

**Perancangan Kit Sepeda Kargo yang Digunakan untuk Beberapa
Jenis *Frame* Sepeda Berukuran Roda 20”.**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh:

Nama : Brainarto Nabilawan

No. Mahasiswa : 17525102

NIRM : 1707260079

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2022/2023**

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Perancangan Kit Sepeda Cargo yang Digunakan Untuk Beberapa Jenis *Frame* Sepeda Berukuran Roda 20”

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Brainarto Nabilawan
No. Mahasiswa : 17525102
NIRM : 1707260079

Yogyakarta, 19 September 2022

Pembimbing 1



Agung Nugroho Adi, S.T., M.T.

Pembimbing 2



Muhammad Ridwan, S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Perancangan Kit Sepeda Kargo yang Digunakan Untuk Beberapa Jenis *Frame* Sepeda Berukuran Roda 20"

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Brainarto Nabilawan

No. Mahasiswa : 17525102

NIRM : 1707260079

Tim Penguji

Agung Nugroho Adi, S.T., M.T.

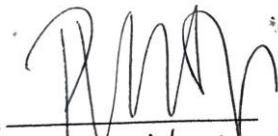
Ketua



Tanggal : 2/11/2022

Purtojo, S.T., M.Sc.

Anggota I



Tanggal : 02/11/2022

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

Anggota II



Tanggal : 3/11/2022

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik Mesin



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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang saya tulis adalah berdasarkan hasil kerja saya selama penelitian dan tidak terdapat karya maupun tulisan yang diterbitkan oleh orang lain, kecuali untuk kutipan yang tertulis jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pengakuan saya tidak benar serta melanggar peraturan yang sah dalam hak kekayaan intelektual maka saya bersedia menerima sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 8 November 2022

Penulis



Brainarto Nabilawan

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua saya tercinta yang telah merawat, mendidik, mendukung dan senantiasa selalu mendoakan saya.

Semua keluarga dan orang-orang yang saya cintai serta selalu mendukung saya.

Dosen pembimbing Bapak Agung Nugroho Adi, S.T., M.T. dan Bapak Muhammad Ridlwan, S.T., M.T. yang selalu memberikan nasehat, saran, motivasi serta ilmunya kepada saya.

Teman-teman kontrakan yang selalu mendukung dan saling membantu bersama dalam proses Tugas Akhir saya ini.

Saudara seangkatan Teknik Mesin UII 2017, **SOLIDARITY FOREVER**

HALAMAN MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya”

Q.S Al-Baqarah:286

"Karena sesungguhnya, sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

Surat Al-Insyirah Ayat 5-6

Manusia asalnya daripada tanah, makan hasil tanah, berdiri di atas tanah. Kenapa masih bersifat Langit?

-Buya Hamka-

Kesalahan terbesar adalah terus-menerus takut akan melakukan kesalahan

-Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.-

Melakukan apa yang di-imani

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamua'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamiin, segala puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul "Perancangan Kit Sepeda Kargo yang Digunakan untuk Beberapa Jenis Frame Sepeda Berukuran Roda 20". Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Adapun Tugas Akhir ini disusun dengan maksud sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia. Dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tentunya banyak mengalami hambatan serta kendala. Berkat dukungan dari berbagai pihak Laporan Tugas Akhir dapat terselesaikan dengan baik dan lancar. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Keluarga tercinta Bapak, Ibu, Adik yang senantiasa selalu mendoakan dan memberikan dukungan serta kasih sayang dalam menjalani proses ini.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Agung Nugroho Adi, S.T., M.T. serta Bapak Muhammad Ridlwan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberi banyak bantuan dan saran kepada penulis agar dapat menyelesaikan laporan tugas akhir.
4. Pihak yang telah berperan banyak dalam mewujudkan hasil produk Tugas Akhir.
5. Seluruh Dosen Teknik Mesin FTI UII yang telah banyak mengajarkan ilmunya dengan sepenuh hati.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu telah memberikan saran, doa, dan dukungannya kepada penulis.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan, mendapatkan pahala yang melimpah dari Allah SWT. Dalam penyusunan laporan ini penulis telah berusaha sebaik-baiknya dan sebenar-benarnya. Namun, tidak menutup kemungkinan adanya kekurangan dan hal-hal lain yang belum sempurna lainnya. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini. Akhirnya dengan selesainya penyusunan laporan

ini, semoga dapat diterima dan menjadi sebuah karya yang dapat bermanfaat bagi yang berkepentingan. Aamiin.

Wassalamua'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

ABSTRAK

Kenaikan harga BBM berdampak kepada masyarakat dengan kalangan ekonomi ke bawah akan potensi daya belinya yang rendah. Karena dengan kenaikan harga tersebut, berdampak juga terhadap ekonomi di negara kita. Dengan adanya kenaikan harga BBM, maka sepeda merupakan alat transportasi yang tepat untuk menanggulangi masalah tersebut. Dikarenakan masyarakat membutuhkan alat transportasi yang dapat membawa barang, maka sepeda kargo merupakan solusi yang tepat untuk menjawab masalah ini. Sepeda kargo sendiri merupakan sepeda yang dapat membawa barang. Namun, pada kenyataannya, sepeda kargo sendiri memiliki bentuk yang rigid dan menjadi masalah bagi masyarakat untuk memodifikasi sepedanya menjadi sepeda kargo, sehingga sepeda yang telah dimodifikasi, tidak dapat dikembalikan menjadi sepeda normalnya. Pada penelitian ini, dilakukan perancangan produk untuk membuat sebuah alat bantu pembawa barang yang dapat dipasangkan ke sepeda. Alat ini dinamakan kit kargo, dengan alat ini, sepeda normal yang dipasangkan kit kargo dapat berfungsi sebagai sepeda kargo pada umumnya. Perancangan yang dilakukan menggunakan konsep kriteria desain, acuan dan alternatif desain, nilai kriteria produk dan analisis hasil pengujian produk. Hasil penelitian ini dapat merealisasikan produk dengan skala 1:1. Sementara, produk sudah mampu bekerja dengan baik serta mampu menahan beban keseluruhan seberat 140.2 kg tanpa adanya kerusakan dari produk tersebut. Kata kunci: Masyarakat, sepeda kargo, kit kargo.

ABSTRACT

The increase in fuel prices has an impact on people with lower economic circles because of their low purchasing power potential. Because with the increase in prices, it will also have an impact on the economy in our country. With the increase in fuel prices, bicycles are the right means of transportation to overcome this problem. Because people need a means of transportation that can carry goods, cargo bicycles are the right solution to answer this problem. Cargo bike is a bicycle that can carry goods. However, in reality, cargo bikes themselves have a rigid and it becomes a problem for people to modify their bicycles into cargo bicycles, so that modified bicycles cannot be returned to their normal bicycles. In this study, a product design was carried out to make a tool for carrying goods that can be attached to a bicycle. This tool is called cargo kit. With this tool, a normal bicycle that is paired with cargo kit can function as a cargo bike in general. The design is carried out using the concept of design criteria, design references and alternatives, product criteria values and analysis of product test results. The results of this study can realize the product with a scale of 1:1. Meanwhile, the product has been able to work well and is able to withstand a loadful of 140.2 kg without any damage from the product.

keywords: People, cargo bike, cargo kit.

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vii
Abstrak	ix
Abstract.....	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Notasi.....	xvii
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Perancangan.....	2
1.5 Manfaat Perancangan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 <i>Computer Aided Design (CAD)</i>	5
2.2.2 Sepeda Kargo.....	5
2.2.3 <i>Main Parameters of Values (MPV)</i>	6
2.2.4 Solidworks	6
2.2.5 Sepeda.....	6
2.2.6 Von Misses	7
2.2.7 <i>Prototype</i>	7
2.2.8 Galvanis	7

Bab 3 Metode Penelitian	9
3.1 Alur Penelitian	9
3.2 Perancangan	10
3.2.1 Kriteria Desain.....	10
3.2.2 Desain dan Analisis	12
Bab 4.....	22
4.1 Pengesahan Desain (Desain Prioritas)	22
4.2 Analisis Tegangan <i>von misses (Stress Analysis)</i> dan <i>Safety Factor</i>	27
4.3 Pembuatan.....	34
4.3.1 Kesepakatan.....	35
4.3.2 Pembelian	35
4.3.3 Eksekusi.....	35
4.4 <i>Prototype</i>	35
4.4.1 Kit Kargo	35
4.4.2 <i>Frame</i> Sepeda.....	40
4.5 Perbaikan pada <i>Prototype (Finishing)</i> dan Pengujian	40
4.5.1 Kemampuan Sudut <i>Steering</i>	40
4.5.2 Ketidapratisan dalam Pemasangan <i>Loader</i> ke <i>Frame</i>	41
4.5.3 Tidak Adanya Lapisan Cat	42
4.5.4 Penggunaan <i>Wire</i> pada <i>Steering</i>	42
4.5.5 Baut <i>Quick-Release</i>	44
4.5.6 Melakukan Pengecatan	45
4.5.7 Pengujian	45
4.6 Biaya Akhir.....	53
Bab 5 Penutup.....	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54
Daftar Pustaka	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kriteria Desain.....	11
Tabel 3 2 <i>Main Parameters of Values</i>	18
Tabel 3. 3 Nilai Kriteria Produk	21
Tabel 4. 1 Hasil <i>Von Misses stress</i> dan <i>Safety Factor</i> yang Didapatkan.....	29
Tabel 4. 2 Pengujian Beban pada <i>Loader</i> dan <i>Frame</i>	49
Tabel 4. 3 Uji Berkendara dan Bongkar Pasang.....	51
Tabel 4. 4 Biaya Akhir	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sepeda Kargo 1 Sebagai Sepeda Penggerak Manual dan Sepeda Kargo 2 Sebagai Penggerak Motor Listrik.....	6
Gambar 2. 2 Sumber Gambar: Buku (Association American Galvanizers, 2012).	8
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	9
Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian.....	10
Gambar 3. 3 Contoh dari Bentuk Sepeda Kargo yang diciptakan oleh Johannes Gruber.....	12
Gambar 3. 4 Sketsa Desain 1.....	13
Gambar 3. 5 Sketsa Desain 2.....	13
Gambar 3. 6 Sketsa Desain 3.....	14
Gambar 3. 7 Alternatif Desain 1.....	15
Gambar 3. 8 Alternatif Desain 2.....	15
Gambar 3. 9 Alternatif Desain 3.....	16
Gambar 3. 10 Hasil Analisis Tegangan Desain Alternatif 1.....	17
Gambar 3. 11 Hasil Analisis Tegangan Desain Alternatif 2.....	17
Gambar 3. 12 Hasil Analisis Tegangan Desain Alternatif 2.....	18
Gambar 3. 13 Memasukan parameter yang akan dilakukan <i>improve</i> dan yang akan dilakukan <i>preserve</i>	19
Gambar 3. 14 Pernyataan isi hasil dari sub <i>materials</i>	19
Gambar 3. 15 Pernyataan isi hasil dari sub <i>local quality</i>	20
Gambar 3. 16 Pernyataan isi hasil dari sub <i>mechanics substitution</i>	20
Gambar 3. 17 Hasil Survey Desain Alternatif.....	21
Gambar 4. 1 3D Desain Sepeda Kargo Alternatif 2.....	22
Gambar 4. 2 Loader Kargo.....	23
Gambar 4. 3 <i>Fork's Holder</i>	23
Gambar 4. 4 <i>Fork Loader</i> Kargo.....	24
Gambar 4. 5 <i>Holder Loader to Frame</i> Sebelum Dipasangkan dengan <i>Frame</i>	25
Gambar 4. 6 <i>Holder Loader to Frame</i> Sesudah Dipasangkan dengan <i>Frame</i>	25

Gambar 4. 7 Frame Sepeda yang Digunakan Sebagai Penelitian.....	26
Gambar 4. 8 <i>Flexible Joint</i>	26
Gambar 4. 9 Hasil Tegangan <i>Von Misses</i> . (137 MPa).....	27
Gambar 4. 10 Hasil analisis pada <i>bracket</i> yang dikaitkan dengan <i>downtube</i> . (0,22 MPa)	28
Gambar 4. 11 Hasil analisis pada <i>fork's holder</i> sebagai penumpu pada <i>fork</i> milik <i>frame</i> sepeda. (3,3 MPa dan 11,1 MPa)	28
Gambar 4. 12 Hasil Analisis <i>Factor of Safety</i>	29
Gambar 4. 13 Perhitungan Resultan Gaya.....	31
Gambar 4. 14 Perhitungan Perpotongan Gaya ABC	32
Gambar 4. 15 Perhitungan Perpotongan Gaya BDE	32
Gambar 4. 16 Perhitungan Perpotongan Gaya BF	33
Gambar 4. 17 Perhitungan Tegangan	34
Gambar 4. 18 Prototipe <i>Loader Kargo</i>	36
Gambar 4. 19 <i>Loader</i>	36
Gambar 4. 20 <i>Fork's Holder</i>	37
Gambar 4. 21 <i>Bracket Loader to Frame</i>	37
Gambar 4. 22 <i>Flexible Joint</i>	38
Gambar 4. 23 <i>Fork's Loader and Wheel</i>	39
Gambar 4. 24 <i>Steering Bar</i>	39
Gambar 4. 25 <i>Loader Kargo</i> Disambungkan dengan <i>Primary Frame</i>	40
Gambar 4. 26 Kemampuan <i>angle</i> yang dihasilkan dengan menggunakan <i>steering bar</i>	41
Gambar 4. 27 <i>Loader</i> dengan Baut Manual	42
Gambar 4. 28 <i>Loader</i> tanpa lapisan cat	42
Gambar 4. 29 Penggunaan Wire pada <i>Steering</i>	43
Gambar 4. 30 <i>Angle</i> yang Diraih ketika Menggunakan <i>Wire</i>	44
Gambar 4. 31 Penggunaan Baut Quick-Release.....	44
Gambar 4. 32 <i>Loader</i> Setelah Dilakukan Pengecatan	45
Gambar 4. 33 <i>Secondary Frame 1</i>	46
Gambar 4. 34 <i>Secondary Frame 2</i>	46
Gambar 4. 35 Pengujian Beban dengan <i>Frame 1</i>	47

Gambar 4. 36 Pengujian Beban dengan <i>Frame</i> 1	47
Gambar 4. 37 Pengujian Beban dengan <i>Frame</i> 1	48
Gambar 4. 38 Pengujian Beban dengan <i>Frame</i> 1	48
Gambar 4. 39 Pengujian Beban dengan Kerangka 2	49

DAFTAR NOTASI

F	= Gaya
M	= Momen
R	= Gaya Reaksi
τ	= Tegangan
d	= Jarak

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya teknologi, berkembang pula alat transportasi, salah satunya sepeda. Sepeda sendiri memiliki keberagaman dalam penggunaannya, salah satu contohnya yaitu membawa barang, balapan, jalan-jalan serta aktivitas lainnya. (Febrianto et al., 2016). Mengingat akan banyaknya kebutuhan manusia, berdampak juga terhadap perkembangan teknologi. Saat ini, terdapat berita tentang kenaikan harga Bahan Bakar Minyak (BBM) yang menjadikan hal tersebut berdampak kepada masyarakat bawah akan potensi daya belinya yang rendah. Karena kenaikan harga tersebut, berpengaruh kepada ekonomi Indonesia (Muhardi, 2005). Berdasarkan permasalahan tersebut, laporan sepeda kargo ini memiliki banyak resolusi celah dari dampak dan fungsinya. Karenanya, alat transportasi ini tidak menggunakan Bahan Bakar Minyak (BBM) serta dapat membawa barang, maka alat transportasi tersebut cocok menjadi pembahasan kali ini.

