

**PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN KENDARAAN
ANGKUT SAMPAH RUMAH TANGGA DI KOTA
BANDUNG BERBASIS KENDARAAN
LISTRIK RODA TIGA**

Tugas Akhir

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

Oleh

Eva Asyifa

220421006



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PERANCANGAN MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK PERANCANGAN MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN KENDARAAN ANGKUT
SAMPAH RUMAH TANGGA DI KOTA BANDUNG BERBASIS
KENDARAAN LISTRIK RODA TIGA**

Oleh:

Eva Asyifa

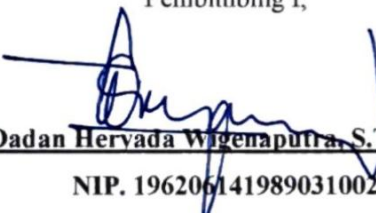
220421006

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

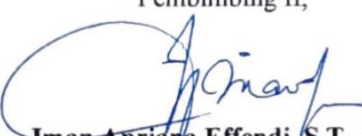
Bandung, 12 Agustus 2024

Disetujui,

Pembimbing I,


Dadan Hervada Wigenaputra, S.T., M.T
NIP. 196206141989031002

Pembimbing II,


Iman Apriana Effendi, S.T., M.T
NIP. 197504172005011004

Disahkan,

Penguji I,


Ismet P. Ilyas, BSMET.,
M.Eng.Sc., Ph.D
NIP. 196006031992011001

Penguji II,


Asep Indra Komara, S.ST.,
M.T
NIP. 197509122001121001

Penguji III,


Dinny Indrian, S.Tr.T.,
M.T., IPP
NIP. 199201062018032001

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama	:	Eva Asyifa
NIM	:	220421006
Jurusan	:	Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Perancangan dan Pengembangan Kendaraan Angkut Sampah Rumah Tangga di Kota Bandung Berdasarkan Kendaraan Listrik Roda Tiga

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 : 14- 08 – 2024
Yang Menyatakan,

(Eva Asyifa)
NIM 220421006

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama	:	Eva Asyifa
NIM	:	220421006
Jurusan	:	Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Perancangan dan Pengembangan Kendaraan Angkut Sampah Rumah Tangga di Kota Bandung Berdasarkan Kendaraan Listrik Roda Tiga

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada di bawah 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 : 14 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,

(Eva Asyifa)
NIM 220421006

MOTO PRIBADI

Tiada Tuhan selain Allah dan Muhammad SAW adalah utusan terakhir-Nya.
Hanya kepada Allah-lah menyembah, menghamba, bergantung, dan memohon
ridha, ampunan, serta pertolongan. Dia Yang Maha Tahu, Maha Tinggi lagi Maha
Agung

Perjuangkan yang terbaik dalam tiap tahapan kehidupan. Waspada terhadap
perbuatan yang berasal dari kehendak bebas diri. Memilih pilihan yang berpahala
dan mensyukuri sisanya.

Kemanapun langkah takdir ini melaju tetaplah berjalan dengan usaha yang terbaik
tanpa melupakan Sang Pembuat Skenario Terbaik.

Mau mengejar apa? Apakah yang kuperjuangkan sekarang adalah jalan yang tepat?
Apa pun yang kukejar, semoga itu menjadi jalan terbaik yang membawaku pada
ketenteraman abadi

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak-
kakak saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya
menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan. Semoga Allah membalas
kebaikan saudara sekalian dengan kebaikan lain yang lebih besar lagi

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepada-Nya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon ampunan. Kami berlindung kepada-Nya 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 jalan-Nya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagi-Nya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hamba-Nya dan Rasul-Nya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Perancangan dan Pengembangan Kendaraan Angkut Sampah Rumah Tangga di Kota Bandung Berbasis Kendaraan Listrik Roda Tiga”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur 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. Pembimbing I tugas akhir Bapak Dadan Heryada Wigenaputra, S.T., M.T yang telah sabar dan penuh keikhlasan membantu, membimbing dan memberikan motivasi pada penulis hingga bisa bertahan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Tak bosan menanggapi dan memberikan arahan walau sampai maghrib bahkan lebih.
2. Pembimbing II tugas akhir Bapak Iman Apriana Effendi, S.T., M.T, yang telah membimbing dengan penuh upaya, memberi perhatian dengan tanya ‘bagaimana ada kesulitan?’. Selain membimbing perkara tugas akhir, beliau

juga memberikan bimbingan kehidupan. Mengajarkan untuk mengusahakan yang terbaik dengan penuh kepasrahan pada Allah SWT. Mengerti apa yang dikejar, menguraikan kemampuan diri, mudah-mudahan Allah menolong. *Allah would make things simpler if we do everything with good intentions and He is involved, God willing.*

3. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Sumartini dan Bapak Maman Suherman yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Memberi banyak pemakluman terlebih dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Ismet P. Ilyas, BSMET., M.Eng.Sc., Ph.D, Bapak Asep Indra Komara, SST., M.T , dan Ibu Dinny Indrian, S.Tr, M.T.
5. Sahabat – sahabat saya; Sendi Amalia, Utari Nurul Tiastiwi, Syarif Algie Sepdiansah Siswandi Alqadri, Hanif Ismail. Menemani langkah juang perkuliahan ini dari awal hingga akhir. Membangun cerita penuh kenangan yang sangat manis untuk disimpan.
6. Mahasiswa/i penghuni lab Pak Iman; Zalfa, Fani, Hadi, Arsyi, Zhafir, Yazid dan teman-teman kelas DEC dan DEB angkatan 2020 yang berjuang bersama menyelesaikan tugas akhir serta menemani pengerjaan tugas akhir ini setiap harinya dengan canda, tawa, harap cemas, dan semangat.
7. Semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang telah memberikan kontribusinya dalam membantu pelaksanaan tugas akhir ini.

