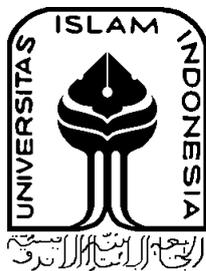


**PERANCANGAN INOVATIF *COVER HAND*
BRAKE YANG MEMBERIKAN KENYAMANAN
BAGI PENGGUNA**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : ARFIAN NAUFAL ZIYAD

No. Mahasiswa : 18525041

NIRM : 1802140083

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya yang bertanda tangan dibawah ini, Arfian Naufal Ziyad selaku penulis Tugas Akhir dengan judul "PERANCANGAN INOVATIF *COVER HAND BRAKE* YANG MEMBERIKAN KENYAMANAN BAGI PENGGUNA" merupakan hasil karya sendiri dan benar keaslian nya. Apabila di kemudian hari penulisan ini merupakan hasil plagiasi terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan dan tata tertib yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Yogyakarta, 22 Oktober 2023



Arfian Naufal Ziyad

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PERANCANGAN INOVATIF *COVER HAND*
BRAKE YANG MEMBERIKAN KENYAMANAN
BAGI PENGGUNA**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : ARFIAN NAUFAL ZIYAD
No. Mahasiswa : 18525041
NIRM : 1802140083

Yogyakarta, 13 November 2023

Pembimbing



Rahmat Riza, S.T., M.Sc.ME

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PERANCANGAN INOVATIF *COVER HAND* *BRAKE* YANG MEMBERIKAN KENYAMANAN BAGI PENGGUNA

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : ARFIAN NAUFAL ZIYAD

No. Mahasiswa : 18525041

NIRM : 180214003

Tim Penguji

Rahmat Riza, S.T., M.Sc.ME.

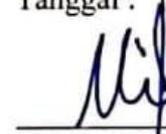
Ketua



Tanggal : 3 November 2023

Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., MT., IPP

Anggota I



Tanggal : 2 Nov 2023.

Ir. Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng., IPP

Anggota II



Tanggal : 1 Nov 2023

Mengetahui

Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., MT., IPP



HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT. atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang penulis persembahkan kepada :

1. Allah SWT. yang telah memberikan nikmat iman dan Islam kepada penulis dan Nabi Muhammad SAW. juga atas segenap keluarga, para sahabat, serta para pengikutnya hingga akhir zaman.
2. Ayah, Ibu, dan adik-adik penulis yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi dalam menempuh pendidikan.
3. Segenap dosen program studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Wisnu Wardana Putra merupakan teman dalam melaksanakan tugas akhir.

HALAMAN MOTTO

“Barang siapa yang ingin berdamai maka bersiaplah untuk berperang.”

(Ronald Reagen)

"In every life we have some trouble. But when you worry, you make it double.”

(Bobby McFerrin)

“Ini aku, entahlah kalau kalian, tapi tujuanku kuliah selain mendapat ilmu adalah untuk reuni.”

(Pidi Baiq)

“Berjalan tak seperti rencana adalah jalan yang sudah biasa, dan jalan satu- satunya jalani sebaik kau bisa.”

(Frdstvy)

“Aku adalah hari ini yang harus lebih baik dari hari kemarin“ (Pidi Baiq)

“Jika hari ini kamu gagal, maka yakinlah setelah ini ada kemenangan besar yang menanti“

(Arfian Naufal)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena anugerah dan rahmatNya, salah satu dari sekian banyaknya karunia-Nya yang berupa Skripsi dan masih banyak kekurangan dalam laporan ini dapat terselesaikan. Semoga nikmat ini dapat mendorong menuntut ilmu yang lebih tinggi serta semangat pengabdian yang tulus karena Ridho-Nya, amin.

Laporan tugas akhir ini dibuat bukan semata-mata untuk memenuhi salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan pendidikan jenjang sarjana, tetapi juga sebagai bentuk apresiasi penulis dalam ilmu pengetahuan. Didalam pembuatan laporan tugas akhir ini penulis mengambil judul “Perancangan Inovatif *Cover Hand Brake* Yang Memberikan Kenyamanan Bagi Pengguna”.

Penulis sangat menyadari walaupun pembuatan laporan tugas akhir ini telah diupayakan sebaik mungkin, namun tetap masih terdapat banyak kekurangan, baik itu dalam hal penulisan maupun dalam penyajian materi.

Pembuatan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang senantiasa selalu memberikan dorongan dan motivasi kepada penulis, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo M.T. selaku dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Rahmat Riza, S.T., M.Sc.ME. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir serta memberikan motivasi yang sangat besar bagi penulis untuk tetap semangat.
4. Orang tua penulis, Bapak Arief Sugiharto dan Ibu Fitri Armastuti yang telah memberikan doa, semangat, dan motivasi dalam pelaksanaan tugas akhir.
5. Nabila Arum Pawestri yang selalu menemani dan mensupport saya dengan doa dan melihat perjuangan saya menyelesaikan tugas akhir

6. Kawan Teknik Mesin UII Wisnu wardana putra dan semua pihak yang telah memberikan dukungan, doa, semangat, serta membantu proses penyelesaian laporan tugas akhir. Semoga kebaikan-kebaikan yang diberikan menjadi amal sholeh dan mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Aamiin.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, mengingat terbatasnya kemampuan dan kurangnya pengalaman yang penulis miliki. Untuk itu dengan kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini dan akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi seluruh mahasiswa Universitas Islam Indonesia dan umumnya bagi pembaca sekalian.

Yogyakarta, 8 Maret 2023



Arfian Naufal Ziyad

ABSTRAK

3D printing atau biasa juga sering dikenal dengan *Fused Deposition Modeling* merupakan salah satu teknologi *additive manufacturing* yang digunakan dalam pembuatan objek tiga dimensi dari model digital. Pada umumnya *3D print* menggunakan material yang dinamakan filamen. Setiap filamen memiliki parameter *printing* yang berbeda-beda sesuai dengan spesifikasi dari filamen. Secara desain sudah banyak produk *cover hand break* yang lebih elegan, estetik tetapi masih ada kekurangan dalam aspek kenyamanan bagi driver saat menggunakan. Sedangkan membuat produk juga perlu mempertimbangkan bagaimana caranya produk ini tidak mengganggu/menghambat kinerja dari *hand brake*. Proses pembuatan dan perancangan produk ini dimulai dari mendesain produk *cover hand brake* dengan menganalisa material yang cocok agar produk tersebut profit serta melihat berapa banyak permintaan pasar agar mendapatkan value maksimal. Dengan pembuatan *cover hand brake* ini bertujuan agar lebih mengoptimalkan kinerja hand brake pada saat difungsikan oleh pengendara, dan tentunya tidak melupakan nilai desain yang ergonomi dan estetik untuk variasi desain inovatif khususnya pada aspek *interior* mobil. Proses pembuatan dan perancangan produk ini dimulai dari mendesain produk *cover hand brake* dengan menganalisa material yang cocok agar produk tersebut profit serta melihat berapa banyak permintaan pasar agar mendapatkan *value* maksimal.

ABSTRACT

3D printing or also often known as Fused Deposition Modeling is an additive manufacturing technology used to create three-dimensional objects from digital models. In general, 3D printing uses a material called filament. Each filament has different printing parameters according to the specifications of the filament. By design, there are many hand break cover products that are more elegant and aesthetic, but there are still shortcomings in terms of comfort for drivers when using them. While making the product, you also need to consider how this product does not interfere with/inhibit the performance of the hand brake. The process of making and designing this product starts from designing the hand brake cover product by analyzing suitable materials so that the product is profitable and seeing how much market demand there is to get maximum value. By making this hand brake cover, the aim is to further optimize the performance of the hand brake when it is used by the user. drivers, and of course not forgetting the value of ergonomic and aesthetic design for innovative design variations, especially in the interior aspects of the car. The process of making and designing this product starts from designing a hand brake cover product by analyzing suitable materials so that the product is profitable and seeing how much market demand there is to get maximum value.

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iv |
| HALAMAN MOTTO | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| ABSTRAK | vii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR NOTASI | xiv |
| BAB 1 PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah... .. | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan. | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan... .. | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan... .. | 3 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Kajian Pustaka..... | 4 |
| 2.2 Dasar Teori..... | 4 |
| 2.2.1 Reverse Engineering... .. | 4 |
| 2.2.2 3D Scanner | 5 |
| 2.2.3 Survey. | 6 |
| 2.2.4 Desain. | 6 |
| 2.2.5 3D Printing..... | 6 |
| 2.2.6 Solidwork..... | 7 |
| 2.2.7 Ergonomi..... | 8 |
| 2.2.8 Estetika..... | 8 |
| 2.2.9 Cover Hand Brake..... | 9 |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | |
| 3.1 Alur Penelitian... .. | 10 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.2 | Kriteria Desain... | 11 |
| 3.3 | Peralatan dan Bahan..... | 11 |
| 3.3.1 | Laptop... | 11 |
| 3.3.2 | Software Solidwork..... | 11 |
| 3.3.3 | Flashprint | 11 |
| 3.3.4 | Ein Scan SE..... | 12 |
| 3.3.5 | Shining Scan 3D SE..... | 12 |
| 3.3.6 | Mesin 3D Print (Creator Pro)..... | 12 |
| 3.3.7 | Filament <i>Thermoplastic Polyurethane (TPU)</i> | 12 |
| 3.3.8 | Filament <i>Polylactic Acid (PLA)</i> | 13 |
| 3.4 | Perancangan | |
| 3.4.1 | Analisis Obyek..... | 13 |
| 3.4.2 | Analisis Referensi Desain..... | 14 |
| 3.4.3 | Proses Desain..... | 14 |
| 3.4.4 | Riset Motif Desain..... | 15 |
| 3.4.5 | Desain Alternatif..... | 15 |
| 3.4.6 | Survey..... | 15 |
| 3.4.7 | 3D Scanning..... | 16 |
| 3.4.8 | Menentukan Ukuran..... | 16 |
| 3.4.9 | Desain 3D..... | 17 |
| 3.4.10 | Referensi Parameter..... | 17 |

