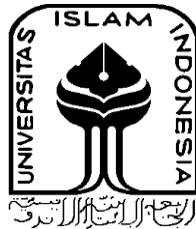


**EVALUASI PERFORMA KONVERSI MOTOR LISTRIK HONDA C70  
BERJENIS *MID DRIVE* TERHADAP VARIASI BEBAN PENGENDARA  
UNTUK PENINGKATAN KINERJA MOTOR LISTRIK**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



**Disusun Oleh :**

**Nama : R. KAMADATU S. FAHMI  
No. Mahasiswa : 19525018  
NIRM : 1901140063**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**EVALUASI PERFORMA KONVERSI MOTOR LISTRIK HONDA C70  
BERJENIS *MID DRIVE* TERHADAP VARIASI BEBAN PENGENDARA  
UNTUK PENINGKATAN KINERJA MOTOR LISTRIK**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

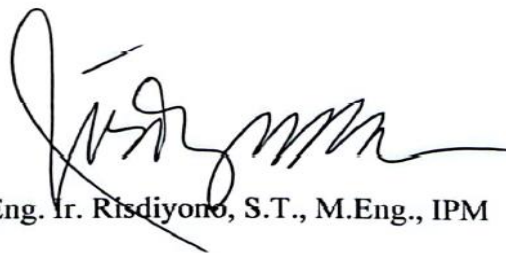
**Nama : R. KAMADATU S. FAHMI**

**No. Mahasiswa : 19525018**

**NIRM : 1901140063**

Yogyakarta, 12 Desember 2023

**Pembimbing,**



**Dr. Eng. Ir. Risdiono, S.T., M.Eng., IPM**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : R. Kamadatu Sabilah Fahmi

NIM : 19525018

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Institusi : Universitas Islam Indonesia

Judul Laporan : Evaluasi Performa Konversi Motor Listrik Honda C70 Berjenis *Mid Drive* Terhadap Variasi Beban Pengendara Untuk Peningkatan Kinerja Motor Listrik.

Dengan ini saya menyatakan, semua yang saya tulis pada Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan atau ringkasan yang saya ambil sebagai referensi dan telah saya cantumkan sumber-sumbernya. Apabila di kemudian hari pengakuan saya terbukti tidak benar, maka saya bersedia mengikuti hukuman atau sanksi yang diberikan sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 27 Desember 2023



R. KAMADATU SABILAH  
FAHMI  
19525022

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**EVALUASI PERFORMA KONVERSI MOTOR LISTRIK HONDA C70  
BERJENIS *MID DRIVE* TERHADAP VARIASI BEBAN PENGENDARA  
UNTUK PENINGKATAN KINERJA MOTOR LISTRIK**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : R. KAMADATU S. FAHMI**

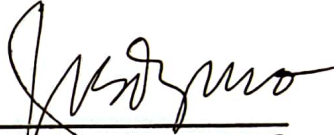
**No. Mahasiswa : 19525018**

**NIRM : 1901140063**

**Tim Penguji**

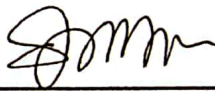
Dr. Eng. Ir. Risdiyono, S.T., M.Eng. IPM

Ketua

  
Tanggal: 29/12 2023

Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M

Anggota I

  
Tanggal: 27/12/2023

Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc., IPP

Anggota II

  
Tanggal: 27/12/2023



Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

  
Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang sangat mendalam, penulis mempersembahkan laporan Tugas Akhir ini kepada :

1. Orang tua saya yang sangat saya cintai (Alm. Mama, Rr. Febri Asri Widarsih, A.Md. Kep., S.H.), adik-adik saya (Sersan R. Kumara Arsyi Arrafi dan R. Fahrizal Haikal Fahmi) yang saya sayangi.
2. Simbah Rr. Riyadi Rahayu Prapti, S.pd., tante Rr. Ardhiana Patria Purnama Putri, S.S. dan Om saya R. Satriyo Bagus Wicaksono selaku keluarga terdekat yang selalu menyayangi, mengarahkan dan mendo'akan saya dalam segala urusan.
3. Marsda (Purn.) Sudjadijono, S.E., M.M. dr. Karina Satyani Pratiwi, Sp.M dan segenap keluarga besar saya KRT. Widarso Negoro yang selalu mendukung saya dan saya banggakan.
4. Dosen pembimbing Tugas Akhir saya Bapak Dr. Eng. Ir Risdiyono, S.T., M.Eng., IPM. yang selalu memberikan nasihat, motivasi, masukan, saran dan ilmu yang bermanfaat bagi saya.
5. Dosen-dosen Teknik Mesin UII yang selalu mendukung dan memberikan ilmu kepada saya yang bermanfaat.
6. Sahabat, teman satu angkatan, maupun teman dari satu daerah yang telah senantiasa tidak bosan bosan memberikan dukungan, semangat, dan juga membantu penulis.

## **HALAMAN MOTTO**

### **Man Jadda Wajada**

“Siapa yang bersungguh-sungguh, pasti akan berhasil.”

“Sungguh dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian siang dan malam terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang berakal”.

{Ali-imran (3) : 190}

## **KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH**

Alhamdulillah, puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah Swt yang hanya kepada-Nya penulis memohon pertolongan. Alhamdulillah atas segala pertolongan, rahmat, dan kasih sayang-Nya, laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam kepada Rasulullah SAW yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk seluruh umat manusia.

Pada proses penyelesaian tugas akhir ini banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan baik secara langsung ataupun tidak langsung. Oleh karena itu, sudah sepantasnya dengan penuh hormat penulis mengucapkan terimakasih dan mendoakan semoga Allah memberikan balasan terbaik kepada :

1. Simbah Putri, Tante, dan Om penulis selaku orang terdekat yang selalu memberikan semangat dan dorongan kepada saya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP, selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Dr. Eng. Ir Risdiyono, S.T., M.Eng., IPM. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah sangat membantu dan membimbing dengan penuh kesabaran selama proses pengerjaan dan penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Alan selaku pemilik Alan bengkel di Gentan, Seyegan, Sleman yang telah membantu penulis dalam tersedianya tempat pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia
7. Mbak Danti selaku staf administrasi Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah banyak membantu untuk semua urusan administrasi selama pengerjaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini.

Akhir kata, dalam penulisan Tugas Akhir ini disadari bahwa tidak ada yang sempurna, masih banyak kesalahan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, penulis memohon maaf yang sebesar besarnya atas kesalahan yang terjadi. Harapannya laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan rida-Nya kepada kita semua.

## ABSTRAK

Kendaraan bertenaga listrik adalah kendaraan yang memanfaatkan motor DC sebagai penggerak dan menggunakan energi listrik sebagai sumbernya yang disuplai melalui baterai. Kendaraan listrik memiliki tingkat efisiensi yang paling tinggi dibandingkan dengan kendaraan mesin bakar konvensional. Pada mesin bakar sebagian besar dari energi yang dihasilkan terbuang menjadi energi panas, gerak dan gesekan komponen dan hanya sebagian kecil yang dapat dikonversikan menjadi energi kinetik penggerak kendaraan. Sepeda Motor Bertenaga Listrik memiliki konstruksi mesin yang sangat sederhana yang terdiri dari baterai, kontroler dan motor penggerak. Motor yang dibutuhkan yaitu motor yang memiliki efisiensi tinggi, torsi yang tinggi, kecepatan yang tinggi dan dapat divariasikan, serta ditunjang oleh biaya perawatan yang rendah. Tujuan dari tugas akhir ini adalah menganalisis dan mengkonversi sepeda motor berbahan bakar bensin motor Honda C70 menjadi bertenaga listrik ramah lingkungan yang sesuai dengan kebutuhan dari beberapa faktor yang ada pada sistem penggerak tersebut dan memenuhi standarisasi yang telah ditentukan di pasaran Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan nilai *top speed* yang dipengaruhi berat badan responden. Pada kedua kondisi, *top speed* terus mengalami peningkatan seiring berkurangnya berat badan responden, terlihat *top speed* terbesar terjadi pada saat responden dengan berat badan hanya 47 kg dapat memperoleh kecepatan 52 km/jam. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh kondisi berat badan responden terhadap *top speed* motor listrik, dimana pada berat badan responden yang besar dibutuhkan daya lebih besar. Untuk mendapatkan daya yang lebih besar dibutuhkan nilai berat badan yang lebih rendah, sehingga hasil *top speed* akan lebih besar. Semakin besar berat badan, *top speed* yang dihasilkan juga akan semakin kecil.

Kata kunci: pengendara motor, motor listrik, Honda C70



## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing .....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	iii
Halaman Persembahan .....	iv
Halaman Motto .....	v
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih .....	vi
Abstrak .....	vii
Daftar Isi .....	viii
Daftar Tabel .....	x
Daftar Gambar .....	xi
Daftar Notasi .....	xii
Bab 1 Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan .....	4
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
Bab 2 Tinjauan Pustaka .....	6
2.1 Kajian Pustaka .....	6
2.2 Dasar Teori 1 .....	7
2.2.1 Sepeda Motor Listrik .....	7
2.2.2 Komponen Sepeda Motor Listrik .....	8
2.2.3 Sumber Penggerak Listrik .....	12
2.2.4 Macam-Macam Baterai .....	12
2.2.5 Brushless DC Motor .....	14
2.2.6 BLDC <i>MID DRIVE</i> .....	16
2.3 Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 39 Tahun 2023 .....	18
Bab 3 Metode Penelitian .....	20
3.1 Alur Penelitian .....	20

3.2 Peralatan dan Bahan .....	23
3.3 Metode Penentuan Spesifikasi Komponen .....	23
3.3.1 Identifikasi Kebutuhan Daya Motor .....	24
3.3.2 Gaya Hambat dan Rolling Resistance .....	25
3.3.3 Kapasitas Arus Puncak Kontroler.....	25
3.3.4 Kapasitas Baterai .....	26
3.3.5 Torsi dan RPM.....	26
3.4 Usulan Rancangan Sistem .....	28
3.5 Uji Kelaikan Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2023 .....	33
3.6 Metode Pengujian Usulan Rancangan Sistem dan Standar Operasional Prosedur (SOP) Pengujian Motor Listrik .....	34
Bab 4 Hasil dan Pembahasan .....	37
4.1 Hasil Analisis.....	37
4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya.....	48
4.3 Pembahasan .....	49
Bab 5 PENUTUP.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	53
Daftar Pustaka .....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Uji Motor Listrik .....	39
Tabel 4.2 Uji laik motor Honda C70 berdasarkan PERMEN PERHUBUNGAN 39 Tahun 2023 .....	43
Tabel 4.3 Kesesuaian realisasi <i>timeline</i> pengerjaan Tugas Akhir .....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Motor Listrik.....	10
Gambar 2.2 Komponen Baterai .....	11
Gambar 2.3 Controlller 2 kW .....	12
Gambar 2.4 Skema Rangkaian Driver Motor BLDC .....	17
Gambar 2.5 Motor BLDC 1.8 kW .....	20
Gambar Diagram 3.1. Diagram alir Penelitian .....	21
Gambar 3.2 Jalur pengkabelan 48V yang terhubung dengan kontroler dan motor penggerak .....	31
Gambar 3.3 Jalur pengkabelan 12V untuk lampu penanda dan bel kendaraan....	31
Gambar 3.4. Usulan desain motor penggerak <i>BLDC hub</i> .....	32
Gambar 3.5. Diagram alir sistem kerja alat .....	33
Gambar 4.1 Pemasangan Komponen BLDC .....	37
Gambar 4.2 Pemasangan Kontroler .....	38
Gambar 4.3 Pemasangan Komponen Listrik .....	38
Gambar 4.4 Dokumentasi Pengujian Motor Listrik .....	40
Gambar 4.5 Hasil Pengujian pada 01 rpm .....	43
Gambar 4.6 Hasil Pengujian pada 02 rpm .....	44
Gambar 4.7 Hasil Pengujian pada = beban rpm .....	45

## DAFTAR NOTASI

$F_{rr}$  = Gaya hambat (N)

$\mu_{rr}$  = Koefisien *rolling resistance*

$m$  = Massa kendaraan (kg)

$g$  = Gaya gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$A$  = Luas area (m<sup>2</sup>)

$v$  = Kecepatan (m/s)

$I$  = Arus Listrik (A)

$V$  = Tegangan Listrik (V)

$P$  = Daya Listrik (Watt)

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Permasalahan global yang saat ini dihadapi oleh dunia yakni kelangkaan bahan bakar fosil dimana sumber energi yang banyak digunakan pada kendaraan transportasi saat ini adalah bahan bakar fosil dikarenakan energi ini memiliki persatuan berat yang tinggi dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Saat ini kebutuhan akan energi merupakan isu utama di dunia karena krisis energi yang melanda setiap negeri. Seluruh bangsa memikirkan cara untuk menghemat energi dan mengerahkan semua pikiran untuk mendapatkan solusi dari persoalan ini karena energi merupakan komponen utama dalam kehidupan (Gede Widayana, 2012).

Untuk mengatasi krisis energi, pemerintah telah berusaha mengambil sejumlah langkah-langkah, diantaranya adalah meminimalisir pemakaian energi bahan bakar fosil untuk kebutuhan gedung - gedung maupun alat transportasi. Salah satu bagian penggunaan terbesar dari bahan bakar minyak adalah untuk sektor transportasi. Kendaraan angkutan darat yang menyumbang beban paling besar terhadap kebutuhan bahan bakar minyak didalam bentuk bensin dan solar, hal ini dikarenakan jumlah kendaraan angkutan darat lebih banyak dibandingkan angkutan udara dan laut.

Saat ini pilihan alat transportasi darat semakin bervariasi dan terus berkembang. Perkembangan ini dapat dilihat dari variasi bentuk, fitur penghemat energi, kemampuan untuk mereduksi kadar emisi, kemampuan dalam hal percepatan, keamanan serta kenyamanan untuk ditunggangi. Karena semakin banyak variasi bentuk dan fitur pendukung, masyarakat pun dapat menentukan pilihan alat transportasi/kendaraan yang diminati serta cocok untuk dimiliki dan tepat guna.

Salah satu kebiasaan dilingkungan masyarakat kita yaitu kemauan untuk meninggalkan penggunaan kendaraan berbahan bakar minyak untuk kebutuhan transportasi antara titik berjarak  $\pm 5$  km. Di lain pihak, penggunaan kendaraan

bertenaga manusia dinilai mengakibatkan kelelahan, kecepatan lebih rendah, tidak cocok digunakan di jalan raya, sehingga kendaraan jenis ini hanya dipakai untuk transportasi jarak sangat pendek atau hanya digunakan pada saat kegiatan rekreasi dan olahraga.

Sepeda memiliki beberapa kelebihan, yaitu tidak menimbulkan polusi udara, polusi suara, dan secara tidak langsung bermanfaat bagi kesehatan pengendaranya. Fungsi sepeda adalah sebagai alat transportasi, rekreasi maupun olahraga. Untuk menghindari pemakaian bahan bakar minyak dikembangkan kendaraan hybrid yang menggunakan tenaga manusia dan motor listrik. Keunggulan dari motor listrik adalah efisiensi yang tinggi dalam mengkonversikan daya listrik menjadi daya mekanik dan juga tidak menimbulkan polusi tidak mengkonsumsi bahan bakar fosil, tidak berisik, lebih aman, dan biaya pemeliharaan yang lebih rendah.

Salah satu contoh kendaraan yaitu sepeda motor listrik. Sepeda motor listrik memiliki beberapa keuntungan yaitu ringan sehingga dapat dipakai seperti sepeda biasa dengan menggunakan pedal, namun tenaga yang dikeluarkan oleh pengendara dapat digantikan menggunakan motor listrik. Sepeda motor elektrik mungkin bisa menjadi alternatif untuk mengatasi kekurangan dari sepeda biasa, sedangkan definisi dari seminggu elektrik adalah sepeda yang telah dimodifikasi dengan menggunakan motor listrik dan sumber dari motor tersebut berasal dari baterai.

Kendaraan Bertenaga Listrik adalah kendaraan yang memanfaatkan motor DC sebagai penggerak dan menggunakan energi listrik sebagai sumbernya yang disuplai melalui baterai (Wahyudi, 2016). Kendaraan listrik memiliki tingkat efisiensi yang paling tinggi dibandingkan dengan kendaraan mesin bakar konvensional. Pada mesin bakar sebagian besar dari energi yang dihasilkan terbuang menjadi energi panas, gerak dan gesekan komponen dan hanya sebagian kecil yang dapat dikonversikan menjadi energi kinetik penggerak kendaraan (Nurtriartono, 2014). Sedangkan pada kendaraan listrik yang terjadi kebalikannya dimana sebagian besar energi dikonversikan menjadi energi kinetik penggerak kendaraan. Sehingga untuk menggerakkan kendaraan dengan bobot yang sama, kendaraan listrik memerlukan energi yang lebih sedikit.

Sepeda Motor bertenaga listrik memiliki konstruksi mesin yang sangat sederhana yang terdiri dari baterai, kontroler dan motor penggerak (Hendarto dan Samuel, 2017). Motor yang dibutuhkan yaitu motor yang memiliki efisiensi tinggi, torsi yang tinggi, kecepatan yang tinggi dan dapat divariasikan, serta ditunjang oleh biaya perawatan yang rendah (Gesang, 2020).