Sepeda yang membawa barang disebut juga sepeda kargo. Maksudnya adalah sepeda yang dapat membawa barang dan diubah menggunakan kargo untuk membawa bermacam-macam barang atau benda lainnya. Terdapat beberapa model pada sepeda kargo, di antaranya yaitu memiliki roda dua dan sebuah kargo dengan penggunaan dinamo listrik ataupun tidak, roda tiga dan sebuah kargo (Dybdalen & Ryeng, 2021). Sepeda kargo yang dirancang sebelumnya, terbuat rigid antara kit kargo dengan *frame* sepedanya, sehingga sepeda kargo tidak bisa digunakan kembali selayaknya sepeda pada umumnya, yang dimaksud adalah sepeda dengan *frame* dan kedua roda yang kita lihat sebagaimana mestinya walaupun sepeda kargo yang telah diciptakan memiliki kapasitas kemampuan yang kuat.

Pada pembahasan kali ini, sepeda kargo yang diinginkan ialah dapat diaplikasikan ke berbagai *frame* sepeda. Tujuannya yaitu supaya tidak lagi diperlukan pembelian sepeda kargo secara utuh, karena disamping keekonomisan,

juga masalah penyimpanannya yang diperlukan harus memiliki dimensi yang besar mengingat sepeda kargo memiliki dimensi panjang yang lumayan.

Sepeda kargo ini dibuat dengan sambungan yang fleksibel dengan tujuan dapat dipasangkan ke berbagai *frame* sepeda, tetapi pada realitanya, melihat berbagai jenis *frame* yang memiliki bentuk *tube* yang berbeda, maka hanya dapat dipasangkan ke *frame* sepeda yang memiliki *down tube* saja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka perlu dirumuskan masalah-masalah apa saja yang diselesaikan di antaranya :

1. Bagaimana supaya *loader* kargo yang dibuat, tidak ada modifikasi pada *frame* sepeda yang ada sebagaimana mestinya? Supaya sepeda bisa digunakan kembali sebagaimana mestinya ketika *loader* kargo tersebut dilepas.
2. Bagaimana cara membuat *loader* kargo, supaya bisa dipasangkan ke beberapa jenis sepeda?

1.3 Batasan Masalah

1. *Loader* kargo ini hanya bisa digunakan untuk sepeda yang memiliki kerangka di bawahnya atau biasa disebut *down tube*.
2. *Frame* sepeda yang digunakan berukuran roda 20” serta memiliki bagian *down tube* pada *frame*-nya.
3. Permesinan dan pembuatan alat dikerjakan oleh pihak ketiga.
4. Software yang digunakan hanya SolidWork 2021.
5. Material yang digunakan dalam pembuatan ini yaitu material galvanis.
6. Simulasi yang dilakukan hanya simulasi pembebanan statis.

1.4 Tujuan Perancangan

1. Merancang dan membuat *loader* kargo dengan menyesuaikan sebagaimana dimensi sepeda tersebut.
2. Merancang dan membuat *loader* kargo dengan *part* yang memiliki sifat *flexible* sehingga bisa menyesuaikan beberapa jenis sepeda.

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat perancangan ini yaitu sebagai berikut:

1. Solusi ekonomis untuk masyarakat yang membutuhkan fungsi layaknya sepeda kargo pada umumnya, namun tidak perlu membeli sepeda kargo secara utuh karena *loader* kargo ini bisa dipasangkan ke beberapa jenis sepeda dan memiliki fungsi selayaknya sepeda kargo pada umumnya.
2. *Loader* kargo ini bisa difungsikan untuk masyarakat yang bekerja ataupun pergi ke pasar dengan sepeda, dengan kehadirannya *loader* kargo ini, mereka yang beraktivitas disana disamping sehat dan tidak memerlukan bahan bakar, juga bisa membawa barang dengan sepeda yang masyarakat miliki sebelumnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Urut-urutan dan sistematika penulisan yang dilakukan sebagai berikut :

Bab I PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini berisi kajian pustaka dan menjelaskan dasar teori yang digunakan dalam penelitian dan perancangan yang dilakukan.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian dan metode penelitian yang digunakan.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi tentang hasil dan pembahasan berdasarkan penelitian dan perancangan yang telah dilakukan.

Bab V PENUTUP

Bagian ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan yang dilakukan serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Pada pembuatan sepeda kargo yang sudah dilakukan sebelumnya, sepeda kargo dibuat rigid. Hal tersebut menjadikan sepeda kargo memakan dimensi penyimpanannya mengingat dimensi sepeda kargonya (Setyono et al., 2016). Sedangkan pada penelitian ini, sepeda kargo yang dibuat hanya kit kargonya saja yang bertujuan dapat dipasangkan ke beberapa *frame* sepeda yang memiliki *downtube* supaya dapat menjadi sepeda kargo pada umumnya.

Penelitian tentang pengembangan sepeda kargo di negara Swedia, menggunakan roda dengan ukuran 26" dan 24" yang membuat sepeda tersebut lebih sukar dikendarai oleh kalangan anak (Mikkelsen & Wernberg, 2019). Sedangkan untuk penelitian ini, sepeda kargo yang dibuat menggunakan ukuran ban 20" untuk belakang (*frame* sepeda berukuran 20") dan 16" untuk bagian depan (roda pada kit kargo). Hal tersebut dikarenakan untuk menjadi pembeda pada penelitian yang dilakukan sebelumnya serta ketersediaan yang dimiliki hanya *frame* sepeda berukuran 20". Mengingat sepeda ukuran 20" menurut laman internet <https://www.sehatq.com/review/rekomendasi-sepeda-untuk-orang-gemuk>, sepeda ukuran 20" dapat dikendarai dengan tinggi badan sekitar 140-185 cm serta kemampuan dalam menahan berat badan yang mampu menahan beban sampai 120 kg.

Pada penelitian sebelumnya terkait sepeda dengan kargo dibelakang, mampu menahan beban sampai dengan 40 kg pada *loader* serta beban menyampai 80 kg untuk berat manusianya sendiri (Widyanto et al., 2021). Pada penelitian sepeda kargo ini, spesifikasi kemampuannya dalam menahan beban, mengikuti dasar dari penelitian yang sudah ada.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 *Computer Aided Design (CAD)*

Computer Aided Design adalah sebuah sistem komputer yang digunakan untuk membantu dalam pembuatan, analisis, modifikasi, maupun optimalisasi desain Teknik. CAD sangat membantu para desainer untuk memvisualisasikan suatu produk dan komponen – komponen. Penggunaan CAD dapat memberikan gambar teknik yang lebih baik, banyak standarisasi dalam gambar, dokumentasi desain, kesalahan gambar yang lebih sedikit, dan proses penyampaian gambar kepada orang lain lebih mudah, hal ini dapat mengoptimalkan penyelesaian suatu proyek desain (Lalit Narayan et al., 2013).

Dalam CAD, komputer *graphic* dapat menggantikan teknik tradisional gambar atau sketsa lalu memvisualisasikan dan mengkomunikasikan suatu rancang bangun, untuk merancang dan mengembangkan produk sering digunakan CAD agar mendapatkan hasil yang lebih baik, perancangan pada CAD menunjukkan bahwa penggunaan komputer untuk mengubah sebuah ide atau gambaran menjadi suatu detail rancangan teknik, perancangan biasanya meliputi, geometri produk, pembuatan model, dan analisis (Ningsih, 2005).

2.2.2 Sepeda Kargo

Sepeda kargo sendiri memiliki pengertian sebagai sepeda yang membawa barang dan memiliki kapasitas yang tidak begitu besar serta sepeda kargo sendiri digunakan untuk jarak yang tidak begitu jauh.

Sepeda kargo juga ditemukan di Copenhagen, kota yang berada di Denmark. Saat pemerintahan Christian X, raja jaman dulu, sepeda kargo ini digunakan sebagai pengantar surat.

Sepeda kargo memiliki dua jenis, yaitu berpengerak dengan engkol atau biasa disebut manual dan berpengerak motor listrik yang merupakan jawaban dari kekurangan pengerak manual. Masing masing penciptanya bernama Long Johns untuk pengerak manual serta Johannes Gruber dan Alexander Kihm untuk pengerak motor listrik (Setyono et al., 2016).



Gambar 2. 1 Sepeda Kargo 1 Sebagai Sepeda Penggerak Manual dan Sepeda Kargo 2 Sebagai Penggerak Motor Listrik
 Sumber Gambar: (Setyono et al., 2016)

2.2.3 Main Parameters of Values (MPV)

MPV merupakan atribut utama dari suatu produk yang sampai saat ini tidak memuaskan dan penting untuk proses keputusan pembelian. Disamping itu, MPV sendiri juga digunakan untuk proses inovasi dan pengembangan suatu produk. Pengembangan metodologi inovasi dari Main Parameters of Values sendiri didasarkan oleh konsep TRIZ (Litvin, 2011).

TRIZ berasal dari Bahasa Russia, “Theoria Resheneyva Isobretatelskehuh Zadach” yang diterjemahkan ke Bahasa Indonesia menjadi “Teori Pemecahan Masalah Inventif dengan Penggunaan Akronim”. Dasar dari TRIZ sendiri yaitu menjadikan desain yang ideal, membantu memecahkan kontradiksi masalah serta memproses inovasi yang dapat dikonfigurasi secara sistematis (Ekmekci & Koksall, 2015).

2.2.4 Solidworks

Software Solidworks yaitu perangkat lunak otomatisasi desain serta mekanis yang menjadikan *desainer* dengan singkat membangun ide sketsa, mengulik fitur dan dimensi serta mampu membuat model dan gambar secara teliti (Corporation Dassault Systèmes SolidWorks, 1995).

2.2.5 Sepeda

Sepeda merupakan alat transportasi tanpa memerlukan Bahan Bakar Minyak, yang mana dengan ketidakadaannya bahan tersebut, menjadikan alat transportasi ini sifatnya ramah lingkungan. Sepeda juga berperan sebagai media

untuk menghindari terjadinya pemanasan global. Mengingat salah satu faktor dari terjadinya pemanasan global sendiri salah satunya yaitu gas buang yang dihasilkan dari mesin (Pontianak et al., 2019).

2.2.6 Von Misses

Von misses yang berarti gabungan dari semua nilai tegangan pada sistem rancang bangun. Tegangan ini dipakai untuk menganalisa tegangan material ulet (ductile). Ini mengartikan bahwa luluh (yield) mengartikan kegagalan supaya nilai yang diperoleh melalui analisa tegangan tersebut merupakan hasil tegangan tarik konstruksi (Bimo et al., 2018).

2.2.7 Prototype

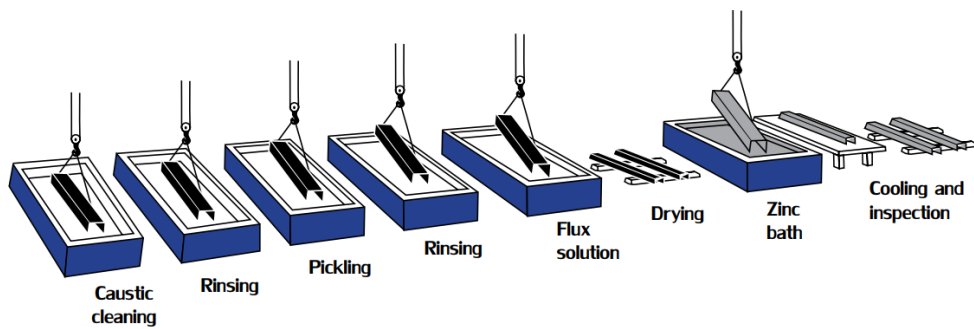
Prototipe merupakan model yang dikembangkan dan dibentuk aslinya. Prototipe ini digunakan untuk menghindari keraguan terhadap analisis dan perancangan pada sistem. Sehingga, dengan adanya prototipe, model dapat diuji langsung sehingga terhindar dari keraguan yang dilakukan pada sistem (Jensen et al., 2016).

2.2.8 Galvanis

Galvanis yaitu, besi atau baja yang telah direndam serta dimasukkan ke ketel atau alat perendaman seng cair. Proses tersebut menghasilkan keuntungan yang jauh berbeda jika dibanding dengan metode *corrosion's protection* atau bisa disebut perlindungan pada korosi. Berikut merupakan sejarah yang berasal dari 250 tahun lalu.

Sejarah ini dicatat lahir pada tahun 1742 saat seorang ahli kimia dari Prancis yang bernama PJ Malouin memberikan penggambaran metode pelapisan besi yang dilakukan dengan cara merendamnya ke dalam seng cair pada presentasinya yang ditunjukkan ke *French Royal Academy*. Tiga puluh tahun berlalu, Luigi Galvani yang senada dengan namanya yang ada sekarang, *galvanizing* membuat penemuan yang jumlahnya banyak akibat pengaruh elektrokimia terhadap logam. Penelitian Beliau dilanjutkan di tahun 1829 saat

Michael Faraday menemukan perlakuan pengorbanan seng, lanjut di tahun 1836, Sorel, seorang insiyur dari Prancis mendapatkan hak paten untuk *step* galvanisasi awal. Di tahun 1850, industri galvanis di negara Inggris menggunakan 10.000 ton bahan seng per tahun yang digunakan sebagai perlindungan baja dan tahun 1870, pabrik galvanis perdana dibangun di negara Amerika Serikat. Di jaman ini, galvanisasi dapat dijumpai pada setiap aplikasi dan industri yang jumlahnya hampir ada, dimana yang digunakannya yaitu besi dan baja (Association American Galvanizers, 2012).



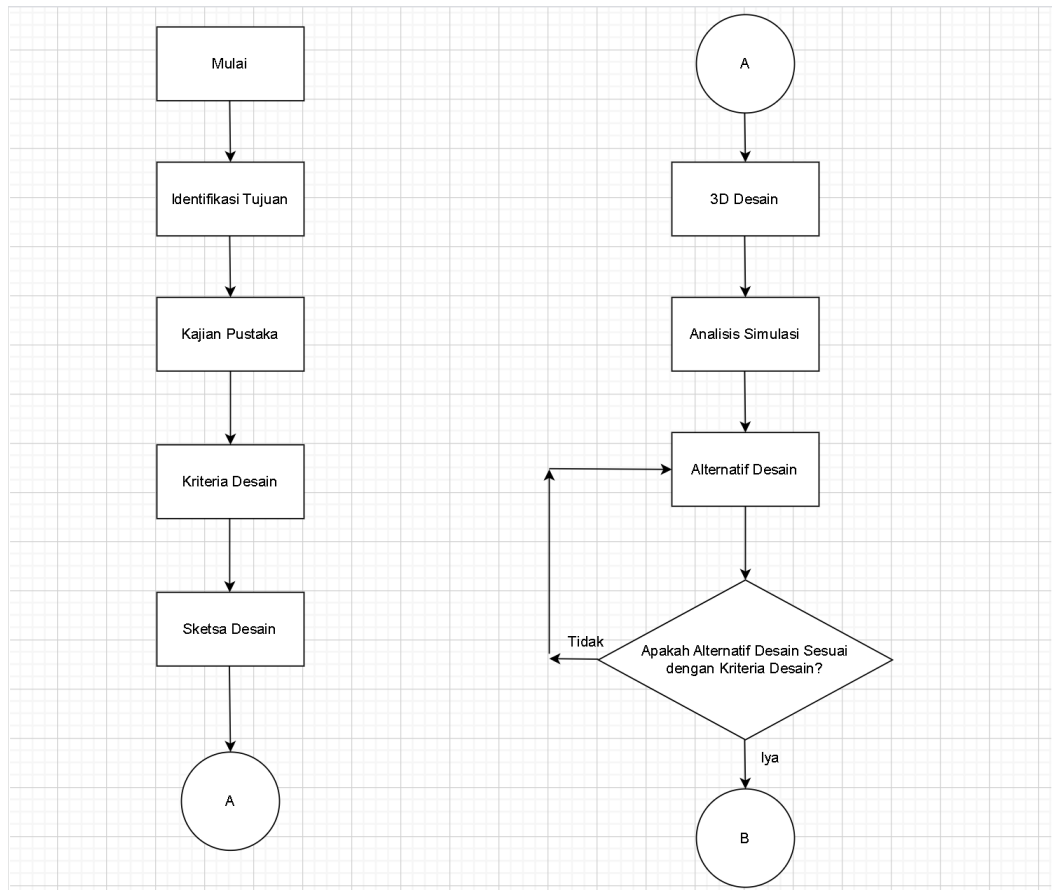
Gambar 2. 2 Sumber Gambar: Buku (Association American Galvanizers, 2012)

