

**RANCANG BANGUN *TROLLEY CITY* DENGAN KONSEP
PERPADUAN TROLI DAN SEPEDA *THROTTLE*
RODA TIGA UNTUK KEBUTUHAN
IBU RUMAH TANGGA**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan

Oleh :

Irsyan Sani

218421906



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN DAN MANUFAKTUR
KONSENTRASI TEKNIK REKAYASA DAN PENGEMBANGAN PRODUK
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**RANCANG BANGUN *TROLLEY CITY* DENGAN KONSEP
PERPADUAN TROLI DAN SEPEDA *THROTTLE*
RODA TIGA UNTUK KEBUTUHAN
IBU RUMAH TANGGA**

Telah direvisi dan disetujui sebagai Tugas Akhir Program Sarjana Terapan
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, November 2020

Disetujui,

Pembimbing

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

NIP. 197504172005011004

LEMBAR PERNYATAAN

Seluruh isi dalam dokumen Tugas Akhir ini, tidak terdapat tulisan dan data palsu atau terbebas dari unsur plagiarisme atau otoplagiarisme

Apabila dikemudian hari didapatkan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka penulis bertanggung jawab sepenuhnya dan siap menerima sanksi akademik yang berlaku

Bandung, November 2020

Yang membuat pernyataan,

Irsyan Sani

NIM. 218421906

ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan perancangan sebuah konsep kendaraan untuk menyelesaikan permasalahan ketidakpraktisan proses belanja ibu rumah tangga yaitu dengan memadukan sepeda throttle roda tiga dengan troli belanja. Kendaraan ini memungkinkan untuk memudahkan dalam mobilitas, mudah dalam pengoperasian dan tidak membutuhkan keranjang tambahan.

Proses penyelesaian pada penelitian ini menggunakan dua metode yaitu metode perancangan VDI 2222 untuk menghasilkan solusi perancangan dan metode kalkulasi quasi dinamik untuk mengetahui perilaku arah belok dan kestabilan kendaraan dengan mempertimbangkan kecepatan (v), sudut belok (δ_f) dan posisi titik berat. Berdasarkan metode perancangan VDI 2222 dihasilkan rancangan kendaraan dengan tata letak dua roda berada dibagian depan (tadpole trike), bentuk rangka dengan mengombinasikan rectangular tube dengan pipa yang dibentuk menjadi konfigurasi X, motor penggerak menggunakan BLDC geared hub motor, dan keranjang berada dibagian depan. Mekanisme pelipatan dengan membuka sistem pengunci pada rangka kemudian rangka diputar pada pivot bagian tengah sehingga membuat roda belakang sejajar dengan dua roda depan. Mekanisme pelipatan tersebut membuat bentuk menjadi ringkas dan padat. Kemudian hasil rancangan dilakukan analisis kestabilan, analisis statis kekuatan pada rangka dan pengujian dengan menggunakan media sepeda roda tiga dengan pendekatan beban pengendara, roda depan dan jarak wheeltrack yang disesuaikan dengan hasil rancangan.

Hasil analisis kestabilan dan pengujian menunjukkan semakin besar kecepatan dan sudut belok maka kendaraan semakin mengalami penurunan performa. Agar kendaraan dalam keadaan netral maka kecepatan maksimum adalah 11-20 km/jam dengan sudut belok maksimum sebesar 26° . Sehingga dalam pengoperasiannya, jika ingin menambah kecepatan maka sudut belok tidak lebih dari 26° , dan jika ingin menambah sudut belok maka pastikan dalam kecepatan dibawah 20 km/jam. Hasil analisis statis kekuatan rangka dengan material S235JR menunjukkan nilai tegangan von mises maksimum adalah $137,5 \text{ N/mm}^2$, nilai tersebut lebih kecil daripada kekuatan mulur material S235JR yaitu 235 N/mm^2 dan nilai faktor keamanan yang terjadi adalah 1,7 yang berada di alur pelat dudukan roda belakang.

Kata kunci: indeks understeer, kendaraan roda tiga, kestabilan, quasi dinamik, VDI 2222

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim

Segala puji hanya untuk Allah subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis yang berjudul **RANCANG BANGUN *TROLLEY CITY* DENGAN KONSEP PERPADUAN TROLI BELANJA DENGAN SEPEDA *THROTTLE* RODA TIGA UNTUK KEBUTUHAN IBU RUMAH TANGGA.**

Karya tulis ini dibuat untuk memenuhi salah satu dari serangkaian pelaksanaan Tugas Akhir (TA) Diploma IV pada Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Bandung tahun ajaran 2018-2019 dan sebagai bentuk penerapan ilmu yang telah penulis dapat selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan karya tulis ini memiliki banyak kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan wawasan penulis. Saran, kritik dan masukan dari semua pihak akan senantiasa penulis harapkan untuk peningkatan kajian agar menjadi lebih baik.