Dari sekian banyak variasi bentuk dan fitur pendukung yang ditawarkan, terdapat salah satu fitur pendukung penting yang seringkali menjadi daya tarik masyarakat dalam memilih kendaraan yaitu fitur kenyamanan. Semakin nyaman kendaraan ditunggangi, akan semakin tinggi tingkat antusias masyarakat untuk memiliki kendaraan tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah mengevaluasi performa konversi motor listrik honda C70 terhadap variasi beban pengendara untuk peningkatan kinerja motor listrik?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan permasalahan yang dibatasi didalam menganalisis dan mengkonversi sepeda motor berbahan bakar bensin motor Honda C70 menjadi bertenaga listrik ramah lingkungan yaitu:

1. Pengembangan dan merancang konsep dari beberapa komponen sistem penggerak motor listrik dengan frame dari motor Honda C70. Sehingga kriteria desain utama adalah tidak merubah *frame* awal atau bentuk dasar daripada motor Honda C70
2. Memilih komponen dari sistem penggerak yang akan digunakan didalam pengembangan *prototyping* dan merakit komponen sistem penggerak motor listrik tersebut.



3. Pembuatan Tugas Akhir hanya terfokus pada bagaimana cara mengonversi motor bakar ke motor elektrik dan melakukan evaluasi terhadap responden setelah motor jadi.
4. Kapasitas motor untuk satu orang.

#### **1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan**

Tujuan dari tugas akhir ini adalah mengonversi motor Honda C70 dengan sistem Bahan Bakar Minyak (BBM) ke elektrik dan mengevaluasi performa konversi motor listrik honda C70 terhadap variasi beban pengendara untuk peningkatan kinerja motor listrik ramah lingkungan yang sesuai dengan kebutuhan dari beberapa faktor yang ada pada sistem penggerak tersebut yang memenuhi standarisasi yang telah ditentukan di pasaran Indonesia.

#### **1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan**

Tugas akhir ini mempunyai manfaat sebagai berikut:

1. Secara Teoritis

Mahasiswa dapat memperoleh pengetahuan tentang modifikasi dan pengujian motor listrik.

2. Secara Praktis

Mahasiswa dapat menerapkan ilmu yang diperoleh selama kuliah khususnya dalam bidang mata kuliah Konversi Energi dan proses manufaktur, permesinan, mekanika teknik, ilmu teknik pengelasan serta mengetahui karakteristik setiap komponen yang digunakan beserta cara kerjanya.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk melakukan penganalisaan dan pemecahan permasalahan secara lebih terstruktur dan terperinci serta lebih memudahkan dalam penalaran masalah, maka selanjutnya penulisan dan pembahasan dalam laporan Tugas Akhir ini disusun menurut sistematika sebagai berikut:

### **BAB I: PENDAHULUAN**

Menguraikan gambaran secara umum mengenai hal-hal yang melatarbelakangi masalah yang terjadi, identifikasi masalah, pembatasan masalah, perumusan masalah, menentukan tujuan diadakannya penelitian serta sistematika penulisan Tugas Akhir.

### **BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Menguraikan mengenai pengertian-pengertian, konsep-konsep dan teori-teori yang berhubungan dengan masalah yang dijadikan topik penelitian.

### **BAB III: METODOLOGI PENELITIAN**

Berisikan tentang langkah-langkah yang dilakukan penulis dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.

### **BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN**

Menyajikan hasil analisis sesuai dengan hasil pengolahan data dan teori yang diperoleh, serta menyajikan usulan perancangan terhadap desain ukuran produk berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

### **BAB V: PENUTUP**

Mengemukakan kesimpulan yang dirangkum dari beberapa hal yang penting sebagai hasil akhir dan merupakan hasil pembahasan antara teori penunjang dan praktek yang dilakukan serta saran-saran bermanfaat yang dapat diterapkan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Penelitian yang dilakukan oleh Januar Ishak Wijaya (2015) dengan judul Perancangan Dan Pemilihan Komponen Sistem Penggerak Sepeda Listrik Dengan Frame Bahan Komposit. Dari hasil perancangan dan pengujian yang dilakukan oleh penulis maka didapatkan hasil dengan melakukan pemilihan komponen sistem penggerak diantaranya motor BLDC dengan spesifikasi daya 350 watt. dan baterai yang digunakan adalah baterai jenis lithium ion baterai ini memiliki beberapa keuntungan yaitu massa yang lebih ringan, pengisian baterai yang lebih cepat, dan dimensi dari baterai yang lebih kecil dibandingkan baterai biasa, kelemahan dari baterai tersebut adalah biayanya yang terlampaui lebih mahal dibandingkan baterai biasa, adapun rangka yang digunakan menggunakan bahan komposit karena komposit memiliki kelebihan seperti rangkanya yang kuat, ringan, *futuristic* dan memiliki kapasitas untuk menyimpan baterai lithium.

Penelitian yang dilakukan oleh Tarsisius Kristyadi (2021) dengan judul Konversi Sepeda Motor Berbahan Bakar Bensin Menjadi Bertenaga Listrik. Penelitian ini menjelaskan konversi sepeda motor berbahan bakar bensin menjadi bertenga listrik ini diciptakan untuk mengatasi populasi kendaraan berbahan bakar bensin yang semakin banyak digunakan. Sepeda motor listrik yang dirancang harus efisien, ekonomis, aman dan memenuhi kriteria dari dasar perancangan sebagai sepeda motor listrik yang hemat energi. Komponen yang digunakan harus ada dipasaran yang terbukti ergonomis, ekonomis dan dapat diproduksi. Sepeda motor listrik ini dirancang sebagai kendaraan dalam komplek perumahan yang kecepatannya dibatasi yaitu 20-30 Km/Jam. Pilihan paling efektif adalah menggunakan motor listrik BLDC mid drive 650 Watt sebagai penggerak dan sumber energi berasal dari penyimpanan listrik berkapasitas 48V 35Ah yang dapat di perbaharui dengan kemampuan jarak tempuh 50 Km dalam satu kali pengisian baterai.

Penelitian yang dilakukan oleh Wajilan (2022) dengan judul Modifikasi Motor Bensin Jenis New Revo Tipe Honda Menjadi Motor Listrik. Hasil percobaan pada charger, waktu yang dibutuhkan untuk pengisian baterai terbagi menjadi dua cara yaitu seri dan paralel jika dilakukan seri waktu yang dibutuhkan 114 menit tiap 2 baterai sedangkan untuk paralel membutuhkan waktu 288 menit setiap 5 baterai. Hasil pengujian pada alternator, waktu yang dibutuhkan untuk pengisian baterai adalah 5,7 jam dengan arus yang masuk pada baterai 1,73 dan tegangan 26,2 Hasil penelitian perbandingan alternator dan pengisian menyatakan bahwa penggunaan alternator kurang efektif pada saat kendaraan pelan dibandingkan menggunakan pengisian karena perbedaan arus yang keluar, arus yang keluar pada alternator dengan rpm 1113 hanya 2,9 A sedangkan charger mengeluarkan ampere hingga 10.

## **2.2 Dasar Teori 1**

### **2.2.1 Sepeda Motor Listrik**

Sepeda listrik sebagai kendaraan hemat biaya, murah, irit dan ramah lingkungan serta tidak memerlukan bahan bakar minyak. Pada umumnya sepeda listrik digerakkan oleh dinamo dan akumulator. Dimana akumulator yang dapat menyimpan energi listrik dan mengubah energi listrik tersebut menjadi energi mekanik (gerak), energi gerak tersebut berupa putaran dari motor yang ada di sepeda listrik tersebut.

Konsep dari sepeda listrik sebenarnya sederhana dan relatif sama untuk setiap jenis sepeda. Baterai menyediakan arus listrik yang dibutuhkan untuk menyuplai motor ataupun dinamo. Banyaknya arus dan besarnya voltase yang dibutuhkan oleh motor, diatur oleh kontroler. Dari semua sepeda listrik memiliki komponen utama yang dibutuhkan yaitu: Motor, baterai, dan kontroler. Transportasi yang ramah lingkungan dapat diterapkan seperti penentuan kebijaksanaan untuk jumlah transportasi yang ada di suatu daerah dengan melihat daya dukung lingkungan untuk menerima polusi dari kendaraan bermotor. Selanjutnya menjalin kerjasama antara Kementerian Lingkungan Hidup, Departemen Perhubungan, Menteri

Kesehatan dan semua departemen yang ada hubungannya dengan kegiatan transportasi.

Kerjasama juga dapat diterapkan pada stakeholder lokal dan nasional serta berbagai kegiatan dan program dari organisasi internasional (Onogawa, 2007:1). Secara umum komponen sepeda listrik tidak jauh berbeda dengan sepeda biasa, tetapi memiliki beberapa komponen tambahan sebagai berikut:

- a. Saklar berfungsi mengalirkan arus listrik dari baterai ke motor.
- b. Motor berfungsi merubah tenaga listrik menjadi momen putar.
- c. Baterai berfungsi sebagai sumber energi listrik.

### **2.2.2 Komponen Sepeda Motor Listrik**

Sepeda merupakan kendaraan beroda dua atau tiga yang mempunyai setang, tempat duduk, dan sepasang pengayuh yang digerakkan kaki untuk menjalankannya. Seiring berjalannya dan berkembangnya zaman terciptalah sepeda elektrik (menggabungkan gabungan antara tenaga manusia dan daya motor listrik). Komponen yang ada pada sepeda elektrik hampir sama terhadap komponen sepeda biasa pada umumnya, namun ada beberapa penambahan komponen terhadap sepeda elektrik yang nantinya akan dipasang pada sepeda sebagai penggerak.

#### **1. Motor Listrik**

Motor listrik merupakan salah satu alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor Listrik berfungsi sebagai alat konversi energi, merubah energi listrik menjadi energi mekanik begitu juga sebaliknya dalam bentuk torsi dan putaran poros. Motor listrik juga berfungsi sebagai penggerak dari sepeda listrik, motor listrik terdiri dari kumparan tembaga yg dililit di sekitar magnet untuk lebih mudahnya mirip seperti dinamo pada mainan anak-anak. Tipe dari motor terbagi menjadi dua bagian yaitu *Brushed* atau *brushless*. Umumnya pada motor generasi sekarang menggunakan motor jenis

*brushless* karena lebih mudah perawatannya dan juga lebih tahan lama. Contoh motor listrik dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Contoh Motor Listrik

## 2. Baterai Lithium Ion

Baterai adalah suatu kimia listrik dimana energi listrik diubah menjadi energi kimia yang kemudian diubah kembali menjadi energi listrik bila diperlukan. Bila energi listrik diubah menjadi energi kimia berarti baterai sedang diisi (*charge*) dan jika diubah dari energi kimia menjadi listrik berarti baterai sedang mengeluarkan isi (*discharge*). Contoh baterai lithium ion dapat dilihat pada gambar 2.2 komponen baterai.



Gambar 2.2 Komponen Baterai

### 3. Sistem Kemudi

Sistem kemudi adalah salah satu sistem yang terdapat pada kendaraan yang berfungsi untuk merubah arah kendaraan dan laju kendaraan dengan cara menggerakkan atau membelokkan roda-roda depan kendaraan dan menjaga agar posisi suatu kendaraan tetap stabil.

### 4. Kontroler

Kontroler merupakan alat pengendali dari sebuah sepeda listrik. Kontroler berfungsi untuk mengatur penyaluran arus dan tegangan dari baterai ke motor listrik. Contoh kontroler 2 kW dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 kontroler 2 kW

### 5. *Monitoring Tools*

*Monitoring Tools* merupakan *tools* tambahan yang penting pada sepeda listrik. *Monitoring Tools* berfungsi sebagai info status kondisi pada sepeda listrik. Mulai dari kecepatan, jarak, hingga besarnya arus dan voltase *realtime* dan kapasitas baterai yang telah digunakan.

## 6. Roda Gigi

Roda gigi adalah salah satu elemen mesin berfungsi sebagai pemindah daya selain sabuk dan rantai, tetapi roda gigi memiliki kelebihan yang tidak dimiliki oleh pemindah daya yang lain, seperti dapat memindahkan daya yang lebih besar, efisiensi yang cukup besar, serta kemungkinan terjadinya slip pada kecepatan tinggi relatif kecil.

## 7. Rantai

Rantai merupakan komponen utama dalam sistem penggerak sepeda modern. Rantai merupakan suatu elemen transmisi daya yang dibuat dari rangkaian mata rantai (*link*) dan pin. Ketika meneruskan daya diantara poros – poros berputar, rantai “menarik” suatu roda bergigi yang disebut sproket. Meskipun begitu tidak banyak perubahan didalam rancangan rantai sepeda.

## 8. Roda

Roda adalah objek berbentuk lingkaran, yang bersama dengan sumbu dapat menghasilkan suatu gerakan dengan gesekan kecil dengan cara bergulir. Contoh umum ditemukan dalam penerapan dalam transportasi, istilah roda juga sering digunakan untuk obyek-obyek berbentuk lingkaran lainnya yang berputar seperti kincir air.

## 9. Pemindah Gigi Transmisi

Komponen pemindah gigi transmisi berfungsi untuk menggerakkan FD (*front derailleur*) dan RD (*rear derailleur*), *Shifter* yang beredar dipasaran untuk penggerak RD mencapai 9-10 *speed*, untuk *shifter* FD biasanya hanya terdiri 2-3 *speed*.

## 10. Pengatur Kecepatan

Alat untuk pengatur kecepatan ini ada 2 macam, yaitu *throttle control* yang mengatur gas dari stang sepeda atau *pedal assist system (PAS)* yang mengaktifkan motor lewat kaki. Tetapi umumnya orang memilih kendali lewat *throttle control*. Juga terdapat sebuah indikator baterai yang dapat dipasang di stang.



### 2.2.3 Sumber Penggerak Listrik

Sumber penggerak listrik adalah salah satu alternatif yang dikembangkan oleh produsen kendaraan dalam beberapa tahun terakhir, dari kendaraan listrik yang dikembangkan ternyata sepeda dan skuter listrik yang paling sukses. Penggerak listrik mempunyai kelebihan yaitu tanpa bahan bakar dan oli serta tanpa pembakaran sehingga tidak menimbulkan polusi namun memilih kelemahan mendasar yaitu kemampuan baterai yang terbatas. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah instalasi pengisian yang dapat digunakan kapan saja dan di mana saja, instalasi ini menggunakan dinamo yang disambungkan ke roda selama kendaraan melaju sehingga putaran roda dapat mengisi baterai pada skuter atau sepeda listrik.

Desain sistem pengisian ini mengacu pada sistem pengisian sepeda motor yang dimodifikasi sedemikian rupa sehingga sesuai dengan pengisian sepeda listrik. Dinamo yang digunakan yaitu Dinamo AC 3 fase yang digerakkan oleh roda belakang untuk menghasilkan energi listrik, dimana besar energi listrik di sesuaikan dengan kapasitas baterai dan banyaknya baterai dalam satu *box* cadangan.

Pada saat arus melewati konduktor (penghantar A) dan B yang berada diantara kutub magnet maka penghantar A dan B akan menerima gaya dorong berdasarkan garis gaya magnet yang timbul dengan arah seperti pada gambar di samping. Hubungan antar arah arus, arah garis gaya magnet dan arah gaya dorong pada penghantar merujuk pada aturan / kiadah tangan kiri *Fleming*. Arah arus yang masuk kebalikan dengan arah yang keluar sehingga gaya dorong yang dihasilkan juga saling berlawanan. Oleh karena itu penghantar akan berputar saat arus tersebut mengalir. Untuk membuat penghantar tetap berputar maka digunakan komutator dan sikat (*brush*).

### 2.2.4 Macam-Macam Baterai

Baterai merupakan elemen penting dari sebuah sepeda listrik, dan biasanya merupakan yang paling mahal. Sehingga didalam memilih baterai dibutuhkan perencanaan yang matang serta memperkirakan aspek

kebutuhan di masa yang akan datang. Parameter yang sering digunakan pada sebuah baterai antara lain adalah *ampere(a)*, *volt(v)*, dan *c rate*.

*Ampere* merupakan besarnya arus listrik yang mengalir, atau bisa diibaratkan seperti besarnya arus air yang mengalir.

- a. *Voltase* merupakan bedapotensial listrik, atau diibaratkan seperti besarnya beda tekanan diantara dua titik, yang menunggu untuk dibuka.
- b. *C rate* merupakan parameter *internal* dari baterai yang menunjukkan kemampuan ampere dari baterai untuk dipakai tanpa merusak baterai tersebut. Sebagai contoh baterai dengan kapasitas 10 maH dan memiliki rating 2c, maka mampu menyuplai 20 ampere. Tentunya kapasitas batere 10 maH yang menyuplai 20 ampere akan habis dalam waktu setengah dari baterai 10 maH yang menyuplai 10 ampere.

Baterai merupakan sumber energi yang berfungsi untuk mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai terdiri dari tiga komponen penting yaitu :

- a. Batang karbon sebagai anoda (kutub positif baterai).
- b. Seng (Zn) sebagai katoda (kutub negatif baterai).
- c. Pasta sebagai elektrolit (penghantar).