BAB 3

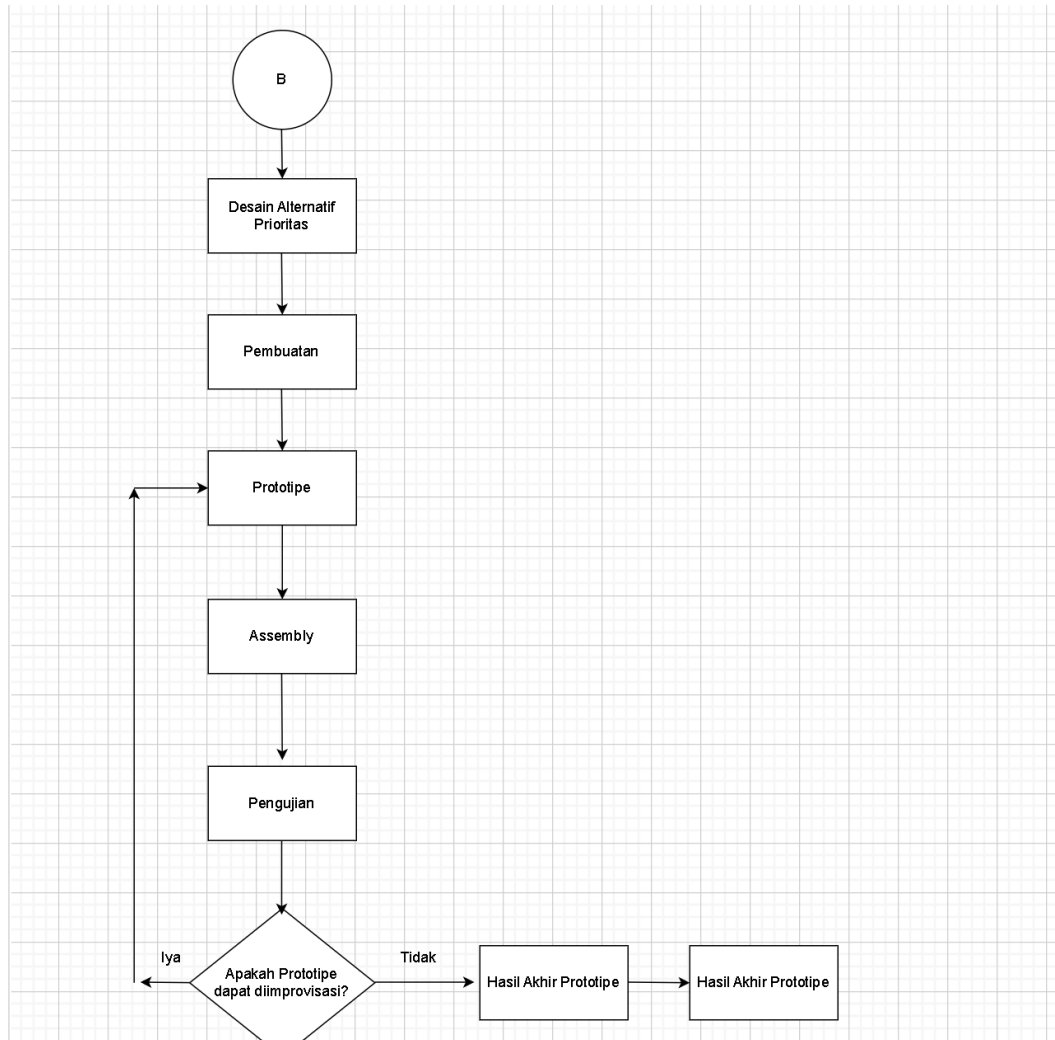
METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Berikut merupakan alur penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3. 1 dan Gambar 3. 2.



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian

3.2 Perancangan

Proses perancangan Kit Sepeda Kargo ini terdiri dari penentuan kriteria desain, acuan desain, alternatif dan analisis desain serta *main parameters value* dan nilai kriteria produk. Produk prototipe dikerjakan oleh pihak ketiga.

3.2.1 Kriteria Desain

Kriteria desain yang digunakan pada perancangan ini dapat dilihat pada Tabel 3. 1.

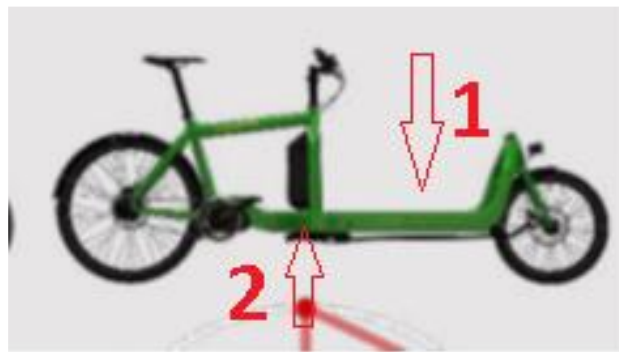
Tabel 3. 1 Kriteria Desain

Must	Want
<i>Loader</i> memiliki ESTETIKA yang baik, maksudnya adalah alat tersebut memiliki kesesuaian dengan sepeda kargo yang ada.	Penentuan tampilan yang enak dilihat serta terlihat <i>compact</i> dan manis.
<i>Loader</i> sepeda kargo bersifat PRAKTIS, artinya adalah kit kargo memiliki <i>bracket</i> yang bisa disesuaikan atau <i>adjustable</i> dengan penyatuan baut	
<i>Loader</i> sepeda kargo yang KUAT, artinya mampu menahan beban sekitar 40 kg.	Dapat melebihi dari apa yang diharuskan.
<i>Loader</i> sepeda kargo yang bersifat FLEKSIBLE, karena tujuan dari alat ini dibuat untuk dapat dipasangkan ke beberapa model sepeda. (min.2)	Lebih dari 2 <i>frame</i> yang dapat dipasangkan dengan <i>loader</i> kargonya.

3.2.2 Desain dan Analisis

3.2.2.1 Acuan Desain

Desain sepeda kargo mengacu kepada bentuk sepeda kargo yang sudah ada sejak jaman dulu yang dibuat oleh Johannes Gruber sesuai dengan dasar teori yang telah disebutkan di atas. Dasar konsep tersebut yang diacu sebagai pembentukan alternatif desain yang dibuat serta dapat dilihat pada Gambar 3. 3.



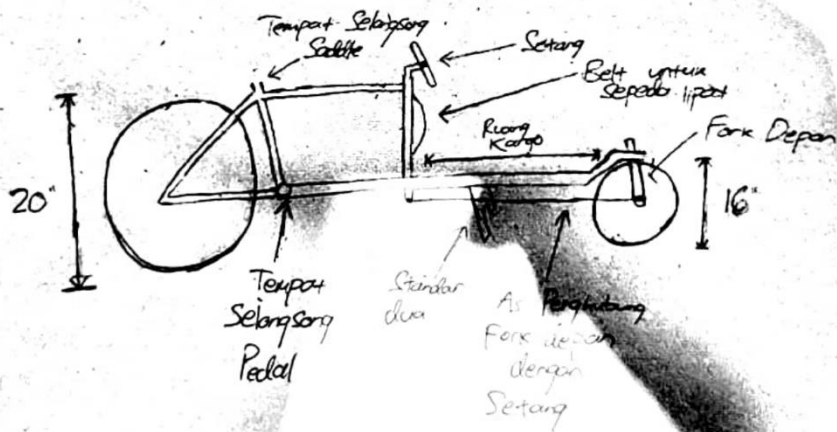
Gambar 3. 3 Contoh dari Bentuk Sepeda Kargo yang diciptakan oleh Johannes Gruber

Sumber Gambar:(Mikkelsen & Wernberg, 2019)

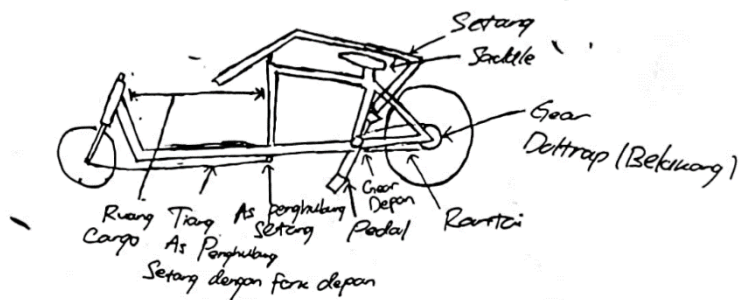
Bedasarkan Gambar 3. 3, terdapat beberapa petunjuk, petunjuk **nomor 1** merupakan *loader* kargo yang berfungsi sebagai pembawa barang dengan disatukan ke *frame* sepeda. Petunjuk **nomor 2** merupakan penyatuan antara *loader* dengan *frame*. Bedasarkan gambar Gambar 3. 3, penyatuannya dilakukan secara *rigid*, artinya tidak dapat dibongkar pasang.

3.2.2.2 Sketsa Desain

Terdapat 3 sketsa desain yang akan dijadikan dasar dari penggambaran desain 3 dimensi, berikut merupakan 3 sketsa desain yang dapat dilihat pada Gambar 3. 4, Gambar 3. 5 dan Gambar 3. 6.

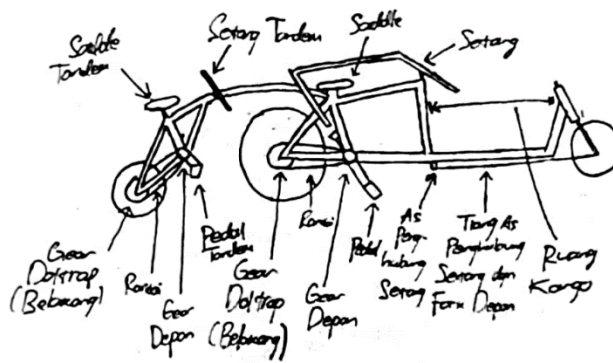


Gambar 3. 4 Sketsa Desain 1



Noto :
 • Setang dibuat (disambung) supaya belokan, supaya sepeda bisa berjalan berbalik arah (mundur) apabila ditempat yang sempit orang tidak memungkinkan untuk berputar arah.
 • Menggunakan gear model dobltrap supaya bisa digeser mundur.

Gambar 3. 5 Sketsa Desain 2



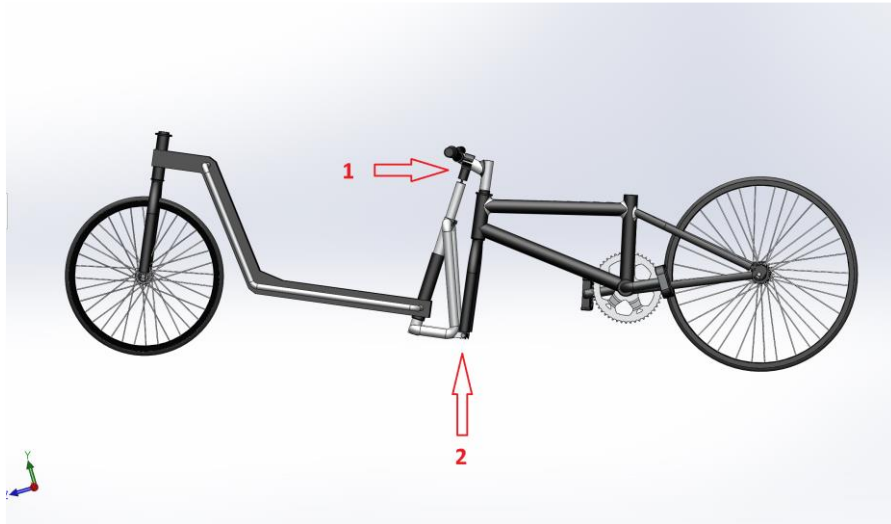
Note: • Overall desain seperti desain 4, hanya saja ditambahkan Tandem (gancungan) untuk mengurangi tenaga dari Supir utama dan bisa digunakan 2 orang

Gambar 3. 6 Sketsa Desain 3

Bedasarkan dari ketiga sketsa desain yang dapat dilihat pada Gambar 3. 4, Gambar 3. 5 dan Gambar 3. 6, sketsa desain 1 merupakan sketsa yang dipilih menjadi dasar untuk membuat desain 3 dimensi.

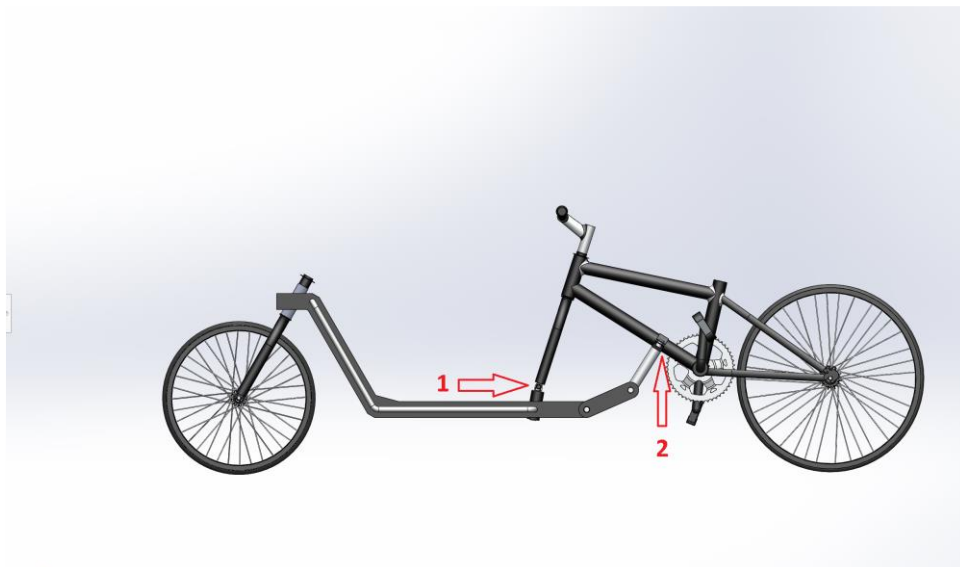
3.2.2.3 Alternatif Desain 3 Dimensi

Setelah menentukan konsep kriteria desain dari loader sepeda kargo tersebut, proses perancangan selanjutnya adalah melakukan pemodelan CAD untuk menentukan sketsa desain yang akan dipilih. Berikut adalah tiga penjabaran sketsa desain yang ditujukan pada Gambar 3. 7, Gambar 3. 8 dan Gambar 3. 9.



Gambar 3. 7 Alternatif Desain 1

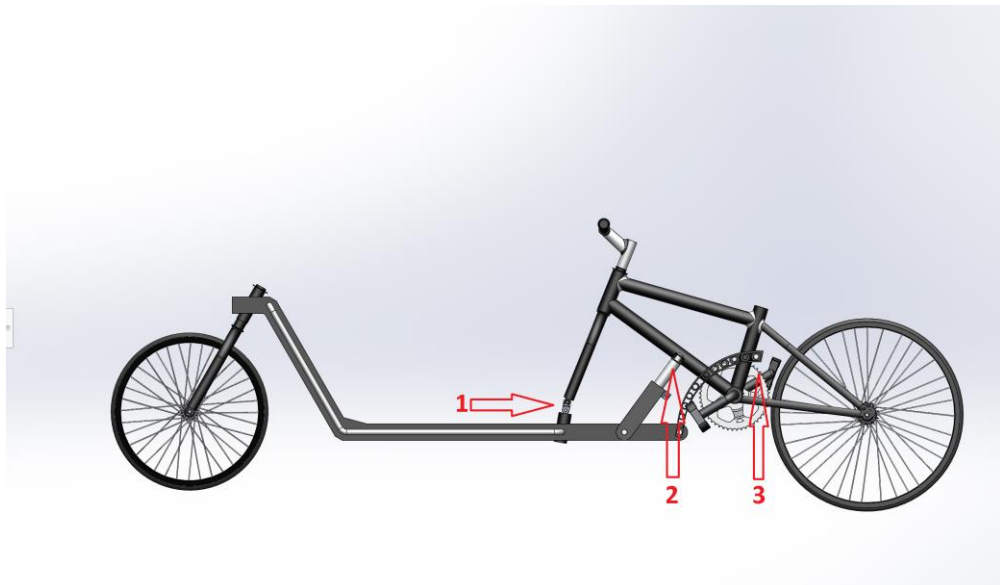
Gambar 3. 7 merupakan gambar desain alternatif ke-1, metode penyambungannya yaitu ditujukan pada **nomor 1** dengan menyambungkan *bracket loader* ke *stem* setang dan pada penunjuk **nomor 2** dengan menyambungkan *loader* ke bagian *fork*.