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1 | Survey Online..... | 18 |
| 4.1.1 | Pengetahuan Responden Terhadap Sistem Hand Brake | 18 |
| 4.1.2 | Pengetahuan responden Terhadap Cover Hand Brake..... | 18 |
| 4.1.3 | Keuntungan Responden Terhadap Cover Hand Brake | 18 |
| 4.1.4 | Minat Desain Responden Terhadap Cover Hand Brake | 19 |
| 4.2 | Reverse Engineering..... | 20 |
| 4.3 | Parameter 3D Scanning..... | 20 |
| 4.3.1 | <i>Brightness</i> (Kecerahan)..... | 20 |
| 4.3.2 | HDR | 20 |
| 4.3.3 | <i>With Turntable</i> | 20 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.3.4 | <i>Turntable Steps</i> | 21 |
| 4.3.5 | Hasil Scanning. | 21 |
| 4.4 | Desain Produk. | 21 |
| 4.5 | Proses Printing Berbantuan Referensi Parameter | 22 |
| 4.6 | Proses Printing Final Parameter | 23 |
| 4.6.1 | <i>Improve</i> Parameter. | 23 |
| 4.7 | Move Data..... | 24 |
| 4.8 | Proses Produksi 3D Printing. | 24 |
| 4.8.1 | Data. | 24 |
| 4.8.2 | Modelling. | 24 |
| 4.8.3 | Parameter Printer..... | 24 |
| 4.8.4 | Parameter General. | 24 |
| 4.8.5 | Parameter Shells..... | 25 |
| 4.8.6 | Parameter Infill. | 25 |
| 4.8.7 | Parameter Additions..... | 26 |
| 4.8.8 | Parameter Advanced. | 26 |
| 4.9 | Proses Printing Tanpa Support Produk. | 27 |
| 4.10 | Parameter Support Produk | 27 |
| 4.11 | Proses Printing Berbantuan Support Produk..... | 28 |
| 4.12 | Hasil Produk 3D Printing. | 28 |
| 4.12.1 | Permukaan Atas. | 28 |
| 4.12.2 | Permukaan Bawah..... | 29 |
| 4.12.3 | Permukaan Samping. | 29 |
| 4.12.4 | Permukaan Depan. | 30 |
| 4.12.5 | Permukaan Belakang..... | 30 |
| 4.13 | Pengujian..... | 31 |
| 4.13.1 | Hand Brake Tanpa Cover..... | 31 |
| 4.13.2 | Hand Brake Menggunakan Cover..... | 31 |

BAB 5 PENUTUP

| | | |
|-----|------------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan. | 32 |
| 5.2 | Saran | 32 |

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 3.1 Spesifikasi Laptop..... | 11 |
| Tabel 4.1 Parameter <i>3D Scanning</i> | 20 |
| Tabel 4.2 Parameter Referensi..... | 22 |
| Tabel 4.1 Parameter <i>3D Scanning</i> | 20 |
| Tabel 4.3 <i>Improve</i> Parameter..... | 23 |
| Tabel 4.4 Parameter Printer..... | 24 |
| Tabel 4.5 Parameter General..... | 25 |
| Tabel 4.6 Parameter Shells..... | 25 |
| Tabel 4.7 Parameter Infill | 26 |
| Tabel 4.8 Parameter Additions | 26 |
| Tabel 4.9 Parameter Advanced..... | 27 |
| Tabel 4.10 Parameter Support Produk | 28 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Reverse Engineering... | 5 |
| Gambar 2.2 Proses 3D Print..... | 7 |
| Gambar 3.1 Scan 3D SE... .. | 12 |
| Gambar 3.2 Mesin 3D Print | 12 |
| Gambar 3.3 Filament TPU... .. | 13 |
| Gambar 3.4 Filament PLA | 13 |
| Gambar 3.5 Analisis Obyek... .. | 14 |
| Gambar 3.6 Analisis Referensi Desain... .. | 14 |
| Gambar 3.7 Desain Pertama | 15 |
| Gambar 3.8 Desain Kedua | 15 |
| Gambar 3.9 Proses Scanning... .. | 16 |
| Gambar 4.1 Survey Pertama... .. | 18 |
| Gambar 4.2 Survey Kedua | 18 |
| Gambar 4.3 Survey Ketiga..... | 19 |
| Gambar 4.4 Survey Keempat | 19 |
| Gambar 4.5 Alternatif Desain... .. | 19 |
| Gambar 4.6 Proses Convert Desain... .. | 21 |
| Gambar 4.7 Proses Mesh | 21 |
| Gambar 4.8 Hasil Scanning... .. | 21 |
| Gambar 4.9 Desain Samping... .. | 22 |
| Gambar 4.10 Desain Atas... .. | 22 |
| Gambar 4.11 Produk Tidak Rata..... | 23 |
| Gambar 4.12 Produk Retak... .. | 23 |
| Gambar 4.13 Produk Tanpa Support..... | 27 |
| Gambar 4.14 Produk Dengan Support | 28 |
| Gambar 4.15 Permukaan Atas Produk..... | 29 |
| Gambar 4.16 Permukaan Bawah Produk | 29 |
| Gambar 4.17 Permukaan Samping Produk | 30 |
| Gambar 4.18 Permukaan Depan Produk..... | 30 |
| Gambar 4.19 Permukaan Belakang Produk | 30 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.20 Hand Brake Tanpa Cover..... | 31 |
| Gambar 4.21 Hand Brake Menggunakan Cover... .. | 31 |

DAFTAR NOTASI

PLA = *Polylactic Acid*

TPU = *Thermoplastic Polyurethane*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

3D Printing adalah evaluasi perkembangan teknologi cetak, dengan terobosan inovasi terbaru dalam dunia teknologi sesuai dengan era industri. *3D printing* mampu menghasilkan atau memproduksi dan merancang struktur yang canggih dalam satu kesatuan. Perkembangan teknologi ini berbanding lurus dengan perkembangan peradaban manusia moderen. Pengguna *3D printer* di Indonesia mulai disoroti karena *3D printer* ini mempermudah manusia dalam membuat prototype. Pada umumnya, Dalam pembuatan desain memerlukan waktu yang lama untuk menapat hasil *finishing*. Sehingga pada pembuatan *prototype* secara konvensional memerlukan banyak pekerja dan membutuhkan waktu yang lama untuk proses produksi *prototype* (Um, D. 2016). Oleh karena itu para ilmuwan berfikir untuk menemukan inovasi teknologi terbaru yang harus dikembangkan pada saat ini yaitu *3D printer* (Awalia, Amri, & Sumbodo, 2018). Perkembangan *rapid prototyping* juga tidak terlepas dari perkembangan komputer khususnya teknologi *Computer Aided Design (CAD/CAM)*, memudahkan proses pengiriman layer-layer obyek yang dibentuk dengan teknik *rapid prototyping* (Rinanto & Sutopo, 2018).

Salah satunya pada aspek penambahan aksesoris interior mobil khususnya pada *cover hand brake* sebagai pelengkap aksesoris pada mobil keluarga. Disamping itu *cover hand brake* tidak hanya sebagai pelengkap fungsional, melainkan untuk memudahkan pengendara dalam menggunakan *hand brake* dengan nyaman dan pastinya untuk meningkatkan nilai ergonomis dan estetika pada kendaraan tersebut dengan cara desain yang inovatif dan elegan. Untuk menghasilkan *cover hand brake* yang ergonomis dan estetik, maka perlu di lakukan inovasi desain pada bentuk *cover hand brake* tersebut agar memiliki *value* lebih dan tentunya dengan mempertimbangkan segala aspek yang berhubungan dengan desain tersebut. Salah satunya adalah produk yang mempunyai karakteristik kuat tetapi juga lentur dan elastis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka perlu dirumuskan masalah-masalah apa saja yang dipecahkan/diselesaikan pada perancangan ini. Berikut adalah rumusan masalah yang ingin dituju:

1. Bagaimana cara mendapatkan rancangan sebuah *cover hand brake* yang bisa digunakan pada berbagai macam jenis kendaraan roda 4 khususnya kendaraan keluarga?
2. Bagaimana cara membuat produk *cover hand brake* dengan desain yang mempunyai karakteristik tertentu?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah diberikan agar perancangan ini lebih fokus dan maksimal. Batasan masalah yang akan di bahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat yang digunakan Mesin *3D Printing Multi Material*
2. *Software* yang digunakan adalah *Solidwork*
3. Membahas inovasi desain produk dari *Cover Hand Brake* mobil keluarga
4. Material yang digunakan untuk proses produksi adalah *PLA dan TPU*.
5. Objek penelitian *hand brake* dan *cover hand brake*.

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan pada perancangan ini adalah untuk memberikan informasi hasil akhir yang didapatkan :

1. Mengetahui ukuran yang tepat untuk merancang produk inovatif *cover hand brake*
2. Mendesain *cover hand brake* dengan konsep budaya motif tugu yoga yang lebih fungsional, estetik serta memiliki *value* dan ergonomis saat digunakan.

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat dari perancangan ini adalah :

1. Memberikan alternatif produk *cover hand brake* yang memiliki karakteristik tertentu

2. Dapat memberikan manfaat bagi orang lain khususnya industri otomotif dengan memberikan inovasi desain produk *cover hand brake* mobil yang berbeda.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar di bawah ini merupakan urutan sistematika penulisan yang dilakukan oleh penulis, diantaranya adalah :

BAB 1 : Pada bab ini berisikan tentang gambaran umum dari perancangan yaitu, Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Perancangan, Manfaat Perancangan, dan Sistematika Penulisan

BAB 2 : Pada bab ini berisikan tentang gambaran umum tentang desain inovatif komponen kendaraan dengan menggunakan metode *Revers Engineering*.

BAB 3 : Pada bab ini berisikan tentang metodologi yang digunakan pada proses penelitian ini.

BAB 4 : Pada bab ini berisikan tentang hasil dan pembahasan analisis dari penelitian yang dilakukan

BAB 5 : Pada bab ini berisikan tentang kesimpulan yang di dapat dari analisis dan pembahasan dari perancangan, serta saran untuk penelitian selanjutnya supaya lebih bagus untuk kedepannya

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Proses *3D printing* dapat dilakukan dengan menggunakan *Multi Material*, benda yang telah dilakukan adalah *hand brake* kemudian diberi *cover* agar lebih aman dan nyaman dan pembuatan produk tersebut menggunakan mesin *3D printer* dan harus melalui proses desain. Modifikasi produk adalah proses merubah suatu benda menjadi benda yang berbeda dari benda sebelumnya dimana proses yang dilakukan baik mengurangi ataupun menambahi, sehingga dapat menghasilkan inovasi desain dari bentuk sebelumnya yang tentunya lebih baik dan memiliki *value* tersendiri. Selain bentuk yang lebih bagus tentunya modifikasi dapat menghasilkan benda yang fungsionalnya lebih baik dari benda awalnya. Perubahan yang dilakukan dalam modifikasi itu bisa perubahan besar maupun perubahan kecil tergantung apa tujuan dari modifikasi tersebut. (Estefina Subitmele, Silvia. 2023).