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. Aamiiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2024

Penulis

ABSTRAK

Pada tahun 2020, Kota Bandung menghasilkan sampah sebanyak $\pm 1.601,25$ ton per hari dengan 60% diantaranya merupakan sampah rumah tangga. Banyaknya sampah yang ada menunjukkan urgensi adanya penanganan sampah, yang salah satunya adalah proses pengangkutan sampah. Pengangkutan sampah dari rumah ke TPS dilakukan secara swakelola oleh petugas RT dan RW setempat. Didasari banyaknya keperluan kendaraan angkut sampah dan permasalahan di lapangan, serta ada permasalahan berkaitan dengan kondisi lingkungan yang semakin buruk dan mengikuti tren perkembangan mobil listrik, maka dibutuhkan sebuah moda transportasi yang dapat mengakomodasi pengangkutan sampah yang dapat meringankan beban kerja petugas angkut sampah, mudah digunakan, ramah lingkungan. Produk inovasi berupa kendaraan angkut sampah rumah tangga berbasis *platform* kendaraan listrik roda tiga. Penyelesaian penelitian menggunakan metodologi perancangan *product development process* dan studi lapangan. Metodologi *product development process* yang terdiri dari lima tahapan yaitu perencanaan, pengembangan konsep, *system-level design*, *detail design*, dan *testing and refinement*. Konfigurasi kendaraan yang akan dirancang yaitu kendaraan roda tiga (*delta trike*) dengan pengembangan dari platform kendaraan yang sudah ada. Dari proses perancangan dan analisis diperoleh rancangan dengan dimensi terluar 3000 mm x 2292 mm x 1590,5 mm; kapasitas angkut sampah 484,38 kg; *safety factor* konstruksi 2,05; kecepatan maksimum yang direkomendasikan saat berbelok dengan sudut belok 32° adalah 10 Km/jam, dengan biaya pembuatan kendaraan listrik angkut sampah sebesar Rp112.500.000.

Kata kunci : Sampah rumah tangga, kendaraan listrik angkut sampah, *Product Development Process*, kuasi dinamik

ABSTRACT

In 2020, Bandung produced $\pm 1,601.25$ tons of waste per day with 60% of it being household waste. The large amount of garbage shows the urgency of waste handling, one of which is the waste transportation process. Transporting waste from the home to the TPS is carried out in a self-managed manner by local RT and RW officers. Based on the many needs and problems of garbage transport vehicles, as well as issues related to worsening environmental conditions and following the trend of electric car development, a mode of transportation is needed that can accommodate the transportation of waste that can ease the workload of garbage transport officers, easy to use, and environmentally friendly. Innovative products in the form of household waste transport vehicles based on three-wheeled electric vehicle platforms. The completion of the research uses the methodology of designing the product development process and field studies. The methodology of the product development process consists of five stages, planning, concept development, system-level design, detailed design, and testing and refinement. The vehicle configuration to be designed is a three-wheeled vehicle (delta trike) with the development of an existing vehicle platform. From the design and analysis process, a design with the outermost dimensions of 3000 mm x 2292 mm x 1590.5 mm was obtained; waste transportation capacity of 484.38 kg; construction safety factor of 2.05; the maximum recommended speed when turning with a turning angle of 32° is 10 Km/h, with the cost of making an electric garbage transport vehicle of Rp112,500,000.

Keywords: Household waste, electric vehicles transporting garbage, Product Development Process, quasi-dynamic

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-7
I.3 Batasan Masalah	I-7
I.4 Tujuan dan Manfaat	I-8
I.5 Sistematika Penulisan	I-8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Sampah Rumah Tangga	II-1
II.1.1 Jenis Sampah	II-1
II.1.2 Kebijakan Pemerintah	II-2
II.2 Kendaraan	II-2
II.2.1 Kendaraan Listrik	II-3
II.2.2 Kendaraan Angkut Sampah	II-3
II.3 Kendaraan Roda Tiga (<i>Trike</i>)	II-5
II.3.1 Konfigurasi Kendaraan Roda Tiga	II-6
II.4 <i>Chassis</i>	II-7
II.5 Roda Gigi Cacing	II-7
II.6 Ergonomis	II-9
II.7 Dinamika Kendaraan	II-9
II.7.1 Dinamika Kendaraan Bergerak Lurus	II-9
II.7.2 Dinamika untuk Kendaraan Berbelok	II-10

II.7.3 Mengukur Titik Berat.....	II-11
II.7.4 Sudut Slip pada Ban	II-12
II.7.5 Gaya dan Momen yang Bekerja pada Kendaraan	II-15
II.8 Kestabilan pada Kendaraan	II-17
II.8.1 Jenis Perilaku Belok Kendaraan	II-17
II.9 Analisis Kuasi Dinamik.....	II-21
II.10 Metode Perancangan Karl T. Ulrich.....	II-22
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1 Perencanaan.....	III-2
III.1.1 Kajian Studi Literatur.....	III-3
III.1.2 Observasi Produk E-Bemo Josun Motor Indonesia	III-4
III.1.3 Observasi Produk <i>Existing</i> Kendaraan Angkut Sampah.....	III-5
III.2 Pengembangan Konsep	III-7
III.2.1 Identifikasi Kebutuhan <i>Customer</i>	III-7
III.2.2 Analisis Kebutuhan <i>Customer</i>	III-14
III.2.3 Pengembangan Konsep	III-21
III.2.4 Pemilihan Konsep	III-32
III.3 <i>System Level Design</i>	III-37
III.3.1 <i>Product Architecture</i>	III-38
III.3.2 <i>Industrial Design</i>	III-40
III.4 <i>Detail Design</i>	III-43
III.5 <i>Testing and Refinement</i>	III-47
BAB IV ANALISIS	IV-1
IV.1 Penentuan Ukuran.....	IV-2
IV.1.1 Perhitungan Poros Alur Penahan	IV-3
IV.1.2 Perhitungan Penentuan Tali Sling.....	IV-6
IV.1.3 Perhitungan Roda Gigi Cacing	IV-8
IV.1.4 Perhitungan Poros Pengangkut	IV-12
IV.2 Analisis Kekuatan	IV-32
IV.2.1 Kekuatan Rangka	IV-32
IV.3 Analisis Kontrol.....	IV-41
IV.3.1 Analisis Posisi Pengangkut Beroperasi.....	IV-41
IV.3.2 Analisis Dinamik	IV-48
IV.3.3 Analisis Biaya	IV-63
BAB V PENUTUP.....	V-1
V.1 Kesimpulan	V-1