Kelemahan utama di motor listrik adalah *battery* yang berat, apalagi untuk *battery* 36 volt berarti ada 3 unit *battery* yang masing - masing 12 volt. *battery lead acid* memang relatif murah tetapi mempunyai kelemahan di berat dan besar. Beberapa berita mengenai sepeda listrik yang dikembangkan di Jepang dan Eropa mempunyai kelebihan *battery* yang ringan dan kecil lain dengan *battery* dan dinamo buatan China. Pada kit sepeda listrik umumnya telah disiapkan dudukan yang terletak di belakang sadel, dan jika penggerak dinamo berada dibelakang dan *battery* juga berada dibelakang berarti *center* berat berubah ke belakang, dan ini sangat tidak nyaman dan berbahaya pada saat berkendara itu yang menjadi faktor penyebab,

Guna mendapatkan titik *center* yang baik, sebaiknya dinamo diletakan sedapat mungkin dekat dengan *center* pedal, jika terlalu atas akan mengakibatkan hilang keseimbangan, dan jika di tempat kan terlalu bawah, *battery* akan mengganggu posisi kaki pada saat mengayuh. Posisi *battery* menggantung di *uptube* cukup baik, berada ditengah dari sepeda dan tidak mengganggu kaki pada saat mengayuh. pastikan *battery* duduk pada posisi yang kokoh dan di ikat dengan braket minimum 2 titik di *uptube* dan 1 titik di seat tube. Sepeda dengan *full suspension* seperti sepeda listrik keluaran porsche sangat lah ideal, tetapi ingat kondisi *battery* yang besar kan sulit mendapat kan tempat yang baik untuk sepeda yang *full suspension*.

Baterai didefinisikan atas dua atau lebih sel elektro kimia, yang terhubung secara listrik, yang masing-masing memiliki elektroda dan elektrolit. Reaksi redoks (oksidasi/reduksi) terjadi jika elektroda mengkonversikan energi elektro kimia ke energi listrik. Berdasarkan kemampuan baterai menyimpan energi listrik dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu :

- a. Baterai primer
- b. Baterai sekunder

### **2.2.5 Brushless DC Motor**

BLDC motor merupakan motor sinkron yang menggunakan permanen magnet pada rotor serta lilitan pada stator sebagai medan magnet nya. Cara kerja pada motor BLDC yaitu permanen magnet yang ada pada rotor akan ditarik dan di dorong oleh gaya elektromagnet stator yang diatur oleh *driver* motor. Berbeda dengan motor DC yang menggunakan sikat atau *brush* mekanis untuk melakukan komutasi untuk merubah kutub magnetnya pada stator.

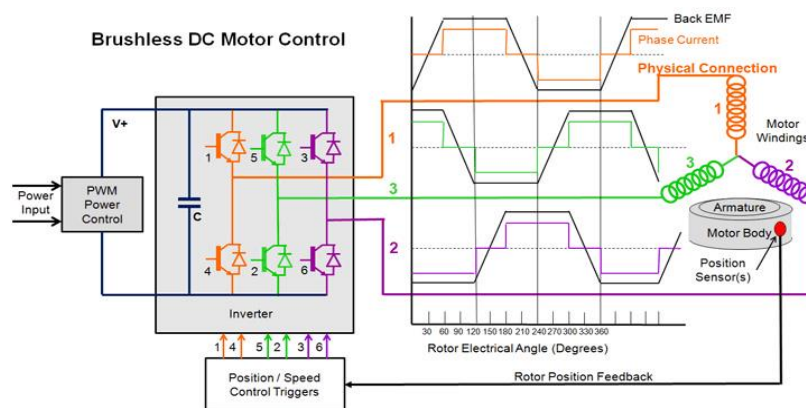
BLDC motor juga berbeda dengan motor AC yang menggunakan siklus pemberian daya sebagai pengatur kecepatannya. Dengan pengaturan siklus daya, torsi yang tinggi serta gaya gesek komutasi yang minim menghasilkan efisiensi yang tinggi dibanding motor DC. Prinsip dasar

medan magnet dimana akan saling tarik menarik saat pada kutub yang berbeda serta tolak menolak saat kutubnya sama merupakan prinsip dasar yang digunakan pada motor BLDC. Stator yang diatur oleh *driver* akan memiliki medan magnet yang berubah ubah sesuai input dari *back EMF* atau sensor *hall effect* pada motor.

Sehingga permanen magnet pada motor akan di dorong dan ditarik untuk menghasilkan putaran pada motor. Controller pada BLDC motor berguna untuk mengatur nilai arus yang dialirkan pada kumaran stator. Dalam hal ini fungsi controller sama dengan motor DC tetapi penggantian kerja komutasilah yang menjadi pembeda dengan motor DC konvensional pada umumnya.

Magnet pada stator BLDC memiliki 3 kumparan fase dan magnet permanen terletak pada rotornya. Pendeteksi posisi rotor pada motor BLDC memiliki dua metode yaitu *sensorless* dan *sensored*. *Sensorless* merupakan metode pendeteksi posisi rotor dengan pembacaan nilai *back EMF* yang dihasilkan motor, sedangkan *sensored* menggunakan sensor *hall effect* sebagai sensor posisinya. Pendeteksi posisi rotor sangatlah penting pada kinerja motor BLDC karena posisi tersebut digunakan untuk memberi informasi pada driver motor kapan waktu penyalaan serta gaya elektromagnetis apa yang akan diberikan pada stator.

Sedangkan nilai arus yang diberikan pada stator diatur oleh PWM *power control* yang mendapat input dari *controller*. Skema kerja motor ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Skema Rangkaian Driver Motor BLDC

### 2.2.6 BLDC MID DRIVE

BLDC *mid drive* adalah dinamo yang dikenal dengan pemasangannya yang terletak tidak langsung ke roda/velg. BLDC mid drive juga dikenal dengan sebutan BLDC Disk motor. Merk terkenal disini tentang motor disk adalah HPM Golden motor, Mars Etek, CQ motor, Ningbo, dan masih banyak lainnya.

Adapun keunggulan dari BLDC *mid drive* terdiri dari:

1. *Power weight ratio* yang besar. Motor BLDC disk motor memiliki dimensi yang kecil namun memiliki power output yang besar. Hal ini berlaku untuk Motor BLDC disk motor pada daya diatas 5000W. Sebagai contoh mars etek ME0913 dengan daya 10KW hanya memiliki bobot 19 kg bisa dibandingkan dengan motor BLDC hub 10KW yang bobotnya mungkin bisa diatas 35kg.
2. Memberikan kebebasan pada sistem transmisi. Sebuah kendaraan listrik jika dilengkapi transmisi tentunya akan lebih unggul ketika melibas sebuah tanjakan.
3. Rpm dinamo lebih stabil, karena memang BLDC disk motor dirancang untuk bekerja pada ratio putaran rpm kisaran 3000rpm.
4. Motor mid drive bekerja pada putaran yang dapat diatur dimana titik efisiensi berada. Kebebasan mengatur transmisi gigi belakang inilah yang menyebabkan putaran motor dapat bekerja pada titik efisiensinya. Sama halnya dengan motor bensin: ketika mesin merasa keberatan maka sopir akan menurunkan gigi transmisi, sebaliknya ketika mesin mulai over rpm maka sopir akan menaikkan gigi transmisi.
5. Titik berat terkumpul pada bagian tengah kendaraan. Tidak seperti BLDC hub yang titik berat mengumpul di roda.

6. Tidak memikirkan segi roda dan ban. Maksudnya ketika mengalami ban bocor / ganti ban pengguna mid drive tidak akan ribet seperti pengguna motor hub.

Sedangkan kelemahan dari BLDC mid drive terdiri dari:

1. Jumlah *pole pair* (kutub magnet) sedikit, sehingga membuat efek gaya magnet terasa pada poros putar jika diputar dari luar, hal ini tentunya menjadikan hambatan ketika melaju saat mesin mati/ tidak berputar. Berbeda dengan hub motor yang tetap loss berjalan meski motor dimatikan.
2. *Pole pair* yang kecil menjadikan torsi yang rendah. torsi motor mid drive hanya kisaran 50Nm meski pada 15KW, berbeda dengan BLDC hub 1000W yang torsi sudah mencapai diatas 100Nm.
3. Sulit ditemukan untuk daya rendah. Untuk daya rendah dibawah 1000W saat ini model *mid drive* adalah jenis motor *Brush Less DC Motor* (BLDC) mid drive paling kecil mudah ditemui adalah 3000W.
4. Di pasaran Indonesia masih sulit ditemui, masih sedikit *seller* yang menyediakan
5. Instalasi lebih kompleks karena harus membuat sistem transmisi, dan *part adapter* yang dibutuhkan cukup banyak
6. Tingkat berisik tinggi karena bekerja pada rpm tinggi akan membuat suara gesekan dan suara induksi magnet terasa sekali. Maka tak heran jika beberapa brand merekomendasikan untuk menggunakan *sinewave controller* untuk meredusi *noise* atau kebisingan tersebut. (*sinewave controller* adalah *controller* BLDC dengan sinyal gelombang sinus, secara general banyak poin yang berbeda dari kontroler biasa, *sinewave controller* adalah kontroler hi-end yang harganya mahal). Salah satu kontroler *sinewave* yang rekomended adalah kontroler KSL dari *kellycontroler*.
7. harus membutuhkan *adapter* tambahan dalam pemasangan.

8. Sistem mesin terdapat bagian-bagian yang banyak bergerak, sama seperti mesin bensin. Antara lain gir, laker, rantai, rotor, dll. Dan itu tentunya kurang disukai apabila sudah mulai masuk tahap maintenance / atau mulai ada salah satu yang sudah aus / rusak.
9. Sistem perbaikan kerusakan lebih sulit dilakukan. Serta bobot total kendaraan menjadi lebih berat daripada Hub motor, karena hub motor sudah bersatu dengan roda, sehingga lebih menghemat ruang



Gambar 2.5 Motor BLDC 1.8 kW

### **2.3 Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 39 Tahun 2023**

Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 39 Tahun 2023 adalah peraturan tentang konversi sepeda motor dengan penggerak motor bakar menjadi sepeda motor listrik berbasis baterai. Peraturan ini mencakup segala hal yang berkaitan dengan konversi motor bakar ke motor listrik yang ada di Indonesia. Terdapat 7 Bab yang meliputi 25 pasal mengenai aturan baku nasional di dalamnya. Bab 1 ketentuan umum, pada bab ini membahas tentang definisi kendaraan listrik atau kendaraan listrik hasil konversi. Bab 2 penyelenggaraan konversi, pada bab ini banyak membahas tentang komponen motor listrik konversi. Bab 3 bengkel konversi, pada bab ini membahas tentang tipe kendaraan dan tipe bengkel konversi. Bab 4 sertifikasi konversi, pada bab ini banyak membahas tentang pengujian konversi motor listrik mulai dari hal umum, pemeriksaan kelaikan komponen

konversi, pengujian tipe fisik, hingga (Sertifikat Uji Tipe) SUT konversi kendaraan listrik. Bab 5 pembinaan dan pengawasan, pada bab ini membahas tentang fasilitas dan infrastruktur dari pemerintah kepada masyarakat seperti tersedianya bengkel konversi yang layak. Bab 6 ketentuan peralihan, pada bab ini membahas tentang bengkel konversi wajib menyesuaikan dengan segala aturan yang berlaku dari pemerintah sejak Permen 39 tahun 2023 ini disahkan. Bab 7 ketentuan penutup memberitahukan bahwa Peraturan Menteri Perhubungan yang sebelumnya, yakni Permen PM No. 65 Tahun 2020 tentang Konversi Kendaraan Listrik dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.



**BAB 3**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Alur Penelitian**

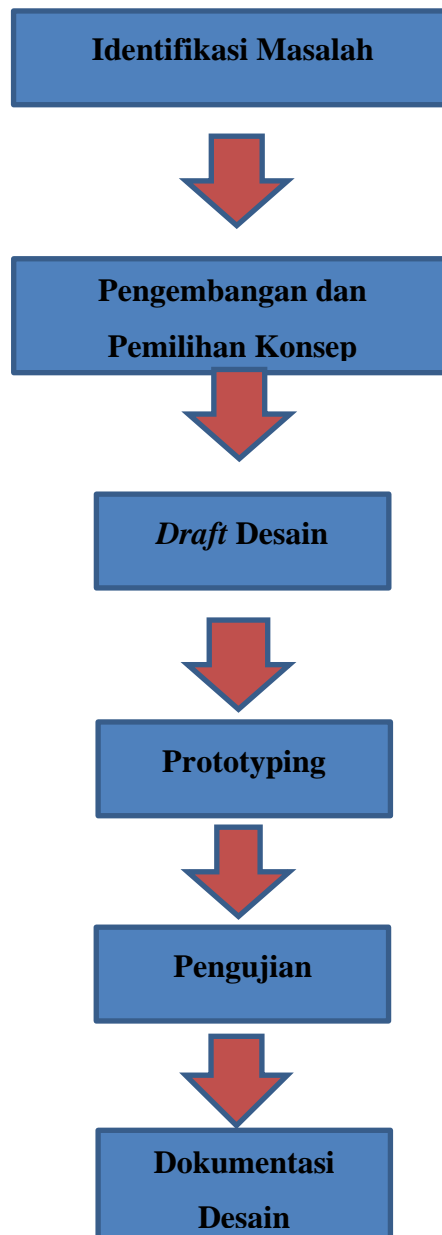


Diagram 3.1. Diagram alir penelitian

## **1. Identifikasi Masalah**

Didalam melakukan langkah awal penulis harus dapat mengidentifikasi apa saja permasalahan yang terdapat pada judul yang telah dipilih. Setelah mengidentifikasi masalah – masalah apa yang terjadi didapatkan suatu keluaran dimana keluaran tersebut yang nantinya akan dijadikan suatu batasan permasalahan. Identifikasi masalah tersebut yaitu bagaimana cara merancang beberapa komponen dari sistem penggerak sepeda motor listrik dengan *frame* motor Honda C70. Setelah itu dapat memilih komponen dari sistem penggerak yang akan digunakan didalam pengembangan *prototyping* sepeda motor listrik dengan *frame* yang ada dan merakit komponen sistem penggerak sepeda motor listrik tersebut. Setelah itu dapat dilakukan uji coba terhadap responden sebagai Analisis. Lalu, didapatkan batasan-batasan masalah dari perancangan dan pemilihan komponen dari sistem penggerak sepeda motor listrik dengan *frame* Honda C70. Batasan perancangan dan pemilihan dirakit berdasarkan acuan yang telah dibuat sepeda listrik dipasaran Indonesia.

## **2. Pengembangan dan Pemilihan Konsep**

Setelah menentukan batasan dari permasalahan yang ada penulis dapat melakukan tahapan selanjutnya yaitu mengembangkan dan memilih konsep dari sistem penggerak sepeda motor listrik tersebut. Setelah itu membuat konsep yang diinginkan dari penulis setelah membuat konsep dilakukannya pengembangan, dari konsep yang telah ada dikembangkan menjadi ketiga konsep dimana konsep tersebut dilakukan seperti didalam melakukan pengembangan untuk penempatan posisi motor listrik dari beberapa posisi penempatan diantaranya penempatan didepan, belakang dan terpisah, untuk jenis motor listrik pun dilakukan pengembangan, untuk jenis dan penempatan posisi baterai pun sama halnya dilakukan setelah semua konsep dikembangkan maka dilakukannya pemilihan konsep didalam melakukan pemilihan, konsep yang telah dibuat didalam pengembangan konsep, nantinya akan diseleksi berdasarkan paramter – parameter yang telah ditentukan yang selanjutnya akan dipilih

berdasarkan nilai terbaik dari ketiga konsep tersebut konsep yang telah dipilih harus memiliki acuan yang benar agar didalam melakukan pemilihan penulis tidak melakukan kesalahan – kesalahan.

### **3. *Draft Desain***

Setelah melakukan pengembangan konsep penulis selanjutnya akan melakukan draft desain, *draft* desain dilakukan untuk merancang desain yang akan dibuat didalam sistem penggerak sepeda listrik dengan *frame* bahan Honda C70. *Draft* desain ini bertujuan untuk mengembangkan konsep yang akan dipilih dari sistem penggerak tersebut. *Draft* desain dalam hal ini merupakan batasan-batasan desain yang akan menjadi acuan untuk membuat detail desain dari komponen-komponen utama pada sistem penggerak sepeda motor listrik tersebut diantaranya penulis akan melakukan perancangan dari beberapa komponen yang ada pada sepeda listrik salah satunya yaitu dengan menentukan daya dari motor listrik tersebut menentukan spesifikasi dari motor listrik, menentukan titik berat motor, menghitung kapasitas baterai yang dibutuhkan parameter untuk pemilihan baterai, parameter dari jenis motor listrik, spesifikasi dari baterai dan kontroler, dan lain sebagainya. .

### **4. *Prototyping***

Setelah melakukan *draft* desain dari sistem penggerak tersebut akan dilakukan proses perakitan atau pengembangan *prototyping* proses perakitan ini dilakukan dengan cara memilih komponen – komponen utama yang ada pada sistem penggerak sepeda motor listrik dengan *frame* motor C70 hal ini dilakukan harus sesuai dengan draft desain yang telah dibuat sebelumnya.

### **5. Pengujian**

Pengujian dilakukan setelah proses perakitan dan pengembangan *prototyping* selesai dibuat, pada hal ini pengujian bertujuan untuk menentukan beberapa parameter - parameter yang ada pada sistem penggerak sepeda listrik dengan *frame* motor Honda C70 dan juga

menguji sistem penggerak sepeda motor listrik dari beberapa faktor keamanan dan kelayakan yang harus memenuhi standarisasi yang ada dipasaran Indonesia. Pengujian dilaksanakan berdasarkan SOP (Standar Operasional Prosedur) yang telah disepakati.