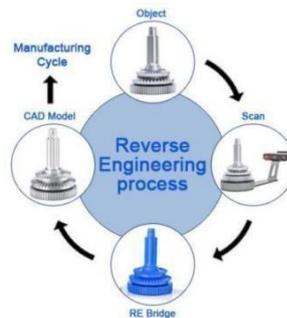
Beberapa orang yang melakukan modifikasi desain memiliki tujuan tertentu, akan tetapi ada beberapa orang yang memodifikasi/inovasi desain tanpa mempertimbangkan fungsional dari produk yang akan dibuat. Pada perancangan ini, akan membuat desain inovatif *cover hand brake* mobil keluarga dimana tujuan dari kegiatan perancangan ini adalah memberikan desain ergonomis dan estetika serta memiliki *value* tersendiri pada produk tersebut. Setelah ditinjau peran dari *hand brake* ternyata salah satu komponen penting dalam sistem kendali mobil, karena fungsi rem tangan juga bisa digunakan sebagai alternatif pengereman di saat darurat.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Reverse Engineering

Reverse Engineering adalah sebuah cara mengubah source code menjadi model desain yang digunakan dalam rekayasa ulang sistem (Stringfellow, 2006). Tujuan utama dalam *reverse engineering* adalah untuk menghasilkan pandangan alternatif pada sistem, memulihkan kehilangan informasi, mendeteksi kesalahan sistem, mensintesis abstraksi sistem yang lebih tinggi, dan memfasilitasi *re-*

engineering (Tonella & Potrich, 2005). *Reverse engineering* dilakukan untuk menganalisis dan mendapatkan pengetahuan tentang cara kerja sesuatu, sering juga digunakan untuk melihat kelemahan sebuah program ataupun *bug* yang terjadi. *Reverse Engineering* banyak digunakan saat ini dalam berbagai aplikasi seperti manufaktur, desain industri dan desain perhiasan. Misalnya, ketika mobil baru memasuki pasar, pabrik pesaing dapat membelinya, membongkarnya dan mempelajari cara kerjanya. Untuk hal ini, desain yang baik merupakan suatu aktivitas kritis yang mencakup banyak hal seperti bidang ekonomi, teknologi, sosial dan budaya. Mengekstrak geometri dari produk yang ada dan membangun kembali model *CAD 3D* adalah pendekatan yang paling banyak digunakan dalam geometri rekayasa terbalik. Ada beberapa deskripsi proses rekayasa balik geometri, yang semuanya dapat diringkas dalam tiga langkah utama: digitalisasi produk, rekonstruksi bentuk, dan pemodelan *CAD 3D*. (Studio.Coding, 2020)



Gambar 2.1 *Reverse Engineering*.

2.2.2 *3D Scanner*

Sistem Pemindai *3D* atau Pemindaian tiga dimensi adalah proses pembuatan model *3D* suatu objek dengan mengambil data sebagai objek. Ada beberapa cara untuk membuat model *3D* dengan pemindaian. Ada dua jenis pemindai: pemindai nirsentuh digital dan pemindai nirsentuh. Perbedaan antara keduanya adalah bahwa pemindai kontak adalah pemindai yang mengumpulkan informasi dengan menyentuh suatu objek. *Probe 3D* menyentuh beberapa titik. Pemindai menggunakan poin yang dikumpulkan untuk mendigitalkan objek dan mengubahnya menjadi model *3D*. Pemindai probe dapat digunakan dalam bidang teknik, pemrosesan, dan manufaktur. Kumpulkan data ini sebagai titik dan hasilkan bentuk *3D* dari permukaan yang dipindai. (Mongeon, 2016)

2.2.3 Survei

Survei *online* adalah salah satu sumber pengumpulan data paling populer, di mana serangkaian pertanyaan survei dikirimkan ke sampel target dan anggota sampel ini dapat menjawab pertanyaan yang tepat melalui *world wide web*. Responden menerima survei melalui berbagai media seperti *email*, tertanam melalui situs *web*, media sosial, dll. Organisasi menerapkan pembuat survei untuk menggunakan internet untuk mendapatkan wawasan dan umpan balik tentang produk atau layanan yang akan datang, perubahan minat produk, hingga peningkatan fitur saat ini. Dengan kemajuan yang dicapai oleh koneksi internet, semakin banyak orang yang bergantung pada data yang diterima dan dianalisis dari survei *online* untuk membuat perubahan integral dalam fungsinya.

Peneliti harus memutuskan tujuan melakukan survei *online* sehingga hasil yang diukur dapat digunakan untuk menyempurnakan produk/layanan, sistem promotor bersih, fitur, layanan pelanggan, atau tujuan lain yang telah ditentukan sebelumnya. (Bhat.Adi, 2011)

2.2.4 Desain

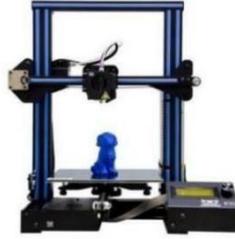
Desain merupakan sebuah rancangan dari pemikiran, ide, gagasan, dan rencana. Desain harus diaplikasikan secara nyata tidak hanya diatas kertas saja. Desain yang baik merupakan suatu aktivitas kritis yang mencakup banyak hal seperti bidang ekonomi, teknologi, sosial dan budaya.

2.2.5 3D Printing

3D *printing* adalah teknologi yang bekerja menghasilkan produk berdasarkan penyusunan lapisan per lapisan atau yang dikenal dengan manufaktur aditif (Mongeon, 2016). Dalam manufaktur aditif ada beberapa proses untuk dipilih dan banyak tersedia, beberapa yang paling umum *fused filament fabrication* (atau yang juga dikenal sebagai *Fused Deposition Modelling/FDM*), *sintering* laser selektif (SLS), dan *stereolitografi (SL/SLA)*, serta beberapa lainnya. Proses 3D *printing* yang sering dikenal dengan *Fused Filament Fabrication*, prinsip kerjanya adalah dengan cara ekstrusi *thermoplastic* melalui *nozzle* yang panas pada *melting temperature* tertentu. *Fabrikasi aditif* adalah menambahkan bahan lapis demi lapis

untuk membuat objek fisik. Lapisan ini didapatkan dari sumber material yang berbeda beda, yang salah satunya adalah polimer. Polimer mempunyai variasi yang sangat luas dalam hal sifat dan karakteristiknya. Salah satu polimer yang banyak dipakai sebagai bahan baku 3D Printing adalah Polylactic Acid (PLA). PLA mempunyai sifat yang keras dan **getas**. Selain PLA, polimer yang mempunyai sifat yang berbeda yang dipakai sebagai bahan baku 3D Printing adalah Thermoplastic Polyurethane (**TPU**). TPU memiliki sifat mekanis yang lebih elastis dibandingkan dengan PLA. Kombinasi dari dua sifat yang berbeda ini menarik untuk dijadikan produk yang memerlukan kombinasi sifat mekanik yang berbeda.

Kedua material PLA dan TPU ini, selain memiliki sifat mekanik berbeda juga memiliki sifat termal yang berbeda. PLA memiliki suhu pencetakan sekitar 180-210 derajat celcius, sedangkan TPU berada pada suhu 200-240 derajat celcius.



Gambar 2.2 Proses 3D Print

2.2.6 **Solidwork**

Solidworks adalah *software design engineering* khususnya *design* model 3D yang di produksi oleh *dassault systemes*. *Software* ini biasanya digunakan dalam mendesign model 3D dan ada 3 tampilan dalam *solidwork* yaitu part untuk 9 menggambar model lalu *assembly* yaitu untuk atau menggabungkan model model part yang telah kita gambarkan menjadi sebuah kontruksi yang kita inginkan dan selanjutnya *drawing* yaitu untuk menggambar/mempersentasikan model part atau *assembly* yang telah kita buat untuk diteruskan menjadi lembar kerja yang siap di cetak/print dan diteruskan ke industri. *Solidworks* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing dari *software CAD* lainnya seperti *Pro-Engineer*, *Siemens*, *Unigraphics*, *Autodesk Inventor*, *Autodesk Autocad*, dan *Catia*. (Robbert. HS, 2019)

2.2.7 **Ergonomis**

Ergonomis adalah proses merancang produk dan sistem agar sesuai dengan penggunaannya. Ergonomis bertujuan untuk keamanan dan kenyamanan

2.2.8 Estetika

Estetika merupakan ilmu yang mempelajari atau membahas soal keindahan. Manusia sebagai makhluk hidup yang berakal dan berbudi, menjadi satu-satunya makhluk hidup yang mampu menerjemahkan kata estetika pada suatu “produk”. Hanya manusialah yang mampu merumuskan batasan, teori-teori, dan teknik-teknik tertentu sehingga keindahan dapat terbentuk dan dirasakan. Jadi tidaklah salah apabila estetika erat hubungannya dengan panca indera penglihatan, pendengaran, perasaan yang meliputi persepsi dan pengalaman terhadap segala sesuatu yang dicerapnya. (DKV New Media. 2014).

2.2.9 Hand Brake

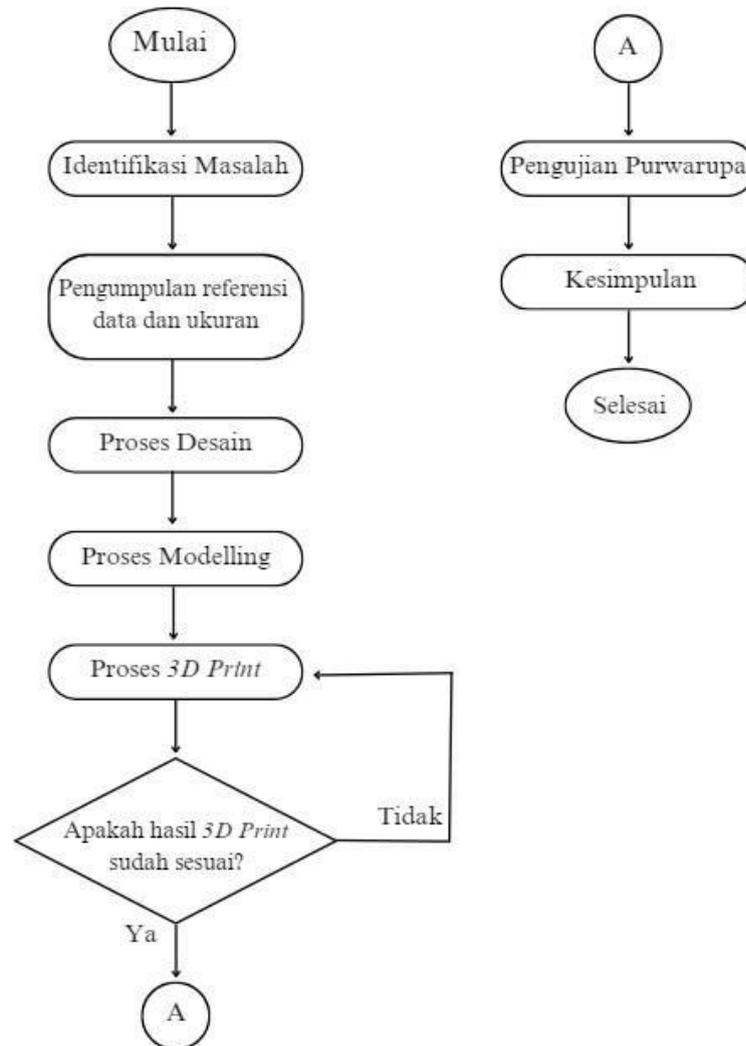
Sistem *Hand Brake* adalah salah satu komponen penting dalam kendaraan roda 4 dari sisi keamanan. Keunggulan *handbrake*, selain komponen rem utama juga mengurangi lelah pada pengemudi terutama saat mengatasi tanjakan atau parkir. (Ian Hardianto, Siahaan. 2015).