Gambar 3. 8 Alternatif Desain 2

Gambar 3. 8 merupakan gambar desain alternatif ke-2, metode penyambungannya yaitu ditujukan pada **nomor 1** dengan menyambungkan *bracket*

loader pada bagian *fork* dan pada penunjuk **nomor 2** dengan menyambungkan *loader* ke bagian *down tube* (kerangka *frame* bagian bawah).



Gambar 3. 9 Alternatif Desain 3

Gambar 3. 9 merupakan gambar desain alternatif ke-3, metode penyambungannya yaitu ditujukan pada **nomor 1** dengan menyambungkan *bracket* kit kargo pada bagian *fork*, pada penunjuk **nomor 2** dengan menyambungkan kit kargo ke bagian *down tube* (kerangka *frame* bagian bawah) serta pada penunjuk **nomor 3**, penyambungan kit kargo dengan *frame* pada bagian penumpu *saddle* (jok). Metode penyambungannya sama dengan desain alternatif 2 yang ditunjukkan pada Gambar 3. 8, hanya saja rentang fleksibilitas dari *bracket* yang digabungkan dengan *downtube* lebih terbatas dan penambahan *bracket* yang digabungkan pada kerangka *saddle*.

3.2.2.4 Simulasi Alternatif Desain

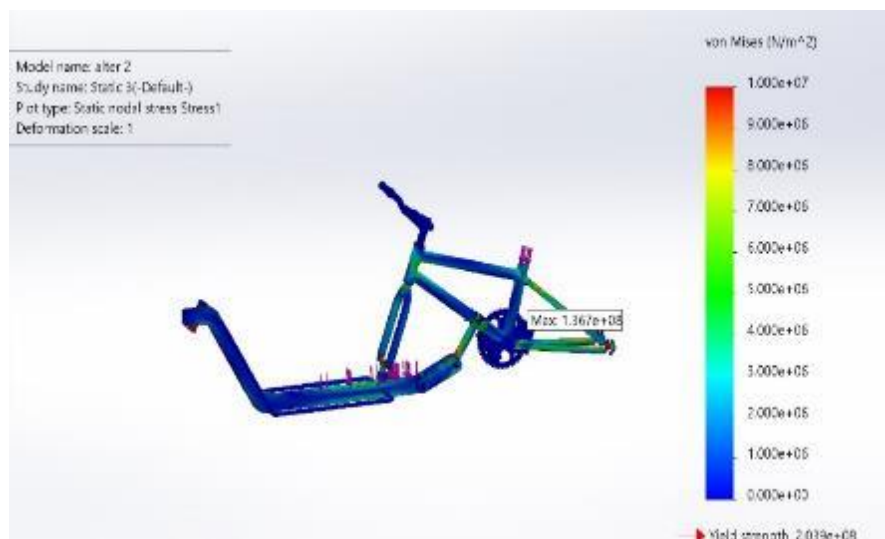
Setelah melakukan pembuatan desain 3 dimensi dari setiap alternatif desain, langkah selanjutnya yaitu melakukan uji analisis dari tiap alternatif desain yang ada. Pada pengujian analisis, bahan yang digunakan yaitu *alloy steel* yang digunakan pada *frame* sepeda dan besi galvanis yang digunakan pada kit kargo. Nilai properti dari *alloy steel* yaitu $7.238e+08 \text{ N/m}^2$ untuk nilai *tensile strength* dan $6.204e+08 \text{ N/m}^2$ untuk nilai *yield strength*. Sedangkan untuk material galvanis

dengan nilai *tensile Strength* sebesar $3.569 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ dan *yield strength* sebesar $2.039 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ yang bersumber dari aplikasi SolidWorks itu sendiri. Beban yang diberikan sebesar 500 N pada bagian *loader* serta 1000 N pada bagian *frame* yang diletakkan dibagian *saddle*. Gambar analisis ketiga alternatif desain dapat dilihat pada Gambar 3. 10, Gambar 3. 11 dan Gambar 3. 12.



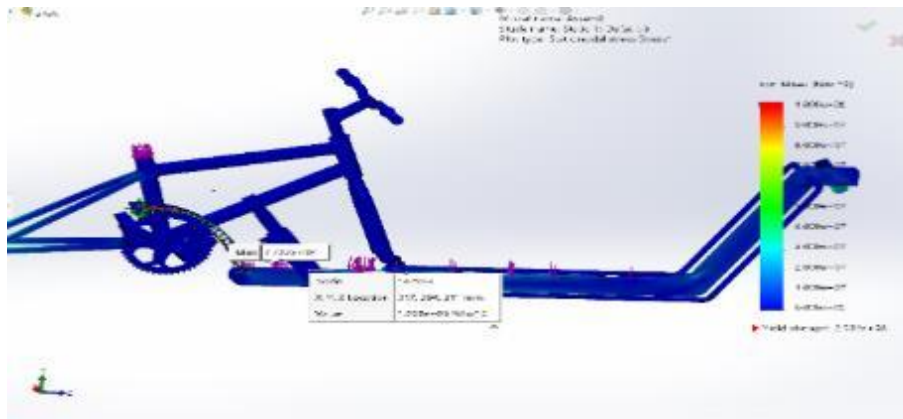
Gambar 3. 10 Hasil Analisis Tegangan Desain Alternatif 1

Menurut Gambar 3. 10, hasil dari analisis desain alternatif 1 sendiri menghasilkan nilai tegangan tertinggi pada angka $2.347 \times 10^9 \text{ N/m}^2$. Nilai tersebut melebihi dari nilai *Yield Strength* yang ada di program SolidWorks juga melebihi nilai *tensile strength*-nya sendiri. Nilai tersebut memberikan informasi bahwa struktur desain tersebut tidak dapat untuk direalisasikan.



Gambar 3. 11 Hasil Analisis Tegangan Desain Alternatif 2

Menurut Gambar 3. 11, Hasil dari analisis desain alternatif 2 sendiri mempunyai nilai tegangan tertinggi pada angka $1.367e+08 \text{ N/m}^2$. Nilai tersebut melebihi dari nilai *Yield Strength* yang ada di program SolidWorks. Nilai tersebut memberikan informasi bahwa struktur desain tersebut dapat direalisasikan.



Gambar 3. 12 Hasil Analisis Tegangan Desain Alternatif 2

Menurut Gambar 3. 12, hasil dari analisis desain alternatif 3 sendiri mempunyai nilai tegangan tertinggi pada angka $7.727e+08 \text{ N/m}^2$ dibagian *bracket* tengah, tetapi, pada *bracket* penahan nilai tegangan yang dimiliki yaitu sebesar $1.022e+05 \text{ N/m}^2$. Nilai tersebut memberikan informasi bahwa struktur desain tersebut juga dapat direalisasikan.

3.2.2.5 Main Parameters Value dan Nilai Kriteria Produk

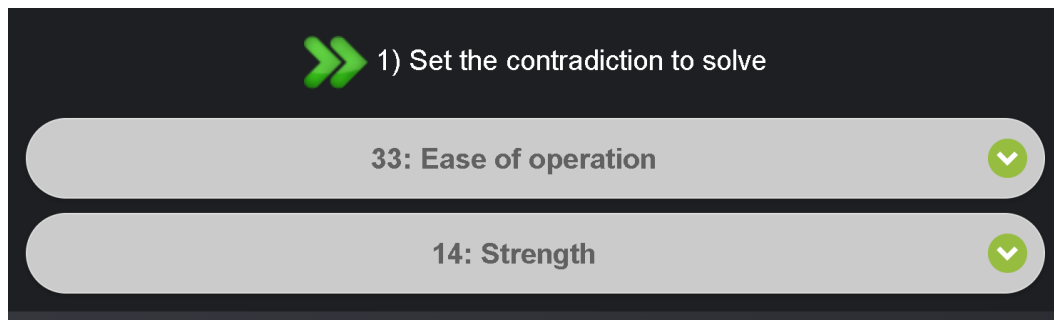
Terdapat *main parameters value* pada produk yang akan dibuat, produk yang akan dibuat berupa kit kargo yang digabungkan dengan *frame* sepeda. Berikut merupakan tabel *main parameters valuenya* yang dapat dilihat pada Tabel 3 2.

Tabel 3 2 Main Parameters of Values

No	Product	MPVs
1	Kit Sepeda Kargo	1. Fleksibilitas Kit Kargo dengan <i>frame</i> sepeda berukuran 20"

		2. Kepraktisan <i>bracket</i> Kit Kargo yang dipasangkan ke <i>frame</i> sepeda 3. Kekuatan dalam menahan beban. 4. Visualitas yang dihasilkan.
--	--	---

Dengan menggunakan metode TRIZ, parameter yang dikedepankan adalah **kemudahan dalam pengoperasian** serta untuk yang dipertahankan yaitu **kekuatannya**, mengingat tujuan dari kit kargo tersebut bertujuan untuk membawa barang.



Gambar 3. 13 Memasukan parameter yang akan dilakukan *improve* dan yang akan dilakukan *preserve*

Menurut Gambar 3. 13, hasil yang didapat dari link http://www.triz40.com/TRIZ_GB.php melalui pengkombinasian kedua parameter tersebut mempunyai hasil sebagai berikut:

1. *Materials*

Penggunaan material yang sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan. Material yang digunakan yaitu **material galvanis**, yang mana galvanis merupakan material yang digunakan untuk bahan kerangka. Bahan kerangka yang dimaksud adalah bahan kerangka sepeda modifikasi yang terdapat di daerah Alun-Alun Kidul Yogyakarta, jawaban tersebut didapat dari hasil wawancara random dengan pengusaha sepeda modifikasi di daerah tersebut. Hasil perumpaan diolah dari Gambar 3. 14.

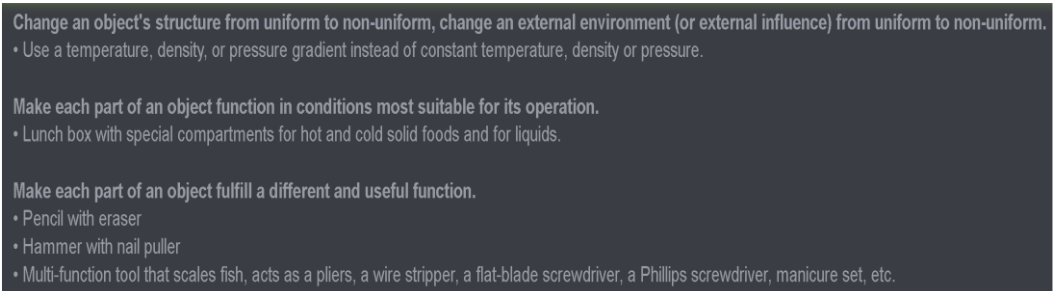
Change from uniform to composite (multiple) materials.

- Composite epoxy resin/carbon fiber golf club shafts are lighter, stronger, and more flexible than metal. Same for airplane parts.
- Fiberglass surfboards are lighter and more controllable and easier to form into a variety of shapes than wooden ones.

Gambar 3. 14 Pernyataan isi hasil dari sub *materials*

2. *Local Quality*

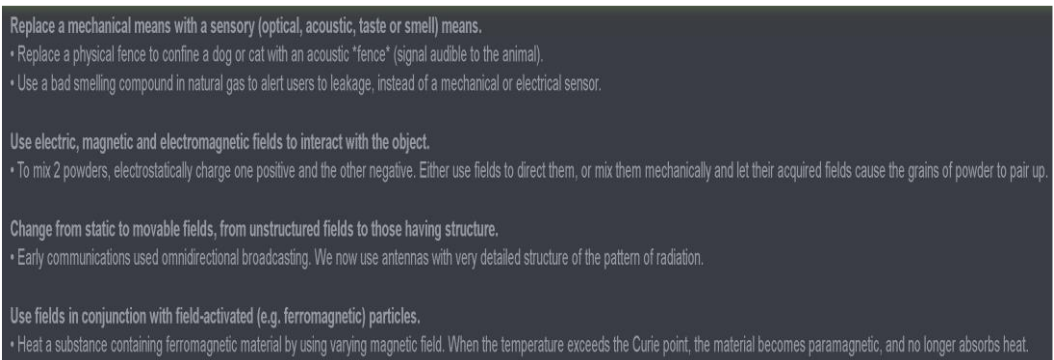
Membuat setiap bagian dari suatu objek memenuhi perbedaan fungsi dan kegunaan. Kit kargo merupakan alat yang digunakan untuk membawa barang, sedangkan sepeda merupakan alat transportasi. Penggabungan dari perbedaan fungsi tersebut, menjadikannya kedua fungsi tersebut dapat digunakan secara bersamaan. Kit kargo yang dibuat ketika digabungkan dengan sepeda, akan menjadi sepeda kargo. Pengumpamaan hasil dapat dilihat pada Gambar 3. 15.



Gambar 3. 15 Pernyataan isi hasil dari sub *local quality*

3. *Mechanics Substitution*

Membuat bagian yang statis menjadi bagian yang dapat bergerak. Penggantian *bracket* penggabungan kit kargo dengan sepeda yang bersifat rigid (dapat dilihat pada Gambar 3. 3) menjadi dapat disesuaikan atau *adjustable*, yang mana dengan mengganti bagian tersebut, kit kargo dapat dibongkar pasang dan dipasangkan ke *frame* sepeda berukuran 20” yang berbeda.



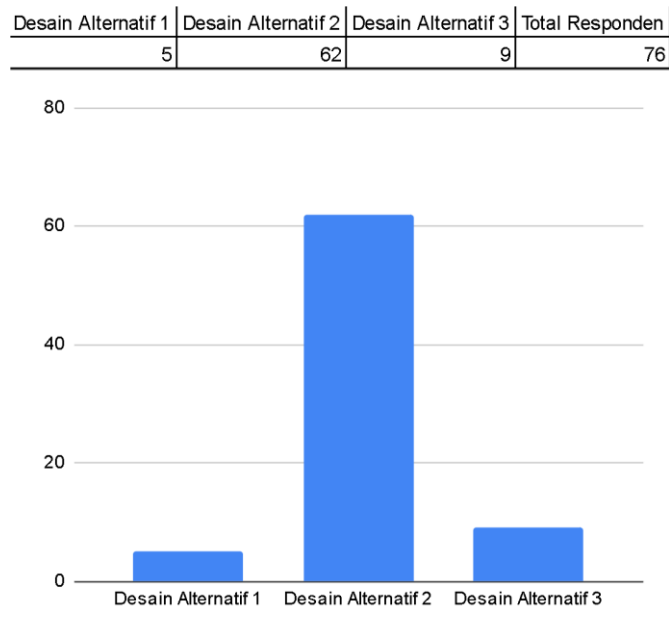
Gambar 3. 16 Pernyataan isi hasil dari sub *mechanics substitution*

Untuk menilai kriteria produk pada bagian estetika, penulis melakukan survey melalui Google Form (<https://docs.google.com/forms/u/0/?tgif=d>) yang hasilnya ditampilkan telah diringkas pada Gambar 3. 17. Terdapat juga kriteria responden yang mengisi *form*. Berikut merupakan kriteria responden yang mengisi form pada Gambar 3. 17.

