9
205.7	74.0
184.4	76.3

Data Pengujian Dynotest Pegas 1500 RPM Roller 11 Gr

1500 RPM 11 Gr	
Traksi (N)	V (Km/h)
729.4	11.5
1127.2	17.7
1152.3	20.2
1122.6	23.7
946.8	28.9
732.4	35.0
589.9	39.7
434.0	47.0
384.5	52.0
351.8	57.9
306.8	62.9

246.4	69.0
193.9	75.0
182.0	76.5

Data Pengujian Dynotest Pegas 1000 RPM Roller 11 Gr

1000 RPM 11 Gr	
Traksi (N)	v (Km/h)
804.5	11.9
1137.4	17.4
1169.0	20.9
1129.7	23.6
966.3	28.7
734.6	36.0
642.4	39.8
521.4	46.7
454.1	51.8
408.1	57.1
349.4	62.9
298.3	69.0
250.6	74.9
241.6	76.4

Data Pengujian Dynotest Pegas 2000 RPM Roller 12 Gr

2000 RPM 12 Gr	
Traksi (N)	v (Km/h)
806.8	11.5
1184.2	17.2
1228.2	20.8
1196.5	23.8
1040.4	28.5
736.9	35.5
625.8	39.8
461.3	47.6
401.8	51.9
363.7	57.9
316.1	62.9
251.9	69.0
198.7	75.0
186.1	76.3

Data Pengujian Dynotest Pegas 1500 RPM Roller 12 Gr

1500 RPM 12 Gr	
Traksi (N)	v (Km/h)
610.4	11.4
1122.3	17.0

1172.6	20.4
1144.7	23.2
975.8	28.7
703.6	35.8
604.8	39.9
482.8	47.0
428.7	51.8
365.0	57.9
331.2	62.7
256.2	69.0
199.9	75.0
187.3	76.6

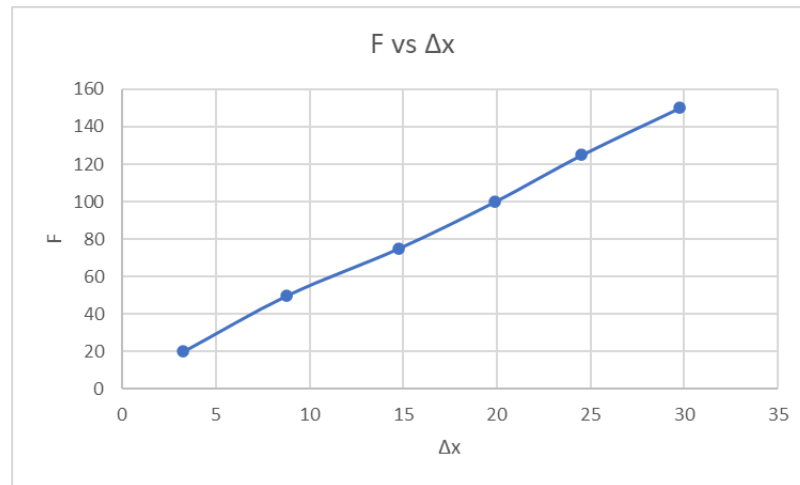
Data Pengujian Dynotest Pegas 1000 RPM Roller 12 Gr

1000 RPM 12 Gr	
Traksi (N)	V (Km/h)
588.9	11.4
1147.4	16.7
1211.3	20.7
1186.1	23.6
1040.8	28.6
770.2	35.6
654.4	39.6
508.5	47.8
461.1	51.8
396.0	57.8
360.1	62.9
288.3	69.1
230.8	75.0
219.7	76.3

Tabel Perhitungan Pegas 2000 RPM

Berat (N)	Δx (mm)					Rata-rata (Δx)
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5	
20	3.12	3.36	3.27	3.34	3.16	3.25
50	8.93	8.84	8.64	8.76	8.81	8.796
75	14.67	14.73	14.71	14.85	14.73	14.738
100	19.85	19.88	19.89	19.92	19.88	19.884
125	24.78	24.72	24.21	24.43	24.52	24.532
150	29.62	29.59	29.76	29.98	29.82	29.754