2.2.10 Tugu Yogyakarta

Monumen ini dibangun oleh Sri Sultan Hamengkubuwono I pada tahun 1755. Dikenal sebagai *Tugu Golong-Giling*, dan dibangun dalam semangat persatuan rakyat. Di puncak tugu berbentuk bulat dan tiangnyanberbentuk silindris. Ketinggian monumen tersebut adalah 25 meter. Tugu pal ini berbentuk bulat panjang dengan bola kecil dan ujung yang runcing di bagian atasnya serta memiliki nilai simbolis yang mempunyai garis bersifat magis karena menghubungkan Laut Selatan, Keraton Yogyakarta, dan Gunung Merapi. (Djoko Dwiyanto, dkk. 2014).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* Alur Penelitian

Pada *flowchart* alur penelitian diatas, memiliki beberapa pertimbangan pada saat proses perancangan baik dari tahap mengidentifikasi masalah hingga pada saat pengujian. Hal tersebut dilakukan pada saat hasil cetak *3D Print* sudah selesai di produksi. Pertimbangan yang pertama adalah “Ya”, bermaksud jika produk yang dihasilkan sudah sesuai dengan kriteria desain maka dilanjutkan proses selanjutnya. Sebaliknya “Tidak”, bermaksud jika hasil cetak produk belum memenuhi kriteria desain, maka diperlukan evaluasi.

3.2 Kriteria Desain

Kriteria desain yang di tentukan adalah:

1. *Estetik*

Produk yang dihasilkan khususnya pada aspek desain baik dari segi fisik maupun motif Tugu Yogyakarta, sudah tercetak dengan baik dan memiliki karakter tersendiri dari produk tersebut yang sebelumnya sudah ditentukan.

2. *Ergonomis*

Produk yang diproduksi/dicetak mendapatkan hasil yang maksimal secara keseluruhan, terutama dalam mengaplikasikan produk *cover hand brake* tidak mengganggu fungsi utama dari sistem *hand brake*, dan tentunya memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengendara.

3.3 Peralatan dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan beberapa peralatan dan bahan diantaranya:

3.3.1 Laptop

Salah satu perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah Laptop. Laptop yang di gunakan dalam proses penelitian oleh penulis memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.1 Spesifikasi Laptop

| | |
|-------------------------------|------------------------------|
| <i>Operation System</i> | Windows 10 Home x64 |
| <i>Processor</i> | Intel Core i5-1135G7 |
| CPU | 0.9-2.4GHz TurboBoost 4.2GHz |
| SSD | 512 GB |
| <i>Installed Memory (RAM)</i> | 8 GB DDR4 |
| <i>Grafis</i> | Intel Iris Xe Graphics G7 |

3.3.2 *Software Solidwork*

Software Solidwork adalah *software* yang digunakan untuk proses desain *cover hand brake*. Karena *software CAD* satu ini paling banyak digunakan oleh berbagai kalangan yang akan membuat suatu produk khususnya produk yang memiliki desain cukup rumit dan membutuhkan tingkat akurasi tinggi.

3.3.3 *Flashprint*

Software ini berfungsi untuk *setting* parameter yang dibutuhkan sesuai dengan kriteria desain dan tingkat kesulitannya. *Software* ini sekaligus digunakan untuk proses *modelling*.

3.3.4 *EinScan SE*

Software ini digunakan untuk menentukan parameter *scanning* baik dari segi *brightness*, *HDR*, *with turntable*, dan *turntable steps*.

3.3.5 *Shining Scan 3D SE*

Untuk proses *scan* menggunakan alat *scanning* tipe *Shining Scan 3D SE*, karena memiliki kelebihan yaitu kecepatan pemindaian, pemodelan 3D resolusi tinggi dan baik secara akurasi .



Gambar 3.1 *Scan 3D SE*

3.3.6 *Mesin 3D Print (Creator Pro)*

Dalam proses perancangan kali ini, alat yang penting yaitu *mesin 3D print (Creator Pro) 2 Nozzle*, alat ini memberikan peranan penting dalam pembuatan *cover hand brake multi-material*.



Gambar 3.2 *Mesin 3d Print*

3.3.7 *Filament Thermoplastic Polyurethane (TPU)*

Thermoplastic Polyurethane (TPU) adalah sebuah termoplastik yang terbuat dari campuran khusus dan berfungsi sebagai bahan baku percetakan objek 3D, sehingga menghasilkan sebuah produk yang fleksibel dan tahan abrasi dan dapat digunakan dalam berbagai proses manufaktur, baik untuk keperluan

konsumen dan industri. *Thermoplastic Polyurethane (TPU)* ini memiliki sifat dan karakter seperti perpaduan antara plastik dan karet. Dengan adanya sifat termoplastik maka menjadikan bahan *TPU* ini memiliki keunggulan, seperti: Kekuatan yang sangat baik, Tahan terhadap cuaca, tidak menguning, tahan terhadap goresan dan beberapa keunggulan lainnya. Ketahanan bahan *TPU* terhadap sinar UV / sinar matahari juga sudah teruji. (Anggoro, Bimo. 2021).



Gambar 3.3 *Filamen TPU*

3.3.8 *Filament Polylactic Acid (PLA)*

Polylactic Acid (PLA) merupakan bioplastik atau plastik organik yang adalah salah satu jenis plastik terbuat dari minyak nabati, pati jagung, pati kacang polong dan *microbiota*. Bioplastik pada umumnya bersifat dapat terdegradasi secara alami dan dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional (Kristian, Rieko. 2010).



Gambar 3.4 *Filamen PLA*

3.4 Perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai, memperbaiki dan menyusun baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada.

3.4.1 Analisis Objek

Sesuatu perihal yang akan dilakukan penelitian/perancangan guna tujuan tertentu. Penentuan objek penelitian adalah bagian dari inti dari problematika penelitian. Pada proses ini dilakukan proses menganalisis dan mencoba

mempelajari masalah yang ada pada *hand brake* saat tidak menggunakan *cover*. Pada kegiatan kali ini sekaligus menentukan ukuran *cover* agar nyaman dan aman digunakan oleh pengemudi saat mengoperasikan *hand brake* saat diberi *cover*.



Gambar 3.5 Analisis Obyek

3.4.2 Analisis Referensi Desain

Pada proses ini bertujuan untuk menganalisis terperinci dari calon responden yang telah menggunakan *cover* pada sistem *hand brake* kendaraan terhadap produk yang sudah ada sebelumnya.



Gambar 3.6 Analisis Referensi Desain

3.4.3 Proses Desain

Selanjutnya membuat *sketch* desain *3d* dengan mempertimbangkan aspek:

1. Desain inovatif yang berkarakteristik
2. Desain memiliki *value* lebih
3. Ukuran *universal cover hand brake*
4. Resiko cacat produk
5. Kenyamanan dan keamanan bagi pengemudi dalam mengoperasikan *hand brake*

3.4.4 Riset Motif Desain

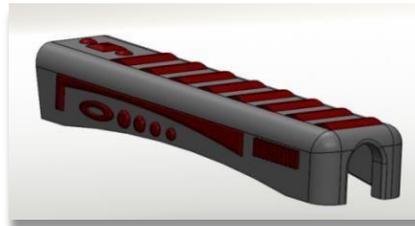
Pada proses ini menganalisis motif desain yang banyak digemari oleh masyarakat, khususnya pada aspek interior kendaraan *cover hand brake*. Selain untuk mengetahui minat desain calon responden, diperlukan desain yang inovatif dan tentunya memiliki karakteristik tersendiri, dengan demikian desain tersebut akan memiliki *value* baik dari segi visual maupun fungsional.



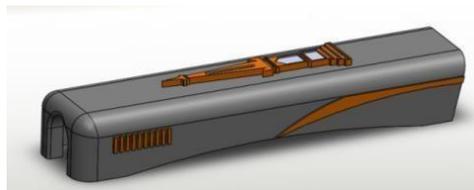
Gambar 3.7 Referensi Motif Desain

3.4.5 Desain Alternatif

Tahap ini mulai mendesain sesuai dengan motif yang akan diangkat, desain ini nantinya akan menjadi pertanyaan pilihan saat survey online, agar lebih mempermudah dalam mengetahui minat dari calon responden.



Gambar 3.8 Desain Pertama



Gambar 3.9 Desain Kedua

3.4.6 Survei

Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai produk *cover hand brake*, maka perlu dilakukan sebuah survei terhadap calon responden yang berminat dibidang otomotif/aksesoris khususnya pada aspek interior mobil keluarga. Melalui media *online google form* ini lebih mempermudah dalam perancang ingin riset data baik secara personal maupun lingkup organisasi.

Ada beberapa pertanyaan yang diajukan untuk calon responden, antara lain:

1. Apakah anda mengetahui apa itu *Hand Brake*?
2. Apakah anda mengetahui jika *Hand Brake* mempunyai aksesoris *Cover*?
3. Jika mengetahui, menurut anda produk *cover hand brake* berfungsi untuk apa?
4. Apa keuntungan yang anda dapatkan setelah *Hand Brake* diberi *Cover*?
5. Menurut anda, apakah kriteria desain *Cover Hand Brake* perlu memperhatikan nilai ergonomis dan estetika?
6. Jika diberi pilihan desain *Cover Hand Brake*, minat desain menurut anda?

3.4.7 3D Scanning

Menggunakan *3D scanning* memang mempermudah pengguna dalam membuat model 3D untuk kebutuhan *3D printing*, terutama jika ingin membuat ulang objek yang pernah ada. Salah satu keunggulan *3D scanning* adalah dapat menghemat waktu yang seharusnya digunakan untuk membuat desain format digital dari suatu objek. Tidak hanya untuk membuat format digital dari objek yang sudah ada, tetapi juga untuk merencanakan objek baru berdasarkan desain yang sudah ada.



Gambar 3.10 Proses *Scanning*

Dengan menggunakan teknik pemindaian 3D, pemindai akan lebih hemat waktu. Pemindai akan bekerja secara cepat untuk memotret tiap sudut dan celah produk kemudian mengubahnya dalam bentuk digital.

3.4.8 Menentukan Ukuran

Dalam sebuah desain dibutuhkan adanya kesatuan untuk menciptakan sebuah komposisi dan perpaduan yang teratur diantara elemen-elemen desain yang lainnya. Kesatuan sendiri merupakan sebuah prinsip yang menekankan pada

keselarasan dari unsur-unsur elemen desain yang disusun, baik itu berupa wujud maupun ide yang melandasinya. Kesatuan diperlukan untuk menyelaraskan karya seni atau desain yang terdiri dari beberapa elemen-elemen desain. Pada penentuan ukuran kali ini perancang menentukan dengan menggunakan bantuan alat penggaris 30 cm, karena dibutuhkan ukuran yang sangat detail dan *presisi* agar mendapatkan hasil yang maksimal.

3.4.9 Desain 3D

Setelah dilakukan tahap *scanning* dan penentuan ukuran untuk mendapatkan hasil yang akurat dan maksimal dari produk *cover hand brake*, selanjutnya desain sudah bisa dibuat sesuai dengan hasil analisis *scanning*. Untuk desain produk *cover hand brake* kali ini dirancang dan didesain sedemikian rupa agar memiliki kesan karakteristik tersendiri dan tentunya mempunyai nilai estetika serta memiliki *value*.