1. Mahasiswa aktif Universitas Islam Indonesia.
2. Memahami sepeda.

Hasil survey asli ditampilkan pada Lampiran 1, Lampiran 2 dan Lampiran

3.



Gambar 3. 17 Hasil Survey Desain Alternatif

Dari total responden sebanyak 76 orang pengisi, masing-masing alternatif desain mendapat nilai 5 pengisi untuk desain alternatif 1, 62 pengisi untuk desain alternatif 2 dan 9 pengisi untuk desain alternatif 3.

Tabel 3. 3 Nilai Kriteria Produk

No.	Kriteria Seleksi	Bobot Max.	Rentang (1-4)	Nilai	Desain ke-1	Desain ke-2	Desain ke-3
1.	Fleksibel	5	4	Bobot X Rentang	$5 \times 4 = 20$	$4 \times 4 = 16$	$3 \times 4 = 12$
2.	Kuat	5	4		$1 \times 4 = 4$	$4 \times 4 = 16$	$5 \times 4 = 20$
3.	Praktis	3	2		$2 \times 2 = 4$	$3 \times 2 = 6$	$2 \times 2 = 4$
4.	Visualitas	3	3		$1 \times 3 = 3$	$3 \times 3 = 9$	$2 \times 3 = 6$
Total					32	47	42

Pada Tabel 3. 3 Nilai Kriteria Produk, untuk hasil jumlah total dari semua parameter yang dijabarkan, desain ke-2 memiliki total poin lebih banyak, yang berarti desain ke-2 terpilih menjadi desain yang akan dijadikan prototipenya.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengesahan Desain (Desain Prioritas)

Setelah menentukan konsep kriteria desain, pengujian analisis dari masing-masing alternatif desain serta penentuan nilai kriteria produk, menghasilkan jawaban dari desain yang dipilih dari ketiga alternatif desain yang ada untuk dijadikan prototipe. Gambar desain prioritas dapat dilihat pada Gambar 4. 1.



Gambar 4. 1 3D Desain Sepeda Kargo Alternatif 2

Penjelasan tentang desain pada Gambar 4. 1 adalah sebagai berikut:

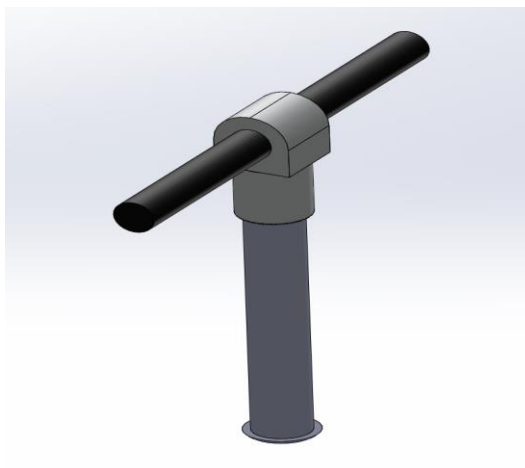
1. Desain *Loader*



Gambar 4. 2 Loader Kargo

Pada Gambar 4. 2, *Loader* memiliki dimensi panjang x lebar yaitu 900 mm x 300 mm dan untuk bagian loading barangnya saja berdimensi panjang 450 mm. Lebar pada *loader* sengaja dibuat tanpa pembatas supaya bisa membawa barang yang dimensinya lebih besar.

2. Desain komponen *fork's holder*



Gambar 4. 3 Fork's Holder

Pada Gambar 4. 3, Komponen ini terdiri dari beberapa part diantaranya adalah baut as untuk *fork* pada sepeda bertumpu serta as panjang kebawah untuk digabungkan ke loader dan didalam lubang loadernya terdapat bearing supaya batang tersebut dapat berputar sesuai stang. Dimensinya yaitu untuk diameter

batang ke *loader* sebesar 12 mm dengan tinggi 81 mm, sedangkan untuk panjang as nya berukuran 135mm.

3. Desain *Fork's Loader*

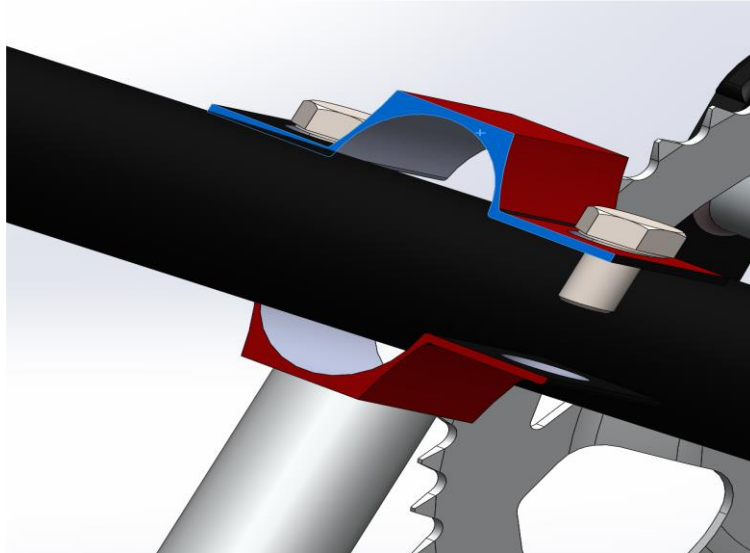
Pada Gambar 4. 4, Desain *Fork's Loader* memiliki ukuran yang sesuai dengan pasaran, yaitu lebar x tinggi yaitu 112 mm x 225 mm.



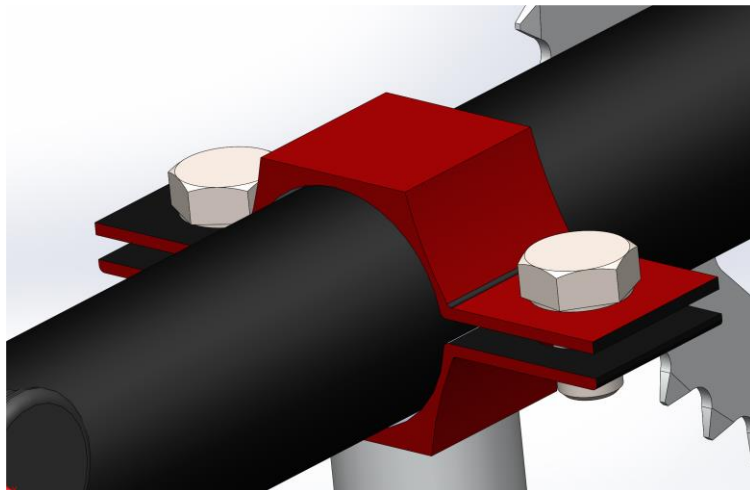
Gambar 4. 4 Fork Loader Kargo

4. Desain *Holder Loader to Frame*

Holder ini memiliki diameter dalam 39 mm, diameter tersebut sengaja diberi *offset* terhadap *frame* aslinya supaya ketika menemukan merk sepeda yang bermodel sama, namun ukuran *downtube* nya berbeda, tetap bisa diaplikasikan, karena pengikat dari holder ini sendiri menggunakan baut yang diberi pasangan holder juga dengan tujuan mengikat di *downtube* pada *frame*. Dapat dilihat pada Gambar 4. 5 dan Gambar 4. 6.



Gambar 4. 5 *Holder Loader to Frame* Sebelum Dipasangkan dengan *Frame*



Gambar 4. 6 *Holder Loader to Frame* Sesudah Dipasangkan dengan *Frame*

5. Desain *Frame*

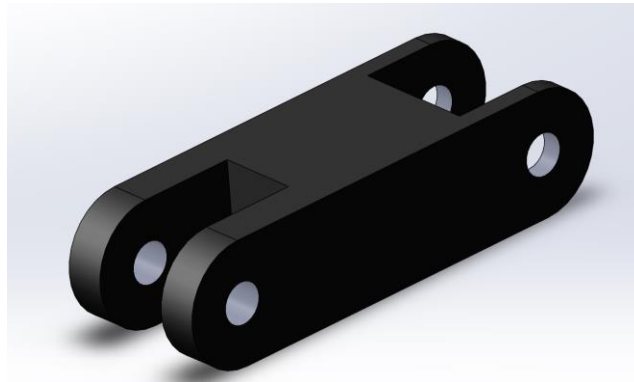


Gambar 4. 7 *Frame* Sepeda yang Digunakan Sebagai Penelitian

Pada Gambar 4. 7, *Frame* ini didesain sesuai dengan ukuran pabrikan, *frame* yang dibuat menggunakan merk pabrikan dari Polygon dengan ukuran *frame* sendiri yang didesain untuk ukuran ban 20”.

6. Desain *Flexible Joint*

Part ini digunakan untuk menyambungkan bagian *loader* dengan *holder* untuk *frame* supaya ukurannya bisa di *adjust* sesuai dengan *frame* lainnya. Dapat dilihat pada Gambar 4. 8.



Gambar 4. 8 *Flexible Joint*

Dimensinya yaitu untuk panjang x lebar sebesar 180 mm dan 60 mm serta memiliki diameter lubang untuk baut sebesar 15 mm.

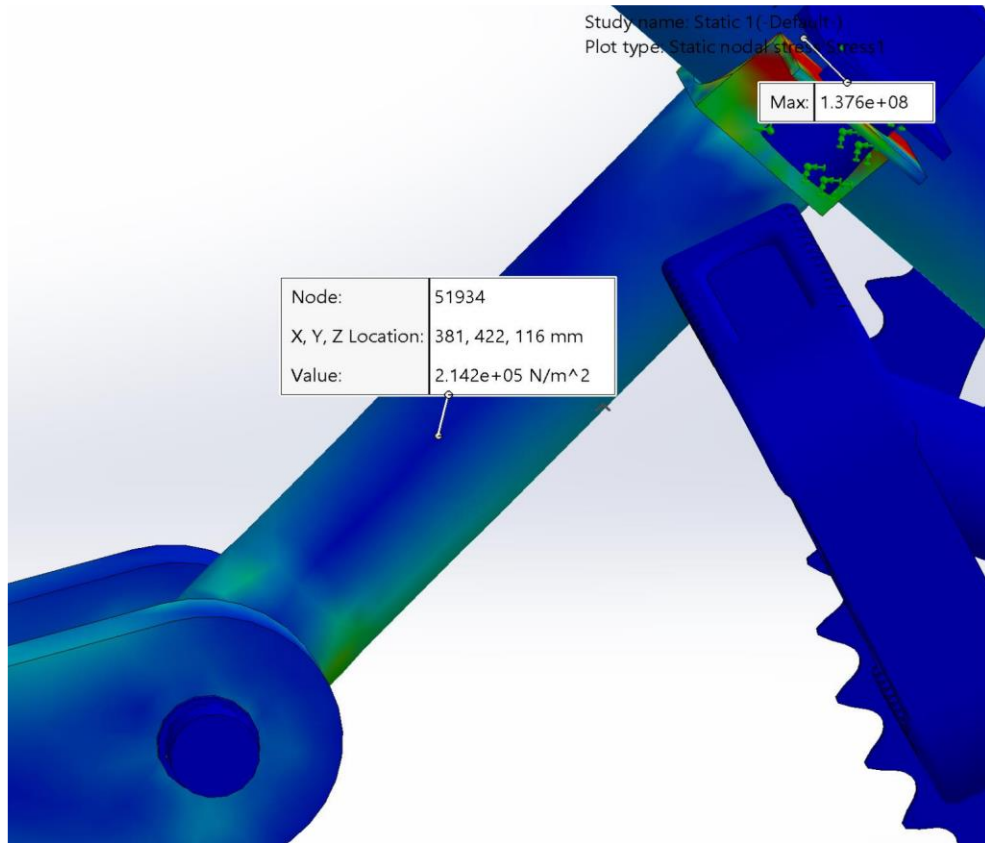
4.2 Analisis Tegangan *von misses* (*Stress Analysis*) dan *Safety Factor*

Dari hasil analisis tegangan yang dihitung berdasarkan kalkulasi berat manusia sebesar 1000 N dan berat pada *loader* sebesar 500 N yang telah dilakukan, mendapatkan nilai tegangan maksimal yang berada pada *holder frame* (untuk menyatukan *loader* dengan *frame* sebesar 1.367×10^8 N/m² atau 136.7 N/mm² yang mengartikan bahwa gaya yang diberikan pada kit kargo sebesar 500 N dan beban manusia sebesar 1000 N, material dari struktur tersebut masih kuat untuk menahannya, karena nilai maksimal dari *yield strength* bahan galvanis sendiri memiliki nilai sebesar 204 N/m² sebagai nilai dasar dari tabel. Gambar hasil analisis tegangan dapat dilihat pada Gambar 4. 9.

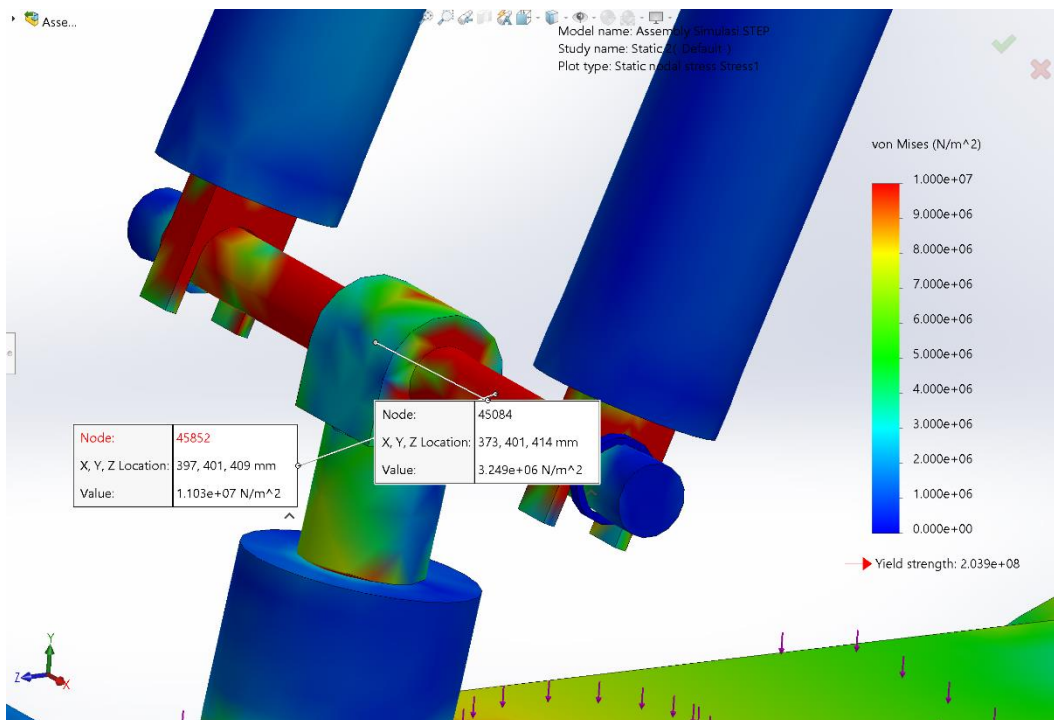


Gambar 4. 9 Hasil Tegangan *Von Misses*. (137 MPa)

Terdapat juga *part* penting dari nilai-nilai yang dihasilkan dari hasil analisis pada *von misses*nya. Berikut dapat dilihat pada Gambar 4. 10 dan Gambar 4. 11.



