

IMPLEMENTASI *PEDAL ASSIST CONTROL* PADA *MOBILE COFFEE BIKE* DENGAN MEMADUKAN DAYA MANUAL KAYUHAN DAN MOTOR LISTRIK

Tugas Akhir

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

Oleh

Dewo Kanirogo

219441005



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

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**IMPLEMENTASI *PEDAL ASSIST CONTROL* PADA *MOBILE COFFEE*
BIKE DENGAN MEMADUKAN DAYA MANUAL KAYUHAN DAN
MOTOR LISTRIK**

Oleh:

Dewo Kanirogo

219441005

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

Bandung, 21 Agustus 2023

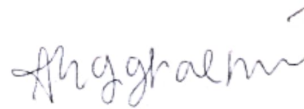
Disetujui,

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Anggraeni Mulyadewi, S.Si, M.T.
NRP. 222407022

Disahkan,

Penguji I,



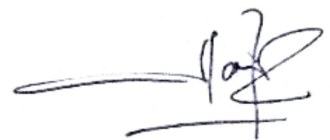
Nuryanti, S.T., M.Sc.
NIP. 197604262009122002

Penguji II,



Hendy R. S.T., M.Eng.
NIP. 198105072008101001

Penguji III,



H. Khoumas Saputra, S.T., M.Ti.
NIP. 198803242022031002

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama	:	Dewo Kanirogo
NIM	:	219441005
Jurusan	:	Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Implementasi <i>Pedal Assist Control</i> Pada <i>Mobile Coffee Bike</i> Dengan Memadukan Daya Manual Kayuhan dan Motor Listrik

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 : 7 Agustus 2023
Yang Menyatakan,

(Dewo Kanirogo)
NIM 219441005

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Dewo Kanirogo
NIM : 219441005
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi *Pedal Assist Control* Pada *Mobile Coffee Bike* Dengan Memadukan Daya Manual Kayuhan dan Motor Listrik

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 : 7 Agustus 2023
Yang Menyatakan,

(Dewo Kanirogo)
NIM 219441005

MOTO PRIBADI

Nikmati, jalani dan fokus hidup di masa kini.
Mulailah merangkai hidup untuk masa depan.
Selalu berdoa dan berusaha yang terbaik.

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 sembahsan 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: “Implementasi *Pedal Assist Control* Pada *Mobile Coffee Bike* Dengan Memadukan Daya Manual Kayuhan dan Motor Listrik”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi 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 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 Otomasi, Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Ir. Bolo Dwiartomo, M.Eng. dan Ibu Anggraeni Mulyadewi, S.Si., M.T.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc., Bapak Hendy Rudiansyah, S.T., M.Eng. dan Bapak Harry Khoumas Saputra, S.T., M.Ti.

6. Panitia tugas akhir Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., MT. dan yang lainnya
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Sri Wahyuni dan Roni Syafroni 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 Aby Akira Shadid yang telah memberikan dukungan dan doa dengan untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini
9. Untuk rekan - rekan seperjuangan program studi TRO kelas 4AEB-1 dan 4AEB-2 angkatan 2019
10. 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 2022

Penulis

ABSTRAK

Sepeda roda tiga yang tidak memadai dari segi keamanan dan keselamatan dapat menyulitkan pengendaranya untuk melalui jalur lintasan yang medannya berbeda-beda seperti jalan yang menurun atau menanjak karena faktor distribusi berat yang tidak seimbang dan beban yang tidak sesuai untuk sepeda roda tiga sehingga menyulitkan mobilitas dan jarak tempuh menjadi terbatas. Menggunakan sepeda cargo roda tiga yang penulis sebut *mobile coffee bike* dengan dilengkapi teknologi *pedal assist control* dari sepeda listrik bertipe *pedal electric cycles* dapat mengatasi permasalahan tersebut. *Pedal assist control* dapat membantu mobilitas *mobile coffee bike* serta dapat memungkinkan pengendara untuk berkendara lebih jauh dan dapat melewati berbagai medan lintasan seperti menanjak atau menurun dengan lebih mudah dan dapat membawa beban berat dengan mudah. Terdapat beberapa subsistem pada *mobile coffee bike* diantaranya subsistem elektrik, mekanik dan kendali. Daya motor listrik disalurkan menggunakan roda gigi pada shaft motor listrik kemudian roda gigi dihubungkan dengan roda gigi ban belakang menggunakan rantai. *Pedal assist control* dirancang menggunakan kendali PID pada mikrokontroler untuk menggerakkan motor listrik berdasarkan parameter rpm kayuhan pedal. Dengan demikian, sistem *pedal assist control* bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik sebagai bantuan tenaga untuk pengendara. *Pedal assist control* pada *mobile coffee bike* dapat membantu mobilitas melewati berbagai medan kemiringan $\geq 10^\circ$, membawa beban angkutan dengan maksimal beban 28 kg, dan dapat menempuh jarak lebih cepat 22 detik.