V.2 Saran.....	V-4
DAFTAR PUSTAKA	xxi

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1. Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis Sampah di Kota Bandung [2]	I-1
Gambar I. 2 Grafik Kendaraan Teregistrasi 2011-2022 [4].....	I-3
Gambar I. 3 <i>Sustainable Development Goals</i>	I-4
Gambar I. 4 Grafik Jumlah Mobil Listrik Global 2010-2022 [8]	I-5
Gambar I. 5 Bemo Josun Motor Indonesia	I-6
Gambar II. 1 Jenis Sampah pada Tempat Sampahnya [9]	II-2
Gambar II. 2 Bak Motor Sampah Viar [12]	II-3
Gambar II. 3 <i>Dump Truck</i> Isuzu [13].....	II-4
Gambar II. 4 <i>Arm Roll Truck</i> ShinMaywa [14].....	II-4
Gambar II. 5 <i>Compactor Truck</i> Fulongma [15]	II-5
Gambar II. 6 Konfigurasi <i>Tadpole Trike</i> [18].....	II-6
Gambar II. 7 Konfigurasi <i>Delta Trike</i> [18]	II-6
Gambar II. 8 Geometri pada Batang Cacing dan Roda Gigi Cacing	II-8
Gambar II. 9 Diagram Bodi Bebas Kendaraan Bergerak Maju	II-9
Gambar II. 10 Gaya dan Momen yang Bekerja pada Kendaraan Berbelok.....	II-10
Gambar II. 11 Penimbangan pada Poros Depan dan Belakang	II-12
Gambar II. 12 Penimbangan Roda Depan dan Roda Belakang Diangkat.....	II-12
Gambar II. 13 Sudut Slip pada Ban [23].....	II-13
Gambar II. 14 Struktur Ban Radial dan Ban Bias	II-13
Gambar II. 15 Gaya dan Momen Aerodinamik pada Kendaraan.....	II-15
Gambar II. 16 Momen yang Terjadi pada Kendaraan.....	II-16
Gambar II. 17 Kondisi Belok <i>Ackerman</i>	II-18
Gambar II. 18 Kondisi Belok Netral	II-18
Gambar II. 19 Kondisi Belok <i>Understeer</i>	II-19
Gambar II. 20 Kondisi Belok <i>Oversteer</i>	II-20
Gambar II. 21 Gerakan belok kendaraan dalam kondisi (1) ideal, (2) netral, (3) <i>understeer</i> , (4) <i>oversteer</i>	II-20
Gambar II. 22 Diagram Alir Perhitungan Quasi Dinamik	II-22
Gambar II. 23 <i>Flowchart</i> metode <i>product development process</i>	II-23
Gambar III. 1 <i>Flowchart</i> Metode Penelitian	III-2
Gambar III. 2 Alur Pembuangan Sampah	III-3
Gambar III. 3 E-Bemo Josun Motor Indonesesia	III-4
Gambar III. 4 Platform yang Digunakan	III-5
Gambar III. 5 Grafik Penilaian Produk Kompetitor Berdasarkan Aspek Teknis dan Aspek Ekonomis Harga Jual	III-19
Gambar III. 6 Diagram Fungsi Utama Kendaraan Angkut Sampah	III-22
Gambar III. 7 Sistem Pembuangan Sampah dari Rumah ke TPS	III-22
Gambar III. 8 Diagram Blok Fungsi Kendaraan Angkut Sampah	III-25
Gambar III. 9 Sketsa Alternatif Varian Konsep 1	III-26
Gambar III. 10 Sketsa Alternatif Varian Konsep 2	III-27
Gambar III. 11 Sketsa Alternatif Varian Konsep 3	III-28
Gambar III. 12 Sketsa Alternatif Varian Konsep 4	III-29
Gambar III. 13 Sketsa Alternatif Varian Konsep 5	III-30
Gambar III. 14 Sketsa Alternatif Varian Konsep 6	III-31

Gambar III. 15 Sketsa Alternatif Varian 7	III-32
Gambar III. 16 Sketsa Alternatif Varian 3 Revisi	III-35
Gambar III. 17 Sketsa Alternatif Varian 6 Revisi	III-36
Gambar III. 18 Skema Kendaraan Angkut Sampah	III-38
Gambar III. 19 <i>Geometric Layout</i> Bak Kendaraan Angkut Sampah	III-39
Gambar III. 20 Ukuran Gacok, Sekop, dan Sapu Lidi	III-39
Gambar III. 21 Tinggi Pemasangan <i>Handwheels; Handle</i> [27]	III-41
Gambar III. 22 Visualisasi Pijakan Kaki Petugas pada Pijakan Kendaraan ...	III-42
Gambar III. 23 <i>Industrial Design</i> Rancangan Keseluruhan	III-42
Gambar III. 24 Fungsi Ban Cadangan, Tangga, <i>Holder</i> Alat	III-43
Gambar III. 25 <i>3D Modelling</i> Produk <i>Existing</i>	III-43
Gambar III. 26 Penyesuaian Bentuk Rangka (a) Rangka Kendaraan <i>Existing</i> (b) Rangka Kendaraan Angkut Sampah	III-44
Gambar III. 27 Kondisi Bagian Bawah Kendaraan <i>Existing</i>	III-44
Gambar III. 28 Pergeseran Posisi Baterai	III-45
Gambar III. 29 Pelat Bak Samping Kendaraan	III-45
Gambar III. 30 Alat Pengangkat Sampah	III-46
Gambar III. 31 Tangga Lipat pada Kendaraan Angkut Sampah	III-46
Gambar III. 32 Kontruksi <i>3d Modelling</i> Kendaraan Angkut Sampah	III-47
Gambar IV. 1 Analisis pada Penelitian	IV-1
Gambar IV. 2 Fungsi Pemasukan Sampah	IV-2
Gambar IV. 3 Tong Sampah Plastik 120 Liter	IV-3
Gambar IV. 4 Poros Alur Penahan dalam Model 3D	IV-4
Gambar IV. 5 Poros Alur Penahan	IV-4
Gambar IV. 6 DBB Poros Alur Penahan	IV-4
Gambar IV. 7 Hasil DGG dan DMB menggunakan <i>software</i> MDSolid pada ...	IV-5
Gambar IV. 8 Katalog Tali Sling dari Certex- <i>Lifting Solution Group</i> [31]	IV-7
Gambar IV. 9 <i>Crank handle</i>	IV-8
Gambar IV. 10 Poros Pengangkut dalam Model 3D	IV-12
Gambar IV. 11 Poros Pengangkut	IV-13
Gambar IV. 12 DBB Poros Pengangkut	IV-13
Gambar IV. 13 DBB Poros Pengangkut Sumbu Y-Z	IV-14
Gambar IV. 14 DBB Poros Pengangkut Sumbu Y-Z Ditinjau Berdasarkan Defleksi	IV-15
Gambar IV. 15 Superposisi Poros Pengangkut Sumbu Y-Z	IV-15
Gambar IV. 16 Posisi 1 Defleksi Poros Pengangkut Sumbu Y-Z	IV-16
Gambar IV. 17 Posisi 2 Defleksi Poros Pengangkut Sumbu Y-Z	IV-16
Gambar IV. 18 Posisi 3 Defleksi Poros Pengangkut Sumbu Y-Z	IV-16
Gambar IV. 19 Posisi 4 Defleksi Poros Pengangkut Sumbu Y-Z	IV-17
Gambar IV. 20 Perpotongan pada Poros Pengangkut Sumbu Y-Z	IV-18
Gambar IV. 21 Diagram Gaya Geser dan Momen Bengkok Sumbu Y-Z	IV-22
Gambar IV. 22 DBB Poros Pengangkut Sumbu X-Z	IV-23
Gambar IV. 23 DBB Poros Pengangkut Sumbu X-Z Ditinjau Berdasarkan Defleksi	IV-24
Gambar IV. 24 Superposisi Poros Pengangkut Sumbu X-Z	IV-24
Gambar IV. 25 Posisi 1 Defleksi Poros Pengangkut Sumbu X-Z	IV-24
Gambar IV. 26 Posisi 2 Defleksi Poros Pengangkut Sumbu X-Z	IV-25
Gambar IV. 27 Posisi 3 Defleksi Poros Pengangkut Sumbu X-Z	IV-25

