

**RANCANG BANGUN PURWARUPA SEPEDA MOTOR
LISTRIK MESIN GANDA PARALEL 1000W
MENGUNAKAN *HUB DRIVE* DAN *MID DRIVE* MOTOR**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Jafar Umar Assadulloh

219341050



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**RANCANG BANGUN PURWARUPA SEPEDA MOTOR LISTRIK MESIN
GANDA PARALEL 1000W MENGGUNAKAN *HUB DRIVE* DAN *MID
DRIVE MOTOR***

Oleh:

Jafar Umar Assadulloh

219341050

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 8 Agustus 2024

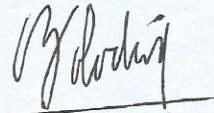
Disetujui,

Pembimbing I,



Nur Wisma Nugraha, S.T., M.T.
NIP. 197406092003121002

Pembimbing II,



Ir. Bolo Dwiartomo, M.Eng.
NIP. 196810301995121001

Penguji I,

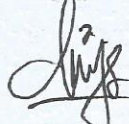


Hendy Rudiansyah, S.T.,
M.Eng.

NIP. 198105072008101001

Disahkan,

Penguji II,



Danu Jaya Saputro, S.T.,
M.Sc.

NRP. 224401001

Penguji III,



Rizqi Aji Pratama, M.Pd.

NIP. 199110272022031005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Jafar Umar Assadulloh
NIM : 219341050
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Purwarupa Sepeda Motor Listrik Mesin Ganda Paralel 1000W Menggunakan *Hub Drive* dan *Mid Drive Motor*

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 08 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,

(Jafar Umar Assadulloh)
NIM 219341050

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Jafar Umar Assadulloh
NIM : 219341050
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun Purwarupa Sepeda Motor Listrik Mesin Ganda Paralel 1000W Menggunakan *Hub Drive* dan *Mid Drive* Motor

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 08 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,

(Jafar Umar Assadulloh)
NIM 219341050

MOTO PRIBADI

﴿مِنْ بَرَكَاتِهِ إِذَا دُخِلَ عَلَىٰ مَوْلَاكُمُ الْحَرْبُ لَمَّا يُخْرَجُوا لَكُمْ يُبَازِغُوا فِيكُمْ وَيُقْتَلُونَ﴾

Sepira gedhening sengsara yen tinampa amung dadi coba

*Seberapa besar masalah/kesengsaraan jika diterima dengan ikhlas hanya
menjadi cobaan semata*

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Rancang Bangun Purwarupa Sepeda Motor Listrik Mesin Ganda Paralel 1000W Menggunakan Hub Drive dan Mid Drive Motor”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, ST., MT.
3. Ketua Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Mekatronika, Bapak Dr. Setyawan Ajie Sukarno, S.ST., M.T.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Nur Wisma Nugraha, S.T., M.T., dan Bapak Ir. Bolo Dwiartomo, M.Eng.
5. Para Penguji siding tugas akhir Bapak Hendy Rudiansyah, S.T., M.Eng., Bapak Danu Jaya Saputro, S.T., M.Sc., dan Bapak Rizqi Aji Pratama, M.Pd.
6. Seluruh panitia tugas akhir.

7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Sutarmi dan Sumari yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk adik saya Muhammad Umar Fadillah yang telah memberikan dukungan dan doa dengan untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Untuk Simbah Emha Ainun Nadjib (Mbah Nun) dan Forum Masyarakat Maiyah yang mana *piweling*-nya selalu menjadi pengingat dan motivasi saya.
10. Untuk kakek, nenek, dan para leluhur yang mana berkat *tirakat* hidupnya memberikan dampak positif dalam hidup penulis.
11. Untuk Azka Yanuar Irhasna dan Mohamad Ghazi Fauzan yang telah bersedia menjadi penguji alat penulis.
12. Untuk Mochamad Fahmi Ginanjar yang telah merelakan kamar kosnya sebagai akomodasi selama pengerjaan tugas akhir ini.
13. Untuk rekan - rekan seperjuangan program studi TRMO kelas 4AEA-1 dan 4AEA-2 angkatan 2020
14. Untuk setiap individu yang dengan semangat menjalankan dharma hidupnya dan dengan ikhlas menuntaskan karma hidupnya.
15. Serta seluruh pihak yang lain yang telah turut membantu dan tidak dapat saya sebutkan satu per satu