## **6. Dokumentasi Desain**

Setelah dilakukan pengujian didapatkan beberapa parameter-parameter dari sistem penggerak sepeda motor listrik tersebut, data dari hasil pengujian tersebut dicatat dan dianalisis sehingga dapat dibandingkan pada saat simulasi yang menentukan konsep terbaik yang nantinya akan didapatkan beberapa perbedaan parameter pada saat pengujian dan juga pada saat simulasi.

## **3.2 Peralatan dan Bahan**

Adapun peralatan dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

1. BLDC motor listrik, mid drive 48 V: 2000 Watt
2. *Main Controller* 1,8-2 kW
3. *Speed regulator, indicator battery, indicator speedometer, main key conrailer, supported to GPS & OT*
4. *Wiring, socket* , baterai 48 V
5. DC Converter 48 V to 12 V
6. Dudukan baterai

## **3.3 Metode Penentuan Spesifikasi Komponen**

Pada penentuan spesifikasi komponen ini, memerlukan beberapa identifikasi beban yang akan digunakan sehingga dari identifikasi beban tersebut, dapat menentukan perhitungan gaya yang bekerja pada kinerja alat yang tim usulkan.

### 3.3.1 Identifikasi Kebutuhan Daya Motor

Dalam perencanaan dan perancangan sepeda motor listrik, maka harus mengetahui terlebih dahulu karakteristik dari kendaraan tersebut. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi karakteristik sepeda motor listrik, diantaranya adalah keadaan jalan, jenis mesin yang digunakan dan hal-hal yang mempengaruhi hambatan. Sebelumnya yaitu mengidentifikasi terlebih dahulu beban yang akan ditopang oleh kendaraan seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi beban pada kendaraan motor listrik yang akan dirancang

No	Komponen	Massa
1	Baterai	6
2	Motor Penggerak	12
3	Fork/stang/segitiga stang	4
4	Velg dan Ban	9
5	<i>Shockbreaker</i>	6
6	Kerangka	45
7	Pengendara	80
8	Kelengkapan Lain	6
	Total Massa	168

Berdasarkan penyajian pada Tabel 3.1, dapat diamati masing-masing massa dari komponen yang akan digunakan pada perancangan kendaraan listrik. Maka dengan melakukan metode perencanaan dan perancangan motor listrik ini memiliki spesifikasi kecepatan maksimum 60 km/jam dengan massa total 168 kg, sehingga dalam memperkecil kegagalan dalam perencanaan dan perancangan dapat dihitung beberapa gaya yang bekerja pada kendaraan sebagai berikut:

### 3.3.2 Gaya Hambat dan Rolling Resistance

Gaya hambat ini terutama disebabkan oleh gesekan ban kendaraan terhadap permukaan jalan, gesekan pada bantalan dan sistem *gear*. Gaya hambat ini nilainya hampir konstan yaitu 0,004, dan tidak bergantung pada kecepatan kendaraan. Nilai ini akan sebanding dengan berat kendaraan. Gaya gesek ini dinyatakan dengan Persamaan

$$F = \mu_{rr} \times m \times g$$

dimana

$F_{rr}$  = Gaya hambat (N)

$\mu_{rr}$  = Koefisien *rolling resistance*

$m$  = Massa kendaraan (kg)

$g$  = Gaya gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Sehingga gaya hambat yang bekerja pada kendaraan listrik ini, dengan massa yang telah diidentifikasi pada Tabel 3.1 dan dengan menggunakan Persamaan maka didapat hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_{rr} &= \mu_{rr} \times m \times g \\ &= 0,004 \times 168 \times 9,81 \\ &= 6,59 \text{ N} \end{aligned}$$

### 3.3.3 Kapasitas Arus Puncak Kontroler

Penentuan arus puncak yang ditahan oleh kontroler sangat penting, berfungsi sebagai ketahanan masa pakai kontroler, dimana arus yang sering melewati kontroler dapat ditahan sehingga tidak merusak komponen terpenting. Komponen yang sering rusak ketika arus puncak melebihi dari kapasitas yang ditentukan ini berada pada komponen. Sehingga untuk meminimalisir kegagalan ini, yaitu menentukan arus puncak yang dapat ditahan oleh kontroler menggunakan Persamaan:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$= \frac{2000}{48}$$

$$= 41,6 \text{ A}$$

### 3.3.4 Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai pada kendaraan listrik sangat penting diperhitungkan, karena dengan memperhitungkan kapasitas baterai, nantinya dapat mengetahui kemampuan jarak tempuh pada kendaraan listrik tersebut. Pada spesifikasi yang tim rancang kendaraan listrik memiliki jarak tempuh maksimum 40 km, dengan asumsi tegangan baterai 48V dan dengan beban pengendara 80 kg sehingga massa total kendaraan sebesar 168 kg. Berdasarkan aspek yang telah disebutkan, dapat ditentukan gaya yang bekerja seperti Tabel 3.1 dan dapat menentukan besarnya arus menggunakan persamaan. Berdasarkan hasil perhitungan, maka dapat diketahui kebutuhan arus pada baterai yang akan digunakan dengan persamaan :

$$I = \frac{P}{V}$$

$$= \frac{1212}{48}$$

$$= 25,25 \text{ A}$$

### 3.3.5 Torsi dan RPM

Motor listrik merupakan suatu system atau alat yang dapat merubah energi listrik menjadi energi gerak memutar, yang mana hal ini sangat dipengaruhi oleh 3 faktor, yaitu kecepatan putar yang dihasilkan (RPM), daya listrik yang digunakan, serta besaran tenaganya (Torsi).

Menghitung jumlah RPM :

$$\text{RPM} = \frac{f \times 120}{p}$$

Dimana,

RPM = Jumlah putaran per menit

f = frekuensi (Hz)

p = Jumlah kutub gulungan (pole)

sebagai kasus adalah jumlah kutub pada penelitian ini menggunakan BLDC yang di-*setting* dengan 5 *pole* dan frekuensi motor BLDC adalah sebesar 50 Hz, maka RPM dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\text{RPM} = \frac{50 \times 120}{5}$$

$$\text{RPM} = 1200$$

Dari perhitungan jumlah RPM di dapat besar RPM adalah 1200 RPM.

Menghitung Torsi :

$$T = \frac{5252 \times p}{\text{RPM}}$$

Dimana,

T = Torsi (N/m)

P = Daya (Hp)

RPM = Jumlah Putaran per Menit

Sebagai kasus adalah jumlah RPM pada uji coba penelitian ini mencapai 800 RPM dan daya pada BLDC berada pada 1.5 *Horse Power*, maka besarnya Torsi dapat ditentukan sebagai berikut :

$$T = \frac{5252 \times 1.5}{1200}$$

$$T = 6,56 \text{ (Nm)}$$

Dari perhitungan jumlah torsi tersebut bisa didapatkan bahwa besarnya torsi yang dihasilkan motor listrik pada 1200 RPM adalah 6.56 N/m.



Dari perhitungan Torsi yang didapat terdapat hubungan yakni semakin kecil daya motor maka akan semakin kecil pula torsi atau tenaganya, dan semakin besar daya motornya maka akan semakin besar pula torsinya. Untuk perhitungan RPM dan Torsi memiliki hubungan yang berbanding terbalik, Dimana semakin besar RPM motor maka tenaga atau torsinya akan semakin kecil. Akan tetapi semakin kecil RPM maka torsinya akan semakin besar.

### 3.4 Usulan Rancangan Sistem

Pada usulan rancangan sistem, tim menggunakan motor penggerak BLDC. Pada penelitian yang telah dibahas oleh Dwi Harjono dan Wahyu Widodo (2021), penggunaan BLDC sendiri memiliki risiko yang minim, seperti terhindarnya dari keausan sikat (*brush*). Saat sikat ini mengalami keausan, maka akan menambah resistansi sehingga daya yang dibutuhkan untuk menjalankan rotor akan semakin besar dan muncul *power losses*. Penggunaan BLDC sendiri memiliki 2 tipe yaitu *mid drive* dan *hub*. BLDC *mid drive* merupakan motor penggerak yang umumnya diletakan di tengah poros, sedangkan BLDC *hub* merupakan motor penggerak yang umumnya terpasang langsung pada ban atau *velg*. Penggunaan BLDC dengan kedua jenis ini tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan yang akan menjadi acuan tim untuk mengusulkan rancangan sistem. Perbandingan BLDC jenis *mid drive* dan *hub* adalah sebagai berikut:

1. BLDC *mid drive*
  - a. Memiliki dimensi motor yang kecil dengan tenaga keluaran yang besar.
  - b. Membutuhkan sistem transmisi *gear* dalam menyalurkan tenaga pada ban.
  - c. Pemasangan pada kendaraan umumnya di tengah poros, sehingga titik beban terkumpul ditengah kendaraan.
  - d. Jumlah poles pair sedikit, sehingga membuat efek gaya magnet terasa pada poros putar jika diputar dari luar, hal ini tentunya menjadikan hambatan ketika melaju saat mesin mati/ tidak berputar.
  - e. Terbatasnya ketersediaan daya rendah di pasaran Indonesia. Umumnya daya paling kecil yang mudah ditemui adalah 3000W.

f. Tingkat berisik tinggi. Karena bekerja pada rpm tinggi akan membuat suara gesekan dan suara induksi magnet yang besar.

## 2. BLDC *hub*

a. Pemasangan yang mudah. Umumnya pemasangan langsung ke *velg* atau *inline*, sehingga tidak membutuhkan sistem transmisi *gear* untuk menyalurkan tenaga.

b. menggunakan *pole pair* yang banyak sehingga menghasilkan torsi yang sangat besar. pada 500W saja sudah menghasilkan 50Nm, pada 2000W sudah mampu menghasilkan kekuatan lebih dari 120Nm.

c. Memiliki dimensi motor yang besar dibanding motor *bldc mid drive*.

d. Pemasangan langsung pada ban, mengakibatkan titik berat hanya tertumpu pada roda.

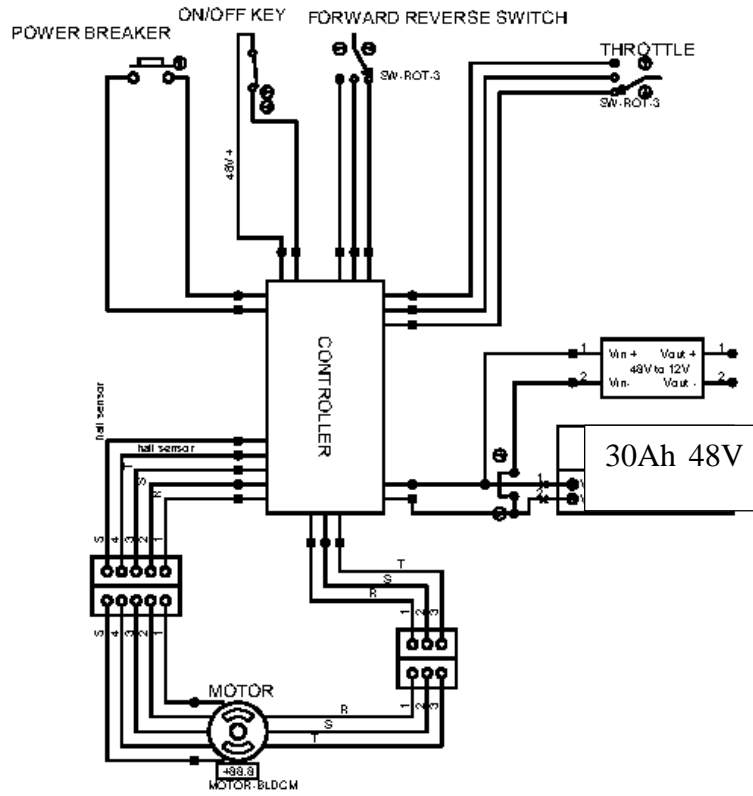
e. Memiliki ketahanan penggunaan yang baik, karena yang bergerak hanya rotor dan laker, sehingga terhindar dari keausan suku cadang.

f. Dimensi yang besar menghasilkan penyebaran panas yang merata, sehingga lebih tahan panas dan tahan untuk diberikan *overAmp*.

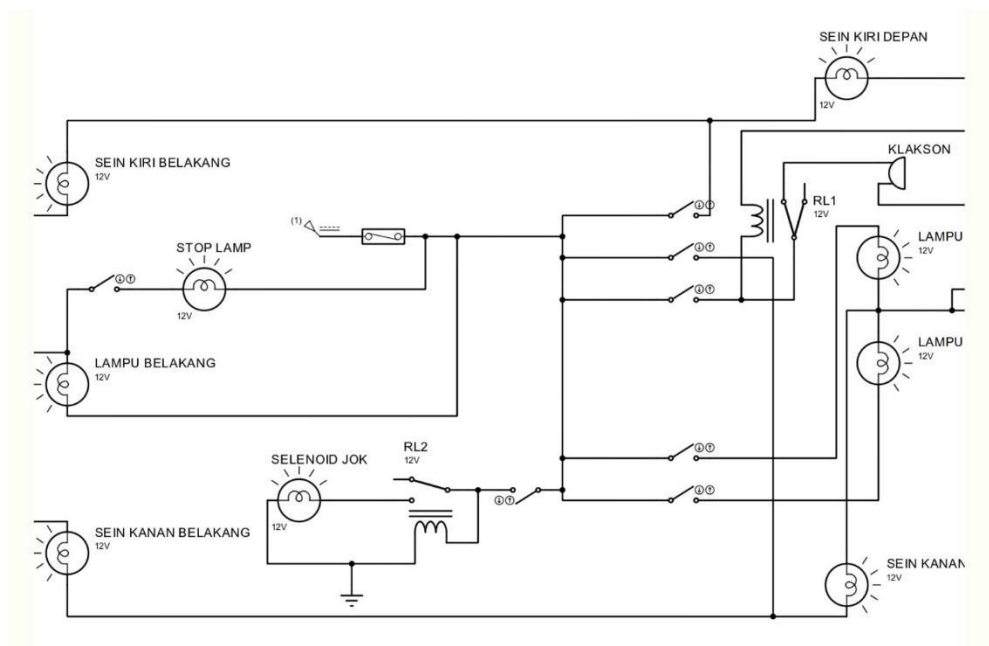
g. Memiliki ketersediaan variasi daya yang banyak di pasaran Indonesia.

Berdasarkan perbandingan yang telah dipaparkan, pada paragraf sebelumnya, tim menggunakan motor penggerak BLDC *hub*, yang didasari dari perhitungan daya yang diperlukan untuk usulan motor listrik ini membutuhkan daya 2000W dan ketersediaan daya motor 2000W *hub* yang mudah didapat Di Indonesia. Penggunaan motor penggerak BLDC *hub* pada usulan ini, tentunya memiliki jalur pengkabelan yang akan menyalurkan daya pada baterai ke motor penggerak dan kontrolernya.

