

**MODIFIKASI KOMPONEN *COVER HANDLE* PINTU MOBIL
DENGAN METODE PEMASANGAN *PLUG***

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh:

Nama : Rafif Yazid
No. Mahasiswa : 20525048
NIRM : 1912200054

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

2024

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**MODIFIKASI KOMPONEN *COVER HANDLE* PINTU MOBIL
DENGAN METODE PEMASANGAN *PLUG***

TUGAS AKHIR

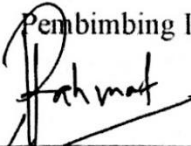
Disusun Oleh:

Nama : Rafif Yazid

No. Mahasiswa : 20525048

NIRM : 1912200054

Yogyakarta, 14/11/ 2024

Pembimbing I,

Rahmat Riza, ST., M.Sc.ME.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

MODIFIKASI KOMPONEN *COVER HANDLE* PINTU MOBIL DENGAN METODE PEMASANGAN *PLUG*

TUGAS AKHIR

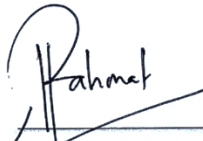
Disusun Oleh:

Nama : Rafif Yazid
No. Mahasiswa : 20525048
NIRM : 1912200054

Tim Penguji

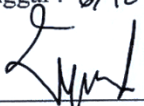
Rahmat Riza, S.T., M.Sc. ME.

Ketua


Tanggal : 6/12/2024


Yustiasih Purwaningrum, S.T., M.T.

Anggota I


Tanggal : 6/12/24

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

Anggota II


Tanggal : 5/12/2024.

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Rafif Yazid

NIM : 20525048

Program Studi : S1, Teknik Mesin

Institusi : Universitas Islam Indonesia

Judul Laporan : Modifikasi Komponen Cover Handle Pintu Mobil Dengan Metode Pemasangan Plug

Dengan ini saya menyatakan, semua yang saya tulis pada tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan atau ringkasan yang saya ambil sebagai referensi dan telah saya cantumkan sumber – sumbernya. Apabila dikemudian hari pengakuan saya terbukti tidak benar, maka saya bersedia mengikuti hukuman atau sanksi yang diberikan sesuai hokum yang berlaku.

Yogyakarta, 5 Desember 2024



Rafif Yazid

20525048

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini dibuat sebagai persembahan kepada Allah SWT dan Rasulullah SAW, Bapak Sugiyanto, Ibu Angki Mardawati, Kakak Fadhil Yazid, Adik Keanu Utsman Yazid, Adik Chelsea Luthfia Yazid, Uti dan Alm, Atung yang telah memberi dukungan dan mendoakan saya.

HALAMAN MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah, 94:6)

**“Barangsiapa menempuh suatu jalan untuk mencari ilmu, Allah akan
memudahkan baginya jalan menuju surga”**

(HR. Muslim)

“Allahumma Yassir Wala Tu'assir”

(HR. Bukhari)

“Faster and Cheaper”

(Bapak Sugiyanto)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb

Puji syukur kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “**Modifikasi Komponen Cover Handle Pintu Mobil Dengan Metode Pemasangan Plug**“ dapat terlaksana dan terselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Penulis menyadari bahwasannya tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak penulis untuk tidak menyelesaikan tugas akhir ini.

Dengan hormat dan terima kasih bagi semua pihak yang telah memberikan moral, materi dan dukungan dalam pengerjaan dan penyusunan tugas akhir. Ucapan terima kasih ini disampaikan kepada:

1. Allah SWT karena atas limpahan rahmat-Nya dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang tua penulis yaitu Bapak Sugiyanto dan Ibu Angki Mardiwati, yang selalu memberikan semangat dan doa kepada penulis setiap saat, setiap detik, setiap menit, setiap jam, setiap hari, setiap minggu, setiap bulan dan dimana itu berada untuk menyelesaikan kuliah di waktu yang tepat.
3. Saudara – saudara penulis yaitu Fadhil Yazid, Keanu Utsman Yazid, Chelsea Luthfia Yazid, Uti dan Alm, Atung, yang memberikan lelucon, dorongan dan semangat untuk tidak menyerah.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo M.T. selaku dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
5. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