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2024

Penulis

ABSTRAK

Pengembangan kendaraan listrik khususnya Sepeda Motor Listrik menjadi salah satu program pemerintah Indonesia. Sepeda Motor Listrik cocok untuk digunakan di perkotaan. Hanya saja, jika dihadapkan dengan kondisi tanjakan tertentu motor listrik yang digunakan pada sepeda motor listrik akan mengalami beban lebih. Hal ini merugikan terlebih terdapat regulasi pembatasan jumlah daya bagi pelaku konversi sepeda motor listrik yaitu Permenhub No 65 Tahun 2020. Pada penelitian ini akan dilakukan uji coba pengembangan sepeda motor listrik dengan dua motor listrik BLDC yaitu *Hub Drive* dan *Mid Drive* dengan sistem pengontrol *realtime* menggunakan Arduino UNO dan perangkat komputasi menggunakan Radxa Rock 3A. Hasil penelitian menunjukkan bahwa motor pembantu dapat mengurangi beban pada motor utama sebesar 55%, Algoritma PID yang diterapkan pada kontroler tidak memberikan perbedaan signifikan, hanya berdampak 1% dibandingkan tanpa kontroler. Sehingga dapat disimpulkan, penggunaan mesin ganda pada Sepeda Motor Listrik dapat mengurangi beban pada motor penggerak utama.

Kata kunci: BLDC Motor, Arduino UNO, Radxa Rock 3A, Sepeda Motor Listrik, Fuzzy Logic

ABSTRACT

The development of electric vehicles, particularly electric motorcycles, is one of the programs of the Indonesian government. Electric motorcycles are suitable for use in urban areas. However, when faced with certain uphill conditions, the electric motors used in electric motorcycles may experience an overload. This is disadvantageous, especially given the regulation limiting the power capacity for electric motorcycle conversion, namely Permenhub No 65 of 2020. In this study, trials will be conducted to develop an electric motorcycle with two BLDC motors, specifically a Hub Drive and a Mid Drive, with a real-time control system using Arduino UNO and computing devices using Radxa Rock 3A. The results of the study show that the auxiliary motor can reduce the load on the main motor by 55%. The PID algorithm applied to the controller does not provide a significant difference, impacting only 1% compared to without a controller. Therefore, it can be concluded that the use of dual motors in electric motorcycles can reduce the load on the main drive motor.

Keywords: BLDC Motor, Arduino UNO, Radxa Rock 3A, Electric Motorcycle, Fuzzy Logic

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Batasan Masalah	3
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
I.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
II.1 Tinjauan Teori.....	6
II.1.1 Sepeda Motor Listrik	6
II.1.2 Powertrain	6
II.1.3 Hubungan Roda-Roda	7
II.1.4 Torsi pada Motor Listrik	8
II.1.5 Sistem Kendali PID	8
II.2 Tinjauan Alat	10
II.2.1 Single Board Computer	10
II.2.2 Mikrokontroler	12
II.2.3 Motor Penggerak	15
II.2.4 Driver Motor.....	16
II.2.5 Baterai	17

II.2.6	Sensor Arus	19
II.2.7	Sensor Tegangan	21
II.2.8	Sensor Kecepatan	23
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	25
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		31
III.1	Penerapan Metode VDI 2206.....	31
III.1.1	Requirements.....	33
III.1.2	System Design.....	33
III.1.3	Domain-Specific Design	34
III.1.4	System Integration.....	39
III.1.5	Verification/validation	40
III.1.6	Modelling and model analysis.....	40
III.1.7	Product	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
IV.1	Integrasi Sistem	42
IV.2	Pengujian	43
IV.2.1	Sensor Kecepatan	43
IV.2.2	Sensor Arus	45
IV.2.3	Sensor Tegangan	46
IV.2.4	Motor Hub Drive	47
IV.2.2	Kerja Mesin Ganda.....	49
IV.2.4	Kerja Mesin Ganda dengan Kontroler PID	50
BAB V PENUTUP.....		52
V.1	Kesimpulan.....	52
V.2	Saran.....	52
BAB VI DAFTAR PUSTAKA		53
BAB VII LAMPIRAN		56

DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Penelitian Terdahulu	25
Tabel III-1 Tabel Daftar Tuntutan.....	33
Tabel III-2 Tabel komponen yang digunakan.....	37
Tabel III-3 Tuntutan sistem.....	40
Tabel IV-1 Daftar Ketercapaian Tuntutan Sistem	43
Tabel IV-2 Tabel Pengujian Sensor Kecepatan	44
Tabel IV-3 Tabel Pengujian Sensor Arus	46
Tabel IV-4 Tabel Pengujian Sensor Tegangan	47
Tabel IV-5 Tabel Pengujian pada Jalan Lurus.....	48
Tabel IV-6 Tabel Pengujian pada Jalan Menanjak	49
Tabel IV-7 Tabel Perbandingan Kuat Arus Ketika Penggunaan Jalan Mendatar vs Menanjak.....	49
Tabel IV-8 Tabel Perbandingan Kuat Arus Ketika Penggunaan Jalan Mendatar vs Menanjak Saat Menggunakan Motor Bantu dan Tidak	50
Tabel IV-9 Error Steady State (%) pada 300 RPM.....	50
Tabel IV-10 Overshoot (%) pada 300 RPM	50
Tabel IV-11 Kerja Mesin Ganda dengan Kontroler PID pada Jalan Mendatar	51
Tabel IV-12 Kerja Mesin Ganda dengan Kontroler PID pada Jalan Menanjak ...	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Posisi motor penggerak pada Tesla Model 3 2024 pada poin 2 dan 5 [4]	2
Gambar I-2 Diagram Blok Powertrain dari Hybrid Electric Motorcycle pada penelitian Behzad Asaei dan Mahdi Habibidoost (2013) [5]	2
Gambar II-1 Hubungan Roda-Roda [12]	7
Gambar II-2 Diagram blok kendali PID [15]	9
Gambar II-3 Port pada Raxda Rock 3A [22]	10
Gambar II-4 Port pada Raspberry Pi 4 B	11
Gambar II-5 Port pada Orange Pi 4 B	12
Gambar II-6 Arduino UNO R3 [18]	13
Gambar II-7 Arduino Nano	14
Gambar II-8 Arduino Mega 2560	15
Gambar II-9 Motor BLDC [19]	15
Gambar II-10 Motor DC	16
Gambar II-11 Kontroler Votol EM-50	17
Gambar II-12 Contoh Baterai yang Digunakan Motor Gesits	18
Gambar II-13 Baterai SLA	19
Gambar II-14 Sensor WCS1700 [23]	20
Gambar II-15 Sensor ACS712	21
Gambar II-16 Sensor ZMPT101B	22
Gambar II-17 Rangkaian Pembagi Tegangan	22
Gambar II-18 Hall Sesor pada BLDC [1]	23
Gambar II-19 Sensor Kecepatan Rotary Encoder	24
Gambar III-1 Model metodologi VDI 2206	31
Gambar III-2 Gambaran Umum Sistem	33
Gambar III-4 Diagram Relasi Sistem Elektro-Mekanik	35
Gambar III-5 Honda CT125	35
Gambar III-6 Rencana Tata Letak Komponen pada Honda CT 125	36
Gambar III-7 Rencana Tata Letak Komponen	37
Gambar III-8 Diagram Alur Pengontrolan	39
Gambar III-9 Blok Diagram Sistem	40

Gambar IV-1 Hasil Implementasi Sistem Sepeda Motor Listrik.....	42
Gambar IV-2 Sistem Kontroler pada Box X9.....	42
Gambar IV-5 Perhitungan Kecepatan dengan Tachometer	44
Gambar IV-6 Perhitungan Kuat Arus dengan Wattmeter	45
Gambar IV-7 Perhitungan Tegangan dengan Multimeter.....	47
Gambar IV-8 Pengujian Kecepatan Sepeda Motor Listrik Menggunakan Aplikasi Android Berbasis GPS	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran VII-1 Program Arduino UNO	56
Lampiran VII-2 Interface pembacaan kecepatan, tegangan, dan arus	60