Serta pemerintah melalui PerMen PerHub PM 33 tahun 2018 terkait kendaraan harus memiliki lampu penanda serta bel. Maka dari itu perlunya jalur pengkabelan untuk lampu penanda dan bel atau klakson yang umumnya menggunakan tegangan 12V, adapun jalur pengkabelan seperti pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Jalur pengkabelan 48V yang terhubung dengan kontroler dan motor penggerak



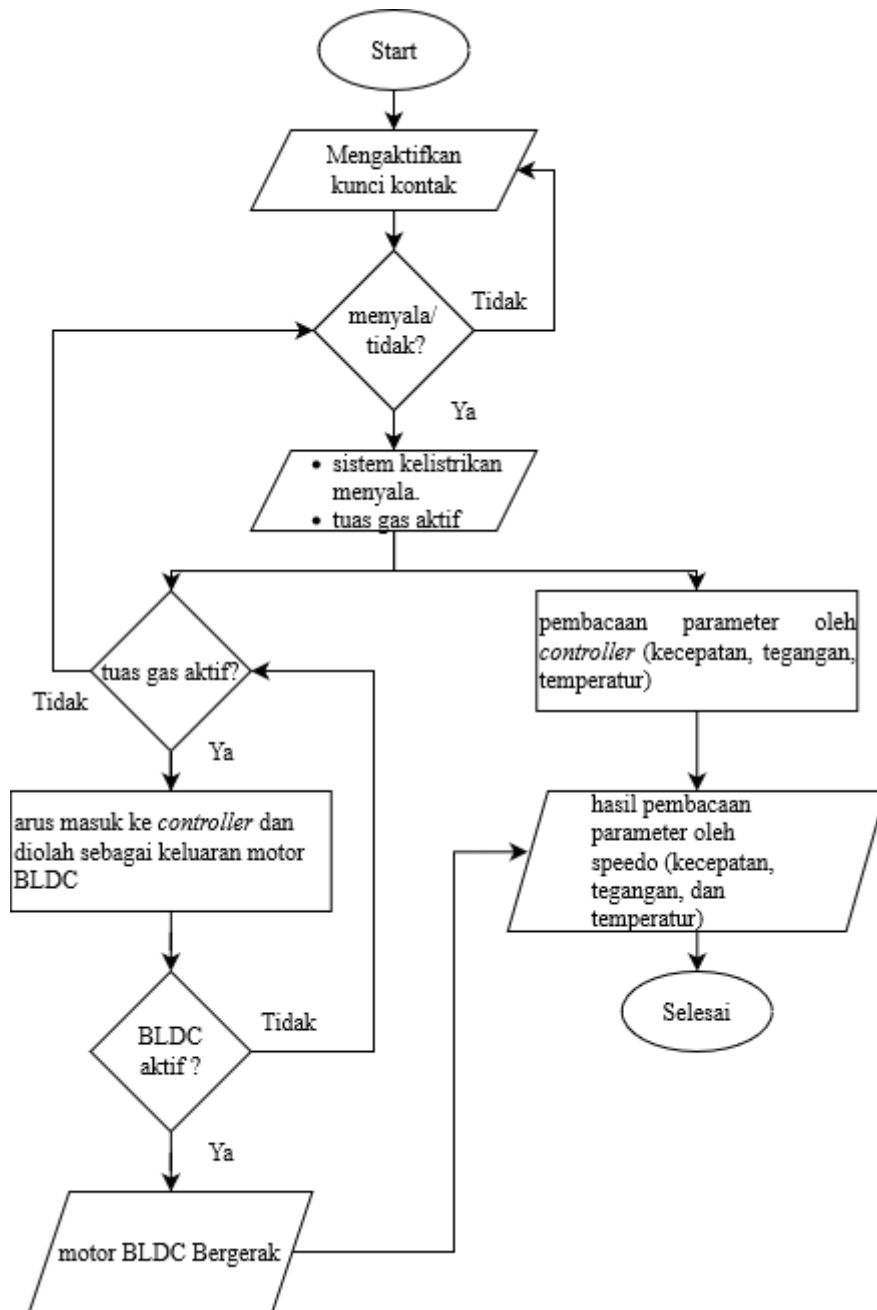
Gambar 3.3 Jalur pengkabelan 12V untuk lampu sein dan bel kendaraan

## Konversi Motor Bakar ke Elektrik



Gambar 3.4. Usulan desain motor penggerak *BLDC hub*

Sehingga dengan memperhatikan standar kendaraan listrik seperti Tabel 3.1 dan memastikan sistem dapat memenuhi spesifikasi Tabel maka diusulkan desain kendaraan listrik seperti pada Gambar 3.4. Pada motor penggerak tim mengusulkan menggunakan penggerak BLDC jenis *hub* motor. Hal ini didasarkan pada hasil observasi atau studi literatur yang telah dilakukan pada Tabel 2.1. penggunaan motor BLDC tidak berisiko terjadinya aus pada sikat dengan komutatornya sehingga minim terjadinya *power losses*. Adapun jenis BLDC yang digunakan yaitu BLDC *hub* dimana motor penggerak ini diletakan atau dipasang langsung pada titik tengah pusat roda kendaraan, atau yang dikenal sebagai *inline*. Di pasaran sendiri BLDC *hub* motor sudah banyak digunakan karena penggunaannya yang cukup mudah. Tidak hanya itu, alasan pemilihan BLDC *hub* karena keadaan jalan yang akan dilalui masih berkontur dan perawatan serta suku cadang yang sudah banyak ditemui dipasaran yang mendasari pemilihan BLDC tipe *hub* ini.



Gambar 3.5. Diagram alir sistem kerja alat

Berdasarkan Gambar 3.5 di atas dapat diamati bahwa diagram tersebut menjelaskan system kinerja dari kendaraan listrik yang akan tim gunakan nanti. Ketika kunci kontak telah diaktifkan maka sistem kelistrikan motor dan tuas gas akan aktif. Berbeda dengan motor berbahan bakar fosil yang perlu dihidupkan

untuk menyalakan mesinnya terlebih dahulu. Pada kendaraan motor listrik ini dapat dijalankan ketika kunci kontak diaktifkan. *Handel* gas terhubung langsung dengan kontroler untuk mengatur keluaran arus listrik dari baterai sehingga bisa mengatur torsi keluaran motor penggerak. Hasil dari keluarannya nanti akan dibaca oleh speedometer untuk menampilkan kecepatan, sisa baterai, tegangan baterai, dan temperatur.

### **3.5 Uji Kelaikan Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2023**

Peraturan ini berisikan semua hal tentang aturan baku konversi sepeda motor dengan penggerak motor bakar menjadi sepeda motor listrik berbasis baterai di Indonesia, diantaranya meliputi ketentuan umum, penyelenggara konversi, bengkel konversi, sertifikasi konversi yang meliputi pemeriksaan kelaikan komponen, pengujian tipe fisik, dan Sertifikat Uji Tipe (SUT) konversi. Dimana dari peraturan ini menjadi acuan selama proses pengujian performa motor listrik hasil konversi Honda C70 terhadap responden. Terdapat 8 poin uji laik yang berlaku agar kendaraan listrik hasil konversi sesuai standar nasional. 8 poin tersebut adalah:

1. Kelas-kelas tegangan
2. Memenuhi kategori L3 untuk konversi roda dua
3. Terdapat sistem penyimpanan energi listrik isi ulang (RESS)
4. Terdapat penanda sistem kabel kelas tegangan B
5. Interupsi kelebihan arus RESS
6. Pembangkit panas
7. Terdapat indikasi pengurangan daya
8. Terdapat keselamatan saat kegagalan listrik

Dari kedelapan poin tersebut harus terpenuhi minimal minimal 6 dari 8 poin uji laik atau secara persentase sebesar  $\geq 75\%$ . Dengan perhitungan :

$$\text{Persentase laik} = \frac{\text{Poin terpenuhi}}{\text{Total poin}} \times 100\%$$

### **3.6 Metode Pengujian Usulan Rancangan Sistem dan Standar Operasional Prosedur (SOP) Pengujian Motor Listrik**

#### 1. Metode pengujian sistem.

Adapun metode yang digunakan dalam uji coba dan pengujian rancangan sistem yang diusulkan adalah sebagai berikut:

- a. Dalam pengujian sistem ini akan menjawab, apakah sistem yang dirancang sudah sesuai atau dapat berjalan dengan baik.
- b. Pengujian sistem dapat berjalan dengan baik dengan parameter pengukuran berupa pengukuran tegangan dan arus pada jalan di wilayah Universitas Islam Indonesia dimana pengujian ini dilakukan dengan beberapa variabel, seperti pengujian dengan kecepatan maksimum, dan pengujian beban maksimum yang dapat ditopang oleh sistem.

Dilakukannya pengujian elektrik motor ini untuk mengetahui performa kendaraan tersebut saat dikendarai, sebelum melakukan pengujian adapun langkah yang dilakukan antara lain:

#### 2. Tahap persiapan pengujian:

- a. Melakukan pengisian baterai hingga penuh sebelum digunakan.
- b. Melakukan kalibrasi pada Voltmeter dan Amperemeter dengan multimeter sebagai acuan Standar Internasional.
- c. Melakukan pengecekan ulang tegangan baterai, jika sudah sesuai maka, siap untuk ke tahap berikutnya, jika belum siap maka dilakukan pengisian daya ulang.
- d. Melakukan pengecekan sistem pengereman kendaraan.
- e. Melakukan pengecekan tekanan ban depan dan ban belakang.
- f. Melakukan pengecekan fungsional *shockbreaker* baik *shockbreaker* depan atau belakang.
- g. Mempersiapkan alat-alat keamanan berkendara.

3. Indikator keberhasilan dari masing-masing persiapan adalah sebagai berikut:

- a. Pengukuran tegangan baterai dengan spesifikasi 48V 30Ah, memiliki tegangan penuh saat terukur dengan multimeter yaitu 54,4V.
- b. Pengecekan sistem pengereman, yaitu dengan menekan tuas rem, dan mendorong atau menarik kendaraan, apakah roda tertahan saat tuas rem ditekan atau tidak.
- c. Pengecekan tekanan ban, karena keterbatasan alat ukur tekanan di Lab, pengecekan tekanan dilakukan di pengisian Nitrogen di SPBU. Sesuai dengan karakteristik ban yang digunakan, pada kendaraan ini untuk ukuran tekanan ban depan sebesar 32 Psi dan untuk ban belakang dengan tekanan 30 Psi.
- d. Lalu pada pengujian *shockbreaker*, dengan memberikan tekanan sehingga *shock* akan mengayun.
- e. Terakhir pada persiapan alat keamanan berkendara, yaitu penggunaan helm atau pelindung kepala sebagai alat keamanan berkendara.

4. Standar Operasional Prosedur (SOP) pengujian motor listrik

Standar Operasional Prosedur (SOP) pengujian motor listrik ini merupakan standar yang disepakati dan dilakukan pada saat pengujian motor listrik dengan responden yang tentunya mengikuti perhitungan performa optimal pada motor listrik Honda C70 agar memastikan semua responden melakukan. Adapun SOP yang harus dipatuhi meliputi :

- a. Para responden harus membaca dan menandatangani surat persetujuan responden.
- a. Para responden wajib mengenakan sarung tangan dan helm yang tersedia sebagai alat keselamatan.
- b. Pengujian dengan kecepatan maksimum seluruhnya dilakukan pada jalan Cepor-Dawukan, Sendangtirto, Berbah, Sleman sepanjang 250 meter.
- c. Pengujian dengan kecepatan maksimum (*Top Speed*) dengan variasi beban responden antara 45 hingga 95 Kg pada bidang datar dan dengan variasi kecepatan *gear set* I, II, dan III pada bidang datar.



- d. *Gear* I digunakan pada saat kecepatan 0 Km/Jam hingga mencapai 20 Km/jam, karena pada kontroler yang digunakan di motor listrik konversi ini batas arus listrik optimal yang bekerja pada *gear* I hingga arus 15 Ampere atau pada kecepatan 20 Km/Jam. *Gear* II digunakan pada kecepatan diatas 20 Km/Jam hingga kecepatan 35 Km/Jam, karena batas arus listrik optimal yang bekerja pada *gear* II hanya mencapai 35 Ampere atau pada kecepatan 35 Km/ Jam. *Gear set* III digunakan ketika kecepatan mencapai diatas 35 Km/Jam hingga batas maksimum kecepatan motor listrik pada kecepatan 60 Km/jam, karena batas arus listrik optimal yang bekerja pada *gear set* III adalah diatas 35 Ampere hingga batas maksimum arus listrik pada kontroler yakni 41,6 Ampere.
- e. Masing-masing responden melakukan uji coba motor listrik sebanyak 3 kali percobaan dengan metode yang sama dan melaporkan hasil *top speed* yang di dapat.
- f. Pengukuran kecepatan kendaraan dengan alat bantu *tachometer* pada pengujian tanpa beban dan pengukuran kecepatan kendaraan saat berbeban yang berlokasi di DYNO TEST Maguwoharjo, Sleman.

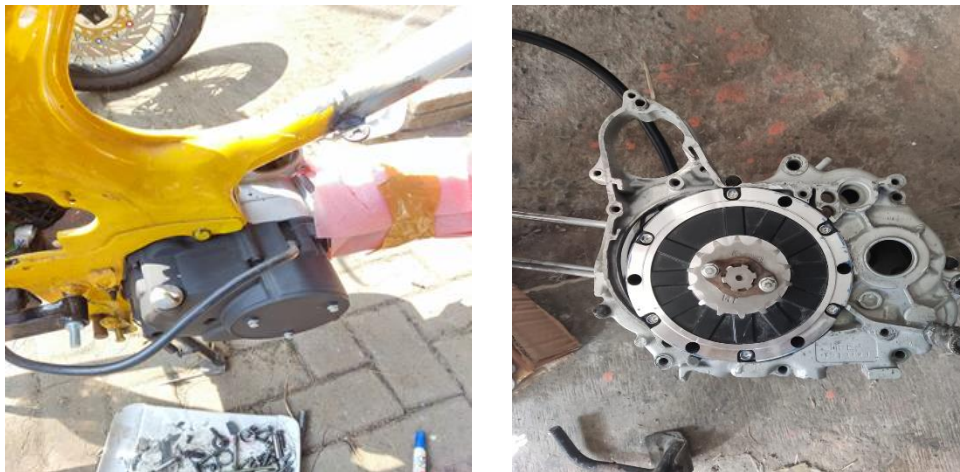
## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Analisis

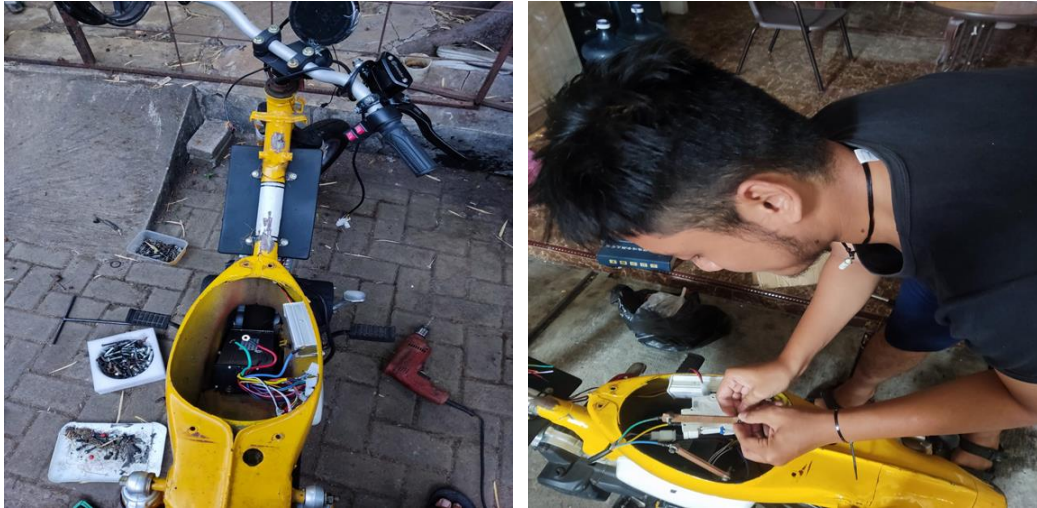
Pada Tugas Akhir (TA) ini telah ditentukan seluruh rencana usulan perancangan dan spesifikasi yang akan dibuat pada konversi motor bakar ke motor elektrik Honda C70. Adapun proses modifikasi atau proses konversi yang harus dilakukan adalah :

1. Menurunkan komponen sistem BBM (Bahan Bakar Minyak) pada motor.
2. Memasang BLDC pada motor.
3. Memasang kontroler.
4. Memasang baterai dan *wiring* kelistrikan.
5. Setting parameter kontroler.
6. Uji Responden .



Gambar 4.1 Pemasangan Komponen BLDC

Dalam gambar 4.1 diatas menunjukkan proses pencopotan dan pengosongan komponen mesin bagian bawah dengan cara dilepas dan dibubut untuk wadah bldc tetapi tidak merubah frame tujuannya agar tidak merubah frame. Sehingga frame awal dijadikan hanya sebagai wadah atau dudukan bldc, lalu dipasangkan gear depan yg sesuai setelah itu dihubunghkan dengan rantai.



Gambar 4.2 Pemasangan Kontroler

Dalam gambar 4.2 diatas menunjukkan pemasangan kontroler, yang dilakukan adalah melepas semua komponen system bbm seperti tangka bensin, lalu ruangan tangka digunakan untuk meletakkan *controller*, *mcb*, *dc to dc converter*, dan seluruh *wiring* kelistrikan



Gambar 4.3 Pemasangan Komponen Listrik

Dalam gambar 4.3 diatas menunjukkan pemasangan baterai pada wadah/ kotak dudukan baterai yg mana baterai tersebut diletakan pada *frame* motor dan dihubungkan dengan sistem BLDC dan sistim kelistrikan/ wiring lainnya.

Setelah semua parameter kontroler telah terpasang dengan baik dan telah di *setting* maka motor listrik hasil konversi sudah siap digunakan dan dilakukan uji coba. Akan tetapi, pada proses realisasinya terdapat perubahan dari penyusunan awal. Hal ini diakibatkan karena kerusakan yang terjadi pada kontroler dan BLDC. Kontroler dengan merek Yalu yang memiliki daya sebesar 1500 Watt mengalami korsleting yang mengakibatkan terbakarnya *wiring* kelistrikan, hal ini terjadi karena daya listrik yang diperlukan pada BLDC memiliki batas minimal 1,8 KiloWatt atau setara 1800 Watt sedangkan pada kontroler merk tersebut hanya memiliki kapasitas maksimal 1500 Watt setelah di uji. Kontroler mengalami gosong pada bagian *out put wiring* sehingga kontroler tidak dapat lagi dikenakan dan harus diganti dengan kontroler yang baru yang dapat di *monitoring* atau di analisis menggunakan *software* yang dihubungkan dengan *bluetooth* agar supaya kontroler dapat dilacak ketika terdapat kerusakan atau gangguan sistem pada kontroler tersebut, dan telah diganti dengan kontroler ber merk Votol yang memiliki daya setelah uji sebesar 2000 Watt atau 2 kW. Pada BLDC kerusakan terjadi setelah kontroler yang baru terpasang, dimana motor listrik hasil konversi tersendat-sendat dan tidak dapat berjalan dengan lancar. Bahkan motor listrik tidak memiliki torsi awalan atau daya dorong ketika tuas *throttle* di gas, sehingga motor harus menerima gaya dorong atau hentakan dari luar sistem terlebih dahulu supaya motor dapat melaju. Setelah dilakukan analisis terhadap BLDC, ternyata kumparan magnet di dalamnya mengalami korosi yang cukup parah sehingga proses pengaliran listrik pada kumparan magnet tidak dapat bekerja, oleh karena itu solusi terbaik mengenai permasalahan tersebut adalah mengganti dengan BLDC baru yang tentunya memiliki daya atau torsi yang sama dengan sebelumnya. Setelah dilakukan penggantian tersebut, motor listrik hasil konversi dapat berjalan lagi dengan normal dan siap dilakukan uji coba dengan responden.