6. Bapak Rahmat Riza, S.T., M.Sc. ME. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, nasihat dan semangat kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir.
7. Teman – teman di Cilacap terimakasih kalian teman yang memberikan lelucon dan hanya lelucon saja tidak dibarengi dengan memberikan semangat. tetapi dengan itu, penulis menjadi lupa akan sesulit dan seberat apa tugas akhir ini.
8. Andrea Citra Brilliantina seseorang yang selalu memberikan support, memberikan semangat, memberikan kalimat penenang, dan memberikan bantuan ketika penulis sedang ada masalah.
9. Diri sendiri karena sudah berjuang dari awal masuk Teknik Mesin karena penulis berasal dari Jurusan IPS yang harus belajar ekstra hingga penulisan tugas akhir ini selesai, terimakasih karena selalu percaya bahwa rintangan pasti dapat dilalui dan badai pasti berlalu.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik, saran, dan masukan yang konstruktif untuk perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap laporan ini dapat digunakan sebagaimana mestinya serta memberikan manfaat baik bagi penulis sendiri maupun bagi para pembaca yang tertarik. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 20 November 2024

Rafif Yazid

ABSTRAK

Handle pintu mobil merupakan salah satu komponen penting yang sering digunakan oleh pengguna kendaraan. *Handle* pintu yang dilengkapi dengan *cover* berfungsi untuk melindungi *handle* dari goresan kuku, debu, atau gesekan lainnya. Oleh sebab itu, penggunaan *cover handle* pintu mobil berpengaruh pada cat mobil dan dibuatlah modifikasi pada *cover handle* pintu untuk membuat pemasangan yang lebih efisien serta memiliki estetika yang lebih menarik agar selaras dengan fungsinya. Metode yang digunakan adalah *reverse engineering* dengan beberapa tahap yaitu proses 3D *scanning*, *redrawing*, modifikasi, analisis kekuatan material, kemudian yang terakhir pembuatan *prototype* menggunakan 3D *printing*. Setelah dilakukan analisis kekuatan material dengan material PETG dan PLA+ menggunakan *software* fusion 360 dapat ditentukan bahwa produk memiliki kekuatan yang baik pada kedua material. Kemudian dari segi penampilan memiliki desain yang lebih menarik dengan aksesoris baik kawung.

Kata kunci: *Reverse Engineering, 3D Printing, Modifikasi*

ABSTRACT

Car door handles are one of the important components that are often used by vehicle users. The door handle equipped with a cover serves to protect the handle from nail scratches, dust, or other friction. Therefore, the use of a car door handle cover is influential on car paint and modifications are made to the door handle cover to make the installation more efficient and have a more attractive aesthetic to be in line with its function. The method used is reverse engineering with several stages, namely the process of 3D scanning, redrawing, modification, material strength analysis, then finally making a prototype using 3D printing. After analyzing the strength of the material with PETG and PLA + material using fusion 360 software, it can be determined that the product has good strength in both materials. Then in terms of appearance, it has a more attractive design with good kawung accents.

Key words: Reverse Engineering, 3D Printing, Modification

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar.....	vii
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Notasi.....	xvi
Bab 1 Pendahuluan	1
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	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 <i>Cover Handle</i> Pintu Mobil	5
2.2.2 Desain.....	5
2.2.3 <i>Reverse Engineering</i>	6
2.2.4 <i>Computer Aided Design</i>	7
2.2.5 <i>3D Scanning</i>	8
2.2.6 <i>3D Printing</i>	9
2.2.7 Estetika	10
2.2.8 Ergonomis	10

2.2.9. Motif Batik Kawung.....	10
Bab 3 Metode Penelitian	12
3.1 Alur Penelitian	12
3.2 Proses Perancangan.....	13
3.3 Peralatan dan Bahan.....	13
3.4 Kriteria Desain	18
3.5 Perancangan	19
Bab 4 Hasil dan Pembahasan	21
4.1 Proses Perancangan Produk	21
4.2 Tahap Evaluasi Bahan	24
4.3 Analisis Kekuatan Material	24
4.4 Proses dan Hasil Pembuatan <i>Prototype</i>	28
Bab 5 Penutup.....	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	34
Daftar Pustaka	35

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Laptop	13
Tabel 3. 2 Spesifikasi 3D <i>Scan Sense Pro</i>	14