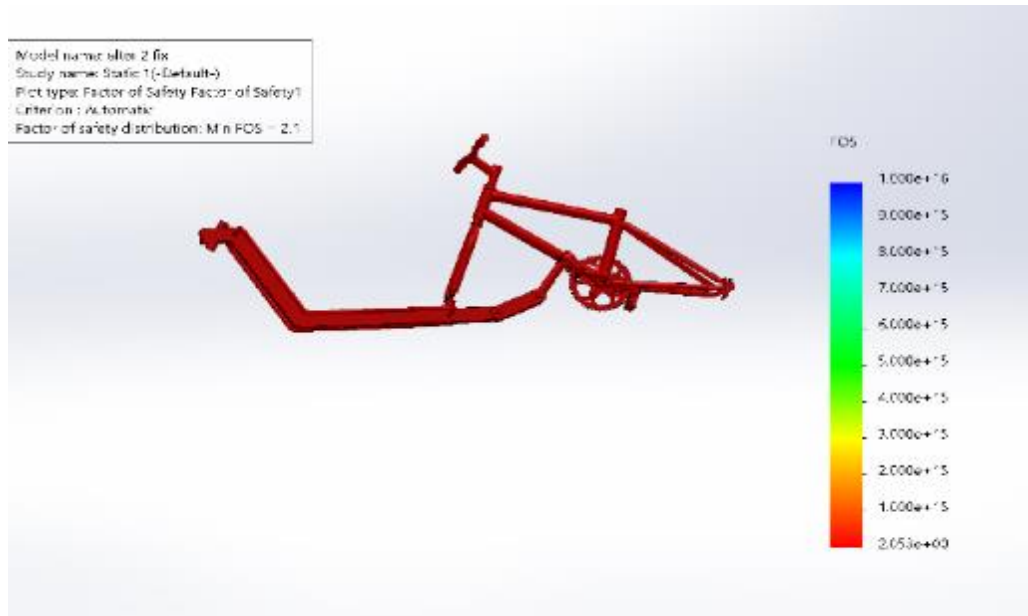
Gambar 4. 10 Hasil analisis pada *bracket* yang dikaitkan dengan *downtube*. (0,22 MPa)



Gambar 4. 11 Hasil analisis pada *fork's holder* sebagai penumpu pada *fork* milik *frame* sepeda. (3,3 MPa dan 11,1 MPa)

Menurut dari Gambar 4. 10, *bracket* penyambungan ke *downtube* pada *frame* sepeda menjadi *part* yang memiliki tingkat rentan kerusakan tertinggi. Serta untuk Gambar 4. 11, penumpu *fork* milik *frame* sepeda menjadi *part* yang memiliki tingkat rentan kerusakan kedua setelah *bracket* penyambungan ke *frame*.

Berikut juga merupakan hasil *factor of safety* yang didapatkan dari desain alternatif 2 yang akan dijadikan prototipe dapat dilihat pada Gambar 4. 12.



Gambar 4. 12 Hasil Analisis *Factor of Safety*

Hasil dari uji *safety of factor* pada desain yang akan dijadikan prototipe memiliki nilai sebesar 2.1 yang berarti desain ini bisa direalisasikan. Terdapat juga tabel properti yang menjelaskan analisisnya pada Tabel 4. 1 Hasil *Von Misses stress* dan *Safety Factor* yang Didapatkan

Tabel 4. 1 Hasil *Von Misses stress* dan *Safety Factor* yang Didapatkan

Bahan	Gaya (N)	<i>Yield Strength</i> (MPa)	<i>Von Misses Stress</i> (MPa)	<i>Safety Factor</i>
Baja Galvanis (Kit) & Alloy Steel	1000 (manusia) & 500 (Kit)	204	137	2.1

(Frame)				
---------	--	--	--	--

Perhitungan analisis juga didukung dengan perhitungan manual, yang mana rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$R_{1x} + R_{2x} + R_{...x} + R_{1y} + R_{2y} + R_{..y} = 0$$

$$\sum F + \sum R = 0$$

$$\sum M = F_1 d_1 + F_2 d_2 + F_{...} d_{...} = 0$$

Apabila ada kemiringan pada gaya, maka rumusnya adalah sebagai berikut.

$$F + \text{Cos}\theta \text{ atau } F + \text{Sin}\theta$$

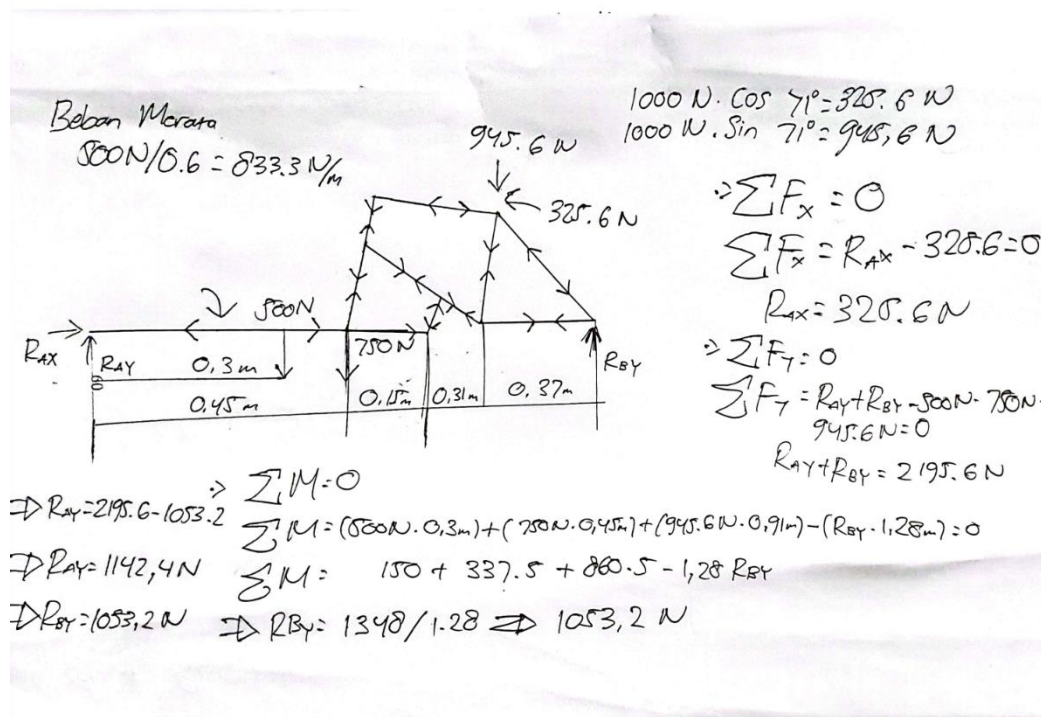
Adapun rumus-rumus lain yang mendukung, diantaranya adalah sebagai berikut.

$$M = F \cdot d$$

$$\tau = \frac{32 \cdot M}{\pi \cdot d^3}$$

Perhitungan manual juga ditampilkan dalam bentuk gambar yang dapat dilihat pada Gambar 4. 13, Gambar 4. 14, Gambar 4. 15, Gambar 4. 16 dan Gambar 4. 17. Adapun asumsi-asumsi yang mendukung untuk perhitungan manual ini. Di antaranya adalah sebagai berikut.

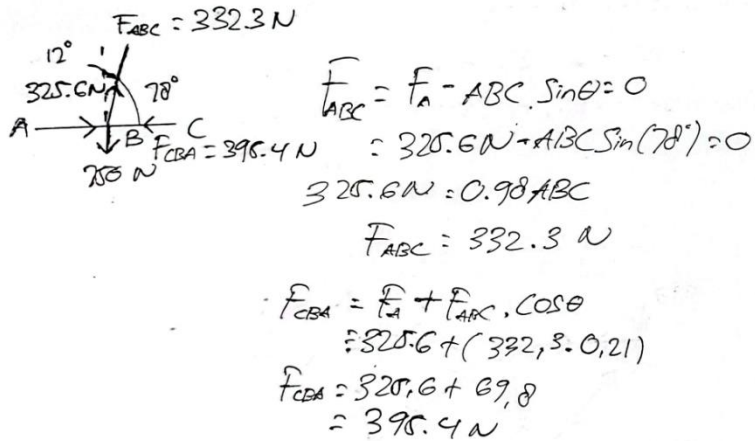
1. Pembulatan hasil angka
2. Roda dan *fork* pada kit kargo diabaikan, sehingga letak penumpu gaya diletakkan pada daerah yang digunakan untuk mengangkat barang (*loader*).
3. Hasil yang didapatkan merupakan hasil pendekatan.
4. Daerah *bracket* yang diuji tegangannya berbentuk lingkaran.



Gambar 4. 13 Perhitungan Resultan Gaya

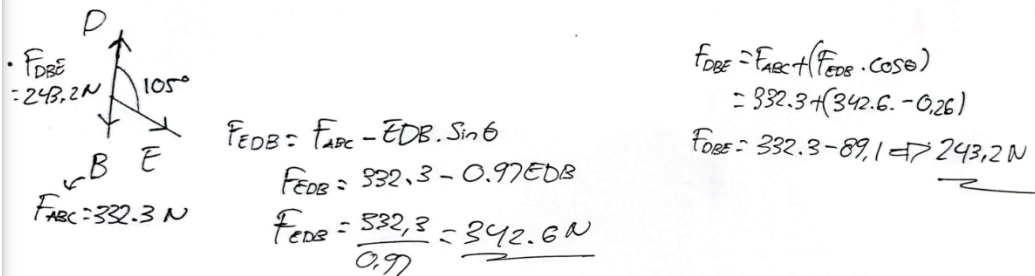
Setelah menghitung resultan gaya yang dimiliki dari sebuah strukturnya, dilanjutkan dengan perhitungan potongan gaya, yang mana tujuannya untuk mengetahui gaya-gaya yang bekerja supaya dapat mengetahui gaya pada *bracket* kit kargo yang disatukan dengan *frame* pada sepeda berukuran 20”.

Gaya Potongan



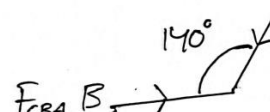
Gambar 4. 14 Perhitungan Perpotongan Gaya ABC

Gaya Potongan



Gambar 4. 15 Perhitungan Perpotongan Gaya BDE

Gaya Pasangan

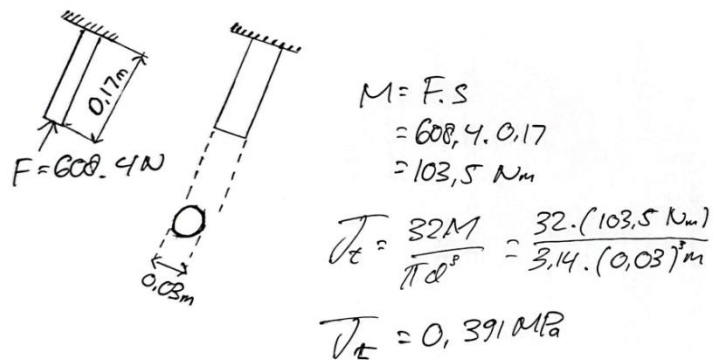


$F_{CBA} = 395.4 \text{ N}$

$$F_{BF} = F_{CBA} - BF(\sin \theta)$$
$$= 395.4 \text{ N} - BF(0.65)$$
$$F_{BF} = \frac{395.4}{0.65} = 608.4 \text{ N}$$

Gambar 4. 16 Perhitungan Perpotongan Gaya BF

Tegangan yang bekerja pada Bantol
 Kit 1cc Frame Sepeda



Gambar 4. 17 Perhitungan Tegangan

Bedasarkan hasil yang didapatkan dari perhitungan nilai tegangan pada Gambar 4. 17, dengan nilai tegangan sebesar 0,391 MPa, nilai tersebut mendekati dari nilai hasil analisis yang diuji pada Gambar 4. 10 dengan nilai sebesar 0,22 MPa.

4.3 Pembuatan

Pada proses pembuatan, *author* melakukan survey tempat dan mendapatkan 3 opsi tempat, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Bapak Riyanto (Jl. Kaliurang km.13, Sleman, DIY)
2. Bapak Sugeng (Jl. Patangpuluhan, Yogyakarta, DIY)
3. Bapak Amir (Jl. Nagan, Kraton, Yogyakarta, DIY)

Mengingat akan jarak yang ditempuh dan pemantauan yang akan dilakukan berkala, maka *author* memilih untuk mengerjakan ditempat Bapak Riyanto, karena lebih mudah untuk melakukan pemantauan berkala.

4.3.1 Kesepakatan

Author menunjukkan desain 2 dimensi yang berisikan dimensi dan bentuk barang jadi kepada Bapak Riyanto, setelah menyanggupi untuk membuat prototipe dari desain saya, diberikan juga estimasi harga akhir sekitar kurang lebih 2 juta rupiah. Setelah berdiskusi, Beliau bersepakat kepada saya untuk mengambil proyek dari *author*.

4.3.2 Pembelian

Keesokannya, Beliau membeli barang material yang dibutuhkan, dikarenakan *frame* sepeda milik *author* juga bekas ter bengkalai, Beliau juga membeli *spareparts* dari sepedanya juga supaya sepeda bisa digunakan kembali dengan layak.

4.3.3 Eksekusi

Beliau melakukan eksekusi dengan pengukuran dimensi yang disesuaikan pada gambar 2D (terletak pada Lampiran 6, Lampiran 7, Lampiran 8, Lampiran 9, Lampiran 10 dan Lampiran 11). Setelah melakukan pengukuran, Beliau mulai memotong bahan material dan melakukan pengelasan. Tidak lupa juga memperbaiki sepeda milik *author* yang akan dijadikan sebagai kerangka utama (*primary frame*) untuk diassembly dengan *loader* kargonya.

4.4 Prototype

Setelah melakukan tahapan eksekusi pada proses pembuatan, selanjutnya melakukan tahap *prototype*. Berikut merupakan penjabaran isi *prototypenya* sendiri.

4.4.1 Kit Kargo

Pembuatan kit kargo disesuaikan dengan dimensi yang telah didesain pada aplikasi 3 dimensi, SolidWorks. Pada prosesnya, tidak semua *part* dibuat dari baru, karena pada tahap desain 3Dimensinya, ukuran dari *part* seperti *fork* pada *loader*, *roda* serta *fork's holder* menggunakan ukuran yang sudah ada dan hanya

dipasangkan ke *loader* saja, tidak dibuat baru. Bahan yang digunakan memiliki ketebalan yang lebih tebal dibandingkan dengan desain yang sudah dibuat. Produk dapat dilihat pada Gambar 4. 18.



Gambar 4. 18 Prototipe *Loader* Kargo

4.4.1.1 Loader

Dimensi dan bentuk *loader* disesuaikan dari desain 3 dimensi. Dengan dimensi panjang x lebar sebesar 900 mm x 300 mm, untuk dimensi area *loading*nya sendiri sepanjang 450mm yang diukur dengan mengikuti dimensi kardus besar dan tidak diberi batas di bagian kanan dan kiri supaya bisa mengangkat barang yang dimensinya lebih besar. Dapat dilihat pada Gambar 4. 19.



Gambar 4. 19 *Loader*

4.4.1.2 Fork's Holder

Pada bagian *fork's holder*, part tersebut dimodifikasi dengan menggabungkan bagian dari *frame* sepeda dan *fork* sepeda bekas dengan penambahan as di atasnya untuk *fork* pada *frame* bertumpu. Ukuran pada lebarnya juga dapat disesuaikan mengikuti *fork*nya guna mengantisipasi perbedaan ukuran lebar *fork*. Dapat dilihat pada Gambar 4. 20.



Gambar 4. 20 Fork's Holder

4.4.1.3 Bracket Loader to Frame



Gambar 4. 21 Bracket Loader to Frame

Bagian *Bracket Loader to Frame* memiliki dimensi yang sesuai dengan desain 3 dimensi sebelumnya. Untuk penyambungannya sendiri menggunakan baut dan mur sebanyak 2 buah, kanan dan kiri yang diisatukan dengan bagian atasnya seperti pada Gambar 4. 5. *Bracket* ini juga *adjustable* mengantisipasi perbedaan sudut dari bebrbagai model *frame* sepeda. Produk dapat dilihat pada Gambar 4. 21.

4.4.1.4 Flexible Joint

Bagian *Flexible Joint* juga memiliki dimensi yang sesuai dengan desain 3 dimensi sebelumnya. Tujuan dari bagian ini yaitu untuk menambahkan rentang *adjusting* dari bagian *Bracket Loader to Framenya* sendiri. Dapat dilihat pada Gambar 4. 22.