Akhir kata penulis berharap penulisan karya tulis ini dapat memberikan manfaat khususnya untuk penulis dan umumnya untuk pembaca sekalian serta memberikan konstribusi bagi perkembangan teknologi terutama untuk dunia perancangan dan dunia otomotif. Aamiin

Bandung, Oktober 2020

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak hambatan baik dari segi teknis maupun non-teknis. Namun berkat dorongan motivasi serta bimbingan dari beberapa pihak, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sebagai ucapan terima kasih, karya tulis ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta Keuis Mardiana dan Wawan Hermawan yang senantiasa mendo'akan, menyemangati, memberikan nasihat dan sebagai orang yang telah berjuang dan mendedikasikan hidupnya demi kebaikan, keberhasilan, dan mimpi-mimpi penulis;
2. Bapak Iman Apriana Effendi sebagai pembimbing yang telah mengajarkan ilmu tentang teknologi, membimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan sebagai guru spiritual serta rekan untuk berbagi agar tidak melupakan kehidupan akhirat dan menjadikan penulis sebagai individu yang lebih baik;
3. Bapak Ayi Surya yang telah membantu dalam proses realisasi dari penelitian penulis dan rekan dalam berdiskusi sehingga purwarupa produk dapat diselesaikan;
4. Seluruh dosen dan staff di Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur yang telah membagi ilmu, bimbingan, pelayanan serta fasilitas sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini;
5. Rekan satu bimbingan Angga, Miftah, Arya, Aa Naufal, dan Rizky Teguh yang telah menjadi rekan dalam berdiskusi untuk memecahkan permasalahan dalam pelaksanaan Tugas Akhir;
6. Sahabat-sahabat tercinta Roffi, Fikri, Fadhlán, Egi, Yudhis, Chandra, Qomar, Faisal Haris, Alamanda, Asep Wildan dan Indri yang selalu membantu, memberikan dukungan dan motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir;
7. Rekan-rekan DE angkatan 2015, D4 DE angkatan 2018 dan D4 (DEC) angkatan 2016 yang sama-sama berjuang menimba ilmu, teman berdiskusi, dan membentuk karakter penulis;
8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
Terima kasih atas dedikasi dan dukungannya.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	8
1.3. Tujuan Penelitian	9
1.4. Manfaat Penelitian	9
1.5. Batasan Masalah.....	9
1.6. Metode Penelitian	10
1.7. Sistematika Penulisan	14
BAB II LANDASAN TEORI	15
2.1. Pola Belanja	15
2.2. Konstruksi Sepeda Listrik	16
2.2.1. Komponen Sepeda Listrik.....	17
2.2.2. Jenis (Kelas) Sepeda Listrik.....	22
2.2.3. Gaya Kayuh Sepeda.....	23
2.3. Konfigurasi Kendaraan Roda Tiga (<i>Trike</i>).....	25
2.4. Mekanisme Mengayun (<i>Tilting Wheel</i>).....	27
2.5. Dinamika Kendaraan Berbelok	28
2.5.1. Dinamika Kendaraan Belok pada Jalan Datar	28
2.5.2. Mengukur Posisi Titik Berat.....	32
2.5.3. Sudut Slip pada Ban	33
2.5.4. Gaya dan Momen yang Bekerja pada Kendaraan.....	36
2.6. Kestabilan pada Kendaraan.....	39
2.6.1. Jenis Perilaku Belok Kendaraan	39
2.6.2. Mengukur Perilaku Arah Kendaraan.....	44
2.7. Metode Kalkulasi Quasi Dinamik	45
2.8. Teori Kegagalan.....	46
2.8.1. Teori Tegangan Geser Maksimum (Kriteria Tresca).....	48
2.8.2. Teori Energi Distorsi Maksimum (Kriteria <i>Von mises</i>)	48
2.8.3. Faktor Keamanan	51
2.9. Metode Perancangan VDI 2222	52
2.9.1. Merencana	53
2.9.2. Mengonsep	54
2.9.3. Merancang	56
2.9.4. Penyelesaian.....	57
BAB III PROSES PERANCANGAN	58
3.1. Merencana.....	59