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

I = arus listrik [Ampere]

E = beda potensial [Volt]

R = resistansi [Ohm]

G = berat logam terdeposisi [gram]

t = waktu [detik]

BAB I

PENDAHULUAN

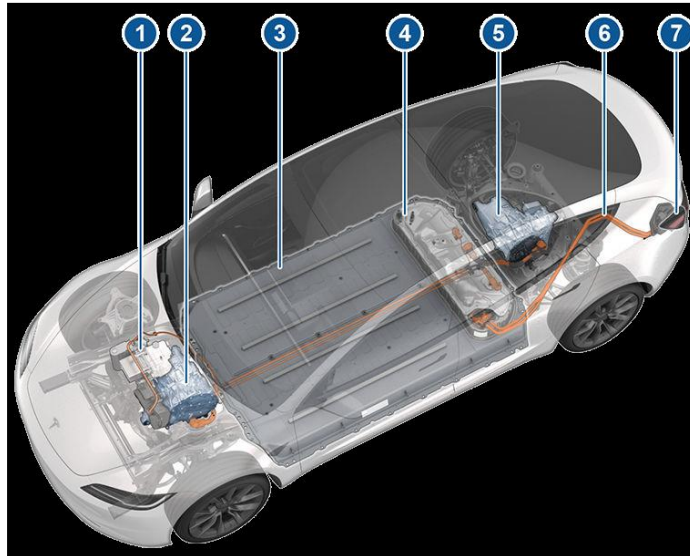
I.1 Latar Belakang

Kendaraan listrik mengalami peningkatan peminat pada tahun 2020 hingga 2022 [1]. Salah satunya yaitu sepeda motor listrik yang mengalami peningkatan sebesar 13 kali lipat. Selain sepeda motor listrik yang murni dari pabrik, terdapat juga sepeda motor listrik hasil konversi dari sepeda motor mesin pembakaran dalam.

Sepeda motor listrik menjadi salah satu transportasi yang sedang diminati oleh masyarakat perkotaan [2]. Kota Bandung merupakan kota dengan topologi daerah berupa jalan datar dan menanjak. Untuk sepeda motor listrik pabrikan kondisi medan seperti ini sudah diperhitungkan oleh produsen, tetapi untuk sepeda motor listrik hasil konversi perlu dilakukan beberapa penyesuaian.

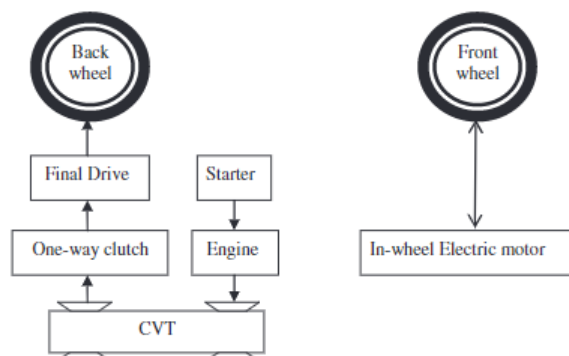
Untuk sepeda motor konversi menggunakan motor *hub drive*, terdapat kendala yaitu spesifikasi motor tidak dapat direkayasa dengan bebas karena motor *hub drive* menempel langsung dengan roda sepeda motor. Sehingga performa sepeda motor listrik menjadi terbatas. Terlebih lagi terdapat Permenhub Nomor 65 Tahun 2020 yang membatasi aturan konversi sepeda motor listrik [3].