Gambar 4. 22 Flexible Joint

4.4.1.5 Fork's Loader and Wheel (16")

Pada Gambar 4. 23, kedua *part* ini memang menggunakan produk jadi yang dimanufaktur oleh pihak pabrikan atau *after market. Third parties* (pihak pembuat prototipe) hanya menyesuaikan spesifikasi ukuran yang telah didesain oleh *author* dan dipasangkan ke *loader*. Produk dapat dilihat pada Gambar 4. 23.



Gambar 4. 23 Fork's Loader and Wheel

4.4.1.6 Steering Bar



Gambar 4. 24 Steering Bar

Pada Gambar 4. 24, bagian *part* ini menggunakan sisa produksi alat lain yang sudah tidak digunakan kembali. Besi tersebut disesuaikan dengan ukuran panjang *fork's loader* sampai ke *holder's fork*.

4.4.2 *Frame Sepeda*

Pada bagian ini, kit kargo diuji coba menggunakan model *frame* sepeda bermerek *Polygon* dengan tipe sepeda *hibrid bike* berukuran roda 20" (*Primary Frame*). Kerangka sepeda tersebut dilakukan *redesain* 3 dimensi sebagai acuan *author* dalam mengukur dimensi *loader* dan menganalisis *loader* tersebut. Terdapat juga dua *frame* sepeda tambahan (*Secondary Frame*) dengan model dan merek yang berbeda, guna menguji fleksibilitas dari *loader* kargo tersebut.



Gambar 4. 25 *Loader* Kargo Disambungkan dengan *Primary Frame*

Berikut merupakan *Primary Frame* yang disatukan dengan *loader* pada Gambar 4. 25 sesuai dengan yang sudah didesain 3 dimensi. Pada tahapan ini, setelah dilakukan penggabungan *primary frame* terhadap *loader* kargo pada tahap ini, dilanjutkan dengan penggabungan *secondary frame* yang telah disiapkan.

4.5 **Perbaikan pada *Prototype (Finishing)* dan Pengujian**

Setelah melakukan uji fleksibilitas pada *loader* kargo terhadap *primary* dan *secondary frame*, terdapat juga kekurangan kekurangan dari prototipe sebelumnya. Pada tahap *prototype* di bagian *finishing* ini, akan dijabarkan kekurangan dari prototipe awal. Berikut adalah **kekurangan** dari prototipe awal.

4.5.1 **Kemampuan Sudut *Steering***

Kemampuan sudut *steering* menggunakan *steering bar* memiliki nilai yang kecil menjadikan sepeda akan sulit diseimbangkan saat awalnya. Disamping itu,

saat bermanuver juga sulit mengingat sudutnya hanya 15 derajat saja. Kemampuan sudut ini tidak hanya saat berhenti saja, tetapi juga saat sepeda sedang dijalankan. Berikut *angle* yang bisa dihasilkan dengan menggunakan *steering bar* dan ditampilkan pada Gambar 4. 26.



Gambar 4. 26 Kemampuan *angle* yang dihasilkan dengan menggunakan *steering bar*.

4.5.2 Ketidakpraktisan dalam Pemasangan *Loader* ke *Frame*

Ketidakpraktisan dalam penggabungan *loader* ke *frame* menjadikan *loader* memerlukan *effort* yang lebih untuk melakukan pemindahan dari satu *frame* ke *frame* lain. Penggunaan baut manual tersebutlah yang menjadikannya kekurangannya, karena disamping *effort* lebih yang dibutuhkan, juga diharuskan untuk membawa *tools* yang sesuai dengan ukuran bautnya. Contoh baut manual dapat dilihat pada Gambar 4. 27.



Gambar 4. 27 Loader dengan Baut Manual

4.5.3 Tidak Adanya Lapisan Cat

Tidak adanya lapisan cat menjadikan material mudah terkena korosi, disamping karena korosi, tidak adanya lapisan cat juga mengurangi estetika. Dapat dilihat pada Gambar 4. 28.



Gambar 4. 28 Loader tanpa lapisan cat

Setelah mengidentifikasi kekurangan, dilakukan juga perbaikan. Berikut merupakan **perbaikan** yang dilakukan.

4.5.4 Penggunaan Wire pada Steering

Penggunaan *wire* pada *steering* menjadikan *angle* memiliki nilai yang lebih besar yaitu sebesar 55 derajat. Hasil dari *angle* yang dihasilkan tidak hanya saat sepeda kargo berhenti, tetapi juga saat sepeda kargo sedang jalan. Disamping itu, terdapat juga kelebihan dari *wire* yaitu mudah melakukan *adjusting* apabila roda pada *loader* tidak lurus, dan mudahnya melakukan perbaikan apabila terjadinya

kerusakan. Kekurangan dari sistem *wire* ini yaitu ada jeda respon antara setang saat dibelokkan dengan *fork* pada kit kargo. Produk dapat dilihat pada Gambar 4. 29 dan Gambar 4. 30.



Gambar 4. 29 Penggunaan Wire pada Steering



Gambar 4. 30 *Angle yang Diraih ketika Menggunakan Wire*

4.5.5 *Baut Quick-Release*

Dengan menggunakan *Baut Quick-Release*, bongkar pasang pada *loader* tidak memerlukan *tools* kembali ketika ingin memindahkan *loader* dari satu *frame* ke *frame* yang lain, disamping itu juga menambah kesan visualitasnya. Dapat dilihat pada Gambar 4. 31.



Gambar 4. 31 *Penggunaan Baut Quick-Release*

4.5.6 Melakukan Pengecatan

Melakukan pengecatan dapat menghindari korosi dan menambah kesan estetika. Warna yang dipilih, diambil dari roda warna. Dapat dilihat pada Gambar 4. 32.



Gambar 4. 32 *Loader* Setelah Dilakukan Pengecatan

4.5.7 Pengujian

Pada tahap pengujian, *loader* kargo diuji dengan menggunakan *secondary frame*. Dimana terdapat 2 buah *secondary frame*nya. *Loader* akan dipasangkan dengan kedua *frame* tersebut untuk mengetahui fleksibilitasnya. Pada pengujian beban, dilakukan dengan menggunakan empat variable berbeda, tiga manusia dan

1 benda. Berikut merupakan gambar pengujian fleksibilitas yang dapat dilihat pada Gambar 4. 33 dan Gambar 4. 34.



Gambar 4. 33 Secondary Frame 1



Gambar 4. 34 Secondary Frame 2

Pengujian *loader* kargo juga dilakukan ke berbagai *frame* sepeda seperti yang tertera pada Gambar 4. 33 dan Gambar 4. 34. Pada *secondary frame 1*, *loader* kargo menyanggupi permintaan dimensi terhadap sepeda yang berukuran 24” walaupun ada kekurangan dibagian *frame* yang terlalu mendengak keatas. Pada *secondary frame 2*, *loader* kargo jelas menyanggupi permintaan dimensi pada *frame* mengingat sama-sama berukuran 20”, walaupun *secondary frame* berbeda model sepeda dengan *primary frame*.

Pada pengujian Beban, ditampilkan juga gambar dan tabel yang dapat dilihat pada Gambar 4. 35, Gambar 4. 36, Gambar 4. 37, Gambar 4. 38 dan Gambar 4. 39 serta Tabel 4. 2 Pengujian Beban pada *Loader* dan *Frame*.



Gambar 4. 35 Pengujian Beban dengan *Frame 1*



Gambar 4. 36 Pengujian Beban dengan *Frame 1*



Gambar 4. 37 Pengujian Beban dengan *Frame 1*



Gambar 4. 38 Pengujian Beban dengan *Frame 1*



Gambar 4. 39 Pengujian Beban dengan Kerangka 2

Tabel 4. 2 Pengujian Beban pada *Loader* dan *Frame*

No.	Nama	Berat Pengendara	Berat <i>Loader</i>
1	Bapak Riyanto & Dua Galon	70.4 kg	38 kg

Berisikan Air Penuh			
2	Bren & Dua Galon Berisikan Air Penuh	69.8 kg	38 kg
3	Bapak Riyanto & Bren	70.4 kg	69.8 kg
4	Bren & Diksa	69.8	55.7 kg
5	Bren & Bapak Riyanto	69.8 kg	70.4 kg

Hasil dari Tabel 4. 2 merupakan uji coba langsung untuk menguji performa *loader* kargo dalam menahan beban. Pengujian dilakukan disemua *frame* uji coba, *primary* dan *secondary*. Beban maksimal sementara yang dapat diterima baik oleh *loader* sebesar 70.4 kg dan beban total jika digabungkan dengan *frame* sebesar 140.2 kg.

Pada tahap pengujian yang terakhir, terdapat pengujian berkendara serta bongkar dan pasang oleh orang lain, data dan pernyataan pribadi yang akan menjawab pada bagian sub bab ini. Dapat dilihat pada Tabel 4. 3.

Tabel 4. 3 Uji Berkendara dan Bongkar Pasang

No	Berkendara	Bongkar Pasang
1	Mudah Dikendarai, <i>fun to ride</i> , Menarik Perhatian,	Penyatuan <i>Loader</i> dan Rangka Sepeda Mudah
2	Nyaman Dikendarai, <i>Ground Clearence</i> terlalu rendah, Unik	Penyambungan baut <i>Quick-Release</i> Menjadikan Mudah saat Penyambungan, Lebih Baik jika Dapat Dipasangkan ke Sepeda Lipat
3	<i>Fun to Ride</i> , Seimbang dikendarai seperti Sepeda Umumnya bahkan saat Membawa Beban (Kecuali Manusia karena Merasa Ketakutan), Kemampuan Manuver kurang Mengingat	Tidak Diperlukan Pengubahan Rangka Sepeda, Sedikit <i>effort</i> Tambahkan bagi Wanita

	Dimensi Sepeda yang Panjang	
4	Seimbang saat Dikendarai, Manuver Sedikit susah Karena Dimensi Panjang	Penggunaan Baut <i>Quick Release</i> Menjadikan Mudah Dipasang dan Elegan, Tambah Dinamo Lebih Baik
5	<i>Fun to Ride</i> , Seimbang Dikendarainya, <i>Angle</i> dalam Berbelok Cukup	Pemasangan Mudah, Tetapi Ada Penambahan <i>Effort</i> Untuk Sedikit Menangkat Kerangka Sepedanya saat Penyambungan.

Data pada Tabel 4. 3 merupakan data survey langsung, dimana *tester* bersifat *random*. Pernyataannya sudah disaring kembali bahasanya, untuk data asli, dapat dilihat pada Lampiran 12, Lampiran 13, Lampiran 14, Lampiran 15 dan Lampiran 16.

4.6 Biaya Akhir

Tabel 4. 4 Biaya Akhir

No	Bahan Material	Quantitas	Harga	Harga Total
1	Besi Hollow Galvanis 45x45 mm (6 m)	1	Rp292.000	Rp292.000
2	Pipa Galvanis 5/8" (6 m)	1	Rp147.000	Rp147.000
3	Pipa 1" + Plat Strip 2 mm	1	Rp120.000	Rp120.000
4	Pipa Elbow 5/8"	6	Rp22.500	Rp135.000
5	Fork Ukuran 16"	2	Rp45.000	Rp90.000
6	Comfork	2	Rp62.000	Rp124.000
7	As Roda	1	Rp40.000	Rp40.000
8	Roda 16" set	1	Rp185.000	Rp185.000
9	Harga Jasa (Pengelasan, Pengecatan, Mur dan Baut serta Bahan Tambahan)	1	Rp600.000	Rp 600.000
Total Harga				Rp 1,733.000

Pada Tabel 4. 4, total harga yang pembuatan prototipe untuk *loadernya* saja yaitu sebesar Rp 1,733.000. Untuk harga total perhitungan semua (*Sparepart Sepeda include*), dapat dilihat pada Lampiran 17.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berhasil merealisasikan prototipe kit kargo yang dapat dibongkar pasang dengan *frame* sepeda berukuran 20" tanpa merubah bentuk dari *frame* sepedanya sendiri. Di samping kemampuannya dalam mengangkat barang, sepeda kargo dapat meningkatkan kebugaran jasmani serta tidak diperlukannya pembelian BBM mengingat harganya yang sedang naik.
2. Konsep *bracket* yang fleksibel menjadikan *loader* dapat dipasangkan ke tiga jenis sepeda. Mengingat kegunaan dari *loader* sendiri dalam mengangkat barang, kemampuan sementara produk sendiri mampu menahan beban sebesar 70.4 kg pada bagian *loadernya*.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, penulis menyadari adanya kekurangan, saran dari penulis yaitu:

1. Pembuatan *bracket* pada kit kargo yang bisa digunakan tanpa perlu adanya *downtube* pada *framenya* beserta penyesuaian *bracket* dikarenakan ketinggian *ground clearance* setiap *frame* sepeda berbeda-beda.
2. Penambahan rem bagian depan dengan tujuan peningkatan pada *safety* berkendara.
3. Penyesuaian kembali pada bagian *steering* karena terdapat jeda saat setang dibelokkan dengan respon *fork* pada kit kargo
4. Pengujian terhadap penggunaan yang difungsikan untuk masyarakat yang bekerja ataupun pergi ke pasar dengan sepeda kargo belum dilakukan pengujian, karenanya diperlukan untuk penambahan *bracket* pada bagian

loadernya supaya barang yang ditaruh di bagian *loader* dapat dibawa dengan sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Association American Galvanizers. (2012). *HOT-DIP GALVANIZING FOR CORROSION PROTECTION a specifier's guide american galvanizers association*.
- Bimo, R., Sukoco, P., Hendroprasetyo, W., Putra, A., Septia, D., & Sujiatanti, H. (2018). Analisis Tegangan pada Penegar Wrang Pelat Akibat Kemiringan Penegar Wrang Pelat. *JURNAL TEKNIK ITS*, 7(2).
- Corporation Dassault Systèmes SolidWorks. (1995). *INTRODUCING SOLIDWORKS*.
- Dybdalen, Å., & Ryeng, E. O. (2021). Understanding how to ensure efficient operation of cargo bikes on winter roads. *Research in Transportation Business and Management*. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100652>
- Ekmekci, I., & Koksali, M. (2015). Triz Methodology and an Application Example for Product Development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 2689–2698. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.481>
- Febrianto, F., Agus, F., & Kridalaksana, A. H. (2016). 4. SaKTI Ferri Febrianto_SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN SEPEDA MENGGUNAKAN METODE MULTIFACTOR EVALUATION PROCESS. In *Prosiding Seminar Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi* (Vol. 1, Issue 1).
- Jensen, L. S., Özkil, A. G., & Mortensen, N. H. (2016). PROTOTYPES IN ENGINEERING DESIGN: DEFINITIONS AND STRATEGIES. In *Dubrovnik-Croatia*.
- Lalit Narayan, K., Mallikarjuna Rao, K., & Sarcar, M. M. M. (2013). *Computer aided design and manufacturing* (Second printing). PHI Learning Private Limited.
- Litvin, S. (2011). *Main Parameters of Value: TRIZ-based Tool Connecting Business Challenges to Technical Problems in Product/Process Innovation 7th Japan TRIZ Symposium 2011 Yokohama, Japan*. www.GEN3.com

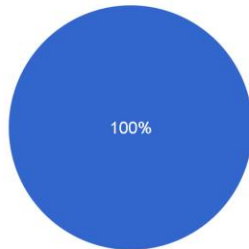
- Mikkelsen, A., & Wernberg, M. (2019). *APPLYING STRATEGIC DESIGN TO STAND OUT IN THE CARGO BIKE MARKET Development of a cargo bike for non-cargo bike people.*
- Muhardi. (2005). *KENAIKAN HARGA BAHAN BAKAR MINYAK (BBM) DAN IMPLIKASINYA TERHADAP MAKRO EKONOMI INDONESIA Muhardi.*
- Ningsih, D. H. U. (2005). Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur [CAD/CAM]. *Computer Aided Design*, 3, 7.
- Pontianak, P., Kasus, S., Sutan Syahrir -Jalan, J., Urip -Jalan, J., Hasyim -Jalan Merdeka, K. H. W., Hervian,), Sugasta, H., Widodo, S., & Mayuni, S. (2019). *ANALISIS EFEKTIVITAS LAJUR KHUSUS SEPEDA PADA KAWASAN.*
- Setyono, B., Ardianto, S., Noerpamoengkas, A., Mesin, J. T., Adhi, T., & Surabaya, T. (2016). PERANCANGAN DAN UJI PERFORMANSI SEPEDA KARGO HYBRID “E-CARGO BIKE.” In *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan IV.*
- Widyanto, B., Setiawan, H., Winarso, R., & Hidayat, T. (2021). Pembuatan Sepeda Kargo Lipat Minimalis. In *Jurnal CRANKSHAFT* (Vol. 4, Issue 1).