Kata kunci: Sepeda Listrik, *DC Motor*, Sistem Kendali PID, *Pedelec*

ABSTRACT

An inadequately safe and secure three-wheeled bicycle can hinder riders from traversing paths with varying terrains, such as downhill or uphill roads, due to imbalanced weight distribution and unsuitable load capacity for the three-wheeled structure. Using a three-wheeled cargo bicycle, termed a mobile coffee bike, equipped with pedal assist control technology from electric pedal cycles, can address these issues. The pedal assist control technology aids the mobility of the mobile coffee bike, enabling riders to travel longer distances and navigate through diverse terrains like inclines and declines with greater ease. Several subsystems exist within the mobile coffee bike, including the electrical, mechanical, and control subsystems. The electric motor power is transmitted through gears on the electric motor shaft, which are then connected to the rear wheel gears using a chain. The pedal assist control is designed using PID control on a microcontroller to operate the electric motor based on pedal RPM parameters. Thus, the pedal assist control system functions by converting electrical energy into mechanical energy to assist the rider. The pedal assist control on the mobile coffee bike enhances mobility across terrains with inclines $\geq 10^\circ$, enables carrying a maximum load of 28 kg, and allows for quicker distances, often covering them in as little as 22 seconds.

Keywords: Electric Bicycle, DC Motor, PID Control System, Pedelec

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	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang.....	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-2
I.3 Batasan Masalah.....	I-2
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-3
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 Energi	II-1
II.1.2 Prinsip Konversi Energi	II-1
II.1.3 Prinsip Kerja Sepeda	II-1
II.1.4 Sepeda Listrik	II-2

II.1.5	Sistem Kendali PID.....	II-4
II.2	Tinjauan Alat.....	II-5
II.2.1	Kendaraan Roda Tiga.....	II-5
II.2.2	Arduino Uno	II-6
II.2.3	Motor Listrik DC	II-6
II.2.4	<i>Controller Brushless DC Motor</i>	II-7
II.2.5	Baterai	II-9
II.2.6	Sensor <i>Hall Effect</i> A3144	II-9
II.2.7	Sensor <i>Pedal Assist</i>	II-10
II.2.8	Sensor Arus ACS712	II-10
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	II-11
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		III-1
III.1	Metodologi Penelitian.....	III-1
III.2	Penerapan Metode VDI 2206	III-2
III.2.1	Elisitasi Persyaratan	III-3
III.2.2	Arsitektur dan Desain Sistem.....	III-3
III.2.3	Implementasi Elemen Sistem.....	III-3
III.2.4	Integrasi dan Verifikasi Sistem	III-3
III.2.5	Validasi dan Transisi.....	III-4
III.3	Gambaran Umum Sistem.....	III-4
III.4	Perancangan Sistem	III-5
III.4.1	Perancangan Sistem Mekanik	III-6
III.4.2	Perancangan Sistem Elektrik	III-10
III.4.3	Perancangan Sistem Kendali.....	III-11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1
IV.1	Hasil Rancangan Sistem Mekanik	IV-2

IV.1.1	Kotak Kontroler	IV-2
IV.1.2	<i>Mobile Coffee Bike</i>	IV-3
IV.1.3	Pemasangan Motor Listrik DC	IV-4
IV.1.4	Pemasangan Sensor Kayuhan	IV-5
IV.1.5	<i>Bracket</i> Sensor Kecepatan.....	IV-5
IV.1.6	<i>Bracket Display &</i> Potensiometer	IV-6
IV.1.7	<i>Bracket</i> Baterai.....	IV-7
IV.2	Hasil Rancangan Sistem Elektrik	IV-8
IV.2.1	Pengujian Sensor Kecepatan.....	IV-8
IV.2.2	Pengujian Sensor Kayuhan	IV-10
IV.2.3	Pengujian Sensor Arus	IV-12
IV.3	Hasil Rancangan Sistem Kendali.....	IV-13
IV.3.1	Antarmuka Respon Sistem Kendali PID.....	IV-13
IV.3.2	Pengujian Sistem Kendali PID.....	IV-15
IV.3.3	Pengujian Beban Angkutan.....	IV-22
IV.3.4	Pengujian Waktu Tempuh.....	IV-28
IV.3.5	Hasil Seluruh Pengujian.....	IV-29
BAB V PENUTUP.....		xvi
V.1	Kesimpulan.....	xvi
V.2	Saran	xvii
DAFTAR PUSTAKA		xvi
LAMPIRAN.....		xix