3.4.10 Referensi Parameter

Sebelum memulai proses pengerjaan produk *cover hand brake* menggunakan mesin *3D Print*, tahap awal yang harus dilakukan adalah menentukan parameter setting. Untuk parameter *setting* sebenarnya sudah tersedia pada *software modelling*, namun tidak semua produk yang akan dicetak sesuai dengan parameter *setting* yang sudah tersedia. Maka dari itu diperlukan referensi parameter *setting* yang hampir serupa dalam segi produk, ukuran produk hingga tingkat kesulitannya.

Pada proses ini perancang mencari informasi atau referensi parameter kepada perancang lain yang sebelumnya sudah membuat dan mencetak produk yang dinilai produk tersebut sesuai atau serupa dengan kebutuhan produk yang akan dibuat yaitu *cover hand brake*. Selain menilai dari segi *visualisasi* produk sebelumnya, mencari referensi parameter bisa dilakukan dengan melihat mesin *printing* yang digunakan dalam proses mencetak serta *software modelling* yang digunakan dalam menentukan parameter *setting*.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Survei Online

Survei online adalah serangkaian pertanyaan survei yang dikirim ke sampel target, dan anggota sampel ini dapat menjawab pertanyaan tersebut melalui internet. Ini adalah salah satu cara paling populer untuk mengumpulkan data. Survei online dikirim ke responden melalui berbagai saluran, seperti email, situs web tersemat, media sosial, dll. Organisasi menggunakan survei online untuk mendapatkan umpan balik dan informasi tentang produk atau layanan yang akan datang, perubahan strategi pemasaran, peningkatan fitur saat ini, dll

4.1.1 Pengetahuan Responden terhadap Sistem *Hand Brake*

Pertanyaan survei kepada responden yang pertama adalah seberapa paham responden mengenai sistem handbrake, dan sebagian besar dari responden mengetahui hal tersebut terbukti dengan 43 jawaban.

Apakah anda mengetahui apa itu *Hand Brake*?
43 jawaban



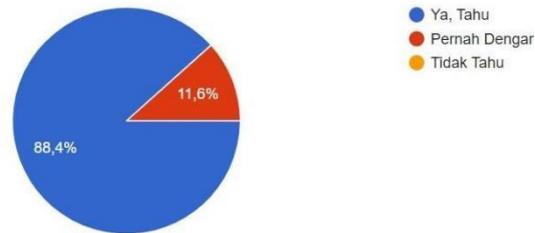
Gambar 4.1 Survei Pertama

4.1.2 Pengetahuan Responden terhadap *Cover Hand Brake*

Pertanyaan survei selanjutnya adalah ingin mengetahui seberapa besar pengetahuan responden perihal aksesoris interior mobil keluarga khususnya produk *cover* pada sistem *hand brake*. Setelah melakukan survei, sebagian besar dari responden mengetahui perihal ini, terbukti dari hasil survei dengan persentase 88,4% responden mengetahui jika *hand brake* mempunyai aksesoris *cover* dan sebesar 11,6% responden pernah mendengar perihal tersebut.

Apakah anda mengetahui jika *Hand Brake* mempunyai aksesoris *Cover*?

43 jawaban



Gambar 4.2 Survei Kedua

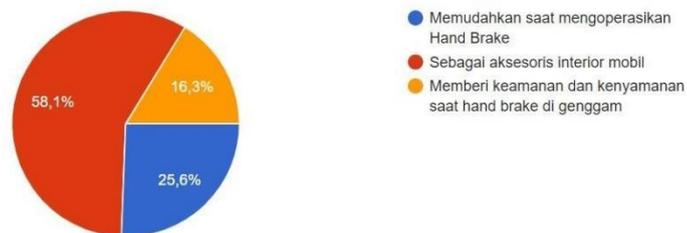
4.1.3 Kegunaan *Cover Hand Brake* menurut Responden

Sebagian besar dari responden mengenai kegunaan *cover* pada sistem *hand brake* berfungsi sebagai aksesoris interior mobil keluarga, terbukti dari hasil survei sebesar 58,1%. Kemudian persentase responden sebesar 25,6% mengatakan bahwa *cover hand brake* untuk memudahkan saat mengoperasikan sistem *hand brake*, dan sisa persentase yaitu sebesar 16,3% mengatakan untuk memberikan keamanan dan kenyamanan saat *hand brake* di genggam.

Jika mengetahui, menurut anda produk *cover hand brake* berfungsi untuk apa?

Sa

43 jawaban



Gambar 4.3 Survei Ketiga

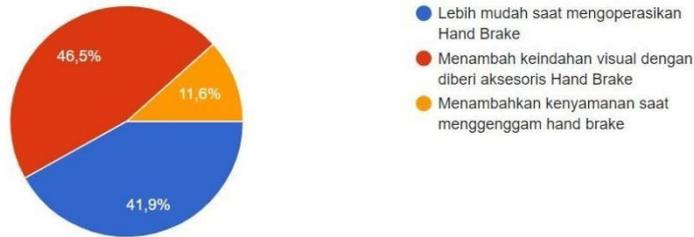
4.1.4 Keuntungan Responden terhadap *Cover Hand Brake*

Keuntungan yang didapatkan responden dengan penggunaan *cover* pada sistem *hand brake* berbeda-beda. Berdasarkan hasil survei kebanyakan responden mendapatkan keuntungan dari segi keindahan *visual*, terbukti dengan persentase terbesar yaitu sebesar 46,5%. Kemudian untuk persentase sebesar 41,9% responden mendapatkan keuntungan lebih mudah saat mengoperasikan *hand brake*. Sisa persentase sebesar 11,6% responden mendapatkan keuntungan dari segi kenyamanan saat *hand brake* di genggam.

Apa keuntungan yang anda dapatkan setelah *Hand Brake* diberi *Cover*?



43 jawaban



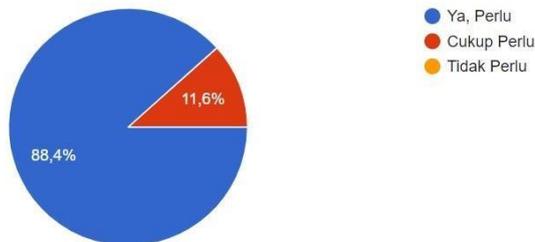
Gambar 4.4 Survei Keempat

4.1.5 Pentingnya Ergonomis dan Estetika menurut Responden

Berdasarkan hasil survei mengenai pentingnya nilai ergonomis dan estetika dalam pembuatan produk *cover hand brake*, sebagian besar responden memberi tanggapan yaitu sangat perlu desain *cover hand brake* mempunyai nilai ergonomis dan estetika, terbukti dari persentase jawaban terbesar yaitu sebesar 88,4%. Kemudian sisa persentase sebesar 11,6% responden memberi tanggapan cukup perlu dalam desain *cover hand brake* memiliki nilai ergonomis dan estetika.

Menurut anda, apakah kriteria desain *Cover Hand Brake* perlu memperhatikan nilai ergonomis dan estetika?

43 jawaban



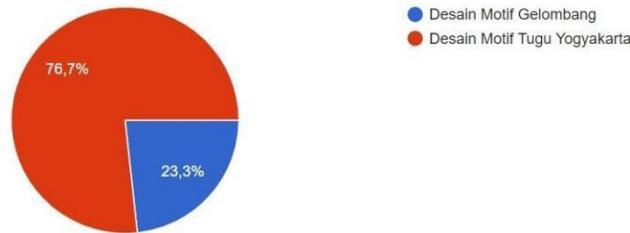
Gambar 4.5 Survei Kelima

4.1.6 Minat Desain dari Responden

Berdasarkan hasil survei, desain yang paling banyak diminati oleh responden adalah desain bermotif tugu, terbukti dari persentase terbesar yaitu sebesar 76,7%. Sisa persentase yaitu 23,3% responden berminat pada desain bermotif gelombang.

Jika diberi pilihan desain *Cover Hand Brake*, minat desain menurut anda?

43 jawaban



Gambar 4.6 Survei Keenam

4.2 *Metode Reverse Engineering*

Metode *reverse engineering* ini dilakukan untuk proses menganalisis suatu produk atau sistem, baik dari aspek struktur, prinsip kerja, maupun dari segi fungsional. Proses dengan menggunakan metode *reverse engineering* dilakukan dengan mengamati dan mempelajari secara terperinci cara kerja dari obyek yang akan dibahas yaitu *cover hand brake*. Dengan proses demikian memungkinkan untuk dapat membuat, merancang bahkan mengembangkan produk *cover hand brake* dengan cara kerja yang sama tanpa membuat duplikat dari produk *cover hand brake* yang sudah ada sebelumnya. Prinsip yang digunakan dalam merancang produk *cover hand brake* adalah meneliti secara detail terutama pada aspek desain. Hal pertama yang dilakukan yaitu riset beberapa referensi desain produk *cover hand brake* yang sebelumnya sudah ada. Kemudian menganalisis desain secara fungsional, apakah desain tersebut mempunyai dampak positif atau negatif serta memahami karakteristik desain yang tepat agar tidak mengganggu prinsip kerja dari sistem *hand brake*.

4.3 *Parameter 3D Scanning*

Sebelum memulai pengerjaan dengan berbantuan alat *3D Scanning*, perlu dilakukan parameter *setting* agar obyek yang akan dipindai memiliki akurasi tinggi dan mendapatkan hasil maksimal. Parameter *setting scan* terdiri dari :

4.3.1 *Brightness (Kecerahan)*

Parameter pertama yang harus di *setting* yaitu tingkat kecerahan sinar *scan* agar mendapatkan fokus maksimal pada saat obyek sedang dipindai.

4.3.2 HDR

Dalam proses *scan* produk kali ini parameter *HDR* dalam posisi aktif, parameter ini berfungsi agar proses *scanning* memiliki pencitraan dan fotografi untuk mereproduksi sebuah jangkauan pencahayaan dinamis yang lebih besar.

Tabel 4.1 Parameter *3D Scanning*

| | |
|-----------------|-------------------------------------|
| Brightness | 90 % |
| HDR | <input checked="" type="checkbox"/> |
| With Turntable | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Turntable Steps | 20 |

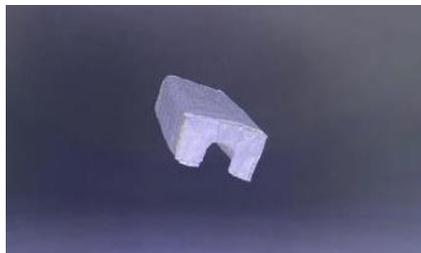
4.3.3 With Turntable (Meja Putar)

Parameter *setting* ini dalam posisi aktif, karena obyek atau produk yang akan di *scan* memerlukan beberapa angle pemindaian antar sisi. Jika parameter *setting* ini dalam posisi aktif, maka secara otomatis obyek yang nantinya dipindai akan mendapatkan hasil *scan* yang detail dari semua permukaan obyek tersebut.