Gambar IV. 28 Perpotongan pada Poros Pengangkut Sumbu X-Z	IV-26
Gambar IV. 29 Diagram Gaya Geser dan Momen Bengkok Sumbu X-Z	IV-29
Gambar IV. 30 Model 3D Rangka Kendaraan Angkut Sampah yang Disimulasi	IV-33
Gambar IV. 31 Tumpuan pada 3D <i>model</i>	IV-34
Gambar IV. 32 Grafik Hasil Simulasi Variasi <i>Mesh</i>	IV-38
Gambar IV. 33 Tegangan Hasil Simulasi	IV-39
Gambar IV. 34 <i>Displacement</i> Hasil Simulasi	IV-39
Gambar IV. 35 <i>Safety Factor</i> Hasil Simulasi.....	IV-40
Gambar IV. 36 <i>Center of Gravity</i> Kendaraan dan Tong Sampah.....	IV-41
Gambar IV. 37 Diagram Benda Bebas Kendaraan	IV-42
Gambar IV. 38 Penentuan Resultan Gaya.....	IV-43
Gambar IV. 39 DBB Penyederhanaan Posisi Pengangkutan	IV-44
Gambar IV. 40 DBB Posisi Pengangkutan	IV-44
Gambar IV. 41 DBB Ditinjau Berdasarkan Defleksi.....	IV-45
Gambar IV. 42 Superposisi	IV-45
Gambar IV. 43 Posisi 1	IV-46
Gambar IV. 44 Posisi 2	IV-46
Gambar IV. 45 Alur perhitungan quasi dinamik.....	IV-49
Gambar IV. 46 <i>Center of Gravity</i> Kendaraan Angkut Sampah	IV-49
Gambar IV. 47 Diagram Benda Bebas Kendaraan	IV-50
Gambar IV. 48 Penentuan <i>Center of Force</i>	IV-51
Gambar IV. 49 Poligon Gaya pada Kendaraan Angkut Sampah	IV-51
Gambar IV. 50 <i>Center of Force</i> Kendaraan Angkut Sampah.....	IV-52
Gambar IV. 51 Model Fisik Kendaraan Angkut Sampah.....	IV-53
Gambar IV. 52 Diagram Model Matematis Kendaraan Angkut Sampah	IV-53
Gambar IV. 53 Diagram Kinetostatik Kendaraan Angkut Sampah.....	IV-54
Gambar IV. 54 Penamaan Roda 1,2, dan 3.....	IV-55
Gambar IV. 55 Hasil Perhitungan Indeks <i>Understeer</i> terhadap Kecepatan Belok	IV-61
Gambar IV. 56 Elemen Perhitungan Harga Pokok Produksi	IV-63

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Perhitungan Penentuan Dimensi Batang Cacing.....	II-8
Tabel II. 2 Perhitungan Penentuan Dimensi Roda Gigi Cacing.....	II-8
Tabel III. 1 Spesifikasi Awal Produk Existing yang Telah Diobservasi.....	III-4
Tabel III. 2 Kendaraan Angkut Sampah <i>Existing</i>	III-6
Tabel III. 3 Hasil Wawancara dan Interpretasi Kebutuhan <i>Customer</i>	III-7
Tabel III. 4 Prioritas Kebutuhan <i>Customer</i>	III-11
Tabel III. 5 <i>Customer Needs</i> Kendaraan Angkut Sampah	III-13
Tabel III. 6 Metrik Kendaraan Angkut Sampah.....	III-14
Tabel III. 7 Matriks Metrik-Kebutuhan	III-15
Tabel III. 8 Perbandingan Produk Kompetitor Terhadap Metrik.....	III-16
Tabel III. 9 Spesifikasi Target.....	III-17
Tabel III. 10 Penilaian Teknis Produk Kompetitor	III-18
Tabel III. 11 Daftar Tuntutan Rancangan Kendaraan Angkut Sampah	III-20
Tabel III. 12 Data Kekayaan Intelektual	III-23
Tabel III. 13 Alternatif Varian Konsep 1	III-25
Tabel III. 14 Alternatif Varian Konsep 2	III-26
Tabel III. 15 Alternatif Varian Konsep 3	III-27
Tabel III. 16 Alternatif Varian Konsep 4	III-28
Tabel III. 17 Alternatif Varian Konsep 5	III-29
Tabel III. 18 Alternatif Varian Konsep 6	III-30
Tabel III. 19 Alternatif Varian Konsep 7	III-31
Tabel III. 20 Kriteria Penilaian Alternatif Varian Konsep.....	III-33
Tabel III. 21 Penyaringan Alternatif Varian Konsep	III-34
Tabel III. 22 Alternatif Varian Konsep 3 Revisi.....	III-35
Tabel III. 23 Alternatif Varian Konsep 6 Revisi.....	III-36
Tabel III. 24 Penilaian Alternatif Varian Konsep	III-37
Tabel IV. 1 Perhitungan Dimensi Batang Cacing.....	IV-10
Tabel IV. 2 Perhitungan Dimensi Roda Gigi Cacing.....	IV-10
Tabel IV. 3 Perhitungan Gaya pada roda gigi.....	IV-11
Tabel IV. 4 Gaya pada Poros Pengangkut Ditinjau dari Sumbu Y-Z	IV-18
Tabel IV. 5 Perhitungan Gaya Geser dan Momen Poros Pengangkut	IV-19
Tabel IV. 6 Gaya Geser dan Momen Bengkok Sumbu Y-Z	IV-21
Tabel IV. 7 Gaya dan Momen pada Poros Pengangkut Ditinjau dari Sumbu X-Z	IV-26
Tabel IV. 8 Perhitungan Gaya Geser dan Momen Poros Pengangkut Sumbu X-Z	IV-27
Tabel IV. 9 Gaya Geser dan Momen Bengkok Sumbu X-Z	IV-28
Tabel IV. 10 Perhitungan Momen Gabungan pada Poros Pengangkut.....	IV-30
Tabel IV. 11 Sifat Material SS400 [34] [35]	IV-33
Tabel IV. 12 Pembebanan pada <i>Chassis</i>	IV-34
Tabel IV. 13 Hasil Simulasi Variasi <i>Mesh</i>	IV-38
Tabel IV. 14 Hasil Simulasi	IV-40
Tabel IV. 15 Pembebanan yang Ditinjau saat Pengangkut Beroperasi.....	IV-42
Tabel IV. 16 Hasil Perhitungan Gaya Posisi Maksimum	IV-47
Tabel IV. 17 Gaya pada Kondisi Pengangkutan Beroperasi.....	IV-48