LAMPIRAN

Desain Alternatif 1

5 responses

 Copy



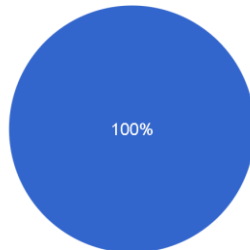
● Desain Alternatif Loader Kargo 1

Lampiran 1

Desain Alternatif 2

62 responses

 Copy



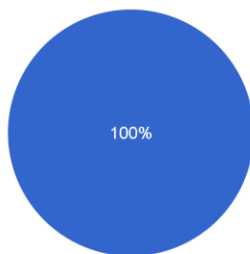
● Desain Alternatif Loader Kargo 2

Lampiran 2

Desain Alternatif 3

9 responses

 Copy

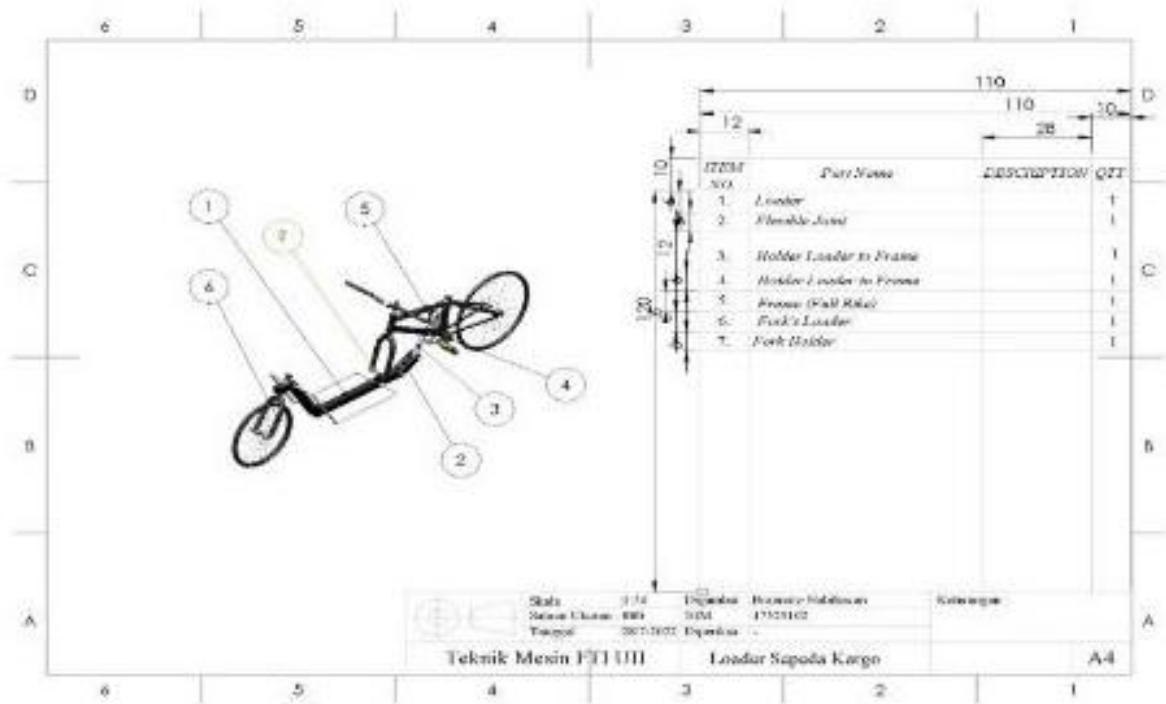


● Desain Alternatif Loader Kargo 3

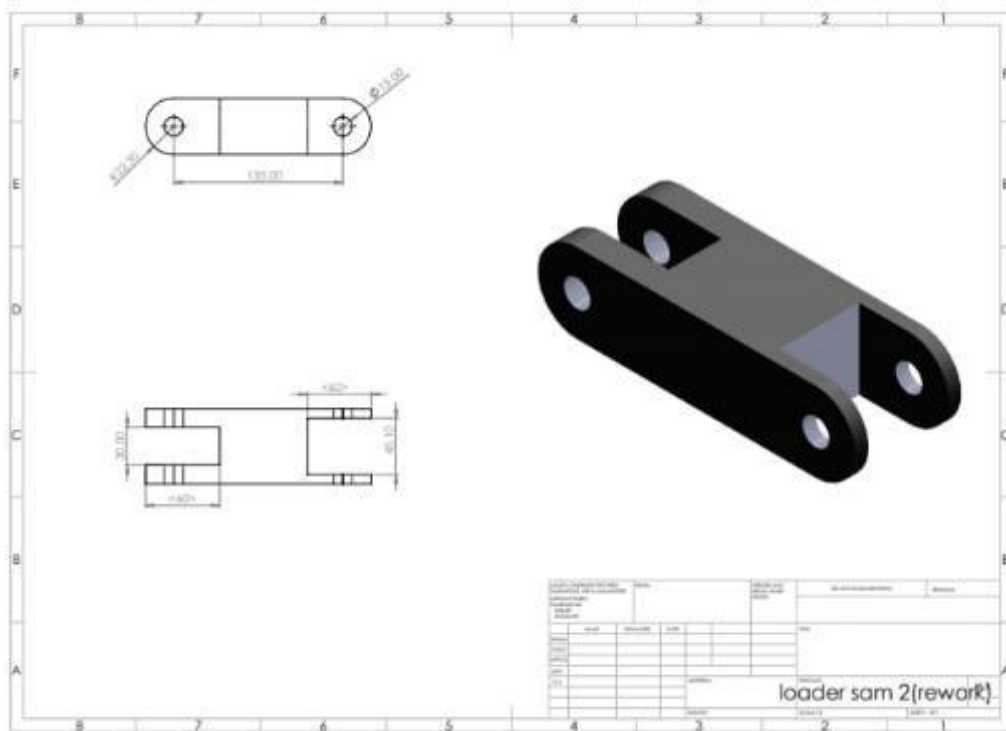
Lampiran 3



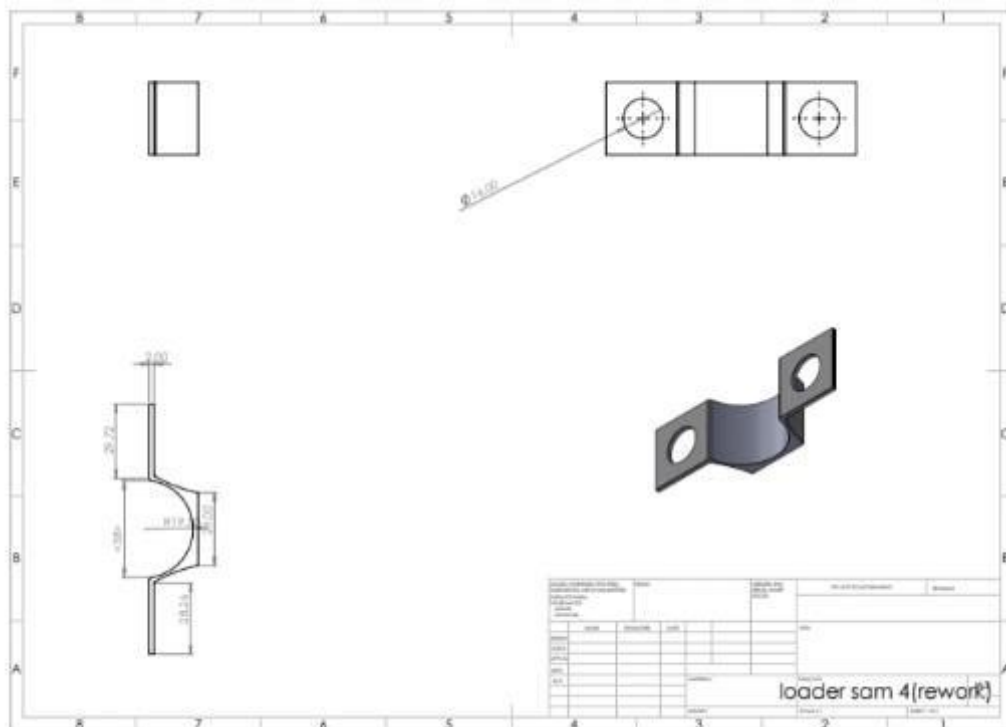
Lampiran 4



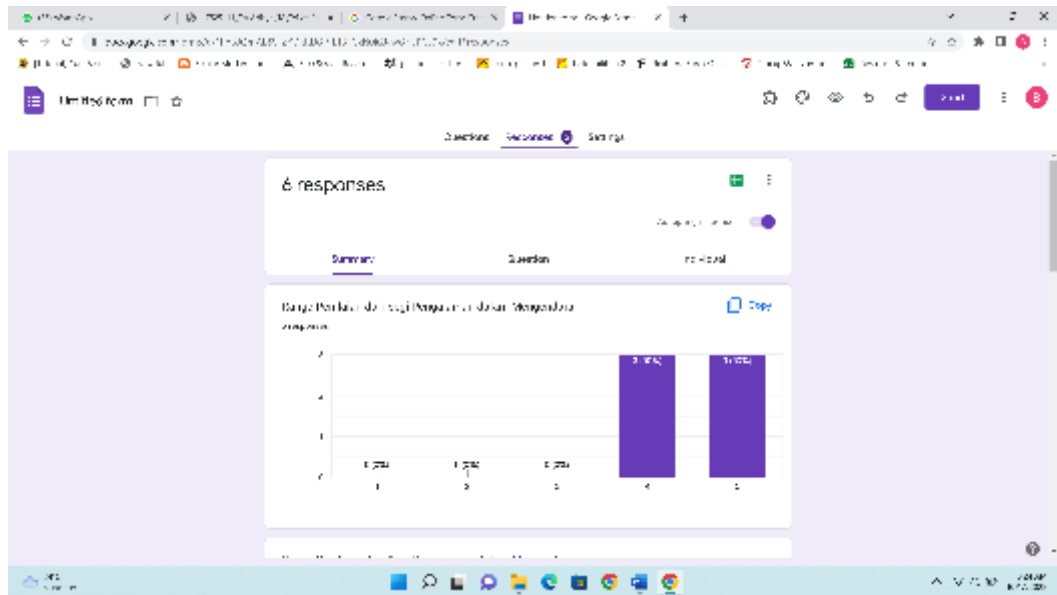
Lampiran 5



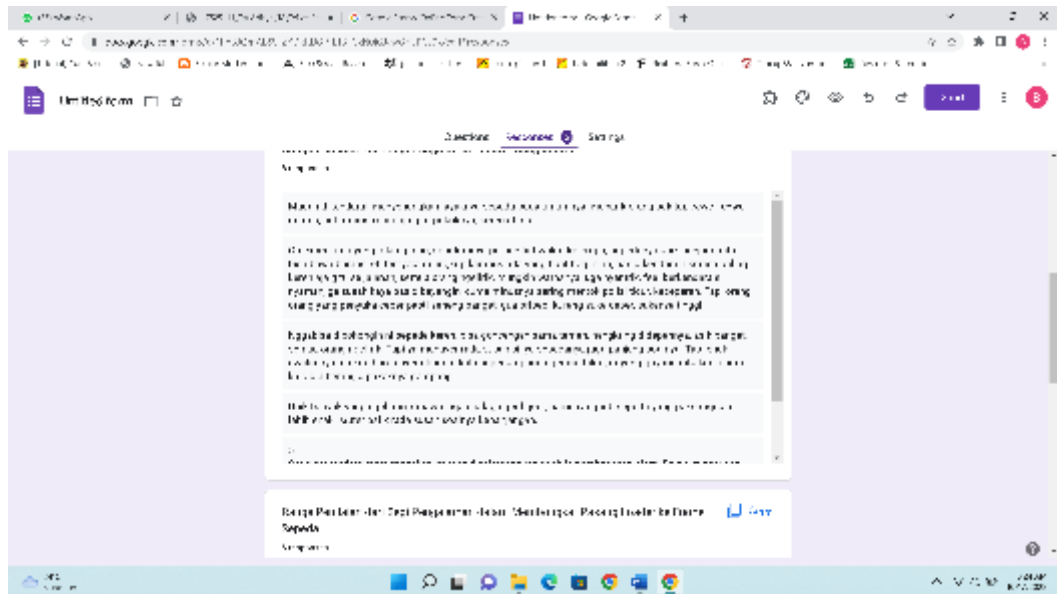
Lampiran 6



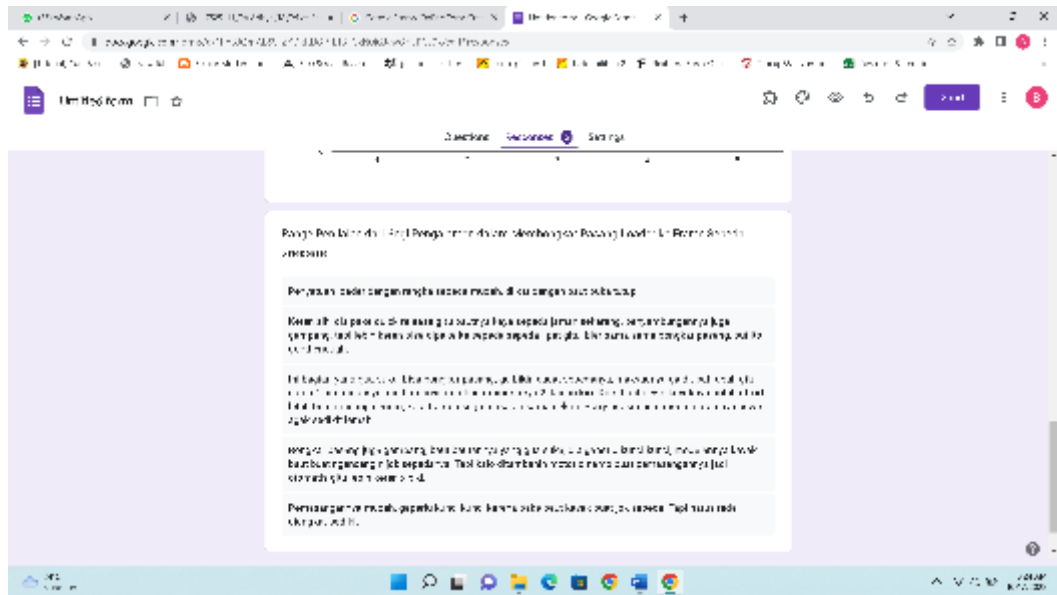
Lampiran 7



Lampiran 12



Lampiran 13



Lampiran 16

1.	Mob 4.5 x 4.5		292.000
2.	pipa \varnothing 3/8		147.000
3.	pipa \varnothing 1" + plat strip 2mm		120.000
4.	elbow \varnothing 3/8 Bth @ 22.500		135.000
5.	Fork / garpu uk 16" @ 45.000		90.000
6.	Compart @ 62.000		124.000
7.	ds roda Stainless		40.000
8.	Set rem belakang		75.000
9.	Iner + Outer rem @ 17.500		35.000
10.	Kancing Iner @ 7.500		15.000
11.	1set Roda 20"		165.000
12.	1set Roda 16"		185.000
13.	Rantai Single Sp		60.000
14.	Gear Single		55.000
15.	Sadel		55.000
16.	ds. Sadel		40.000
17.	Hand Grip		35.000
			<hr/>
			Rp 1.788.000 +

Lampiran 17