4.3.4 Turntable Steps (Langkah Meja Putar)

Agar proses pemindaian sinar *scan* terhadap obyek mendapatkan hasil akurat, diperlukan tingkat ketelitian dan ketepatan yang baik. Salah satunya kecepatan meja putar yang di *setting* untuk proses *scanning*, parameter kecepatan meja putar di *setting* pada step 20.

4.3.5 Hasil Scanning



Gambar 4.6 Proses *Convert Scanning*



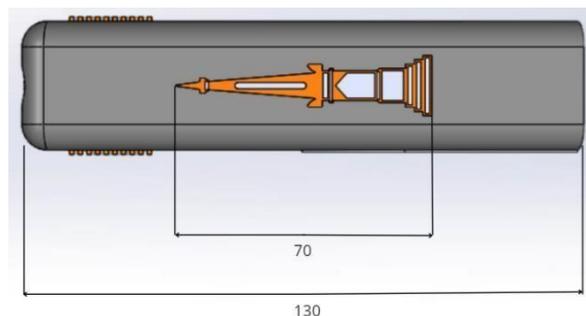
Gambar 4.7 Proses Mesh



Gambar 4.8 Hasil Scanning

4.4 Desain Produk

Stabilitas dalam sebuah desain atau karya diperlukan untuk menciptakan elemen yang merata pada setiap sisinya, menghindari terciptanya tampilan yang berat pada titik visual tertentu. Karena setiap elemen desain memiliki kekuatan dan porsinya masing-masing sehingga dapat dihasilkan visual yang baik dan memiliki karakter tersendiri.



Gambar 4.10 Desain Produk

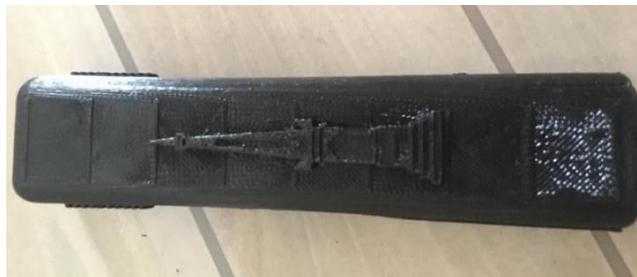
4.5 Proses Printing Berbantuan Referensi Parameter

Pada proses ini mencoba mengerjakan cetak *3D Print* menggunakan referensi parameter yang sudah ada sebelumnya. Produk tersebut sesuai atau serupa dengan kebutuhan produk yang akan dibuat yaitu *cover hand brake*. Berikut adalah parameter *setting*:

Tabel 4.2 Parameter Referensi

| | |
|--------------------------------------|---------|
| Right Extruder Temperature (Printer) | 205°C |
| Left Extruder Temperature (Printer) | 205°C |
| Platform Temperature (Printer) | 100°C |
| Layer Height (General) | 0.20 mm |
| First Layer Height (General) | 0.27 mm |
| Base Print Speed (General) | 60 mm/s |
| Travel Speed (General) | 85 mm/s |
| Extrusion Ratio (Advanced) | 109% |
| First Extrusion Ratio (Advanced) | 109% |
| Fill Density (Infill) | 15% |
| Overlap Perimeter (Infill) | 10% |
| Solid Speed (Infill) | 80% |
| Sparse Speed (Infill) | 100% |
| Maximum Solid Combine (Infill) | 1 |
| Maximum Sparse Combine (Infill) | 2 |
| Exterior Speed (Shells) | 40% |
| Exterior Maximum Speed (Shells) | 30 mm/s |

Setelah mencoba mencetak produk *cover hand brake* menggunakan referensi parameter diatas, didapatkan hasil yang kurang maksimal. Salah satunya permukaan atas pada produk *cover hand brake* terlihat cetakan yang dihasilkan kurang merata. Seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4.11 Produk Tidak Rata

Kemudian ada beberapa bagian yang tidak tercetak dengan baik, sedangkan *material* yang digunakan relatif baik dan normal secara temperatur maupun tekstur. Bagian yang tidak tercetak dengan sempurna, relatif mudah retak jika ingin dilepas

dari meja *platform* atau meja produksi. Kondisi produk tersebut dapat disimak pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.12 Produk Retak

4.6 Proses Printing *Final Parameter*

Proses ini mencoba mengerjakan cetak *3D Print* menggunakan referensi parameter yang sudah ada sebelumnya. Produk tersebut sesuai atau serupa dengan kebutuhan produk yang akan dibuat yaitu *cover hand brake*. Berikut adalah parameter *setting*:

4.6.1 *Improve Parameter Setting*

Tabel 4.3 *Improve Parameter*

| | |
|----------------------------|---------|
| Right Extruder Temperature | 180°C |
| Left Extruder Temperature | 220°C |
| Platform Temperature | 45°C |
| Layer Height | 0.18 mm |
| Base Print Speed | 25 mm/s |
| Travel Speed | 80 mm/s |
| Fill Density | 85% |
| Overlap Perimeter | 15% |
| Solid Speed | 70% |
| Maximum Solid Combine | 1 |
| Maximum Sparse Combine | 2 |
| Exterior Speed | 50% |
| Exterior Maximum Speed | 40 mm/s |

4.7 Move Data

Flashdisk berfungsi untuk memindahkan file parameter yang sudah di *setting* pada *software flashprint* yang akan diperintahkan untuk proses *printing* pada mesin 3D.

4.8 Proses Produksi 3D Printing

Pada proses pengerjaan produk *cover hand brake* dengan *3D Printing*, memerlukan durasi waktu yang cukup lama yaitu 5 jam 50 menit. Sebelum proses *printing* dilakukan, perlu melewati beberapa tahap yaitu sebagai berikut :

4.8.1 Data

Melakukan pemindahan *file* desain yang sudah dibuat pada PC melalui media *software solidwork*, untuk di *move* pada mesin *3d printing* menggunakan *hardware flashdisk*.

4.8.2 Modelling

Menentukan *angle* dan arah *nozzle* yang akan diperintahkan pada mesin *3D Printing* menggunakan *software flashprint*.

4.8.3 Parameter Printer

Menentukan parameter yang cocok untuk proses pembuatan *3d printing* agar mendapatkan hasil yang sesuai. Tahap pertama menentukan parameter yaitu pada point *Printer*. Untuk ukuran *nozzle* 0.4mm, *Material Right* dan *Left* menggunakan *PLA* (1.75mm), *Slice Profile Standard*, *Right Extruder Temperature* 180°C, *Left Extruder Temperature* 220°C, *Platform Temperature* 45°C, *Ceklis Temperature Control List*, dan *Control Module (Right Extruder)*.

Tabel 4.4 Parameter Printer

| | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--------|
| Machine Type | Creator Pro | |
| Nozzle Size | 0,4 mm | |
| Material Right | Flashforge - PLA | 1.75mm |
| Material Left | Flashforge - PLA | 1.75mm |
| Slice Profil | Standard | |
| Right Extruder Temperature | 180°C | |
| Left Extruder Temperature | 220°C | |
| Platform Temperature | 45°C | |
| Temperature Control List | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Control Module | Right Extruder | |

4.8.4 Parameter General

Tahap kedua menentukan parameter pada point *General Layer Height Mode (Fixed Layer Height)*, *Layer Height 0.18*, *First Layer Height 0.27mm*, *Base Print Speed 25mm/s*, *Travel Speed 80mm/s*, *Minimum Speed 5mm/s*, *First Layer Maximum Speed 10mm/s*, *First Layer Maximum Travel Speed 70mm/s*, *Slow Down First Few Layers 0*, *First Few Layers Max Speed Retraction 30mm/s*, *Right Extruder Length 1.3mm*, *Right Retract Speed 30mm/s*, *Right Extruder Speed 30mm/s*, *Right Extra Restart Length 0.0mm*, *Left Extruder Length 1.3mm*, *Left Retract Speed 30mm/s*, *Left Extrude Speed 30mm/s*, *Left Extra Restart Length 0.0mm*.

Tabel 4.5 Parameter General

| | |
|---|--------------------|
| Minimum Speed | 5 mm/s |
| First Layer Maximum Speed | 10 mm/s |
| First Layer Maximum Travel Speed | 70 mm/s |
| Slow Down First Few Layers | 0 |
| First Few Layers Max Speed | 30 mm/s |
| Right Extruder Length | 1,3 mm |
| Right Retract Speed | 30 mm/s |
| Right Extrude Speed | 30 mm/s |
| Right Extra Restart Length | 0,0 mm |
| Left Extruder Length | 1,3 mm |
| Left Retract Speed | 30 mm/s |
| Left Extrude Speed | 30 mm/s |
| Left Extra Restart Length | 0,0 mm |
| Layer Height Mode | Fixed Layer Height |
| Layer Height | 0,18 mm |
| First Layer Height | 0,27 mm |
| Base Print Speed | 25 mm/s |
| Travel Speed | 80 mm/s |

4.8.5 Parameter Shells

Tahap ketiga menentukan parameter pada *point shells*.
Thickness : Shell Count 2, Shell Thickness 0.80mm, Overlap Perimeter 30%, Speed : Exterior Speed 50%, Exterior Maximum Speed 40mm/s, Visible Interior Speed 70%, Visible Interior Max Speed 200mm/s, Shell Print Order : anti-overrush decelaration Start Points : Mode (Closest to specific location), Right Extruder x - 10000.0mm/s.

Tabel 4.6 Parameter *Shells*

| | |
|------------------------------|------------------------------|
| <i>Thickness</i> | |
| Shell Count | 2 |
| Shell Thickness | 0,80 mm |
| Overlap Perimeter | 30% |
| <i>Speed</i> | |
| Exterior Speed | 50% |
| Exterior Maximum Speed | 40 mm/s |
| Visible Interior Speed | 70% |
| Visible Interior Max Speed | 200 mm/s |
| Invisible Interior Speed | 100% |
| Invisible Interior Max Speed | 200 mm/s |
| Shell Print Order | anti-overrush deceleration |
| <i>Start Points</i> | |
| Mode | closest to specific location |
| Right Extruder X | -10000,0 mm |

4.8.6 Parameter *Infill*

Tahap keempat menentukan parameter pada *point Infill*. *Top Solid Layer* 3, *Bottom Solid Layers* 3, *Fill Density* 85%, *Fill Pattern (Hexagon)*, *Overlap Perimeter* 15%, *Vase Mode (No)*, *Solid Speed* 70%, *Sparse Speed* 100%, *Maximum Solid Combine* 1, *Maximum Sparse Combine* 2, *Combine AreaThreshold* 150mm², *Interval Layers* 0.