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Reverse Engineering</i>	6
Gambar 2. 2 <i>Computer Aided Design</i>	8
Gambar 2. 3 Motif Batik Kawung	11
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	12
Gambar 3. 2 <i>3D Scan Sense Pro</i>	14
Gambar 3. 3 Autodesk Fusion 360	15
Gambar 3. 4 <i>Cover Handle Pintu</i>	15
Gambar 3. 5 <i>Software Flashprint</i>	16
Gambar 3. 6 <i>3D Printing Creator Pro</i>	16
Gambar 3. 7 <i>Cat Spray</i>	17
Gambar 3. 8 Filamen PLA+	18
Gambar 3. 9 Filamen PETG	18
Gambar 4. 1 Proses Pemindaian.....	22
Gambar 4. 2 Hasil Pemindaian	22
Gambar 4. 3 Hasil <i>Redrawing</i>	23
Gambar 4. 4 Hasil Modifikasi	24
Gambar 4. 5 Hasil <i>Safety Factor</i> Material PETG.....	25
Gambar 4. 6 Hasil <i>Stress</i> Material PETG.....	25
Gambar 4. 7 Hasil <i>Reaction Force</i> Material PETG	25
Gambar 4. 8 Hasil <i>Contact Force</i> PETG.....	26
Gambar 4. 9 Hasil <i>Safety Factor</i> Material PLA+.....	26
Gambar 4. 10 Hasil <i>Stress</i> Material PLA+	27
Gambar 4. 11 Hasil <i>Reaction Force</i> Material PLA+.....	27
Gambar 4. 12 Hasil <i>Contact Force</i> Material PLA+	27
Gambar 4. 13 Layar Hasil <i>Prototype</i> PLA+ 1	28
Gambar 4. 14 Hasil <i>Prototype</i> PLA+ 1	29
Gambar 4. 15 Layar Hasil <i>Prototype</i> PLA+ 2.....	29
Gambar 4. 16 Hasil <i>Prototype</i> PLA+ 2	30
Gambar 4. 17 Layar Hasil <i>Prototype</i> PETG 1.....	30
Gambar 4. 18 Hasil <i>Prototype</i> PETG 1	31

Gambar 4. 19 Layar Hasil <i>Prototype</i> PETG 2.....	31
Gambar 4. 20 Hasil <i>Prototype</i> PETG 2.....	32
Gambar 4. 21 Pemasangan Material PETG.....	32
Gambar 4. 22 Pemasangan Material PLA+	33

DAFTAR NOTASI

CAD	= <i>Computer Aided Design</i>
3D	= 3 Dimensi
PLA+	= <i>Polylactic Acid Plus</i>
PETG	= <i>Polyethylene Terephthalate</i>
SD CARD	= <i>Secure Digital Card</i>
N	= <i>Newton</i>
MPa	= <i>Mega Pascal</i>
mm	= milimeter

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia otomotif, modifikasi kendaraan telah menjadi tren yang terus diminati oleh para pecinta mobil (Jokhe & Sudiro, 2021). Modifikasi tidak hanya sekedar memperbaiki performa mesin atau meningkatkan kenyamanan, tetapi juga mencakup perubahan pada tampilan eksterior dan interior untuk mencerminkan kepribadian serta selera pemiliknya. Salah satu area yang dapat dimodifikasi yaitu bagian aksesoris eksterior, termasuk *handle* pintu mobil. Meski terlihat sederhana, *handle* pintu memiliki pengaruh yang signifikan pada estetika kendaraan. Karena itu, pemakaian aksesoris tambahan seperti *cover handle* pintu menjadi solusi yang populer.

Handle pintu mobil merupakan komponen yang digunakan untuk membuka dan menutup pintu kendaraan. *Handle* ini berfungsi sebagai mekanisme penguncian dan pembukaan yang membuat akses masuk dan keluar dari kabin mobil. Terdapat berbagai jenis *handle* pintu mobil, baik dari segi desain, material, serta mekanisme kerjanya. Namun bentuk dari *handle* pintu dari brand Honda memiliki banyak kesamaan pada berbagai mobil lainnya. Khususnya pada Honda Brio dan Mobilio.

Bentuk dari *handle* pintu yang sama pada mobil lainnya akan membuat berbeda jika menggunakan *cover handle* pintu yang bisa dimodifikasi sendiri dengan desain yang pengguna inginkan. *Cover handle* pintu mobil merupakan aksesoris yang memiliki fungsi dengan pemasangan diatas *handle* pintu kendaraan. Fungsinya untuk memberikan perlindungan tambahan pada *handle* pintu serta meningkatkan estetika kendaraan.