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi motor listrik DC.....	II-7
Tabel 2. 2 Penelitian terdahulu.....	II-11
Tabel 3. 1 Tuntutan perancangan sistem.....	III-5
Tabel 3. 2 Komponen elektrik yang digunakan	III-10
Tabel 4. 1 Ketercapaian tuntutan alat.....	IV-1
Tabel 4. 2 Hasil pengujian sensor kecepatan	IV-9
Tabel 4. 3 Hasil pengujian sensor kayuhan.....	IV-11
Tabel 4. 4 Hasil pengujian sensor arus.....	IV-12
Tabel 4. 5 Tabel percobaan parameter Kp dan Ki untuk kendali PID	IV-15
Tabel 4. 6 Karakteristik kendali PID Kp 1.....	IV-17
Tabel 4. 7 Karakteristik kendali PID Kp 1,6.....	IV-17
Tabel 4. 8 Karakteristik kendali PID Kp 2.....	IV-18
Tabel 4. 9 Karakteristik kendali PID Kp 2 dan Ki 0,007	IV-19
Tabel 4. 10 Karakteristik kendali PID Kp 2 dan Ki 0,015	IV-20
Tabel 4. 11 Karakteristik kendali PID Kp 2 dan Ki 0,02	IV-21
Tabel 4. 12 Tabel percobaan beban angkutan.....	IV-22
Tabel 4. 13 Karakteristik kendali PID beban angkutan 14 kg	IV-24
Tabel 4. 14 Karakteristik kendali PID beban angkutan 28 kg	IV-25
Tabel 4. 15 Tabel percobaan Kp dan Ki kendali PID beban angkutan 28 kg ..	IV-25
Tabel 4. 16 Karakteristik kendali PID Kp 2,3 dan Ki 0,02 beban 28 kg	IV-27
Tabel 4. 17 Karakteristik kendali PID Kp 2,5 dan Ki 0,02 beban 28 kg	IV-28
Tabel 4. 18 Hasil pengujian waktu tempuh.....	IV-29
Tabel 4. 19 Seluruh hasil pengujian sistem kendali.....	IV-29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagian-bagian sepeda roda dua.....	II-2
Gambar 2. 2 Bagian-bagian sepeda listrik [19].....	II-3
Gambar 2. 3 Diagram blok kendali PID [23].....	II-5
Gambar 2. 4 Kendaraan <i>mobile coffee bike</i>	II-5
Gambar 2. 5 Mikrokontroler Arduino Uno	II-6
Gambar 2. 6 Motor Listrik DC.....	II-6
Gambar 2. 7 <i>Controller brushless DC motor</i>	II-7
Gambar 2. 8 Papan sirkuit cetak kontroler motor BLDC.....	II-8
Gambar 2. 9 Skema dasar pengelolaan hall sensor dan keluaran ke MOSFET..	II-8
Gambar 2. 10 Baterai elektrik	II-9
Gambar 2. 11 Sensor <i>Hall Effect</i> A3144.....	II-10
Gambar 2. 12 Sensor <i>pedal assist</i>	II-10
Gambar 2. 13 Sensor Arus ACS712	II-10
Gambar 3. 1 Metodologi penelitian	III-1
Gambar 3. 2 V-Model VDI 2206 [34]	III-3
Gambar 3. 3 Gambaran umum sistem.....	III-4
Gambar 3. 4 Rancangan kotak kontroler (a) tampak atas (b) bentuk 3D.....	III-6
Gambar 3. 5 Rancangan <i>Mobile Coffee Bike</i> keseluruhan.....	III-6
Gambar 3. 6 Rancangan <i>bracket</i> sensor kecepatan tampak 3D	III-7
Gambar 3. 7 Rancangan <i>bracket</i> sensor kecepatan (a) tampak samping (b) tampak atas (c) tampak depan.....	III-7
Gambar 3. 8 Rancangan <i>bracket display</i> & potensiometer tampak 3D	III-8
Gambar 3. 9 (a) Bagian alas LCD 20x4 & potensiometer (b) Bagian <i>holder</i>	III-8
Gambar 3. 10 (a) Rancangan <i>bracket</i> baterai (b) rak sepeda belakang.....	III-9
Gambar 3. 11 Rancangan <i>bracket</i> penguat untuk <i>bracket</i> baterai	III-9
Gambar 3. 12 Desain <i>layout</i> perancangan antarmuka.....	III-11
Gambar 3. 13 Diagram alir sistem kendali.....	III-12
Gambar 3. 14 Diagram blok sistem kendali PID	III-13
Gambar 4. 1 Implementasi kotak kontroler (a) bagian dalam (b) bagian luar ...	IV-2
Gambar 4. 2 Implementasi mekanik <i>Mobile Coffee Bike</i> keseluruhan	IV-3
Gambar 4. 3 <i>Bracket</i> motor listrik DC	IV-4