Tabel 4.7 Parameter *Infill*

| | |
|------------------------|---------------------|
| Top Solid Layers | 3 |
| Bottom Solid Layers | 3 |
| Fill Density | 85% |
| Fill Patern | Hexagon |
| Overlap Perimeter | 15% |
| Vase Mode | No |
| <i>Speed</i> | |
| Solid Speed | 70% |
| Sparse Speed | 100% |
| <i>Combine Infill</i> | |
| Maximum Solid Combine | 1 |
| Maximum Sparse Combine | 2 |
| Combine Area Threshold | 150 mm ² |
| Strength Infill | |
| Interval Layers | 0 |

4.8.7 Parameter *Additions*

Tahap kelima menentukan parameter pada *point Additions*. *Enable Pre-extrusion (Yes)*, *Margin* 5.0mm, *Path Length* 120mm, *Speed* 20mm/s, *Enable Well (No)*, *Shell Count* 2, *Margin* 2.5mm, *Speed* 60mm/s, *Generate Well inside holes (Yes)*, *Enable Brim (No)*, *Select Extruder (Automatics)*, *Margin* 5.0mm.

Tabel 4.8 Parameter *Additions*

| | |
|----------------------------|-----------|
| <i>Pre - extrusion</i> | |
| Enable Pre-extrusion | Yes |
| Margin | 5,0 mm |
| Path Length | 120 mm |
| Speed | 20 mm/s |
| <i>Wall</i> | |
| Enable Wall | No |
| Shell Count | 2 |
| Margin | 2,5 mm |
| Speed | 60 mm/s |
| Generate Wall Inside Holes | Yes |
| <i>Brim</i> | |
| Enable Brim | No |
| Select Extruder | Automatch |
| Margin | 5,0 mm |

4.8.8 Parameter *Advanced*

Tahap keenam menentukan parameter pada *point Advanced*. *Enable Bridge (Yes)*, *Bridge Area Threshold* 15mm², *Speed* 80%, *Extrusion Ratio* 100%, *First Layer Extrusion Ratio* 100%, *Path Width* 0.40mm, *Path Precision* 0.20mm, *Enable Ironing (No)*, *Enable Fuzzy Skin (No)*, *Fuzzy Skin Outside Only (No)*, *Fuzzy Skin Thickness* 0.30mm

Tabel 4.9 Parameter *Advanced*

| | |
|-----------------------------|--------------------|
| Bridge | |
| Enable Bridge | Yes |
| Bridge Area Threshold | 15 mm ² |
| Speed | 80% |
| Extrusion Ratio | |
| Extrusion Ratio | 109% |
| First Layer Extrusion Ratio | 109% |
| Path | |
| Path Width | 0,40 mm |
| Path Precision | 0,20 mm |
| Ironing | |
| Enable Ironing | No |
| Fuzzy Skin | |
| Enable Fuzzy Skin | No |
| Fuzzy Skin Outside Only | No |
| Fuzzy Skin Thickness | 0,30 mm |

4.9 Proses *Printing Tanpa Support* Produk

Pada step awal mengerjakan produk *cover hand brake* menggunakan alat *3D Print* tidak menggunakan *support* produk. Maka didapatkan hasil yang kurang

maksimal, masih terdapat serabut filamen yang tidak tercetak dengan baik. Produk yang dihasilkan tidak dapat digunakan karena serabut yang terdapat dipermukaan bawah produk, sangat mengganggu jika produk *cover hand brake* ini dipasang pada sistem *hand brake*. Produk tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.13 Produk Tanpa *Support*

4.10 Parameter *Support* Produk

Tabel 4.10 Parameter *Support* Produk

| | |
|----------------------|--------|
| Speed | 70% |
| Space to Model (X/Y) | 0.50mm |
| Space to Model (Z) | 0.20mm |
| Space to Raft (Z) | 0 |
| Path Space | 2.5mm |
| Support Thickness | 80% |
| Path Angle | 45° |
| Top Solid Density | 80% |
| Horizontal Expansion | 0.0mm |

4.11 Proses *Printing* Berbantuan *Support* Produk

Setelah melakukan riset lebih lanjut, masalah utama yang menyebabkan permukaan bawah tidak dapat tercetak dengan baik adalah pada segi *support* produk. Setelah di evaluasi produk *cover hand brake* dengan desain ukuran tidak terlalu besar dicetak ulang dan menggunakan *support* produk sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan, dan di dapatkan hasil yang lebih baik.



Gambar 4.14 Produk Dengan *Support*

4.12 Hasil Produk 3D Printing

Setelah melakukan proses pengerjaan produk *cover hand brake* menggunakan alat *3D Print 2 Nozzle* dan sudah memperbaiki dari segi parameter, teknis, hingga pemilihan material, didapatkan hasil produksi sebagai berikut :

4.12.1 Permukaan Atas

Hasil produksi *3D Print* khususnya pada permukaan atas sudah relatif lebih baik dari sebelumnya, terlihat dari hasil cetakan yang hampir sempurna. Untuk desain motif tugu yogyakarta tercetak dengan baik, hal ini terlihat dari bagian krusial pada motif tersebut terbentuk sempurna. Produk *cover hand brake* ini semakin memberikan kesan menarik dan mempunyai *value* karena desain produk inovatif dan mempunyai karakteristik tersendiri.



Gambar 4.15 Permukaan Atas Produk

Bagian ujung dari permukaan atas produk ini ada sedikit goresan, hal tersebut dikarenakan ada sisa filamen material yang menetes pada permukaan tersebut.

Selesai produksi tetesan filamen tersebut menjadi satu kesatuan yang keras dan cenderung bergelombang, salah satu solusi yang bisa dilakukan adalah dengan cara membersihkan tetesan filamen tersebut menggunakan *cutter* secara perlahan, setelah itu dapat di *finishing* menggunakan amplas agar lebih baik.

4.12.2 Permukaan Bawah

Produk *cover hand brake* yang dibuat dengan berbantuan alat *3D Print* pada permukaan bawah sudah relatif lebih baik dari sebelumnya, terlihat dari hasil cetakan yang halus serta merata, dan pastinya mempermudah *cover hand brake* jika di aplikasikan pada sistem *hand brake*.



Gambar 4.16 Permukaan Bawah Produk

4.12.3 Permukaan Samping

Hasil produksi pada perancangan kali ini, yaitu produk *cover hand brake* yang dibuat dengan berbantuan alat *3D Print*. Khususnya pada permukaan samping tercetak dengan sempurna, baik dari filamen *PLA* (Hitam) maupun *TPU* (Biru). Dengan demikian, hal ini menambahkan nilai lebih khususnya pada aspek estetika, karena cetakan filamen yang hampir sempurna dan desain ini cukup menarik secara *visualisasi*.



Gambar 4.17 Permukaan Samping Produk

Untuk material *TPU* terlihat masih ada serabut tipis yang menempel pada permukaan produk *cover hand brake*. Sudah dilakukan finishing dengan maksimal namun sedikit beresiko, karena filamen *TPU* dan *PLA* mempunyai tekstur yang berbeda sehingga dapat menyebabkan filamen *TPU* terlepas.

4.12.4 Permukaan Depan

Perancangan *cover hand brake* berbantuan alat *3D Print* pada permukaan depan hampir menghasilkan cetakan yang sempurna terlihat dari hasil cetakan yang halus serta merata, dan pastinya mempermudah *cover hand brake* jika di aplikasikan pada sistem *hand brake*.



Gambar 4.18 Permukaan Depan Produk

Untuk permukaan produk khususnya bagian depan, sedikit ada goresan putih yang menempel di permukaan tersebut. Kondisi ini sama halnya dengan permukaan bagian atas yaitu terkena sisa filamen produksi yang akhirnya menetes di permukaan depan. Cara *finishing* sama dengan permukaan atas, yaitu dengan membersihkan menggunakan *cutter* secara perlahan kemudian di haluskan agar terlihat lebih rata.

4.12.5 Permukaan Belakang

Untuk permukaan belakang terlihat sempurna baik secara desain maupun teknis. Ada beberapa desain yang berada di permukaan belakang ini memiliki tingkat kesulitan yang besar, namun berhasil tercetak dengan baik.



Gambar 4.19 Permukaan Belakang Produk

4.13 Pengujian

Pada pengujian kali ini, mencoba mengaplikasikan produk *cover hand brake* yang di pasang pada sistem *hand brake* mobil keluarga.

4.13.1 *Hand Brake Tanpa Cover*

Gambar dibawah ini sistem *hand brake* yang tidak menggunakan *cover*. Secara visual terlihat polos tidak bermotif dan cenderung kurang menarik.



Gambar 4.20 *Hand Brake Tanpa Cover*

4.13.2 *Hand Brake Menggunakan Cover*

Gambar dibawah ini produk *cover hand brake* yang sudah di desain dan diproduksi sudah bisa di aplikasikan pada sistem *hand brake*. Secara visual terlihat lebih ergonomis, tentunya memiliki karakter tersendiri serta memiliki daya tarik dengan menampilkan motif unik dan mengandung nilai estetika serta memiliki *value* tersendiri.



Gambar 4.21 *Hand Brake Dengan Cover*

Dengan adanya produk inovatif ini khususnya pada aspek aksesoris *interior* mobil keluarga, menambahkan daya tarik tersendiri untuk mengoperasikan sistem *hand brake*. Desain ini tidak mengganggu prinsip kerja dari sistem *hand brake*, karena sudah diperhitungkan dari segala aspek agar tidak menimbulkan dampak negatif setelah adanya produk ini. Salah satunya dari segi keindahan *visualisasi*, kenyamanan hingga keamanan sistem *hand brake* jika dioperasikan dan dirancang sedemikian rupa.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil pembuatan tugas akhir menggunakan metode 3D Printing 2 nozzle didapatkan produk modifikasi *cover hand brake* yang bisa dipasang pada rentangan kendaraan keluarga. Hasil pemasangan *cover hand brake* ini menunjukkan tidak adanya fungsi yang terganggu pada *sistem hand brake*. Terbukti dari hasil cetakan produk yang baik, dan pada proses pengujian tidak ada indikasi yang mengarah dampak negatif pada sistem *hand brake*.
2. Produk *cover hand brake* memberikan desain yang menarik, unik dan tentunya inovatif, berkarakteristik serta mengandung unsur budaya tugu yogyakarta dan memiliki desain estetik yang memiliki value tersendiri. Hal ini terbukti jika produk *cover hand brake* tercetak dengan baik, khususnya pada motif Tugu Yogyakarta.

5.2 Saran atau Penelitian Berikutnya

Masih banyak kekurangan dalam pembuatan tugas akhir ini, oleh karena itu perlu adanya pengembangan lebih lanjut antara lain:

1. Perlu dilakukan pengujian secara detail sebagai bahan pertimbangan terhadap hasil pengujian pada *software*.
2. Menyempurnakan desain *Cover Hand Brake*.