Tabel IV. 18 Pembebanan pada Kendaraan	IV-50
Tabel IV. 19 Rumus Analisis Kestabilan.....	IV-55
Tabel IV. 20 Hasil Perhitungan Kestabilan Kendaraan dengan Kecepatan 32 km/jam	IV-57
Tabel IV. 21 Hasil Perhitungan Kestabilan Kendaraan dengan Berbagai Variasi Kecepatan.....	IV-59
Tabel IV. 22 Hasil Perhitungan Nilai Indeks <i>Understeer</i>	IV-61
Tabel IV. 23 Hasil Perhitungan Momen pada Kendaraan	IV-62
Tabel IV. 24 Perhitungan Biaya Komponen Standar.....	IV-63
Tabel IV. 25 Perhitungan Biaya Komponen Non Standar.....	IV-66
Tabel IV. 26 Perhitungan Biaya <i>Assembly</i>	IV-68
Tabel IV. 27 Biaya Pengembangan Kendaraan Angkut Sampah	IV-68
Tabel IV. 28 Harga Pokok Produksi Kendaraan Listrik Angkut Sampah	IV-69
Tabel V. 1 Spesifikasi Kendaraan Angkut Sampah.....	V-2

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** *Curriculum Vitae*
- Lampiran 2** Draf Konstruksi Rancangan
- Lampiran 3** Data Hasil Wawancara
- Lampiran 4** Tabel Alternatif Konstruksi Sub Fungsi
- Lampiran 5** Tabel Antropometri
- Lampiran 6** Hasil Simulasi
- Lampiran 7** Daftar Tabel dan Grafik Perhitungan
- Lampiran 8** Perhitungan Gaya Reaksi Ban Saat Pengangkut Beroperasi
- Lampiran 9** Perhitungan Kestabilan Kendaraan
- Lampiran 10** Analisis Biaya

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

i	= Rasio
n_1	= Kecepatan batang cacing
n_2	= Kecepatan roda gigi cacing
z_1	= Jumlah gigi cacing
z_2	= Jumlah gigi roda cacing
T_1	= Torsi pada cacing [Nm]
T_2	= Torsi pada roda cacing [Nm]
m	= Modul roda gigi [mm]
η_g	= Efisiensi <i>worm gear</i>
a	= Jarak titik berat ke roda depan [m]
b	= Jarak titik berat ke roda belakang [m]
h	= Tinggi titik berat kendaraan dari permukaan jalan [m]
r	= jari-jari roda [m]
L	= Jarak <i>wheelbase</i> [m]
O_a	= Pusat belok <i>ackerman</i>
O_n	= Pusat belok netral
O_u	= Pusat belok <i>understeer</i>
O_o	= Pusat belok <i>oversteer</i>
R_{ack}	= Radius belok <i>ackerman</i> /ideal [m]
R_n	= Radius belok netral [m]
R_u	= Radius belok <i>understeer</i> [m]
A_f	= Luas penampang depan kendaraan [m ²]
R_f	= Gaya dorong pada roda depan [N]
R_r	= Gaya dorong pada roda belakang [N]
R_{rf}	= Gaya hambat <i>rolling</i> pada roda depan [N]
R_{rr}	= Gaya dorong pada roda belakang [N]
F_c	= Gaya sentrifugal kendaraan [N]
F_{gf}	= Gaya gesek roda depan [N]
F_{gr}	= Gaya gesek roda belakang [N]

F_d	= Gaya hambat angin <i>drag</i> [N]
F_l	= Gaya hambat angin <i>lift</i> [N]
F_s	= Gaya hambat angin <i>side</i> [N]
F_z	= Gaya normal masing-masing roda [N]
M_{Ra}	= Momen guling (<i>rolling</i>) akibat angin [Nm]
M_{Pa}	= Momen angguk (<i>pitching</i>) akibat angin [Nm]
M_{Ya}	= Momen putar (<i>yawing</i>) akibat angin [Nm]
W	= Berat kendaraan [N]
W_f	= Berat kendaraan bagian depan [N]
W_r	= Berat kendaraan bagian belakang [N]
C_d	= Konstanta <i>drag</i>
C_l	= Konstanta <i>lift</i>
C_s	= Konstanta <i>side</i>
v	= Kecepatan kendaraan [km/jam]
V	= Kecepatan angin [km/jam]
a	= Percepatan kendaraan [m/s^2]
g	= Percepatan gravitasi [m/s^2]
θ	= Sudut tanjakan jalan [derajat]
β_a	= Sudut <i>side slip ackerman</i> [derajat]
β_n	= Sudut <i>side slip netral</i> [derajat]
β_u	= Sudut <i>side slip understeer</i> [derajat]
β_o	= Sudut <i>side slip oversteer</i> [derajat]
δ_f	= Sudut belok roda depan [derajat]
α_{bb}	= Sudut slip ban bias baru [derajat]
α_{bg}	= Sudut slip ban bias gundul [derajat]
α_{rb}	= Sudut slip ban radial baru [derajat]
α_{rg}	= Sudut slip ban radial gundul [derajat]
P	= Tekanan ban [Psi]
P_s	= Tekanan standar 25 psi [Psi]
m	= Massa [kg]
V	= Volume [m^3]
ρ	= Massa jenis [kg/m^3]