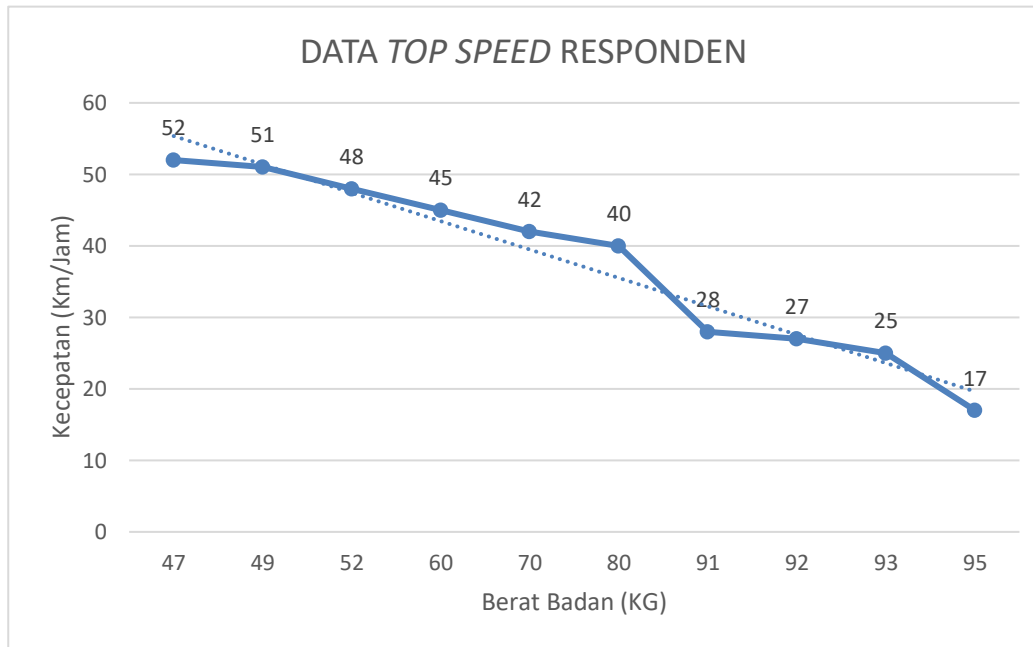
Pada tahap uji motor listrik telah dilakukan pengujian di Jalan Cepor-Dawukan, Sendangtirto, Berbah, Sleman. Berikut akan disajikan tabel hasil pengujian:

Tabel 4.1 Uji Motor Listrik

No	Responden Pengujian	Tinggi Badan (TB)	Berat Badan (BB)	Jarak Tempuh	Rerata <i>Top Speed</i>
1	Responden 1	155 cm	47 kg	250 m	52 km/jam
2	Responden 2	168 cm	52 kg	250 m	48 km/jam
3	Responden 3	178 cm	49 kg	250 m	51 km/jam
4	Responden 4	175 cm	91 kg	250 m	28 km/jam
5	Responden 5	170 cm	93 kg	250 m	25 km/jam
6	Responden 6	167 cm	92 kg	250 m	27 km/jam
7	Responden 7	178 cm	80 kg	250 m	40 km/jam
8	Responden 8	174 cm	70 kg	250 m	42 km/jam
9	Responden 9	174 cm	95 kg	250 m	17 km/jam
10	Responden 10	171 cm	60 kg	250 m	45 km/jam

Berdasarkan tabel diatas dapat dianalisis, adanya perbedaan nilai rerata *top speed* setelah 3 kali uji coba masing-masing responden antara berat badan responden di berbagai variasi kecepatan. Pada kedua kondisi, *top speed* terus mengalami peningkatan seiring berkurangnya berat badan responden, terlihat rerata *top speed* terbesar terjadi pada saat responden dengan berat badan hanya 47 kg dapat memperoleh rerata kecepatan maksimal sebesar 52 km/jam. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh berat badan responden terhadap rerata *top speed* kendaraan bermotor, dimana pada berat badan responden yang lebih berat dibutuhkan daya lebih besar daripada berat badan yang lebih ringan, karena sesuai dengan parameter yang terdapat pada landasan teori, untuk mendapatkan daya yang lebih besar dibutuhkan nilai berat badan yang besar, sehingga berdasarkan persamaan yang berlaku antara daya (Torsi) dan RPM, semakin besar daya (torsi) maka RPM akan semakin mengecil hal ini juga beriringan

dengan perubahan kecepatan, karena perubahan kecepatan berbanding lurus dengan perubahan RPM dan berbanding terbalik dengan perubahan daya (torsi), hal inilah yang mengakibatkan semakin ringan Berat Badan (BB) pengendara maka rerata *top speed* yang dihasilkan akan semakin tinggi atau cepat, akan tetapi jika BB pengendara semakin berat, maka rerata *top speed* akan semakin berkurang atau melambat .



Gambar 4.4 Grafik Pengujian Motor Listrik

Berdasarkan grafik diatas dapat dianalisis, adanya perbedaan nilai rerata *top speed* yang signifikan dipengaruhi oleh perbedaan nilai berat badan seluruh responden uji motor Listri. Tren dari grafik terlihat bahwa nilai gradien bernilai negatif, hal ini dikarenakan perbandingan terbalik antara besaran berat badan responden dan nilai rerata *top speed* motor listrik. Semakin kecil atau semakin ringan berat badan responden, maka nilai daripada *top speed* motor listrik akan semakin besar. Akan tetapi apabila berat badan responden semakin besar, makan nilai daripada *top speed* motor listrik juga akan semakin kecil.



Gambar 4.5 Dokumentasi Pengujian Motor Listrik

Pada tahap pembuatan kendaraan listrik ini, tim mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 39 Tahun 2023. Peraturan ini sebagai acuan uji yang dilakukan pada pengujian motor Honda C70. Ada beberapa uji yang tim gunakan seperti pada Tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Uji laik motor Honda C70 berdasarkan PERMEN PERHUBUNGAN 39 Tahun 2023

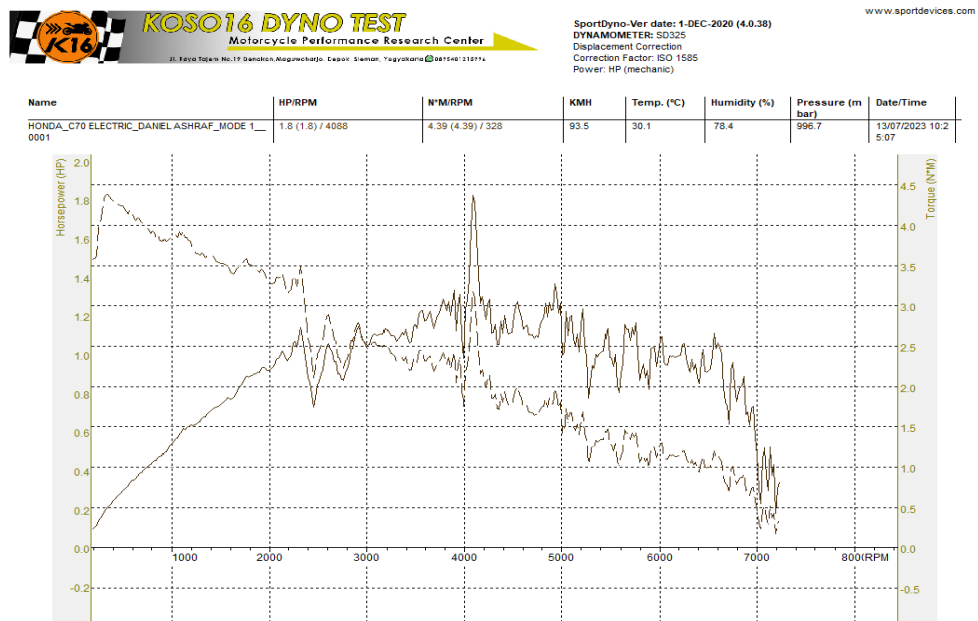
No	Jenis Uji	Syarat berdasarkan PERMEN PERHUBUNGAN 39 Tahun 2023	Kesesuain pada sistem yang diusulkan tim
1	Kelas-kelas tegangan	SNI IEC 62660 : Tegangan kerja maksimum DC, kelas tegangan B ( $V < 60$ ).	Pada tahap ini, kendaraan termasuk pada tegangan B, karena saat tegangan baterai pada keadaan penuh hanya terukur 48V
2	Kategori L3	SNI 8872 : 2019 Kendaraan Listrik konversi roda dua ( <i>twinned wheels</i> ) kapasitas silinder > 50 cc, kecepatan > 50 Km/ Jam	Pada tahap ini konversi motor Honda C70 berkapasitas mesin 72 cc, dan kecepatan maksimum mencapai > 60 Km/ Jam
3	Sistem penyimpanan energi listrik isi ulang	SNI 8871 : 2019 Terdapat RESS ( <i>Rechargeable Energy Storage System</i> )	Pada pengujian ini, baterai yang digunakan terdapat sistem REES atau “Sistem penyimpanan energi listrik mampu isi ulang”.
4	Penandaan sistem kabel kelas	Pembungkusan luar kabel dan <i>harness</i> pada	Pada sistem yang tim



	Tegangan B	sirkuit kelas tegangan B, yang berada di luar selungkup harus ditandai dengan warna jingga.	buat, menggunakan pembungkus luar kabel.
5	Interupsi kelebihan arus RESS kelas tegangan B	Alat-alat interupsi kelebihan arus jika terjadi <i>short</i> sirkuit pada RESS.	Pada baterai yang digunakan oleh tim, terdapat sistem proteksi berupa sekring yang terhubung langsung dengan baterai
6	Pembangkit panas	Ada pencegahan bahaya pembangkit panas akibat kegagalan kelistrikan.	Tidak terdapat pencegahan pembangkit panas.
7	Indikasi pengurangan daya	Ada indikasi pengurangan daya yang dapat diketahui oleh pengendara.	Terdapat indikator pengurangan daya pada tampilan utama <i>speedometer</i> .
8	Desain keselamatan saat terjadi kegagalan listrik	Ada sistem dan komponen yang mempertimbangkan desain keselamatan kegagalan. (MCB atau kunci kontak)	Pada sistem yang dibuat, tim menggunakan kunci kontak sebagai pemutus tegangan yang terhubung dengan kontroler dan DC-DC <i>buck converter</i> .

Angka torsi yang didapat dari hasil dynotest adalah kalkulasi yang dihasilkan motor listrik. Dan itu sangat dipengaruhi indikasi dari pule ratio, final pule. Ukuran roda juga berpengaruh pada keluaran torsi. Oleh karenanya, torsi

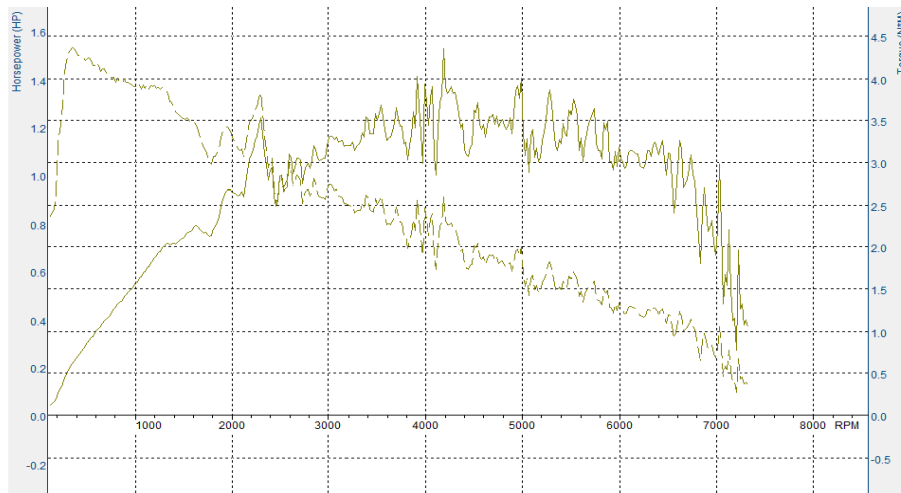
yang dihasilkan pada kecepatan pasti akan jauh lebih besar dibandingkan apabila ada bebannya.



Gambar 4.6 Hasil Pengujian 01 rpm

Pada gambar 4.6 diatas torsi awal yang berkisar 0.1 dan horse power 1.5 Berada dikisaran 200 rpm horse power berikut juga torsi naik. Hingga titik maksimal torsi setelah itu torsi berkurang seiring bertambahnya RPM, akan tetapi Hp masih naik hingga 2200 RPM setelah itu turun saat *gear speed setting* di ganti ke gear 2 pada kisaran 2500 RPM, setelah itu grafik Hp dan Torsi bersesuaian. Dan cenderung menurun seiring bertambahnya RPM.

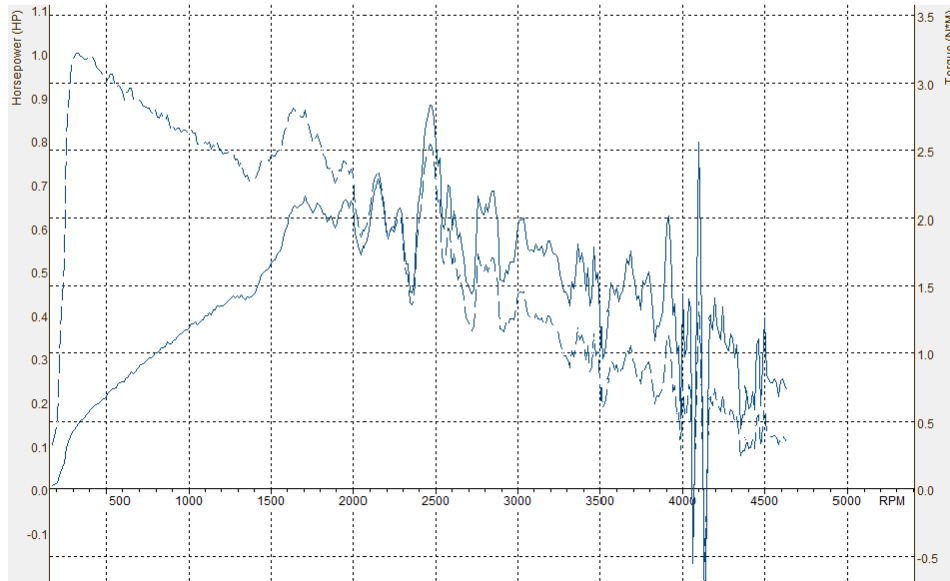
Name	HP/RPM	N*M/RPM	KMH	Temp. (°C)	Humidity (%)	Pressure (m bar)	Date/Time
HONDA_C70 ELECTRIC_DANIEL ASHRAF_MODE 1_0002	1.5 (1.5) / 4186	4.36 (4.36) / 369	94.8	30.0	81.1	996.7	13/07/2023 10:29:55



Gambar 4.7 Hasil Pengujian 02 rpm

Pada gambar 4.7 diatas torsi awal yang berkisar 0,9 dan horse power 0,01. Berada dikisaran 200 rpm horse power berikut juga torsi naik. Hingga titik maksimal torsi setelah itu torsi berkurang seiring bertambahnya RPM, akan tetapi Hp masih naik hingga 2200 RPM setelah itu turun saat *gear speed setting* di ganti ke gear 2 pada kisaran 2500 RPM, setelah itu grafik Hp dan Torsi bersesuaian dan terus menurun seiring bertambahnya RPM.

Name	HP/RPM	N°M/RPM	KMH	Temp. (°C)	Humidity (%)	Pressure (m bar)	Date/Time
HONDA_C70 ELECTRIC_DANIEL ASHRAF _BEBAN_ _0000	0.9 (0.9) / 2456	3.22 (3.25) / 311	60.0	30.1	78.5	996.7	13/07/2023 10:2 2:07



Gambar 4.8 Hasil Pengujian beban rpm

Pada gambar 4.8 diatas torsi awal yang diatas torsi awal yang berkisar 0,1 dan horse power 0,01. Berada dikisaran 200 rpm horse power berikut juga torsi naik. Hingga titik maksimal torsi setelah itu torsi berkurang seiring bertambahnya RPM, akan tetapi Hp masih naik hingga 1800 RPM setelah itu turun saat *gear speed setting* di ganti ke gear 2 pada kisaran 1900 RPM, setelah itu grafik Hp dan Torsi bersesuaian dan terus menurun seiring bertambahnya RPM.