DAFTAR PUSTAKA

- Awalia, a., amri, n., & sumbodo, w. (2018). *Perancangan 3d printer tipe core xy berbasis fused deposition modeling (fdm) menggunakan software autodesk inventor 2015*. 3, 110–115.
- Rinanto, A., & Sutopo, W. (2018). *Perkembangan Teknologi Rapid Prototyping : Study Literatur Perkembangan Teknologi Rapid Prototyping : Study Literatur*.
- Um, D. (2016). *Solid Modeling and Applications Rapid Prototyping, CAD and CAE Theory*. USA: Springer.
- Tonella, P., & Potrich, A. (2005). *Monographs in Computer Science: Reverse Engineering of Object-oriented code*. Boston: Springer Science.
- Stringfellow, C. (2006). *Comparison of Software Architecture Reverse Engineering Methods*. Dalam C. Stringfellow, *Information and Software Technology* 48.6 (hal. 484-497).
- Mongeon, B. (2016). *3D Technology In Fine Art And Craft*. Burlington, MA: FocalPress.
- Bhat, Adi. (2011). *Survei Online : Apa itu, Kelebihan & Contohnya*. <http://www.questionpro.com/blog/what-are-online-surveys/>. diakses pada 18 Oktober 2023
- Studio, Coding. (2020). *Reverse Engineering Untuk Mengatasi Cyber Attack*. <http://codingstudio.id/blog/reverse-engineering/>. diakses pada 11 Oktober 2023.
- Robbert., HS., 2019, *Simulasi Mold Alat Circumsisi dengan Software Solidworks*, Tugas Akhir S-1, Universitas Muhammadiyah Sumatera utara.
- DKV New Media. 2014, *Mengenal Estetika Secara Sederhana*. <http://dkv.binus.ac.id/2014/08/10/mengenal-estetika-secara-sederhana/>.

diakses pada 11 Oktober 2023.

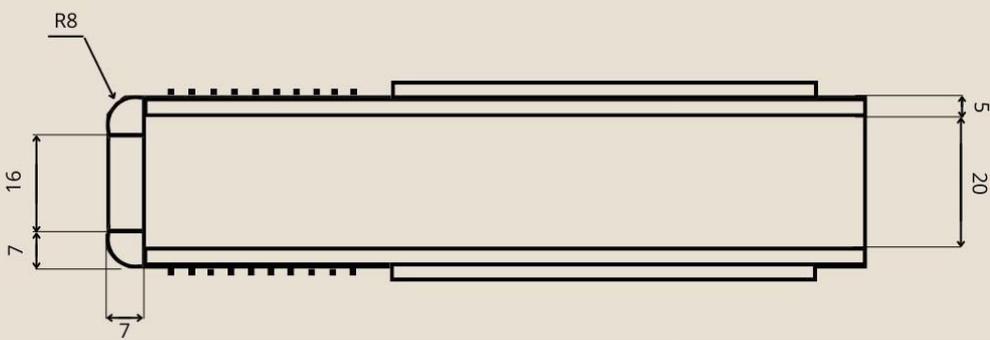
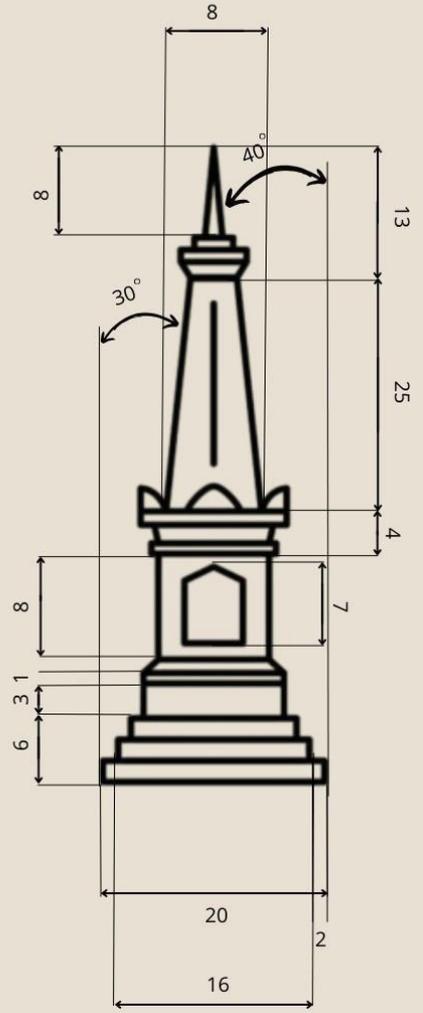
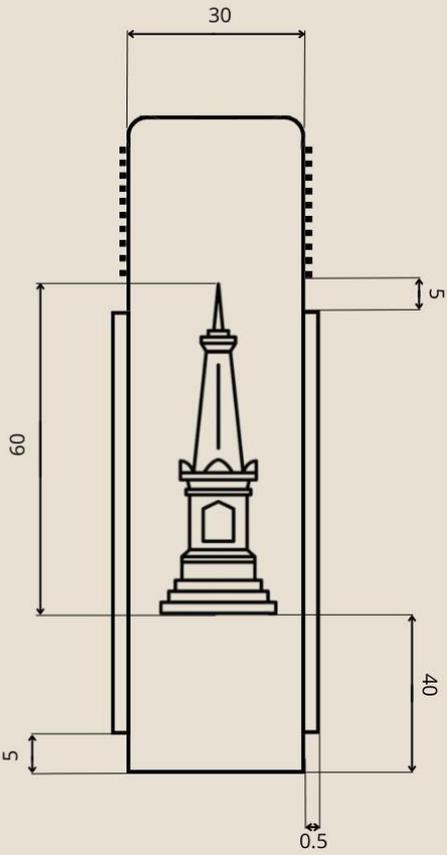
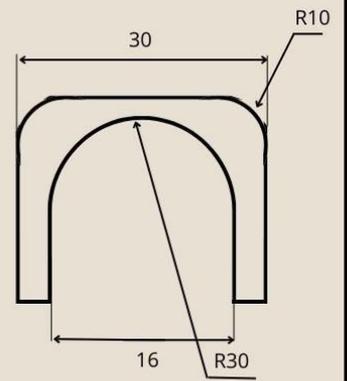
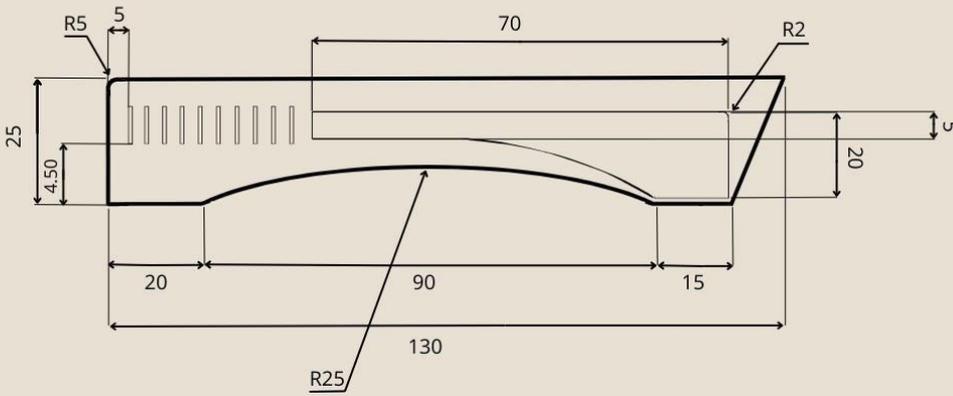
Ian Hardianto, Siahaan. (2015). *Modifikasi Dan Pembuatan Serta Pengujian Sistem Handbrake Semi Otomatis Sebagai Perangkat Safety Pada Kendaraan*. Surabaya : Universitas Kristen Petra.

Djoko Dwiyanto, dkk. (2014). *Ensiklopedi Kraton Yogyakarta*. Yogyakarta: Dinas Kebudayaan DIY.

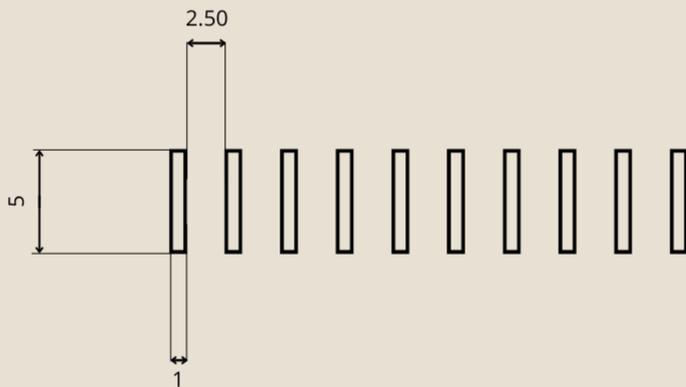
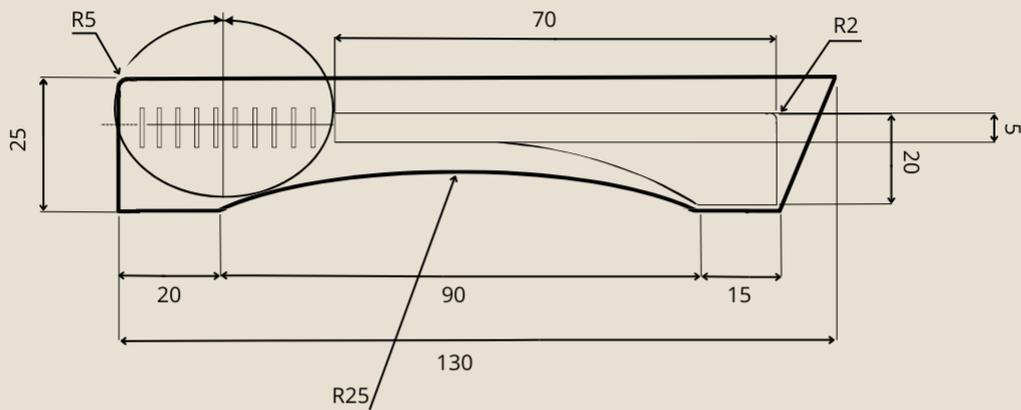
Estefina Subitmele, Silvia. (2023). *Modifikasi Adalah Proses Perubahan Suatu Benda, Ketahui Tujuan Dan Fungsinya*.
<http://www.liputan6.com/hot/read/5260015/modifikasi-adalah-proses-perubahan-suatu-benda-ketahui-tujuan-dan-fungsinya/>. diakses pada 10 Oktober 2023

Anggoro, Bima. (2021). *Simulasi Finite Element Polimer Thermoplastic Polyurethane (TPU) Yang Dicitak Dengan Fused Deposition Modeling (FDM)*.
<http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/202285>. diakses pada 09 Oktober 2023.

Kristian, Rieko. (2010). *Polylactic Acid (PLA) Produksi Aplikasi Dan Prospek Pengembangannya Di Indonesia*. <http://rieko.wordpress.com/2010/01/22/poly-lacticacid-pla-produksi-aplikasi-dan-prospek-pengembangannya-di-indonesia>.
diakses pada 09 Oktober 2023



| | | | |
|------------------|----------------|--------------------------|--------------|
| | Skala : 1 : 3 | Digambar : Arfian Naufal | Keterangan : |
| | Satuan : mm | Kelas : | |
| | Tgl : 22/10/23 | Diperiksa : | |
| TEKNIK MESIN UII | TUGAS AKHIR | | A4 |



| | | | |
|------------------|----------------|--------------------------|--------------|
| | Skala : 1 : 3 | Digambar : Arfian Naufal | Keterangan : |
| | Satuan : mm | Kelas : | |
| | Tgl : 22/10/23 | Diperiksa : | |
| TEKNIK MESIN UII | TUGAS AKHIR | | A4 |