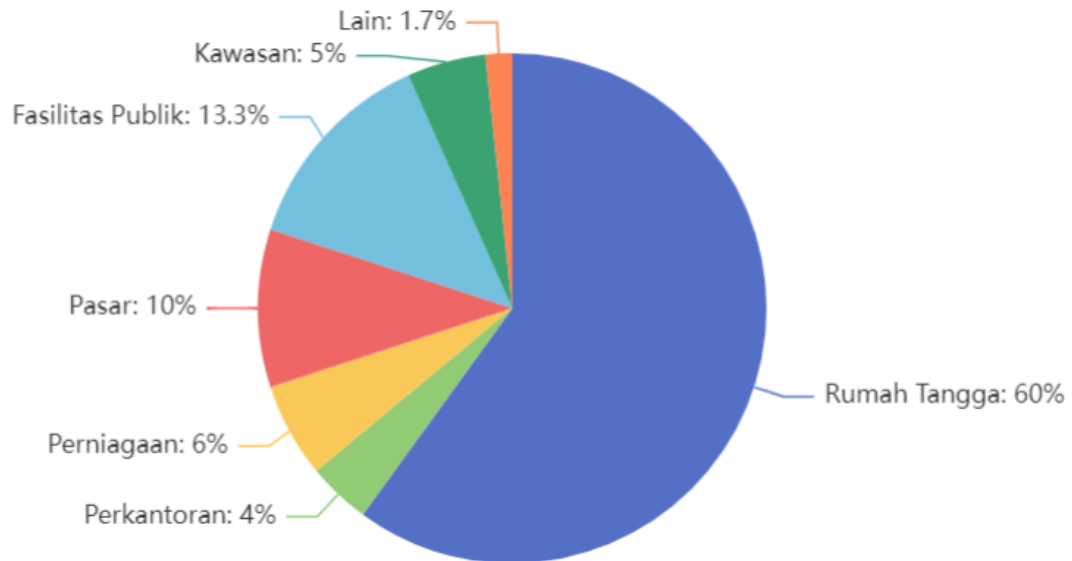
T	= Torsi [Nm]
d	= Diameter [m]
F_t	= Gaya tangensial [N]
σ_{bD}	= Tegangan maksimal material [N/mm ²]
σ_{bmax}	= Tegangan maksimum <i>part</i> [N/mm ²]
L_h	= Panjang <i>handle</i> [m]
B3	= Bahan Berbahaya dan Beracun
BL	= <i>Breaking Load</i>
CoG	= <i>Center of Gravity</i>
CoF	= <i>Center of Force</i>
DGG	= Diagram Gaya Geser
DLHK	= Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan
DMB	= Diagram Momen Bengkok
EV	= <i>Electric Vehicle</i>
FEA	= <i>Finite Element Analysis</i>
HPP	= Harga Pokok Produksi
PBB	= Perserikatan Bangsa-Bangsa
PSTR	= Pengelolaan Sampah Tingkat Regional
SDGs	= <i>Sustainable Development Goals</i>
SF	= <i>Safety factor</i>
SWL	= <i>Safe Working Load</i>
TPA	= Tempat Pemrosesan Akhir
TPS	= Tempat Penampungan Sementara
UNEP	= <i>The United Nations Environment Programme</i>
UPTD	= Unit Pelaksana Teknis Dinas

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sampah secara umum merupakan sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat. Hampir di seluruh Indonesia, permasalahan sampah masih menjadi permasalahan yang kompleks. Pada tahun 2020, dengan jumlah penduduk Kota Bandung 2.500.965 jiwa dan menurut kajian timbulan sampah yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kota Bandung terhitung timbulan sampah per kapita sebanyak 0,63 kg/orang/hari, maka Kota Bandung menghasilkan sampah sebanyak $\pm 1.601,25$ ton per hari [1]. Salah satu sektor yang berpotensi besar dalam menimbulkan sampah adalah sampah rumah tangga. Sampah rumah tangga menduduki posisi pertama dalam komposisi sampah di Kota Bandung pada tahun 2022 yaitu sebesar 60% [2]. Jumlah sampah yang banyak menunjukkan urgensi perlunya penanganan terhadap sampah.



Gambar I. 1. Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis Sampah di Kota Bandung [2]
Menurut UU No. 18 Tahun 2008, kegiatan penanganan sampah terdiri dari proses pemilahan sampah dalam bentuk pengelompokan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenisnya, pengumpulan dalam bentuk pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber sampah ke tempat penampungan sementara atau terpadu,

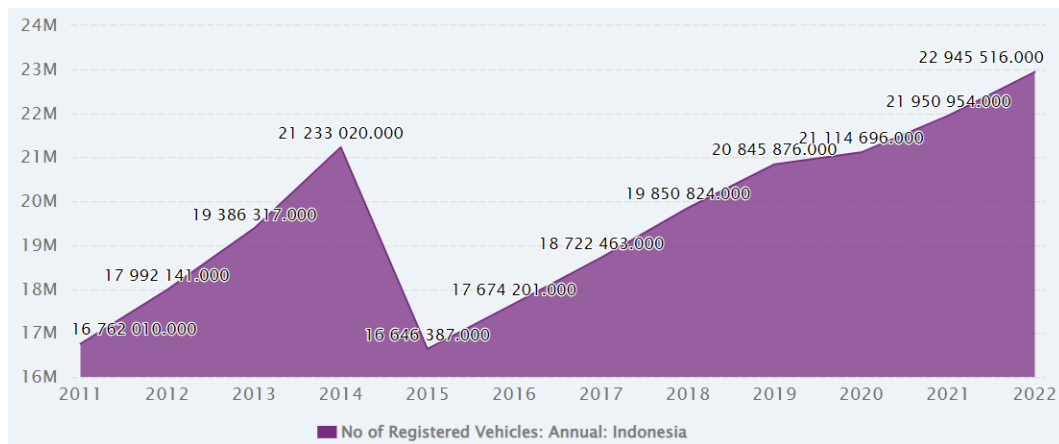
pengangkutan sampah dari tempat penampungan sampah sementara atau terpadu menuju tempat pemrosesan, pengolahan dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi dan jumlah sampah, dan pemrosesan akhir sampah dalam bentuk pengembalian sampah atau hasil residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman. Pengelolaan sampah di Kota Bandung dilakukan oleh UPTD Pengelolaan Sampah yang bergerak di bawah DLHK Kota Bandung.

Dalam Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, dijelaskan sampah rumah tangga adalah sampah yang berasal dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga, yang tidak termasuk tinja dan sampah spesifik. Pengangkutan sampah merupakan kegiatan membawa sampah dari sumber menuju Tempat Penampungan Sementara (TPS) atau tempat pengolahan sampah terpadu atau Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dengan menggunakan kendaraan bermotor yang didesain untuk mengangkut sampah.

Pengangkutan sampah rumah tangga diangkut dari rumah ke TPS secara swakelola oleh petugas RT dan RW setempat. Sampah dari TPS di Kota Bandung diangkut oleh truk sampah UPT Pengelolaan Sampah yang kemudian dibuang ke TPA Sarimukti, Kabupaten Bandung Barat yang dikelola oleh UPTD Pengelolaan Sampah Tingkat Regional (PSTR) Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat. Pada tahun 2020, dengan jumlah RW di Kota Bandung sebanyak 1.531 RW [3] dan setidaknya di tiap RW memiliki 1 kendaraan angkut sampah, maka dapat diperkirakan jumlah kendaraan angkut sampah dari rumah ke TPS berjumlah ± 1.531 kendaraan.