Gambar 4. 4 Sensor kayuhan	IV-5
Gambar 4. 5 Implementasi mekanik <i>bracket</i> sensor kecepatan	IV-5
Gambar 4. 6 Implentasi mekanik <i>bracket display</i> dan potensiometer	IV-6
Gambar 4. 7 Implementasi mekanik <i>bracket</i> baterai	IV-7
Gambar 4. 8 Implementasi <i>bracket</i> penguat untuk <i>bracket</i> baterai	IV-7
Gambar 4. 9 Grafik pengujian sensor kecepatan	IV-10
Gambar 4. 10 Grafik pengujian sensor kayuhan.....	IV-11
Gambar 4. 11 Grafik pengujian sensor arus ACS712.....	IV-13
Gambar 4. 12 Antarmuka respon sistem kendali PID.....	IV-13
Gambar 4. 13 Antarmuka ketika tombol <i>clear chart</i> ditekan	IV-14
Gambar 4. 14 Hasil data yang direkam dari antarmuka.....	IV-14
Gambar 4. 15 Jalur lintasan pengujian <i>mobile coffee bike</i>	IV-15
Gambar 4. 16 Grafik Pengujian Kp 1.....	IV-16
Gambar 4. 17 Grafik Pengujian Kp 1,6.....	IV-17
Gambar 4. 18 Grafik Pengujian Kp 2.....	IV-18
Gambar 4. 19 Grafik Pengujian Kp 2 dan Ki 0,007.....	IV-19
Gambar 4. 20 Grafik Pengujian Kp 2 dan Ki 0,015.....	IV-20
Gambar 4. 21 Grafik Pengujian Kp 2 dan Ki 0,02.....	IV-21
Gambar 4. 22 Grafik rpm kayuhan dengan massa beban angkutan 14 kg.....	IV-23
Gambar 4. 23 Grafik kecepatan dengan massa beban angkutan 14 kg.....	IV-23
Gambar 4. 24 Grafik rpm kayuhan dengan massa beban angkutan 28 kg.....	IV-24
Gambar 4. 25 Grafik kecepatan dengan massa beban angkutan 28 kg.....	IV-24
Gambar 4. 26 Grafik Pengujian Kp 2,3 dan Ki 0,02.....	IV-26
Gambar 4. 27 Grafik kecepatan massa beban angkutan 28 kg dengan Kp 2,3 dan Ki 0,02.....	IV-26
Gambar 4. 28 Grafik Pengujian Kp 2,5 dan Ki 0,02.....	IV-27
Gambar 4. 29 Grafik kecepatan massa beban angkutan 28 kg dengan Kp 2,5 dan Ki 0,02.....	IV-27

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** *Wiring Diagram Elektric Mobile Coffee Bike*
- Lampiran 2** Program Arduino UNO keseluruhan *Mobile Coffee Bike*
- Lampiran 3** Program Antarmuka Node-RED

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

π = Pi

ω = Kecepatan sudut (rpm)

v = Kecepatan linier (m/s)

r = Radius (m)

t = Waktu (s)

V = *Voltage*

V_{cc} = *Voltage Common Collector*

G_{nd} = *Ground*

cm = Sentimeter

mm = Milimeter

Rpm = *Rotation per minute*

Pwm = *Pulse Width Modulation*

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Penggunaan sepeda roda tiga sering digunakan untuk berjualan keliling karena dapat mencapai stabilitas yang optimal dalam mengangkut beban dibandingkan dengan sepeda roda dua [1]. Namun, sepeda roda tiga yang tidak memadai dari segi keamanan dan keselamatan dapat menyulitkan pengendaranya untuk melalui jalur lintasan yang medannya berbeda-beda seperti jalan yang menurun atau menanjak karena faktor distribusi berat yang tidak seimbang dan beban yang tidak sesuai untuk sepeda roda tiga sehingga menyulitkan mobilitas dan jarak tempuh menjadi terbatas [2]. Salah satu jenis sepeda roda tiga yang biasa digunakan berjualan adalah sepeda cargo karena dapat mengangkut lebih banyak muatan. Pada sepeda cargo sangat memungkinkan untuk ditambahkan penerapan sistem sepeda listrik [3].