Salah satu solusi yang ditawarkan adalah dengan menambah motor bantu yang dapat direkayasa untuk menutupi kekurangan dari motor *hub drive* yang digunakan sebagai motor utama. Solusi ini sudah diterapkan pada Mobil Tesla 3, dimana terdapat dua motor listrik yang bisa diatur penggunaannya kapan kedua motor ini bekerja [4]



Gambar I-1 Posisi motor penggerak pada Tesla Model 3 2024 pada poin 2 dan 5 [4]

Pada penelitian yang dilakukan Behzad Asaei dan Mahdi Habibidoost (2013) Sepeda Motor Listrik Hibrida dengan menggunakan mesin pembakaran dalam 125 cc untuk penggerak roda belakang dan mesin listrik dipasang di hub roda depan bertipe BLDC *hub drive* 500W 48V 10A untuk penggerak roda depan, mendapatkan hasil bahwa akselerasi dari nol hingga 60 km/jam ditingkatkan sekitar 46%. Hal ini menunjukkan penambahan mesin bantu pada sepeda motor dapat meningkatkan performa sepeda motor. Selain itu, tata letak mesin dapat dijadikan acuan dalam mengembangkan sepeda motor mesin ganda.



Gambar I-2 Diagram Blok Powertrain dari Hybrid Electric Motorcycle pada penelitian Behzad Asaei dan Mahdi Habibidoost (2013) [5]

Dari uraian masalah diatas penelitian berjudul “Rancang Bangun Purwarupa Sepeda Motor Listrik Mesin Ganda Paralel 1000W Menggunakan *Hub Drive* dan *Mid Drive* dengan Tipe BLDC (*Brushless Direct Current*) Motor untuk Pemakaian di Kota Bandung” ini bertujuan untuk mendesain sebuah sepeda motor listrik yang disesuaikan dengan karakteristik topologi Kota Bandung dan disesuaikan dengan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 65 Tahun 2020 tentang Konversi Sepeda Motor Dengan Penggerak Motor Bakar Menjadi Sepeda Motor Listrik Berbasis Baterai [3].

I.2 Rumusan Masalah

Dari pembahasan latar belakang di atas, dalam penelitian tugas akhir ini masalah yaitu:

1. Bagaimana rancangan mesin ganda paralel pada sepeda motor konversi menggunakan *Hub drive* dan *Mid drive* ?
2. Bagaimana performa mesin ganda paralel pada sepeda motor konversi menggunakan *Hub drive* dan *Mid drive* ?

I.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini didasari dengan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 65 Tahun 2020 Tentang Pedoman Umum Bantuan Pemerintah dalam Program Konversi Sepeda Motor dengan Penggerak Motor Bakar menjadi Sepeda Motor Listrik Berbasis Baterai [3]. Komponen utama dari sepeda motor listrik berbasis baterai yaitu motor listrik penggerak, baterai, dan sistem pengontrol.

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Tipe motor penggerak yang digunakan yaitu BLDC (*Brushless Direct Current*) Motor jenis *Hub Drive* dan *Mid Drive*,
2. Konfigurasi powertrain mesin yang digunakan yaitu mesin parallel seperti penelitian Behzad Asaei dan Mahdi Habibidoost (2013) [5] dan

Tesla Model 3 [4],

3. Penelitian ini berfokus pada perancangan sepeda motor untuk pemakaian di Kota Bandung,
4. Penelitian ini menggunakan spesifikasi motor penggerak gabungan dengan total daya pemakaian maksimal 2000W sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 65 Tahun 2020 dan Permen ESDM Nomor 3 Tahun 2023 dengan rincian Mid Drive 48V 1000W dan Hub Drive 60V 1000W [3] [6],
5. Baterai yang digunakan disesuaikan dengan spesifikasi motor penggerak yaitu jenis Li-PO 60V 22ah
6. Kontroler untuk mengatur kecepatan BLDC Motor menggunakan *controller sin-wave* [7].
7. Kontroler untuk mengatur sinkronisasi motor listrik menggunakan Arduino Uno.
8. *Tuning* sistem kendali PID dilakukan dengan mengambil referensi dari penelitian terdahulu.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Merancang purwarupa mesin ganda paralel pada sepeda motor konversi menggunakan *Hub drive* dan *Mid drive*
2. Mengetahui performa mesin ganda paralel pada sepeda motor konversi menggunakan *Hub drive* dan *Mid drive*

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil pengujian pada sistem yang telah dibuat dengan tuntutan yang harus dipenuhi.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian yang lebih lanjut.