Grafik Perhitungan Pegas 2000 RPM



Tabel Perhitungan Regresi Linear 2000 RPM

x	y	x ²	y ²	xy
20	3.25	400	10.5625	65
50	8.796	2500	77.369616	439.8
75	14.738	5625	217.208644	1105.35
100	19.884	10000	395.373456	1988.4
125	24.532	15625	601.819024	3066.5
150	29.754	22500	885.300516	4463.1
520	100.954	56650	2187.633756	11128.15
ΣX	ΣY	ΣX²	ΣY²	ΣXY

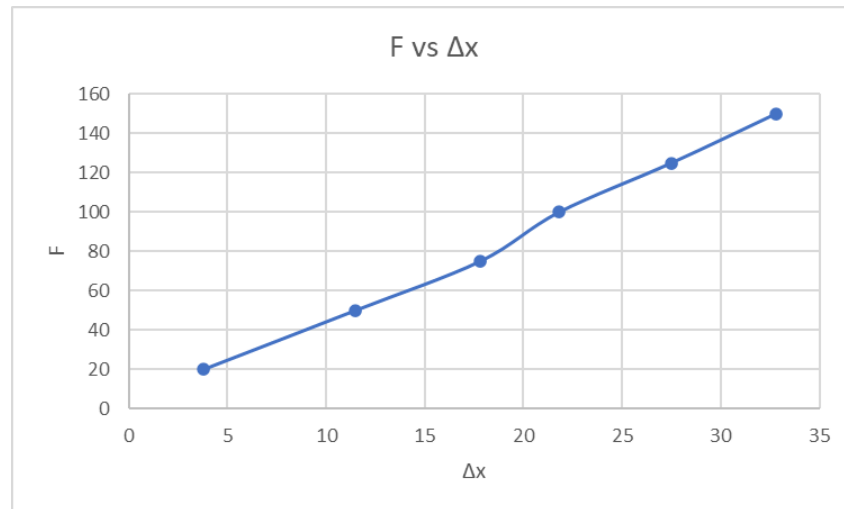
Tabel y regresi 2000 RPM

x	y regresi	Konstanta (N/mm)
20	3.13471223	6.380170979
50	9.295641727	5.378864792
75	14.42974964	5.197595376
100	19.56385755	5.111466372
125	24.69796547	5.06114563
150	29.83207338	5.028145315
Rata-rata K		5.359564744

Tabel Perhitungan Pegas 1500 RPM

Berat (N)	Δx (mm)					Rata-rata
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5	
20	3.82	3.74	3.86	3.83	3.67	3.784
50	11.41	11.53	11.47	11.49	11.52	11.484
75	17.78	17.68	17.79	17.82	17.98	17.81
100	21.93	21.85	21.76	21.81	21.72	21.814
125	27.35	27.48	27.52	27.58	27.6	27.506
150	32.76	32.83	32.79	32.77	32.89	32.808

Grafik Perhitungan Pegas 1500 RPM



Tabel Perhitungan Regresi Linear 1500 RPM

x	y	x ²	y ²	xy
20	3.784	400	14.318656	75.68
50	11.484	2500	131.882256	574.2
75	17.81	5625	317.1961	1335.75
100	21.814	10000	475.850596	2181.4
125	27.506	15625	756.580036	3438.25
150	32.808	22500	1076.364864	4921.2
520	115.206	56650	2772.192508	12526.48
ΣX	ΣY	ΣX ²	ΣY ²	ΣXY