3.1.1. Identifikasi Kebutuhan.....	60
3.1.2. Daftar Tuntutan	68
3.2. Mengonsep.....	69
3.2.1. Menetapkan Struktur Fungsi.....	69
3.2.2. Menguraikan Fungsi Keseluruhan	70
3.2.3. Alternatif Konstruksi Fungsi Bagian	70
3.2.4. Kotak Morfologi.....	79
3.2.5. Alternatif Fungsi Kombinasi.....	80
3.2.6. Penilaian Alternatif Fungsi Kombinasi.....	86
3.3. Merancang.....	88
3.3.1. Perhitungan Awal.....	88
3.3.2. Membuat Rancangan Awal.....	93
3.3.3. Melengkapi Rancangan Konstruksi	93
3.3.4. Rancangan Konstruksi Akhir	94
3.4. Penyelesaian	95
BAB IV PROSES PEMBUATAN.....	96
4.1. Proses Manufaktur	96
4.1.1. Persiapan Material.....	97
4.1.2. Proses Pengerjaan	101
4.2. Perbaikan Konstruksi	105
4.3. Rancangan Konstruksi Hasil Perbaikan	107
4.4. Proses Perakitan	107
BAB V ANALISIS DAN PENGUJIAN.....	108
5.1. Analisis Kestabilan Kendaraan.....	108
5.1.1. Hasil Perhitungan Kestabilan pada Kendaraan	112
5.1.2. Analisis Hasil Perhitungan Kestabilan pada Kendaraan.....	117
5.1.3. Analisis Kecenderungan Data Hasil Perhitungan.....	119
5.2. Analisis Statis Rangka.....	122
5.3. Pengujian.....	125
5.3.1. Skenario Pengujian	126
5.3.2. Hasil dan Analisis Pengujian	127
BAB VI KESIMPULAN	132
6.1. Kesimpulan	132
6.2. Saran.....	136
DAFTAR PUSTAKA	xii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Sylvian Goldman penemu troli.....	2
Gambar 1.2 Purwarupa kereta dorong Sylvan Goldman tahun 1937.....	3
Gambar 1.3 Poster imbauan pengurangan kantong plastik di BORMA Dago.....	4
Gambar 1.4 Selis Murai dengan teknologi <i>throttle</i>	5
Gambar 1.5 Yamaha Tritown dengan konfigurasi <i>tadpole trike (reverse trike)</i> ...	6
Gambar 1.6 RadBurro Electric Cargo Trike dengan konfigurasi <i>delta trike</i>	6
Gambar 1.7 Diagram alir metode penelitian	13
Gambar 2.1 Komponen-komponen sepeda	16
Gambar 2.2 Komponen-komponen sepeda listrik	17
Gambar 2.3 <i>Direct drive motor</i>	18
Gambar 2.4 <i>Geared drive motor</i>	18
Gambar 2.5 <i>Front hub motor</i>	20
Gambar 2.6 <i>Rear hub motor</i>	20
Gambar 2.7 <i>Center drive motor (mid-drive motor)</i>	20
Gambar 2.8 Posisi baterai pada sepeda listrik	21
Gambar 2.9 Contoh regulasi sepeda listrik (<i>Ebike California Policy</i>).....	23
Gambar 2.10 Sistem Gaya (DBB) pada roda dan <i>gear</i> sepeda	25
Gambar 2.11 Konfigurasi <i>tadpole trike (reverse trike)</i>	26
Gambar 2.12 Konfigurasi <i>delta trike</i>	26
Gambar 2.13 Mekanisme mengayun pada Yamaha Tritown	27
Gambar 2.14 Penentuan letak <i>tipping point</i>	27
Gambar 2.15 Gaya dan momen yang berkerja pada kendaraan berbelok	28
Gambar 2.16 Penimbangan bagian depan dan belakang kendaraan.....	32
Gambar 2.17 Penimbangan roda depan dengan roda belakang diangkat	33
Gambar 2.18 Sudut slip pada ban.....	34
Gambar 2.19 Konstruksi ban bias dan ban radial.....	34
Gambar 2.20 Gaya-gaya yang bekerja pada kendaraan	36
Gambar 2.21 Momen yang terjadi pada kendaraan.....	38
Gambar 2.22 Perilaku belok <i>ackerman</i>	40
Gambar 2.23 Perilaku belok netral	41
Gambar 2.24 Perilaku belok <i>understeer</i>	42
Gambar 2.25 Perilaku belok <i>oversteer</i>	43
Gambar 2.26 Perilaku kendaraan “ <i>lost of control</i> ” atau membingungkan.....	44
Gambar 2.27 Diagram alir perhitungan quasi dinamik	46
Gambar 2.28 Kegagalan akibat tegangan tarik dan torsi.....	47
Gambar 2.29 Kurva tegangan-regangan material ulet (a) dan material getas (b)	47
Gambar 2.30 Grafik teori tegangan geser maksimum.....	48
Gambar 2.31 Tegangan elemen tiga dimensi	49
Gambar 2.32 Grafik teori energi distorsi maksimum	50
Gambar 2.33 <i>Guideline VDI 2222</i>	53
Gambar 2.34 Diagram fungsi keseluruhan	54
Gambar 2.35 Diagram struktur fungsi.....	54
Gambar 2.36 Kotak morfologi.....	55

Gambar 3.1	Diagram alir proses perancangan VDI 2222	59
Gambar 3.2	Posisi pengangkatan beban.....	61
Gambar 3.3	Jumlah derajat kebebasan sepeda lipat <i>Brompton Type S</i>	65
Gambar 3.4	Pengaturan tinggi <i>saddle</i>	66
Gambar 3.5	Struktur fungsi	69
Gambar 3.6	Diagram blok fungsi	70
Gambar 3.7	Sketsa alternatif fungsi kombinasi 1.....	80
Gambar 3.8	Sketsa alternatif fungsi kombinasi 2.....	82
Gambar 3.9	Sketsa alternatif fungsi kombinasi 3.....	84
Gambar 3.10	Konstruksi rancangan awal.....	93
Gambar 3.11	Konstruksi rancangan rinci	94
Gambar 3.12	Proses pelipatan konstruksi.....	94
Gambar 4.1	Diagram alir proses pembuatan	97
Gambar 4.2	Permasalahan konstruksi	106
Gambar 4.3	Perbaikan konstruksi dengan pijakan kaki (<i>footstep</i>)	106
Gambar 4.4	Perbaikan konstruksi <i>rear arm</i>	106
Gambar 4.5	Konstruksi rancangan akhir	107
Gambar 4.6	Ilustrasi pelipatan konstruksi	107
Gambar 5.1	Model fisik kendaraan roda tiga	109
Gambar 5.2	Model matematis kendaraan roda tiga.....	109
Gambar 5.3	Grafik hasil perhitungan indeks understeer terhadap sudut belok.	117
Gambar 5.4	Grafik pengaruh kecepatan terhadap nilai indeks understeer	119
Gambar 5.5	Grafik pengaruh sudut belok terhadap nilai indeks understeer	121
Gambar 5.6	Sepeda roda tiga.....	125
Gambar 5.7	Sepeda roda tiga.....	125
Gambar 5.8	Lintasan uji <i>U-Turn</i>	126
Gambar 5.9	Diagram alir skenario pengujian.....	127
Gambar 5.10	Grafik hubungan sudut belok dengan nilai kondisi	129
Gambar 5.11	Grafik hubungan sudut belok dengan nilai kondisi	129