Berdasarkan keadaan lapangan permasalahan yang ada pada proses pengangkutan sampah dari rumah ke TPS diantaranya tidak efisiennya proses pemindahan sampah dari alat bantu ke kendaraan angkut sampah sehingga menambah beban kerja dari petugas angkut sampah. Selain itu, pada kendaraan angkut sampah yang ada tidak adanya tempat penyimpanan untuk alat kebersihan, tempat untuk dua orang petugas sampah, tidak adanya fitur yang membantu petugas untuk naik ke kendaraan angkut sampah, dan juga seringkali terjadi kondisi ban bocor.

Kendaraan bermotor di Indonesia mengalami peningkatan jumlah secara bertahap dari tahun ke tahun. Berdasarkan *CEIC Data Global Database* [4], tercatat hingga Desember 2022 jumlah kendaraan yang teregistrasi di Indonesia sebanyak 22,945,516 unit. Kendaraan bermotor yang ada dapat memicu pencemaran udara. Transportasi darat berkontribusi lebih dari 90% konsumsi bahan bakar fosil [5] yang kemudian berakibat pada peningkatan konsentrasi gas rumah kaca dan polutan lainnya.



Gambar I. 2 Grafik Kendaraan Teregistrasi 2011-2022 [4]

Berdasarkan data IQAir pada hari Minggu, 17 September 2023, kualitas udara di Kota Bandung berstatus tidak sehat bagi kelompok sensitif dengan indeks kualitas udara AQI US 102 dan polutan utama PM_{2.5} sebanyak 36.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi PM_{2.5} di Kota Bandung sudah 7,2 kali lipat dari nilai panduan kualitas udara tahunan WHO [6].

Emisi karbon adalah senyawa karbon yang dilepaskan ke atmosfer, seperti karbon dioksida (CO₂) dan metana (CH₄). Emisi karbon berefek negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Emisi karbon dapat menciptakan perubahan iklim serta berkontribusi terhadap polusi udara yang dapat menyebabkan masalah pernapasan dan masalah kesehatan lainnya. Emisi karbon di Indonesia sekitar 600 juta ton karbon dioksida (CO₂), hal tersebut menjadikan Indonesia menjadi negara kesembilan sebagai penghasil emisi karbon terbesar seluruh dunia. Emisi Indonesia besar disebabkan oleh 75% emisi dari transportasi [7].

Tingginya polusi udara dan emisi karbon di Indonesia dipengaruhi oleh meningkatnya konsumsi energi, pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi dan kebakaran lahan gambut, serta adanya pertumbuhan populasi manusia.

Sebab hal-hal tersebut, pada tahun 2015, UN Konferensi Iklim COP21 di Paris, Perancis mulai membahas terkait *net zero emission*. *Net zero emission* merupakan kondisi dimana jumlah emisi karbon yang dilepaskan ke atmosfer tidak melebihi jumlah emisi yang mampu diserap oleh bumi. Banyak langkah yang dilakukan untuk mendukung program *net zero emission* contohnya dilakukan transisi kendaraan berbahan bakar fosil menjadi kendaraan listrik.

Transisi kendaraan berbahan bakar fosil menjadi kendaraan listrik juga mendukung UNEP (The United Nations Environment Programme) yaitu SDGs (Sustainable Development Goals). SDGs merupakan seperangkat tujuan global berkelanjutan yang ditetapkan oleh PBB (Perserikatan Bangsa-Bangsa). SDGs terdiri dari 17 tujuan yang dirancang untuk mendorong kerja sama global dalam melaksanakan pembangunan yang berkelanjutan di seluruh dunia.



Gambar I. 3 *Sustainable Development Goals*

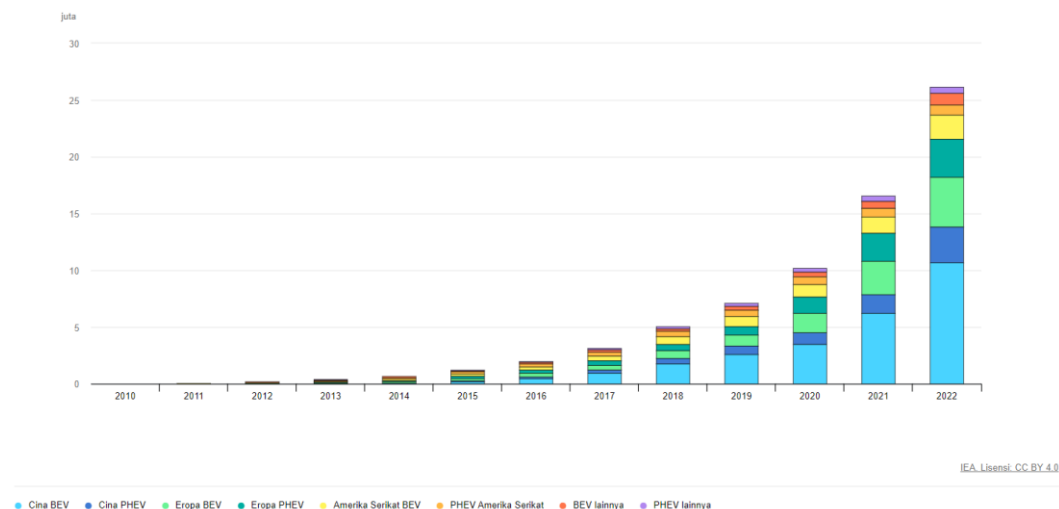
Transisi kendaraan berbahan bakar fosil menjadi kendaraan listrik setidaknya mendukung program SDGs sebagai berikut

1. Poin 7 - energi bersih dan terjangkau
2. Poin 9 - industri, inovasi, dan infrastruktur
3. Poin 12 - konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab
4. Poin 13 - penanganan perubahan iklim
5. Poin 15 - ekosistem daratan.

Pemerintah juga mendukung program transisi kendaraan berbahan bakar fosil menjadi kendaraan listrik dengan dikeluarkannya beberapa aturan pemerintahan,

yaitu Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (*Battery Electric Vehicle*) untuk Transportasi Jalan, Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 65 Tahun 2020 tentang Konversi Sepeda Motor dengan Penggerak Motor Bakar Menjadi Sepeda Motor Listrik Berbasis Baterai, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 15 Tahun 2020 terkait Konversi Kendaraan Bermotor Selain Sepeda Motor Dengan Penggerak Motor Bakar Menjadi Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai. Pemerintah Indonesia telah menargetkan produksi 600.000 kendaraan listrik pada tahun 2030.