## 4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Realisasi perencanaan dalam manajemen tim terdapat perubahan pada *timeline* dikarenakan proses pengerjaan Tugas Akhir 2 dipercepat dan perubahan perancangan system usulan yang juga mempengaruhi rencana anggaran biaya atau RAB. *Timeline* dan RAB Tugas Akhir dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir

No	Kegiatan	Usulan Waktu	Realisasi
1	Pengambilan topik TA konversi motor bakar ke elektrik	Februari	Februari
2	Diskusi analisis dan perencanaan pembelian alat dengan rekanan TA dan dosen pembimbing.	Maret	Maret
3	Pemasangan komponen pada Motor C70	April – Mei	Mei
4	Uji instalasi listrik	Juni – Juli	Juli
5	Pengujian dan validasi kendaraan listrik	Agustus	Agustus
6	Pengerjaan <i>finishing</i> kendaraan listrik	September	September
7	Pengumpulan laporan akhir	Oktober- November	Oktober- November

### 4.3 Pembahasan

Pada proses perencanaan dan realisasinya terdapat beberapa hal yang diubah untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Perubahan juga didasari oleh referensi jurnal-jurnal yang berkaitan dengan rancang bangun kendaraan listrik. Realisasi juga berdasarkan diskusi tim dan dosen pembimbing. Berikut aspek-aspek atau pembahasan secara rinci bagaimana kesesuaian antara perencanaan dan realisasinya pada Tugas Akhir ini:

1. Berdasarkan Tabel 4.2 kesesuaian standar Peraturan Menteri Perhubungan No.39 tahun 2023 dengan realisasi sistem, dapat dikatakan lebih dari 87% realisasi syarat uji. Realisasi sesuai dengan perencanaan yaitu meliputi pada kesesuaian anatara perancangan sistem yang diusulkan dan pada syarat uji pada Permenhub No.39 tahun 2023. Pada penelitian ini realisasi yang tidak terpenuhi adalah tidak adanya pencegahan pembangkit panas, sehingga pada realisasi sistem terdapat 7 realisasi dari 8 Syarat uji. Maka jumlah poin realisasi/total poin kesesuaian syarat  $\times 100\%$ , sehingga didapat  $(7/8) \times 100\% = 87,5\%$ . Sehingga pada penelitian ini telah memenuhi minimal syarat uji berdasarkan Permenhub No. 39 tahun 2023 yakni pada batas minimal 75%
2. Pada rancangan usulan tidak menggunakan modul *bluetooth*. Tetapi pada realisasinya, digunakan 1 buah modul *bluetooth*. Hal ini bertujuan untuk kalibrasi kontroler dengan *speedometer* agar pembacaan kecepatan lebih akurat, serta melakukan pembatasan kecepatan yang akan digunakan saat pengambilan data. Karena realisasinya jika tidak menggunakan modul *bluetooth* dalam proses kalibrasi kontroler maka sistem motor listrik tidak dapat di deteksi dengan sempurna, dengan perbandingan berjalan dengan kecepatan sama menggunakan kendaraan konvensional, serta torsi awal pada kendaraan listrik yang cukup besar ini tidak dapat ditahan yang mengakibatkan pengguna pada awal mengendarai akan merasa tersentak. Hal ini yang menjadikan alasan dibutuhkannya modul *bluetooth* sebagai proses kalibrasi kontroler.
3. Pada rancangan usulan tidak menggunakan alat pengukur tegangan dan arus DC, namun pada realisasinya, digunakan 1 alat pengukur tegangan dan arus.

Hal ini bertujuan sebagai pembacaan nilai tegangan baterai dan arus yang melewati kontroler. Penggunaan alat ukur tegangan dan arus saat realisasi perancangan ini, disebabkan pada kendala tampilan *speedometer* yang tidak menampilkan nilai tegangan baterai dan arus, hal ini yang mendasari dibutuhkannya alat pengukuran tegangan dan arus DC.

4. Berdasarkan Tabel 4.1 Uji Motor Listrik yang dilakukan di jalan Cepor - Dawukan, Sendangtirto, Berbah, Sleman didapatkan data percobaan yang sangat bervariasi secara acak. Pada Responden 1 dengan Berat Badan (BB) 47 kg setelah melakukan uji coba dengan motor listrik didapatkan kecepatan maksimal sebesar 52 Km/ jam. Pada Responden 2 dengan Berat Badan (BB) 52 Kg setelah melakukan uji coba dengan motor listrik didapatkan kecepatan maksimal 48 km/jam. Pada Responden 3 dengan Berat Badan (BB) 49 kg setelah melakukan uji coba didapatkan kecepatan maksimal sebesar 51 km/jam. Pada Responden 4 dengan Berat Badan (BB) 91 Kg setelah melakukan uji coba didapatkan kecepatan maksimal sebesar 28 Km/jam. Pada responden 5 dengan Berat Badan (BB) 93 Km/jam setelah melakukan uji coba didapatkan kecepatan maksimal sebesar 25 Km/jam. Pada Responden 6 dengan Berat Badan (BB) 92 Kg setelah melakukan uji coba didapatkan kecepatan maksimal sebesar 27 Km/jam. Pada Responden 7 dengan Berat Badan (BB) 80 Kg setelah melakukan uji coba didapatkan kecepatan maksimal sebesar 40 Km/jam. Pada Responden 8 dengan Berat Badan (BB) 70 Kg setelah melakukan uji coba didapatkan kecepatan maksimal sebesar 42 Km/jam. Pada Responden 9 dengan Berat Badan (BB) 95 Kg setelah melakukan uji coba didapatkan kecepatan maksimal sebesar 17 Km/jam. Dan pada Responden 10 dengan Berat Badan (BB) 60 Kg setelah melakukan uji coba didapatkan kecepatan maksimal sebesar 45 km/jam. Setelah dilakukan uji responden dan berdasarkan analisis pada grafik, maka Berat Badan (BB) maksimal pengendara yang disarankan adalah pada 80 Kg. Hal ini karena pada pengendara dengan kisaran BB maksimal 80 Kg, motor masih dapat melaju hingga *top speed* diatas 40 Km/jam dengan dengan *gear set* III atau bisa mencapai arus maksimal kontroler ke BLDC sebesar 41.6 Ampere. Sedangkan untuk BB diatas 80 Kg berdasarkan grafik uji

responden kecepatan maksimal motor listrik tidak bisa lebih dari 30 Km/jam, atau sesuai SOP uji motor listrik yang disepakati masih belum mencapai batas *gear set II* yakni dengan kecepatan maksimal 35 Km/jam atau pada kuat arus optimal *gear set II* sebesar 35 Ampere. Sedangkan untuk kecepatan optimal *gear set I* berada pada kecepatan 0 sampai 20 Km/ jam sesuai dengan 15 Ampere.

5. Perbedaan nilai *top speed* antara berat badan responden di berbagai variasi kecepatan terlihat dari Gambar 4.4 Grafik Pengujian Motor Listrik. Terlihat grafik memiliki gradien negatif atau mengalami penurunan yang cukup signifikan berdasarkan penambahan Berat Badan (BB) Responden. Pada kedua kondisi, *top speed* terus mengalami peningkatan seiring berkurangnya Berat Badan (BB) responden, terlihat *top speed* terbesar terjadi pada saat responden dengan tinggi badan 155 cm dan berat badan hanya 47 kg dapat memperoleh kecepatan 52 km/jam pada jarak 250 meter. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh kondisi berat badan responden terhadap *top speed* kendaraan bermotor, dimana pada berat badan responden yang lebih berat dibutuhkan daya lebih besar daripada berat badan yang rendah, karena sesuai dengan parameter yang terdapat pada landasan teori, untuk mendapatkan daya dibutuhkan nilai berat badan rendah, sehingga hasilnya akan lebih besar dibanding saat berat badan tinggi. Kemudian, semakin besar nilai berat badan, *top speed* yang dibutuhkan juga akan semakin berkurang.



## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah melakukan perancangan, pengujian dan pembahasan data yang diperoleh dari rancang bangun kendaraan listrik maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Motor Honda C70 yang telah dirancang berhasil memenuhi spesifikasi yang diusulkan seperti beban maksimum yang ditopang dan kecepatan maksimum yang dicapai, serta telah memenuhi standar yang tertulis dalam Peraturan Menteri Perhubungan No.PM 39 Tahun 2023 tentang konversi sepeda motor dengan penggerak motor bakar menjadi sepeda motor listrik berbasis baterai, namun untuk jarak tempuh maksimum 40 Km belum tercapai.
2. Perbedaan nilai rerata *top speed* antara berat badan responden di berbagai variasi kecepatan. Pada kedua kondisi, *top speed* terus mengalami peningkatan seiring berkurangnya berat badan responden, terlihat *top speed* terbesar terjadi pada saat responden dengan tinggi badan 155 cm dan berat badan hanya 47 kg yang dapat memperoleh kecepatan 52 km/jam. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh kondisi berat badan responden terhadap *top speed* motor listrik, dimana pada berat badan responden yang besar dibutuhkan daya lebih besar daripada berat badan yang lebih rendah, karena sesuai dengan parameter yang terdapat pada landasan teori, untuk mendapatkan daya yang lebih besar dibutuhkan nilai berat badan yang lebih rendah, sehingga nilai *top speed* akan semakin meningkat dibanding saat nilai berat badan responden besar yang mengakibatkan *top speed* semakin kecil.
3. Berdasarkan seluruh hasil percobaan pada penelitian Tugas Akhir (TA) ini, untuk mendapatkan nilai kecepatan yang optimal Berat Badan (BB) pengendara tidak boleh lebih daripada 80 Kg.

## **5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya**

Menyadari bahwa sistem yang telah dirancang masih dibutuhkan pengembangan lagi, berikut terdapat saran yang dapat membantu dalam pengembangan kendaraan listrik selanjutnya.

1. Meningkatkan kemampuan jelajah kendaraan, sehingga dapat menambah jarak tempuh kendaraan, karena pada penelitian ini daya jelajah motor listrik hasil konversi Honda C70 hanya bisa mencapai 40 Km.
2. Meningkatkan uji keselamatan dalam pembuatan kendaraan berdasarkan Permenhub N0.39 Tahun 2023 dimana belum terdapatnya system pemberitahuan pembangkit panas pada konversi motor listrik Honda C70 ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basith, A. Ulinuha, M. Afan Muhlasin, and I. Shokhibul Khak, "Emitor: Jurnal Teknik Elektro Analisis Performa dan Konsumsi Daya Motor BLDC 350 W pada Prototipe Mobil Listrik Ababil," vol. 18, no. 02, pp. 55–58
- D. Satria, R. Lusiani, Haryadi, I. Rosyadi, and A. Fauzi, "Analisa Perhitungan Energi Listrik Pada Sepeda Listrik Hybrid," jurnal sains dan Teknol. Univ. Sultan Ageng Tirtayasa, vol. 11, no. 1, pp. 9–19, 2017
- Januar Ishak Wijaya, (2015) Perancangan Dan Pemilihan Komponen Sistem Penggerak Sepeda Listrik Dengan Frame Bahan Komposit. Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta
- N. Nugroho dan S. Agustina, "Analisa Motor DC (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik," Mikrotiga, vol. 2, no. 1, p. 28, 2015.
- Nurtriartono Agus. (2014). Rancang Bangun dan Uji Performa Axial Brushless DC Motor Dengan Daya Output 2000 Watt. Surabaya. Institiut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Nugroho Gesang. (2020). Perancangan Motor Listrik BLDC Tipe Hub 1000Watt Untuk Penggerak Sepeda Motor
- Onogawa K, (2007), Environment Sustainable Transport For Asian Cities,. UNCRD, Minister of the Environment Goverment of Japan, Japan. P.Beer, Ferdinand.
- Putra Hendarto, Jie Samuel. (2017). Perancangan Sepeda Listrik Dengan Menggunakan Motor DC Seri. Kendari. Universitas Halu Oleo.
- Tarsisius Kristyadi (2021), Konversi Sepeda Motor Berbahan Bakar Bensin Menjadi Bertenaga Listrik. Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta
- Wahyudi & Wirawan. (2016). Pengembangan Peraga Trainer Elektromagnetik Sebagai Media Pembelajaran Konsep Kelistrikan Dasar. Jurnal Pendidikan Teknik Mesin, 1(48-52).
- Wajilan (2022), Modifikasi Motor Bensin Jenis New Revo Tipe Honda Menjadi Motor Listrik. Jurnal Ilmiah

Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor  
PM/39/Permenhub/2023 tentang Konversi Sepeda Motor dengan  
Penggerak Motor Bakar Menjadi Motor Listrik Berbasis Baterai.

## LAMPIRAN

### SURAT PERSETUJUAN RESPONDEN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama :  
Tinggi Badan (TB) :  
Berat Badan (BB) :

Dengan penuh tanggungjawab dan tanpa paksaan menyatakan kesediaannya sebagai responden uji alat pada Tugas Akhir (TA) Mahasiswa R. KAMADATU S. FAHMI (19525018), dengan Judul Topik *"PERFORMANCE EVALUATION OF THE ELECTRICAL CONVERSION MOTORBIKE HONDA C70 AGAINST RIDER LOAD VARIATIONS TO INCREASE PERMORMANCE OF THE ELECTRIC MOTORBIKE."* atau **"EVALUASI PERFORMA KONVERSI MOTOR LISTRIK HONDA C70 BERJENIS MID DRIVE TERHADAP VARIASI BEBAN PENGENDARA UNTUK PENINGKATAN KINERJA MOTOR LISTRIK"**

Dan dengan ini maka responden berhak mendapatkan :

1. *Fee* sebesar Rp. 50.000,- (Lima Puluh ribu rupiah) untuk satu kali periode uji alat.
2. Kompensasi atau pertanggungjawaban penulis apabila terjadi kecelakaan.
3. Arahan dan petunjuk penuh mengenai kegunaan alat dan keberlangsungan penelitian.

Demikian surat persetujuan ini, agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

PENULIS,

RESPONDEN

( R. KAMADATU S. FAHMI)

( )



**MENTERI PERHUBUNGAN  
REPUBLIK INDONESIA**

**PERATURAN MENTERI PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR PM 39 TAHUN 2023  
TENTANG  
KONVERSI SEPEDA MOTOR DENGAN PENGGERAK MOTOR BAKAR  
MENJADI SEPEDA MOTOR LISTRIK BERBASIS BATERAI**

**DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA**

**MENTERI PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA,**

- Menimbang** : a. bahwa untuk mendorong percepatan program penyelenggaraan konversi sepeda motor dengan penggerak motor bakar menjadi sepeda motor listrik berbasis baterai, perlu mengganti Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 65 Tahun 2020 tentang Konversi Sepeda Motor dengan Penggerak Motor Bakar Menjadi Sepeda Motor Listrik Berbasis Baterai dikarenakan sudah tidak sesuai dengan perkembangan dalam penyelenggaraan konversi sepeda motor listrik berbasis baterai;
- b. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a serta untuk melaksanakan Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (*Battery Electric Vehicle*) untuk Transportasi Jalan, perlu menetapkan Peraturan Menteri Perhubungan tentang Konversi Sepeda Motor dengan Penggerak Motor Bakar Menjadi Sepeda Motor Listrik Berbasis Baterai;
- Mengingat** : 1. Pasal 17 ayat (3) Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945;
2. Undang-Undang Nomor 39 Tahun 2008 tentang Kementerian Negara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 166, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4916);
3. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 96, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5025) sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja Menjadi Undang-Undang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 41, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6856);

10. Unit Pelaksana Uji Tipe adalah unit kerja di lingkungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat dengan tugas dan fungsi melaksanakan pengujian tipe Kendaraan Bermotor.
11. Menteri adalah menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang transportasi.
12. Direktur Jenderal adalah pimpinan tinggi madya yang bertanggung jawab di bidang sarana dan prasarana lalu lintas dan angkutan jalan.

## BAB II PENYELENGARAAN KONVERSI

### Pasal 2

- (1) Setiap Sepeda Motor dengan penggerak Motor Bakar yang telah dilakukan registrasi dan identifikasi dapat dilakukan Konversi menjadi Sepeda Motor Listrik Berbasis Baterai.
- (2) Registrasi dan identifikasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibuktikan dengan Buku Pemilik Kendaraan Bermotor dan Surat Tanda Nomor Kendaraan Bermotor.

### Pasal 3

- (1) Konversi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 meliputi komponen:
  - a. pak baterai dengan sistem baterai manajemen;
  - b. penurun tegangan arus searah (*DC to DC converter*);
  - c. Motor Listrik;
  - d. sistem pengatur penggerak Motor Listrik (*controller/inverter/electronic control unit*);
  - e. *port charger* untuk pengisian baterai; dan
  - f. peralatan pendukung lainnya.
- (2) Komponen pak baterai dengan sistem baterai manajemen sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a harus dilengkapi dengan:
  - a. laporan pengujian oleh lembaga yang telah terakreditasi; atau
  - b. sertifikat yang sesuai dengan standar nasional Indonesia dan/atau standar internasional.
- (3) Komponen Motor Listrik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c harus memiliki nomor Motor Listrik.
- (4) Komponen sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b sampai dengan huruf f harus memenuhi persyaratan keselamatan.

### Pasal 4

- (1) Konversi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 hanya dilakukan oleh bengkel umum, lembaga, atau institusi yang telah mendapatkan persetujuan dari Menteri melalui Direktur Jenderal sebagai Bengkel Konversi.
- (2) Bengkel Konversi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) hanya dapat melakukan Konversi berdasarkan permohonan pemilik Kendaraan Bermotor.