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Kelebihan dan Kekurangan <i>Front Hub Motor</i>	19
Tabel 2.2 Kelebihan dan Kekurangan <i>Rear Hub Motor</i>	19
Tabel 2.3 Tabel Skala Penilaian	56
Tabel 2.4 Tabel Penilaian Variasi Konsep	56
Tabel 3.1 Daftar Tuntutan	68
Tabel 3.2 Tabel Tuntutan Fungsi dan Sub Fungsi Bagian	71
Tabel 3.3 Tabel Alternatif Konstruksi Fungsi dan Sub Fungsi Bagian.....	73
Tabel 3.4 Kotak Morfologi.....	79
Tabel 3.5 Tabel Alternatif Fungsi Kombinasi 1	80
Tabel 3.6 Tabel Alternatif Fungsi Kombinasi 2	82
Tabel 3.7 Tabel Alternatif Fungsi Kombinasi 3.....	84
Tabel 3.8 Parameter Penilaian.....	87
Tabel 3.9 Tabel Penilaian Aspek Teknis.....	87
Tabel 3.10 Tabel Penilaian Aspek Ekonomis	87
Tabel 3.11 Tabel Penilaian Akhir Alternatif Fungsi Kombinasi.....	88
Tabel 4.1 Tabel Daftar Material Standar	98
Tabel 4.2 Tabel Daftar Material untuk Proses Pemesinan	100
Tabel 4.3 Tabel Proses Pengerjaan Komponen.....	101
Tabel 5.1 Tabel Rumus Analisis Kestabilan	110
Tabel 5.2 Tabel Hasil Perhitungan Kestabilan pada Kecepatan 5 km/jam	112
Tabel 5.3 Tabel Hasil Perhitungan Kestabilan pada Kecepatan 10 km/jam	113
Tabel 5.4 Tabel Hasil Perhitungan Kestabilan pada Kecepatan 15 km/jam	114
Tabel 5.5 Tabel Hasil Perhitungan Kestabilan pada Kecepatan 20 km/jam	115
Tabel 5.6 Tabel Hasil Perhitungan Nilai Indeks Understeer	117
Tabel 5.7 Besar Pembebanan pada Rangka.....	122
Tabel 5.8 Sifat Material 1.0037 (S235JR).....	123
Tabel 5.9 Tabel Tampilan Hasil Simulasi Rangka.....	123
Tabel 5.10 Tabel Hasil Pengukuran Sepeda.....	128
Tabel 6.1 Spesifikasi Sepeda.....	133

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	<i>Draft Rancangan</i>
LAMPIRAN 2	Dokumentasi Teknik
LAMPIRAN 3	Daftar Tabel
LAMPIRAN 4	Diagram Proses Perakitan
LAMPIRAN 5	Dokumentasi Pembuatan
LAMPIRAN 6	Surat Penawaran Barang
LAMPIRAN 7	Data Hasil Perhitungan Dinamika Kendaraan
LAMPIRAN 8	Data Hasil Simulasi pada Rangka
LAMPIRAN 9	Skenario dan Data Hasil Pengujian
LAMPIRAN 10	Tabel Rubik Penilaian

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan permasalahan, metode penelitian yang digunakan, dan sistematika penulisan karya tulis.

1.1. Latar Belakang

Belanja didefinisikan sebagai suatu kegiatan yang melibatkan pertimbangan pembelian suatu produk atau jasa, baik mencari toko yang menyediakan produk maupun jasa terbaik, ataupun mencari produk atau jasa yang diinginkan (Huddleston dan Minahan, 2010).

Aktivitas belanja menjadi kegiatan yang dilakukan sehari-hari oleh ibu rumah tangga untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Salah satu tempat yang sering dikunjungi untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga adalah pasar, baik pasar tradisional maupun pasar modern (*supermarket*).

Menurut Baihaqi (2018) dalam artikelnya yang dimuat dalam neraca.co.id menyebutkan pasar (belanja *offline*) menjadi pilihan utama disebabkan karena perilaku masyarakat dalam berbelanja yaitu melihat, mencoba, merasakan, makan-minum, dan menawar (5M). Umumnya masyarakat ingin melihat dan memilih barang yang akan dibeli, kemudian mencoba, menyentuh dan merasakan kualitas barangnya, menawar harga barang, dan dapat diselingi dengan makan dan minum sebelum memutuskan untuk membeli barang. Walaupun sebenarnya di era modernisasi saat ini kegiatan perbelanjaan dapat dilakukan secara *online* melalui aplikasi *e-commerce* dengan berbagai kemudahan yang ditawarkan.

Supermarket maupun pasar tradisional menyediakan fasilitas yang dapat mempermudah proses belanja. Salah satu fasilitas yang digunakan di *supermarket* adalah troli belanja. Troli berfungsi sebagai tempat penyimpanan barang hasil belanja.

Troli diciptakan pertama kali oleh Sylvan Goldman pada tahun 1936 yang merupakan pemilik sebuah toko *Standard Food Markets* yang terletak di Oklahoma City, Amerika Serikat. Ide pembuatan troli tersebut berawal dari masalah yang dialami oleh pelanggan tokonya yang kerepotan membawa barang hasil belanjanya.



Gambar 1.1 Sylvian Goldman penemu troli
Sumber: (<https://www.liputan6.com>, 2016)

Suatu hari Goldman melihat seorang ibu yang meletakkan sebagian hasil belanjanya pada mainan anaknya yang beroda dan ditarik menggunakan tali. Hal tersebut membuat Goldman berpikir untuk melakukan eksperimen pada keranjang tokonya.

Awalnya keranjang tersebut dibuat seperti kursi lipat sehingga dapat disimpan dengan praktis dan ringkas. Goldman berpikir agar pelanggannya dapat bergerak dengan cepat membawa hasil belanjanya yang banyak. Kemudian Goldman memasang 4 roda kecil di sisi keranjang agar pelanggan dapat dengan mudah membawa hasil belanjanya. Goldman menyebutnya sebagai kereta dorong.