Dengan menggunakan *cover handle* pintu ini pengguna mobil bisa lebih tampil menarik dan memiliki fungsi lainnya seperti memberikan perlindungan pada cat mobil di *handle* pintu dari goresan kuku. Oleh sebab itu, dibuatlah modifikasi terhadap *cover handle* pintu tersebut guna meminimalisir masalah – masalah tersebut dan diharapkan mampu meningkatkan tampilan dan estetika.

Modifikasi ini mengubah metode pemasangan dari *double tape* / lem ke sistem *plug* untuk meminimalisir kerusakan cat pada *handle* pintu. Sistem *plug* memungkinkan pemasangan dan pelepasan yang lebih mudah dan efisien tanpa merusak cat. Penulis disini akan mencoba untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan membuat produk yang dimodifikasi dengan melakukan perubahan – perubahan bentuk pada *cover handle* pintu mobil sehingga menghasilkan produk inovasi dengan desain berbeda agar tidak memiliki kesamaan desain pada mobil lain dan mengubah metode pemasangan baru yang lebih efisien pada *handle* pintu mobil.

1.2 Rumusan Masalah

- Apa pengaruh penggunaan *cover handle* pada pintu mobil?
- Bagaimana memodifikasi dan memproduksi *cover handle* pintu mobil dengan *3D printing*?
- Bagaimana evaluasi dari material PETG dan PLA+ untuk produk *cover handle* pintu?

1.3 Batasan Masalah

- *Software* CAD yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah Autodesk Fusion 360.
- Tugas akhir ini fokus pada modifikasi *cover handle* pintu mobil.
- Hasil dari produk ini menggunakan *3D printing* dengan bahan PETG dan PLA+ sampai tahap *prototype*.
- Penggunaan *3D Scan* digunakan untuk mendapatkan pola / sketsa dasar dari *cover handle* pintu.
- Simulasi yang dilakukan adalah simulasi analisis kekuatan material menggunakan Autodesk Fusion 360.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

- Untuk mengetahui penggunaan *cover handle* pada pintu mobil.

- Memodifikasi produk agar terlihat lebih menarik dan memproduksi menggunakan *3D printing*.
- Untuk mengetahui material yang cocok digunakan pada *cover handle* pintu.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

- Memberikan alternatif desain produk bagi pengguna lain.
- Menghasilkan inovasi produk yang sudah ada di pasaran.
- Menerapkan ilmu desain pada proses pembuatan *prototype*.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada bagian sistematika penulisan ini dilakukan secara berurutan guna untuk mempermudah dalam melakukan kesimpulan dan pembahasan dari penelitian. Berikut dibawah ini sistematika penulisan yang telah dibuat:

Bab I PENDAHULUAN

Pada bab ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini meliputi kajian Pustaka dan dasar teori yang digunakan pada penelitian sebagai acuan utamanya.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini meliputi alur pengerjaan dalam penelitian, dan peralatan apa saja yang digunakan.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini meliputi hasil dan pembahasan analisis berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

Bab V PENUTUP

Pada bab ini meliputi kesimpulan dari pembahasan yang telah dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Pengembangan dan modifikasi pada bagian – bagian mobil adalah bagian tidak terpisahkan dari dinamika industri otomotif. Tujuannya adalah untuk terus memperbaiki dan mengubah produk – produk yang sudah ada sebelumnya agar lebih sesuai dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan pengguna (Hao, Yang, & Dong, 2024). Sebagai contoh yang konkret, *cover handle* pintu mobil merupakan salah satu komponen eksterior yang dapat mengalami modifikasi dan inovasi. Ini dilakukan dengan tujuan meningkatkan aspek estetika, kenyamanan, dan keamanan kendaraan. Melalui modifikasi tersebut, para produsen berupaya untuk memberikan pengalaman berkendara yang lebih memuaskan bagi pengguna, sekaligus menjaga agar kendaraan tetap terlihat menarik di mata konsumen. Salah satu metode yang sering digunakan dalam proses modifikasi ini adalah *reverse engineering*, yaitu teknik yang memungkinkan produsen memahami secara mendalam desain asli pada suatu komponen untuk kemudian dikembangkan versi yang lebih optimal.

Reverse engineering pada komponen eksterior seperti *cover handle* pintu mobil menggunakan teknologi 3D *scanner* untuk menangkap data dari objek fisik. Selain itu, 3D scanning mempercepat proses pengambilan data, mengurangi potensi kesalahan manusia, dan menghasilkan model digital yang presisi untuk analisis, modifikasi desain, atau reproduksi komponen dengan kualitas yang tetap. Data hasil pemindaian tersebut kemudian dikonversi menjadi model CAD (*Computer Aided Design*) yang dapat dimanfaatkan dalam proses produksi. Melalui metode ini, objek nyata dapat direplikasi secara akurat dan digunakan sebagai dasar untuk pengembangan lebih lanjut atau pembuatan komponen baru. (Stefan, 2022).