E-bike atau sepeda listrik adalah sepeda yang terintegrasi dengan motor listrik sebagai pembantu penggerak [4]. *E-bike* dengan tipe *pedal electric cycle* atau *pedelecs* memiliki teknologi *pedal assist control* yang memudahkan pengendara melewati berbagai medan jalan seperti tanjakan [5]. Teknologi *pedal assist control* pada *e-bike* dengan tipe *pedelecs* dapat mengatasi permasalahan jarak tempuh yang jauh dan dapat membawa beban berat [6]. Teknologi *pedal assist control* yang dirancang pada sepeda cargo roda tiga yang penulis sebut *mobile coffee bike*, menggunakan sistem kendali *PID close loop* pada mikrokontroler untuk menggerakkan motor listrik berdasarkan parameter rpm kayuhan pedal.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Jin-Shyan Lee dan Jun-Wei Jiang melakukan pengembangan pada teknologi *pedal assist control* berbasis *fuzzy logic* yang disempurnakan dengan mekanisme adaptif pengguna untuk menyesuaikan parameter fuzzy secara online sehingga pengendara dapat mengemudikan *pedelecs* dengan aman dan nyaman [7]. Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh Lukas Bergmann, dkk melakukan optimalisasi *assist control* pada *pedal electric cycles* dengan mengontrol manajemen baterai berdasarkan *nonlinear model predictive controller (NMPC)* [8]. Selanjutnya, pada penelitian yang dilakukan oleh Giuseppe Aiello, dkk menguji penggunaan sepeda listrik *cargo* untuk merancang sistem logistik kota menjadi lebih efektif, dengan teknologi *pedal assist control*-nya

membuat sepeda listrik *cargo* menjadi lebih fleksibel untuk mengangkut beban berat dan menempuh jarak jauh [9]. Dengan diimplementasikannya teknologi *pedal assist control* dari *pedelecs*, teknologi tersebut dapat memberikan beberapa manfaat diantaranya yaitu dapat mengatasi berbagai medan lintasan dengan mudah, dapat menempuh jarak jauh lebih cepat dan membawa beban berat lebih mudah sehingga dapat mengatasi permasalahan melewati medan sulit, jarak tempuh dan membawa beban angkutan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, belum ada penelitian mengenai implementasi *pedal assist control* menggunakan sistem kendali PID pada sepeda *cargo* roda tiga untuk berdagang keliling menjual kopi.

Dari uraian masalah diatas penelitian ini membahas tentang pengaplikasian teknologi *pedal assist control* pada *mobile coffee bike* yang digunakan untuk berjualan kopi keliling. Dengan penerapan teknologi *pedal assist control* tersebut diharapkan dapat membantu mobilitas *mobile coffee bike* melewati berbagai medan lintasan dengan mudah, dapat membawa beban berat lebih mudah dan dapat menempuh jarak jauh dengan lebih cepat.

I.2 Rumusan Masalah

Dari pembahasan latar belakang diatas, dalam penelitian tugas akhir ini masalah yang akan dibahas antara lain :

1. Bagaimana cara mengimplementasikan teknologi *pedal assist control* pada *mobile coffee bike*?
2. Bagaimana teknologi *pedal assist control* bekerja pada *mobile coffee bike*?

I.3 Batasan Masalah

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

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem *pedal assist control* pada *mobile coffee bike* yang dibuat dengan menggunakan mikrokontroler.
2. Penelitian ini akan mempelajari fitur-fitur kendali yang diperlukan untuk mendukung mobilitas *mobile coffee bike*.
3. Tuning sistem kendali PID dilakukan dengan metode experimental.

4. Pada penelitian ini digunakan sensor *hall effect* yang dimana *triggernya* hanya menggunakan 12 magnet.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengimplementasikan dan merancang teknologi *pedal assist control* pada sepeda cargo roda tiga yang penulis sebut *mobile coffee bike*.
2. Mengaplikasikan sistem kendali PID pada teknologi *pedal assist control*.
3. Teknologi *pedal assist control* yang diterapkan bertujuan untuk memudahkan mobilitas, memudahkan membawa beban berat serta dapat menempuh jarak jauh dengan lebih cepat.

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 BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN, berisi rancangan jadwal kegiatan TA dan rincian anggaran biaya untuk penyelesaian TA.