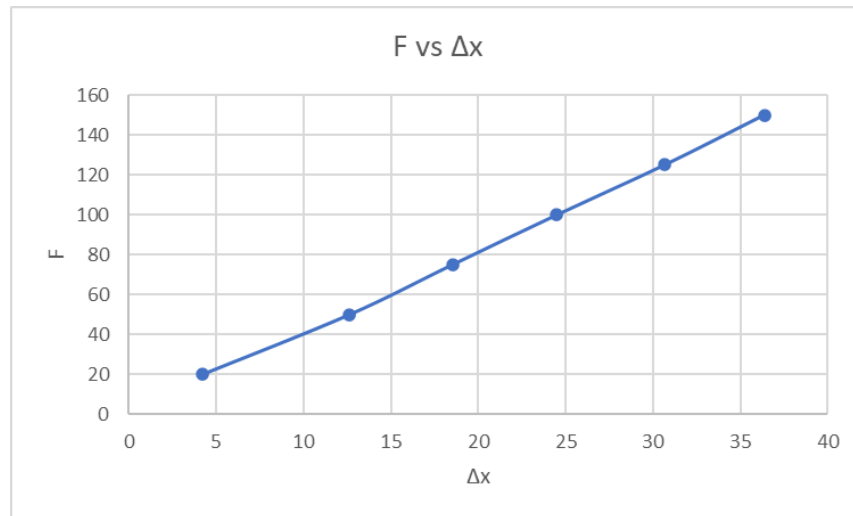
Tabel y regresi 1500 RPM

x	y regresi	Konstanta (N/mm)
20	4.571014388	4.375396422
50	11.15450791	4.482492674
75	16.64075252	4.507007716
100	22.12699712	4.519366069
125	27.61324173	4.526813666
150	33.09948633	4.531792382
Rata-rata K		4.490478155

Tabel Perhitungan Pegas 1000 RPM

Berat (N)	Δx (mm)					Rata-rata
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5	
20	4.12	4.23	4.17	4.26	4.22	4.2
50	12.57	12.68	12.66	12.54	12.67	12.624
75	18.45	18.52	18.48	18.55	18.6	18.52
100	24.38	24.29	24.32	24.72	24.78	24.498
125	30.63	30.71	30.66	30.68	30.64	30.664
150	36.27	36.32	36.35	36.4	36.51	36.37

Grafik Perhitungan Pegas 1000 RPM



Tabel Perhitungan Regresi Linear 1000 RPM

x	y	x ²	y ²	xy
20	4.2	400	17.64	84
50	12.624	2500	159.365376	631.2
75	18.52	5625	342.9904	1389
100	24.498	10000	600.152004	2449.8
125	30.664	15625	940.280896	3833
150	36.37	22500	1322.7769	5455.5
520	126.876	56650	3383.205576	13842.5
ΣX	ΣY	ΣX²	ΣY²	ΣXY

Tabel y regresi 1000 RPM

x	y regresi	Konstanta (N/mm)
20	4.762805755	4.199205474
50	12.13524317	4.120230581
75	18.27894101	4.103082338
100	24.42263885	4.094561633
125	30.56633669	4.089466175
150	36.71003453	4.086076243
Rata-rata K		4.115437074

Link Google Drive Perhitungan Hasil Pengujian

https://drive.google.com/drive/folders/18SJRJPr5hS5ZSMleWcNVCCThdZ3IUegC?usp=s_haring

BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Bekasi, 24 April 2000 yang merupakan anak tunggal. Penulis selama hidupnya telah menempuh pendidikan formal di SDIT Al-Ikhlas Bekasi, SMP Al-Azhar Jakapermai, SMA Negeri 61 Jakarta Timur. Setelah lulus dari pendidikan tingkat SMA, penulis melanjutkan pendidikan tingkat sarjana di Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Di jurusan Teknik Mesin ITS, penulis mengambil bidang studi Desain Otomotif. Selama perkuliahan, penulis Telah mengikuti berbagai kegiatan di lingkungan kampus sebagai panitia. Penulis pernah bekerja secara part-time pada sebuah start-up, yaitu Jokeen.id sebagai Client Service yang mengerjakan job desain dari client-client. Penulis selama berkuliah telah melaksanakan kerja praktik di Pertamina International Shipping, dan melakukan magang di PT SPIN Surabaya sebagai Simulation Engineer dengan melakukan simulasi pada matlab. Selain itu, penulis juga telah mengikuti berbagai kursus desain 3D, Seperti Solidworks, dan Inventor Professional, dan memiliki lisensi di Inventor Professional.