Ide dari Goldman tersebut dikembangkan oleh seorang insinyur bernama Fred Young. Oleh Fred Young, kereta dorong tersebut dibuat menggunakan bahan dari bingkai besi dan kawat sebagai penopang sehingga kereta dorong tersebut

dapat memuat dua keranjang pada bagian atas dan bawah serta dapat dilipat. Setelah mengalami beberapa pengembangan yang dilakukan oleh insinyur teknik lainnya, kereta dorong diproduksi secara massal pada tahun 1947.



Gambar 1.2 Purwarupa kereta dorong Sylvan Goldman tahun 1937
Sumber : *National Museum of American History, Smithsonian Institution*

Pada dasarnya proses belanja yang dilakukan oleh ibu rumah tangga merupakan aktivitas dari rumah kembali ke rumah yang dibagi menjadi 4 aktivitas utama, yaitu: aktivitas keberangkatan, aktivitas belanja, aktivitas pembayaran, dan aktivitas kembali ke rumah.

Berdasarkan studi literatur dan pengamatan yang dilakukan penulis, ditemukan beberapa permasalahan dalam proses belanja yang dilakukan ibu rumah tangga. Permasalahan tersebut mulai dari aktivitas keberangkatan hingga aktivitas kembali ke rumah.

Dalam aktivitas keberangkatan ibu rumah tangga harus menaiki transportasi publik terlebih dahulu untuk sampai di pasar sehingga membutuhkan waktu dan usaha yang cukup besar.

Dalam aktivitas belanja ibu rumah tangga dapat menggunakan troli belanja. Troli yang ada di *supermarket* saat ini masih belum memuaskan pengguna dan menyebabkan keluhan-keluhan dengan data sebagai berikut: 25,93% troli susah digerakan; 19,26% kapasitas troli terlalu kecil; 16,30% bobot terlalu berat; 12,59% ukuran troli terlalu pendek; 11,11% bentuk troli yang berbahaya; 10,37% tidak kuat menahan beban; dan 4,44% troli mudah rusak (Putra *et al.*, 2017).

Kemudian dalam aktivitas pembayaran dibagi menjadi tiga proses yaitu proses pemeriksaan dan perhitungan, proses pengemasan serta proses pembayaran. Pada proses pengemasan hasil belanja harus dikemas dengan menggunakan kantong plastik sebelum dilakukan pembayaran. Namun saat ini telah diberlakukan peraturan pengurangan penggunaan kantong plastik diberbagai daerah salah satunya adalah kota Bandung dengan PERDA Kota Bandung Nomor 17 Tahun 2012 Tentang Pengurangan Kantong Plastik. Peraturan daerah tersebut merupakan upaya untuk mendukung gerakan ramah lingkungan.

Kemudian pada aktivitas kembali ke rumah, ibu rumah tangga harus mengangkat hasil belanjanya ke dalam kendaraan pribadi atau transportasi publik.



Gambar 1.3 Poster imbauan pengurangan kantong plastik di BORMA Dago

Selain dari usaha pemerintah daerah, perusahaan-perusahaan otomotif di seluruh dunia terus melakukan penelitian dan pengembangan untuk menciptakan lingkungan yang sehat dan meminimalisasi penggunaan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi, salah satunya adalah pengembangan kendaraan listrik seperti sepeda listrik (Sodiq dan Tristiyono, 2015).

Sepeda listrik kini sudah banyak dikenal di pasar Indonesia karena memiliki harga yang relatif murah, konstruksi yang sederhana, dan bobot yang ringan dibandingkan dengan sepeda motor listrik atau mobil listrik. Sepeda listrik saat ini banyak digunakan ibu rumah tangga sebagai alat transportasi untuk belanja, mengantar anak ke sekolah, berkunjung ke rumah tetangga dan sekedar bersepeda di sekitar komplek perumahan (Sodiq dan Tristiyono, 2015).

Untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi bersepeda, saat ini banyak pecinta sepeda (baik sepeda regular maupun sepeda listrik) memodifikasi sepedanya menjadi sepeda *throttle*. Sepeda *throttle* ini dapat menggunakan dua sumber tenaga untuk menggerakkan sepeda yaitu dengan tenaga kayuh dan tenaga listrik. Dengan menggunakan sepeda *throttle* pengendara dapat meminimalisasi penggunaan tenaga untuk mengayuh sepeda.



Gambar 1.4 Selis Murai dengan teknologi *throttle*
Sumber: (<https://www.tokoselis.com>, 2019)

Selain pengembangan untuk menciptakan kondisi ramah lingkungan, perusahaan-perusahaan otomotif seperti Yamaha, BMW, dan Toyota juga tengah mengembangkan kendaraan roda tiga (*trike*). Menurut pelopor komunitas HORBI (*Homemade Recumbent Bike* Indonesia), Subkhan Khamidi, penggunaan *trike* bertujuan agar mendapatkan kenyamanan, kestabilan dan keamanan dalam berkendara untuk orang tua dan para obesitas (Effendi, 2018).

Konfigurasi kendaraan roda tiga dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *tadpole trike (reverse trike)* dan *delta trike*. *Tadpole trike* memiliki dua roda pendukung berada di depan atau menyerupai tetesan air, sedangkan *delta trike* memiliki dua roda pendukung berada di belakang. *Tadpole trike* lebih mudah dan nyaman dalam berbelok karena umumnya *tadpole trike* menggunakan teknologi *Leaning Multi Wheel (LMW)* yang menyajikan konstruksi roda depan mengayun agar pengendalian yang lebih baik, sedangkan *delta trike* lebih sulit untuk berbelok karena roda belakang lebih rigid atau kaku.