- (4) Permohonan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dapat diajukan melalui sistem berbasis teknologi informasi yang terintegrasi dengan sistem informasi dan komunikasi yang dimiliki kementerian/lembaga lain dan Kepolisian Negara Republik Indonesia.
- (5) Dalam hal permohonan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dinyatakan lengkap, pemohon membayar biaya pengujian setelah diterbitkan surat pengantar uji.
- (6) Besaran biaya pengujian sebagaimana dimaksud pada ayat (5) ditetapkan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

#### Pasal 11

- (1) Pengujian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 10 terdiri atas pemeriksaan kelaikan komponen Konversi dan pengujian tipe fisik Kendaraan Bermotor Listrik.
- (2) Pengujian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan oleh Unit Pelaksana Uji Tipe.
- (3) Pengujian sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dapat dilakukan pada lokasi:
  - a. Balai Pengelola Transportasi Darat;
  - b. unit pelaksana pengujian swasta yang terakreditasi;
  - c. badan layanan umum pengujian yang terakreditasi; dan
  - d. Bengkel Konversi tipe A.
- (4) Unit pelaksana teknis dan Bengkel Konversi tipe A yang dapat menjadi lokasi pengujian sebagaimana dimaksud pada ayat (3) ditetapkan oleh Direktur Jenderal.

#### Bagian Kedua

#### Pemeriksaan Kelaikan Komponen Konversi

#### Pasal 12

- (1) Pemeriksaan kelaikan komponen Konversi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11 ayat (1) dilakukan terhadap:
  - a. pak baterai dengan sistem baterai manajemen;
  - b. penurun tegangan arus searah (*DC to DC converter*);
  - c. Motor Listrik;
  - d. sistem pengatur penggerak Motor Listrik (*controller/inverter/electronic control unit*);
  - e. *port charger* untuk pengisian baterai; dan
  - f. peralatan pendukung lainnya.
- (2) Selain pemeriksaan komponen Konversi sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dilakukan pemeriksaan terhadap kesesuaian komponen Konversi.
- (3) Pemeriksaan terhadap kesesuaian komponen Konversi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) meliputi:
  - a. verifikasi pengesahan komponen Konversi;
  - b. spesifikasi komponen Konversi; dan
  - c. standar operasional prosedur pemasangan komponen Konversi.



Pasal 13

- (1) Pemeriksaan terhadap komponen pak baterai dengan sistem baterai manajemen sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12 ayat (1) huruf a harus memenuhi ketentuan:
  - a. terpasang kokoh dengan pengunci pada Sepeda Motor;
  - b. untuk baterai yang terpasang pada Sepeda Motor dipasang dengan kuat agar tidak berubah posisi pada saat digunakan;
  - c. baterai dilarang ditempatkan pada posisi yang memiliki risiko kerusakan yang tinggi saat terjadi kecelakaan;
  - d. untuk baterai yang berada dalam lebih dari 1 (satu) wadah diletakkan berdekatan dengan berjarak kurang dari 300 mm (tiga ratus milimeter);
  - e. ditempatkan dalam 1 (satu) pak atau wadah dengan rangkaian baterai;
  - f. ditempatkan dengan perlindungan terhadap kelembaban, debu, percikan, dan genangan air;
  - g. memiliki kemampuan proteksi dan pengindra/sensor paling sedikit berupa: dan
    1. proteksi *overcharge*;
    2. proteksi *overload*;
    3. proteksi atau pendeteksi temperatur pada sel baterai atau setiap sel baterai; dan
    4. proteksi atau *balancing* pada sel baterai atau setiap sel baterai.
  - h. baterai wajib menggunakan *Miniature Circuit Breaker* (MCB) dan/atau sistem komunikasi data yang terintegrasi dengan *Electronic Control Unit* (ECU).
- (2) Pemeriksaan terhadap komponen penurun tegangan arus searah (*DC to DC converter*) sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12 ayat (1) huruf b harus memiliki kemampuan menahan arus listrik 30% (tiga puluh persen) lebih tinggi dari beban kelistrikan perangkat Sepeda Motor.
- (3) Pemeriksaan terhadap komponen Motor Listrik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12 ayat (1) huruf c harus memenuhi ketentuan:
  - a. ditempatkan kokoh pada Sepeda Motor dengan mempertimbangkan getaran yang timbul ketika kendaraan beroperasi;
  - b. ditempatkan langsung dengan roda atau menyatu dengan transmisi; dan
  - c. daya Motor Listrik sesuai dengan klasifikasi sebagai berikut:
    1. Sepeda Motor dengan isi silinder sampai dengan 110 cc (seratus sepuluh sentimeter kubik), daya Motor Listrik Konversi paling rendah 1 kW (satu kilo Watt) dan paling tinggi 2 kW (dua kilo Watt);

Pasal 14

- (1) Pengujian tipe terhadap fisik Sepeda Motor yang telah dilakukan Konversi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11 ayat (1) meliputi:
  - a. rem;
  - b. lampu utama;
  - c. tingkat suara klakson;
  - d. berat Kendaraan Bermotor;
  - e. akurasi alat petunjuk kecepatan;
  - f. konstruksi; dan
  - g. keselamatan fungsional.

---

-11-

- (2) Selain pengujian sebagaimana dimaksud pada ayat (1), setiap Sepeda Motor yang telah dilakukan Konversi dengan baterai yang memiliki kemampuan tegangan tinggi wajib dilakukan pengujian sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (3) Pengujian tipe terhadap fisik Sepeda Motor yang telah dilakukan Konversi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Bagian Keempat  
SUT Konversi

Pasal 15

- (1) Berdasarkan pelaksanaan pengujian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12 sampai dengan Pasal 14, Unit Pelaksana Uji Tipe yang melaksanakan pengujian Kendaraan Bermotor sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11 menerbitkan resume uji paling lama 5 (lima) hari kerja sejak pelaksanaan uji selesai.
- (2) Dalam hal hasil resume uji sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dinyatakan lulus uji, Unit Pelaksana Uji Tipe menyampaikan resume uji kepada Direktur Jenderal.
- (3) Berdasarkan resume uji sebagaimana dimaksud pada ayat (2), Direktur Jenderal menerbitkan bukti lulus uji tipe Konversi.
- (4) Bukti lulus uji tipe Konversi sebagaimana dimaksud pada ayat (3) terdiri atas:
  - a. keputusan Direktur Jenderal;
  - b. SUT Konversi;
  - c. pengesahan Instalasi sistem penggerak Motor Listrik;
  - d. resume uji; dan
  - e. foto Kendaraan Bermotor.
- (5) Penerbitan SUT Konversi sebagaimana dimaksud pada ayat (4) huruf b dikenakan biaya sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undang di bidang penerimaan negara bukan pajak yang berlaku pada Kementerian Perhubungan.

B. KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL TENTANG SERTIFIKAT UJI TIPE  
KENDARAAN BERMOTOR KONVERSI

KEPUTUSAN DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN DARAT  
NOMOR :

TENTANG

SERTIFIKAT UJI TIPE DAN PENGESAHAN HASIL UJI TIPE KENDARAAN  
BERMOTOR MEREK ..... TIPE ..... (KONV KBBBM KE  
KBLBB) SEBAGAI .....

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN DARAT,

- Menimbang : a. bahwa berdasarkan hasil pengujian fisik terhadap kendaraan bermotor merek ..... tipe ..... (KONV KBBBM KE KBLBB) sebagai ..... telah memenuhi persyaratan teknis dan laik jalan dan dinyatakan lulus uji;
- b. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, perlu menetapkan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat tentang Sertifikat Uji Tipe dan Pengesahan Hasil Uji Kendaraan Bermotor Merek ..... Tipe ..... (KONV KBBBM KE KBLBB) Sebagai .....
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 96, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5025) sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja menjadi Undang-Undang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 41, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6856);
2. Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) untuk Transportasi Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2019 Nomor 146);
3. Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 tentang Kendaraan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 120, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5317);

## Pemesanan Dokumen

Nomor Standar	SNI 8872:2019
Judul Standar	Kendaraan bermotor berpengerak listrik kategori L – Sistem penyimpanan energi listrik mampu-isi-ulang / Rechargeable Electrical Energy Storage System (REESS) – Persyaratan keselamatan
Status Standar	Berlaku
Komite Teknis	43-02 Kendaraan jalan raya bertenaga listrik
ICS	<b>43.120 Kendaraan jalan raya listrik;</b>
SK Penetapan	808/KEP/BSN/12/2019
Tanggal Penetapan	30-December -2019
Jumlah Halaman	64
Format	CETAK
Bahasa	Bahasa Indonesia

---

## Pemesanan Dokumen

Nomor Standar	SNI IEC 62660-1:2017
Judul Standar	Sel litium-ion sekunder untuk penggerak kendaraan listrik - Bagian 1 : Pengujian unjuk kerja (IEC 62660-1:2010, IDT)
Status Standar	Berlaku
Komite Teknis	43-02 Kendaraan jalan raya bertenaga listrik
ICS	<b>43.120 Kendaraan jalan raya listrik;</b>
SK Penetapan	491/KEP/BSN/12/2017
Tanggal Penetapan	22-December -2017
Jumlah Halaman	41
Format	CETAK
Bahasa	Bahasa Indonesia
Harga	Rp 75.000



KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
REPUBLIK INDONESIA

DIREKTORAT JENDERAL KETENAGALISTRIKAN

JALAN H.R RASUNA SAID BLOK X-2KAV. 7 - 8 KUNINGAN, JAKARTA SELATAN 12950

TROMOL POS: 3043/JKT 10002 TELEPON: (021) 5225180 FAKSIMILE: (021) 5256066-5256044 WEBSITE: www.djk.esdm.go.id

**Standar Nasional Indonesia**  
**Komite Teknis Mesin Listrik**

NO	Nomor Standar	Judul	Acuan Standar
1.	SNI IEC 60034-11:2011	Mesin listrik berputar- Bagian 11: Proteksi termal	IEC 60034-11 (2004-07) ed.2.0 SNI IEC 60034-11:2011 merevisi SNI 04-3847-1995
2.	SNI IEC 60034-12:2011	Mesin listrik berputar- Bagian 12: Kinerja pengasutan motor induksi sangkar fase tiga kecepatan tunggal	IEC 60034-12 (2007-09) ed.2.1 SNI IEC 60034-12:2011 merevisi SNI 04-3860-1995
3.	SNI IEC 60034-5:2011	Mesin listrik berputar- Bagian 5: Tingkat proteksi yang diberikan oleh desain integral dari mesin listrik berputar (kode IP) - Klasifikasi	IEC 60034-05 ed 4.1 (2006-11)
4.	SNI IEC 60034-18-:2011	Mesin Listrik Berputar - Bagian 18: Evaluasi Fungsional Sistem Insulasi- Seksi 1: Petunjuk Umum	IEC 60034-18-1 ed 1.0 (1992-02) SNI IEC 60034-18-:2011 merevisi SNI 04-6268.1-2000
5.	SNI ISO 8528-1:2009	Perangkat genset arus bolak-balik dengan penggunaan mesin bakar internal system torak bolak-balik - Bagian 1: Penggunaan, pengenalan dan kinerja	ISO 8528-1 Ed. 1.0 en (1993-04)
6.	SNI IEC 60034-9 : 2009	Mesin listrik berputar - Bagian 9: Batas kebisingan	IEC 60034-9 (2003-10) SNI IEC 60034-9 : 2009 merevisi SNI 04-0918.9-2002
7.	SNI IEC 60034-14: 2009	Mesin listrik berputar - Bagian 14: Getaran mekanis mesin tertentu dengan ketinggian poros 56 mm dan lebih tinggi - Pengukuran, evaluasi dan	IEC 60034-14 (2003-11) SNI IEC 60034-14: 2009 merevisi

NO	Nomor Standar	Judul	Acuan Standar
		batas kerasnya getaran	SNI 05-1629-1989
8.	SNI IEC 60034-3:2009	Mesin Listrik Berputar – Bagian 3 : Persyaratan khusus Mesin sinkron Rotor Silindris.	IEC 60034-3 Ed. 5.0 b (2005-02) SNI IEC 60034-3:2009 merevisi SNI 04-0918.3-2001
9.	SNI 04-0918.18.21-2001	Mesin Listrik Berputar Bagian 18 : Evaluasi fungsi sistem isolasi - Pasal 21 : Prosedur uji evaluasi termal dan klasifikasi untuk kawat kumparan belitan	IEC 60034-18-21 (1992-07)
10.	SNI 04-0918.18.33-2001	Mesin Listrik Berputar Bagian 18 : Evaluasi fungsi sistem isolasi - Pasal 33 : Prosedur uji untuk belitan kawat persegi evaluasi multi faktor kemampuan sistem isolasi gabungan di bawah tekanan termal dan listrik yang digunakan pada mesin mulai 50 MVA dan 15 kV	IEC60034-18-33 (1995-03)
11.	SNI 04-0918.8-2001	Mesin listrik berputar Bagian 8 : Penandaan termal dan arah putaran mesin berputar	IEC 60034-8 (1972-01) + Am 1(1990-11)+ Am 2(1996-11)
12.	SNI 04-0918.15-2001	Mesin listrik berputar Bagian 15 : Tingkat ketahanan mesin listrik berputar a.b.b. terhadap tegangan impuls dengan bentuk belitan stator jenis gelung	IEC 60034-15 (1995-01)
13.	SNI 04-0918.18.31-2001	Mesin listrik berputar – Bagian 18 : Evaluasi fungsional pada sistem isolasi - Seksi 31: Evaluasi termal dan klasifikasi sistem isolasi yang digunakan pada mesin sampai dengan dan termasuk 50 MVA dan 15 kV	
14.	SNI IEC 60034-22:2009	Mesin listrik berputar – Bagian 22: Generator a.b. diperuntukkan mesin pembakaran internal bolak-balik sebagai penggerak set pembangkitan	IEC60034-22:2009
15.	SNI 04-0918.2A-2000	Mesin listrik berputar Bagian 2A : Metode untuk menentukan rugi-rugi dan efisiensi mesin listrik berputar (tidak termasuk mesin untuk	IEC 60034-2A (1972)

NO	Nomor Standar	Judul	Acuan Standar
		kendaraan traksi)	
16.	SNI 04-0918.17-2000	Mesin listrik berputar Bagian 17: Petunjuk pemakaian motor induksi rotor sangkar yang disuplai dari konverter	IEC 60034-17
17.	SNI 04-6189-1999	Pengukuran resistans belitan pada mesin a.b.b. selama operasi pada tegangan bolak-balik	
18.	SNI 04-3864-1995	Dimensi dan Keluaran Pengenal Mesin Listrik Berputar Berkaki Pemasangan Dengan Nomor Rangka 355 s.d. 1000	IEC 60 72-1 (1971)
19.	SNI 04-3577-1994	Klasifikasi tingkat perlindungan selungkup untuk mesin listrik berputar	
20.	SNI 04-1693-1989	Pendingin Mesin Sinkron	
21.	SNI 04-1632-1989	Unjuk kerja sistem pengaman termal untuk mesin listrik berputar	
22.	SNI 04-1077-1989	Generator sinkron, Cara Uji	
23.	SNI IEC 60669-2-1:2009	Sakelar Untuk Rumah Tangga dan Instalasi Listrik Magun Sejenis – Bagian 2-1: Persyaratan Khusus - Sakelar Elektronik	IEC 60669-2-1
24.	SNI IEC 60364-7-709:2011	Instalasi listrik tegangan rendah - Bagian 7-709: Persyaratan untuk instalasi khusus atau lokasi - Marina dan tempat sejenisnya	IEC 60364-7-709
25.	SNI IEC 60446:2011	Prinsip dasar dan keselamatan untuk antarmuka manusia dan mesin, penandaan dan identifikasi Identifikasi dengan warna atau huruf angka	IEC 60446
26.	SNI 7857:2013	Mesin listrik berputar Bagian 30: Kelas efisiensi motor induksi sangkar, fase tiga, kecepatan tunggal	IEC 7857
27.	SNI IEC 60034-1:2013	Mesin listrik berputar Bagian 1: Pengenal dan unjuk kerja	IEC 60034-1
28.	SNI IEC 60034-2-1:2013	Mesin listrik berputar Bagian 2-1: Metode standar untuk menentukan rugi-rugi dan efisiensi dari pengujian (tidak termasuk mesin untuk kendaraan traksi)	IEC 60034-2-1
29.	SNI IEC 60034-3:2013	Mesin listrik berputar Bagian 3: Persyaratan khusus untuk	IEC 60034-3



<b>NO</b>	<b>Nomor Standar</b>	<b>Judul</b>	<b>Acuan Standar</b>
		generator sinkron yang diputar oleh turbin uap atau turbin gas bakar	
30.	SNI IEC 60034-2-2:2014	Mesin listrik berputar Bagian 2-2: Metode spesifik untuk menentukan rugi-rugi secara terpisah untuk mesin besar dari pengujian Suplemen untuk SNI IEC 60034-2-1	IEC 60034-2-2:2010
31.	SNI IEC 60034-4:2014	Mesin listrik berputar Bagian 4: Metode untuk menentukan besaran mesin sinkron dari pengujian	IEC 60034-4:2008
32.	SNI IEC 60034-30-1:2016	Mesin listrik berputar - Bagian 30-1: Kelas efisiensi motor a.b. yang dioperasikan langsung terhubung ke jaringan listrik (kode IE)	IEC 60034-30-1:2014
33.	SNI IEC/TS 60034-31:2016	Mesin listrik berputar - Bagian 31: Pemilihan motor dengan energi efisien termasuk aplikasi kecepatan variabel - Pedoman aplikasi	IEC/TS 60034-31:2010
34.	SNI IEC 60034-6:2017	Mesin listrik berputar - Bagian 6 : Metode pendinginan (kode IC)	IEC 60034-6:1991
35.	SNI IEC 60034-8:2015	Mesin listrik berputar - Bagian 8: Penandaan terminal dan arah rotasi	IEC 60034-8:2007