Industri manufaktur mobil telah memanfaatkan kemudahan dari teknologi pencetakan 3 dimensi selama bertahun - tahun. Sebagai sebuah proses yang memungkinkan pembuatan objek tiga dimensi (3D) langsung dari *file* digital,

pencetakan 3 dimensi memberikan berbagai keunggulan dibandingkan metode manufaktur konvensional. Proses ini dianggap lebih fleksibel, efisien dalam hal waktu, dan lebih hemat biaya. Hal ini dapat menjadi pilihan yang semakin menarik bagi produsen otomotif. Awalnya, pencetakan 3 dimensi digunakan untuk keperluan pembuatan *prototype* dan pengembangan desain yang dapat dikustomisasi. Teknologi ini dapat membuat insinyur menciptakan model atau komponen secara cepat dan menguji fungsionalitasnya sebelum masuk ke tahap produksi akhir. Namun, seiring perkembangan teknologi, pencetakan 3 dimensi kini tidak hanya terbatas pada *prototype*. Sekarang teknologi ini memungkinkan produsen untuk memproduksi suku cadang mobil yang berfungsi penuh dan membuat *part* modifikasi yang dapat mengikuti personalisasi sesuai dengan kebutuhan spesifik kendaraan atau preferensi penggunanya. Dengan kemampuannya untuk menciptakan komponen yang presisi dalam waktu singkat, pencetakan 3 dimensi telah menjadi alat yang penting dalam meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas di dunia manufaktur otomotif (Yearsdon, 2023).

2.2 Dasar Teori

Bagian dasar teori membahas sejumlah teori yang menjadi acuan dalam penelitian ini.

2.2.1. Cover Handle Pintu Mobil

Cover handle pintu mobil merupakan komponen pelindung yang dipasang di atas *handle* pintu mobil pada bagian dalam maupun luar. Fungsi utamanya adalah untuk melindungi *handle* pintu dari goresan kuku, debu, dan kerusakan akibat pemakaian sehari – hari. Selain berfungsi sebagai pelindung, *cover handle* pintu memiliki peran estetika yang dapat meningkatkan tampilan visual kendaraan dengan memberikan sentuhan desain yang berbeda dan lebih menarik.

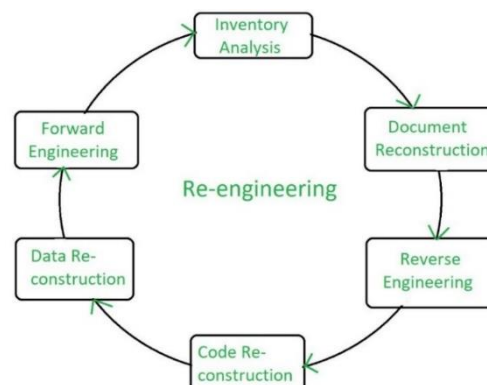
2.2.2. Desain

Desain adalah proses yang bertujuan untuk menciptakan atau merancang sesuatu dengan maksud tertentu yang mencakup pada aspek estetika, fungsi, serta pertimbangan ergonomis. Desain dapat didefinisikan sebagai rancangan,

pemilihan, atau susunan dari elemen formal dalam sebuah karya seni. Selain itu, desain juga bisa diartikan lain sebagai konsep kreatif yang diwujudkan melalui komposisi dari berbagai elemen dan unsur yang saling mendukung. (Susanto, 2010).

2.2.3. Reverse Engineering

Reverse engineering adalah proses yang mencakup penguraian atau pembongkaran suatu objek atau komponen untuk memahami prinsip teknologi yang mendasarinya melalui analisis struktur, fungsi, dan mekanisme kerja objek tersebut. Dengan cara ini, teknologi yang ada dapat dipelajari dengan cermat, sehingga insinyur atau desainer dapat memproduksi atau merancang ulang objek tersebut secara efisien. Proses ini sering kali didukung oleh penggunaan perangkat lunak desain berbantuan komputer CAD (*Computer Aided Design*), yang memungkinkan pengembangan ulang desain dengan presisi tinggi. Setelah struktur dan fungsi dari objek yang diurai dipahami dengan baik, desain baru dapat segera diimplementasikan dan diproduksi menggunakan teknologi manufaktur yang cepat, seperti pencetakan 3 dimensi atau metode fabrikasi lainnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Hal ini membuat produksi komponen dalam jumlah kecil dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik pengguna atau proyek tertentu. Keunggulan utama dari *reverse engineering* ini terletak pada kecepatan dan fleksibilitasnya, yang dapat melampaui proses desain dan produksi massal tradisional yang cenderung lebih memakan waktu dan kurang responsif terhadap perubahan desain atau kebutuhan pasar yang dinamis. (Raja, 2008).