Mobil listrik kini sudah mengalami perkembangan yang pesat di pasar global termasuk di pasar Indonesia. Mobil listrik yang sudah dipasarkan diantaranya ada Wuling Air EV, Hyundai Ioniq 5, Kia EV6, Tesla Model 3, dan Mercedes Benz EQS. Pengaruh penggunaan mobil listrik terhadap lingkungan diantaranya mengurangi polusi udara, mengurangi gas rumah kaca, dan peningkatan penggunaan energi terbarukan.



Gambar I. 4 Grafik Jumlah Mobil Listrik Global 2010-2022 [8]

Berdasarkan penjelasan di atas terkait jumlah sampah rumah tangga yang tinggi di Kota Bandung yang perlu dilakukan pengolahan sampah. Salah satu tahapan dalam pengolahan sampah adalah pengangkutan sampah. Dalam proses pengangkutan sampah diperlukan kendaraan yang dapat memudahkan mobilisasi sampah yang dapat meringankan beban kerja petugas sampah yang dilengkapi tempat penyimpanan untuk alat kebersihan, fitur yang membantu petugas untuk naik ke kendaraan angkut sampah, adanya solusi terkait kondisi ban bocor, dan

juga dapat digunakan untuk dua orang petugas angkut sampah. Selain itu terdapat permasalahan berkaitan dengan kondisi lingkungan yang semakin buruk akibat tingginya pembakaran bahan bakar fosil, contohnya pada kendaraan bermotor. Dengan adanya isu terkait sampah dan kendaraan angkut sampah, permasalahan lingkungan akibat kendaraan berbahan bakar fosil serta mengikuti tren perkembangan mobil listrik, maka dibutuhkan sebuah moda transportasi yang dapat mengakomodasi pengangkutan sampah yang dapat meringankan beban kerja petugas angkut sampah, mudah digunakan, ramah lingkungan.

Salah satu alternatif penyelesaiannya dengan adanya sebuah produk inovasi berupa kendaraan angkut sampah rumah tangga berbasis kendaraan listrik. Kendaraan yang dibuat merupakan pengembangan kendaraan listrik roda tiga dari *platform* yang sudah ada yaitu *platform* E-Bemo Josun Motor Indonesia. Penggunaan *platform* Bemo Josun Motor Indonesia didasari dengan adanya program kemitraan kerja sama Politeknik Manufaktur Bandung dengan Josun Motor Indonesia untuk pengembangan *electric vehicle*. Dengan adanya kendaraan ini ada pergantian sistem secara ekonomis dan juga akan mengubah sistem pengangkutan dimana untuk lingkungan rumah dalam gang menggunakan alat bantu angkut tong sampah plastik 120 liter dan pada kawasan rumah dengan jalan yang cukup luas pengangkutan sampah dari rumah langsung masuk ke kendaraan angkut sampah, dimana di kawasan rumah tersebut menggunakan tong sampah plastik 120 liter.



Gambar I. 5 Bemo Josun Motor Indonesia

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dikaji terkait bagaimana rancangan kendaraan angkut sampah berbasis kendaraan listrik roda tiga yang dipergunakan untuk pengangkutan sampah dari rumah ke TPS.

I.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis membatasi ruang lingkup dalam permasalahan sebagai berikut:

1. Ruang lingkup pengembangan produk kendaraan angkut sampah merupakan pengembangan dan/atau modifikasi dari *platform* kendaraan Bemo Josun Motor Indonesia.
2. Perancangan kendaraan dipergunakan sebagai alat angkut sampah rumah tangga yang diangkut dari lingkungan rumah ke TPS.
3. Proses penentuan spesifikasi rancangan produk kendaraan mengacu pada kebutuhan petugas pengangkut sampah serta UPTD Pengelolaan Sampah Kota Bandung, kondisi kendaraan E-Bemo Josun Motor Indonesia dan kondisi kendaraan *existing* pengangkut sampah.
4. Proses wawancara pengambilan data diambil dari petugas angkut sampah di TPS Babakan Siliwangi, TPS Ciumbuleit, TPS Taman Cibeunying, TPS Pahlawan, dan TPS Cikutra.
5. Analisis kekuatan yang dilakukan adalah analisis konstruksi rangka kendaraan listrik angkut sampah menggunakan *software* Solidwork.
6. Analisis dinamik yang dilakukan adalah analisis gerak dinamika kendaraan dalam kurvalinier untuk menguji kestabilan dan ketahanan guling dari kendaraan dengan kalkulasi quasi dinamik
7. Analisis biaya dilakukan untuk perhitungan pembuatan satu kendaraan listrik angkut sampah hingga diketahui harga jual.
8. Sistem kendali, sistem energi, sistem penggerak mengacu pada Bemo Josun Motor Indonesia, sehingga tidak dibahas dalam penelitian ini.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan rancangan model kendaraan listrik angkut sampah rumah tangga di Kota Bandung.
2. Menghasilkan gambar *draft* kendaraan listrik angkut sampah rumah tangga di Kota Bandung.
3. Menghasilkan analisis kekuatan, analisis dinamik kendaraan, dan analisis biaya kendaraan listrik angkut sampah.

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dengan adanya rancangan kendaraan angkut sampah yang harapan kedepannya direalisasikan dapat mempermudah proses pengangkutan sampah oleh petugas dengan mengurangi beban kerja petugas.
2. Dapat menciptakan peluang bisnis/pengembangan bisnis baru.
3. Dapat menjadi salah satu solusi untuk penggantian kendaraan berbahan bakar fosil menjadi kendaraan listrik.
4. Dapat mendukung terlaksananya program *go green net zero emissions*.
5. Dapat menjadi referensi bagi pihak yang akan melakukan penelitian di masa yang akan datang.

I.5 Sistematika Penulisan

Penelitian ini, terdiri dari lima bab yang dilengkapi dengan daftar pustaka serta lampiran yang disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan dari penelitian yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisikan berbagai teori pendukung untuk memecahkan rumusan masalah pada penelitian yang didasarkan pada hasil studi literatur.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi diagram alir dan uraian rinci dari proses penyelesaian masalah dilengkapi uraian terkait proses perancangan kendaraan angkut sampah rumah tangga di Kota Bandung berbasis

kendaraan listrik roda tiga mulai dari perencanaan, pengembangan konsep, *system level design*, *detail design*, dan *testing and refinement*.

BAB IV ANALISIS, berisi analisis perhitungan dimensi *part*, analisis kekuatan konstruksi rangka kendaraan, analisis posisi pengaoperasian mekanisme pengangkut sampah, analisis dinamika kendaraan dengan kalkulasi quasi dinamik, dan perhitungan biaya terkait harga jual produk.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang didapatkan sebagai jawaban dari rumusan masalah dan tujuan awal penelitian serta pemaparan mengenai kritik dan saran perbaikan maupun kajian lanjut dari penelitian yang telah dilakukan.