Gambar 1.5 Yamaha Tritown dengan konfigurasi *tadpole trike (reverse trike)*
Sumber: (<https://global.yamaha-motor.com>, 2017)



Gambar 1.6 RadBurro Electric Cargo Trike dengan konfigurasi *delta trike*
Sumber: (<https://www.radpowerbikes.com>, 2007)

Gerakan belok merupakan gerakan kritis pada sebuah kendaraan. Pada saat melakukan gerakan belok, kendaraan memungkinkan akan mengalami kondisi yang dinamakan *understeer*, netral, dan *oversteer*. Kondisi netral adalah keadaan dimana kendaraan tanpa mengalami *skid* pada roda depan maupun roda belakang. Kondisi *understeer* adalah keadaan dimana roda depan mengalami *skid*. Kondisi *oversteer* adalah keadaan dimana roda belakang mengalami *skid*. Namun pada kondisi sebenarnya kondisi netral sangat sulit terjadi. Hal tersebut disebabkan karena adanya pengaruh gaya sentrifugal pada saat kendaraan sedang berbelok. Akibat dari adanya gaya sentrifugal ini kendaraan akan mengalami *skid* pada roda depan maupun roda belakang bahkan mengalami guling (Ruswandiri dan Sutantra, 2014).

Kondisi *skid* dan guling ini dipengaruhi oleh pengoperasian dan parameter kendaraan. Pengoperasian yang dimaksud adalah kecepatan dan sudut belok yang digunakan pengemudi pada saat berbelok, sedangkan parameter kendaraan adalah dimensi-dimensi pada kendaraan yang dapat mempengaruhi *handling* kendaraan seperti jarak antara roda depan dan belakang (*wheelbase*), jarak antara dua roda depan (*wheeltrack*), dan berat dari kendaraan. Kondisi *skid* dan guling ini akan mengindikasikan tingkat kestabilan kendaraan. Jika kondisi kendaraan tidak stabil maka kendaraan akan sulit untuk dikendalikan dan dapat menyebabkan kecelakaan. Maka dari itu perlu adanya analisis dan pengujian kestabilan kendaraan pada saat berbelok agar dapat mengetahui perilaku atau kondisi yang terjadi pada kendaraan, mengetahui parameter pengoperasian dan parameter perancangan pada kendaraan agar menghasilkan kendaraan yang aman dan nyaman.

Ditinjau dari peluang bisnisnya yang ditandai dengan meningkatnya *trend* gaya hidup sehat yang dilakukan oleh masyarakat dapat meningkatkan penjualan sepeda. Menurut Asosiasi Industri Persepedaan Indonesia (2012), kebutuhan sepeda nasional pada tahun 2011 mencapai 6 juta unit dan diprediksi akan terus mengalami pertumbuhan pada tahun-tahun berikutnya. Hal ini menjadi peluang besar bagi perusahaan-perusahaan rintisan (*startup*) di Indonesia untuk memproduksi sepeda listrik roda tiga sesuai dengan kebutuhan proses belanja ibu rumah tangga.

Berdasarkan penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa ibu rumah tangga memiliki permasalahan pada proses belanja yaitu ketidakpraktisan dan ketidaknyamanan. Selain itu terdapat permasalahan berkaitan dengan kondisi lingkungan yang semakin buruk karena banyaknya pencemaran udara dan semakin berkurangnya cadangan minyak bumi. Maka dibutuhkan sebuah moda transportasi yang dapat mengakomodasi proses belanja ibu rumah tangga dari rumah dan kembali ke rumah dengan nyaman, praktis dan ramah lingkungan. Salah satu alternatif penyelesaiannya dengan menciptakan sebuah produk inovasi dengan menggabungkan moda transportasi berupa sepeda *throttle* roda tiga dengan troli belanja (*trolley city*). Konfigurasi sepeda *throttle* roda tiga menggunakan *tadpole trike* dengan tujuan untuk mendapatkan kenyamanan dan kestabilan saat berkendara. Selain itu moda transportasi ini menggunakan dua sumber tenaga berupa tenaga listrik dan tenaga manusia. Mekanisme transportasi ini dapat dilipat pada bagian rangka sepeda agar mudah dan lebih ringkas dibawa oleh ibu rumah tangga ke dalam pasar tradisional maupun *supermarket*. Untuk mengetahui moda transportasi ini stabil dan nyaman pada saat digunakan maka dilakukan analisis gerakan belok pada kendaraan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka masalah yang diidentifikasi diantaranya:

1. Bagaimana proses untuk menghasilkan rancangan *trolley city* yang sesuai dengan kebutuhan ibu rumah tangga?
2. Bagaimana proses pembuatan purwarupa *trolley city* yang sesuai dengan kebutuhan ibu rumah tangga?
3. Bagaimana proses analisis dan pengujian kestabilan dan kenyamanan purwarupa *trolley city* dengan metode kalkulasi quasi dinamik?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini diantaranya untuk:

1. Menghasilkan rancangan *trolley city* sesuai kebutuhan ibu rumah tangga
2. Membuat purwarupa *trolley city* sesuai kebutuhan ibu rumah tangga
3. Melakukan analisis dan pengujian kestabilan dan kenyamanan dengan metode kalkulasi quasi dinamik.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini diantaranya:

1. Dapat menciptakan peluang bisnis/pengembangan bisnis baru
2. Dapat menjadi solusi untuk meminimalisasi penggunaan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi serta mengurangi polusi udara
3. Dapat memenuhi harapan ibu rumah tangga dalam kemudahan dan kenyamanan proses belanja
4. Dapat digunakan sebagai transportasi alternatif ibu rumah tangga menuju pusat perbelanjaan.

1.5. Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan dapat terarah dan sesuai dengan tujuan, maka penelitian ini memiliki batasan sebagai berikut:

1. Proses perancangan meliputi:
 - Proses desain mekanik pada bagian sepeda *throttle* roda tiga dan troli
 - Proses analisis dan pengujian
 - Proses simulasi
2. Pembahasan tidak termasuk ke dalam sintesa kinematik
3. Sumber energi baterai, *controller* dan sistem motor pada roda menggunakan komponen standar yang telah tersedia di pasaran.

1.6. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian kuantitatif dengan metode survei dan eksperimen seperti pada gambar 1.7. Metode survei dilakukan dengan menyebar kuesioner untuk mengumpulkan data pokok kebutuhan. Metode eksperimen dilakukan beberapa proses yaitu: proses perancangan, perhitungan kestabilan kendaraan untuk mengetahui pengaruh sudut belok kendaraan (δ_f) terhadap nilai indeks understeer dan divalidasi dengan uji lapangan menggunakan media sepeda roda tiga dengan dua konfigurasi yang berbeda.

Tahapan kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan dilakukan identifikasi permasalahan dengan observasi dan wawancara pra penelitian, studi literatur, dan pembuatan rencana kerja.

2. Tahap Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan membuat daftar pertanyaan dan menyebar kuesioner kepada ibu rumah tangga secara *online*.

3. Tahap Interpretasi Data dan Perancangan

Tahap perancangan menggunakan metode perancangan VDI 2222. Metode VDI 2222 terbagi menjadi empat tahapan utama, yaitu: merencana, mengonsep, merancang dan penyelesaian.

4. Tahap Pembuatan Purwarupa

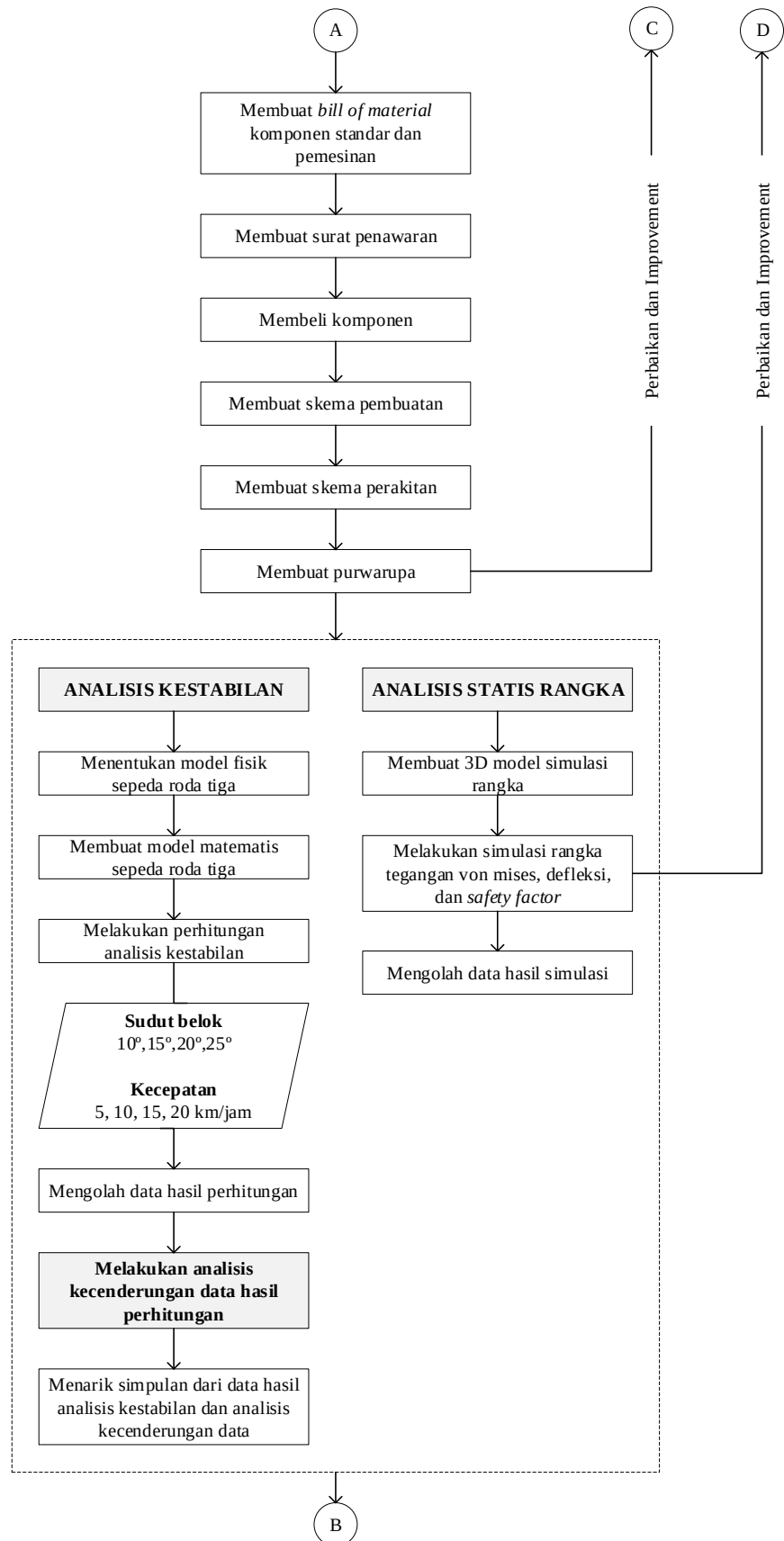
Tahap pembuatan purwarupa merupakan tahapan untuk mengaktualisasikan rancangan. Tahapan ini dimulai dengan mempersiapkan material, membuat surat penawaran, membuat skema pembuatan, hingga membuat skema perakitan.

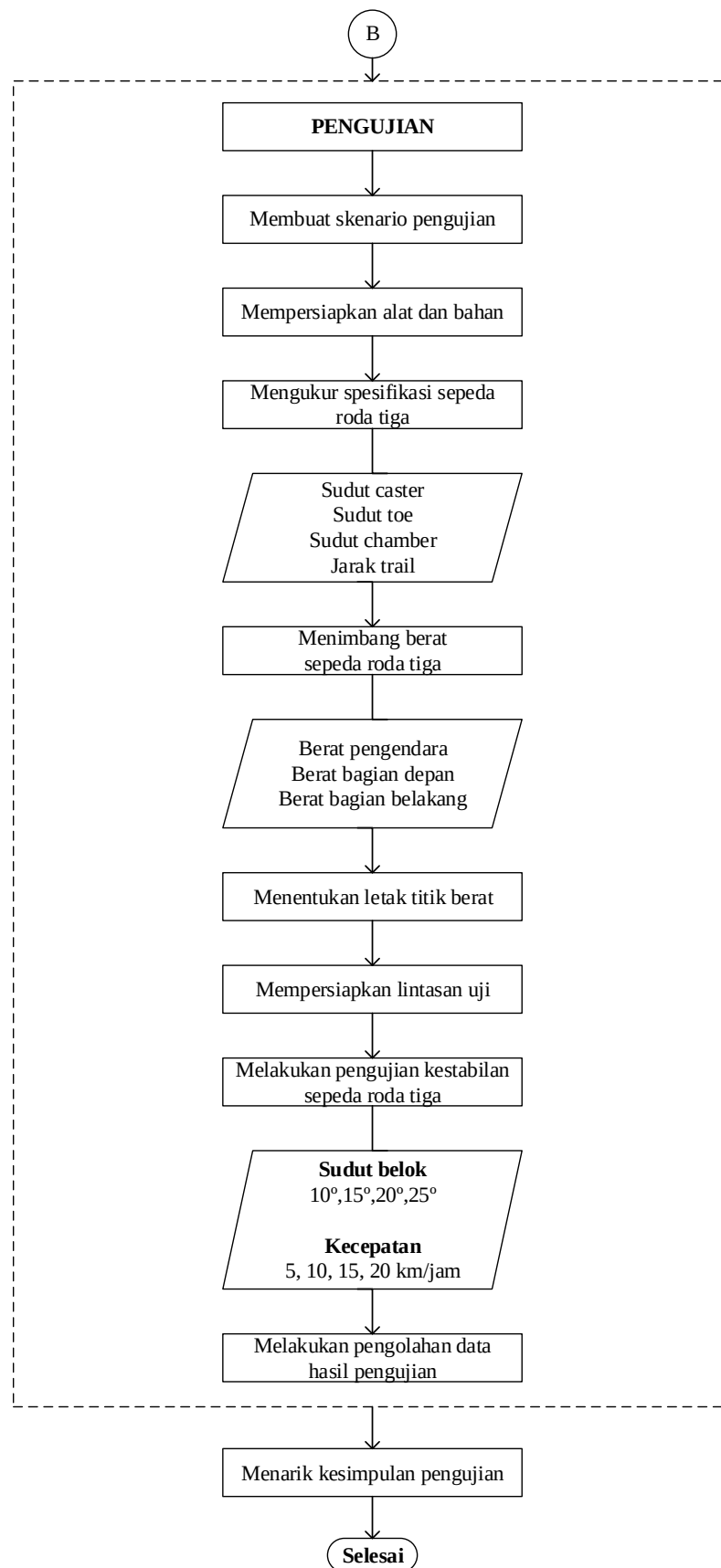
5. Tahap Analisis

Tahap ini dilakukan dua proses analisis untuk mengetahui performa dari mesin, yaitu: analisis kestabilan sepeda roda tiga menggunakan metode kalkulasi quasi dinamik dan analisis statis pada rangka sepeda menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA).

6. Tahap Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk memvalidasi hasil analisis kestabilan sepeda roda tiga dan mengetahui kondisi kestabilan secara aktual dilapangan.





Gambar 1.7 Diagram alir metode penelitian

1.7. Sistematika Penulisan

Laporan karya tulis ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari pembahasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian, manfaat yang didapatkan dari penelitian, batasan masalah, metode yang digunakan dalam penelitian dan sistematika penulisan yang berisi urutan bab dari laporan penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan teori-teori yang mendukung penelitian penulis yang berasal dari penelitian sebelumnya dan uraian dari teori pendukung yang berkaitan dengan rumusan masalah.

BAB III PROSES PERANCANGAN

Bab ini memaparkan proses perancangan *trolley city* yang meliputi metodologi perancangan, daftar tuntutan, penerjemahan tuntutan ke dalam sistem, pembuatan konsep rancangan, pemilihan konsep, rancangan rinci, dan verifikasi rancangan.

BAB IV PROSES PEMBUATAN

Bab ini berisi tentang proses pembuatan purwarupa. Proses pembuatan meliputi persiapan dokumentasi teknik, persiapan material, proses pengerjaan, dan proses perakitan.

BAB V ANALISIS DAN PENGUJIAN

Bab ini berisi hasil analisis dan pengujian pada sepeda. Analisis yang dilakukan dibagi menjadi tiga yaitu analisis kestabilan kendaraan dengan menggunakan metode kalkulasi quasi dinamik, analisis kecenderungan data dan analisis statis untuk mengetahui kekuatan dari material yang digunakan. Selain itu dilakukan juga proses pengujian sebagai pembanding analisis kestabilan dengan aktual dilapangan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil perancangan dan analisis yang dilakukan sebagai jawaban dari tujuan awal penelitian serta pemaparan mengenai saran kajian lanjut dari penelitian yang telah dilakukan.