Gambar 2. 1 Reverse Engineering

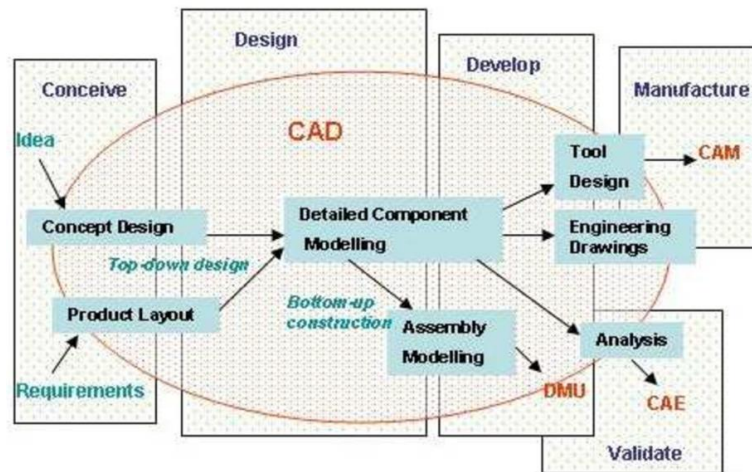
(Sumber: <https://media.geeksforgeeks.org/>)

2.2.4. Computer Aided Design

Computer-Aided Design (CAD) secara luas digunakan pada perangkat berbasis komputer yang mendukung insinyur, arsitek, dan profesional desain dalam berbagai aktivitas perancangan. Teknologi ini digunakan untuk mengatur bentuk dan desain dalam proses produksi, termasuk menghubungkan perangkat lunak dengan perangkat keras. CAD (*Computer Aided Design*) mencakup program untuk desain 2D berbasis garis dan pemodelan 3D yang bisa diatur ulang sesuai kebutuhan, baik untuk membuat permukaan maupun objek solid. CAD (*Computer Aided Design*) digunakan untuk merancang dan mengembangkan berbagai produk, mulai dari barang yang langsung dipakai konsumen sampai alat untuk keperluan pengembangan lainnya. Selain itu, CAD (*Computer Aided Design*) juga banyak dipakai untuk mendesain alat dan perlengkapan yang digunakan dalam proses pembuatan komponen di industri. (Ningsih, 2005).

Dengan penggunaan CAD (*Computer Aided Design*), para insinyur tidak lagi harus mengandalkan pembuatan sketsa secara manual untuk merancang produk. Kini, mereka dapat memanfaatkan teknologi komputer untuk membuat desain dengan lebih cepat dan presisi. Penggunaan CAD (*Computer Aided Design*) dalam proses desain telah membawa banyak keuntungan, tidak hanya dalam hal efisiensi waktu, tetapi juga dalam meningkatkan kualitas dari hasil akhir desain. Kemampuan perangkat lunak CAD (*Computer Aided Design*) untuk memberikan detail yang lebih akurat memungkinkan insinyur menghasilkan rancangan yang lebih kompleks dan inovatif dibandingkan dengan metode manual. Selain itu, penerapan CAD (*Computer Aided Design*) secara signifikan dapat meningkatkan produktivitas para insinyur. Dengan bantuan fitur – fitur otomatisasi yang dimiliki oleh perangkat lunak ini, proses pembuatan desain yang rumit menjadi lebih cepat dan mudah, yang dapat memungkinkan para insinyur untuk fokus pada aspek - aspek kreatif dan analitis dalam perancangan. Tidak hanya itu, penggunaan CAD (*Computer Aided Design*) dapat mempermudah komunikasi antara desainer dengan pihak lain yang terlibat dalam proyek, seperti manajer proyek, teknisi, dan produsen. Desain yang dihasilkan dalam format digital mudah dibagikan, dianalisis, dan dimodifikasi, sehingga keseluruhan proses perancangan menjadi lebih efisien, efektif, serta mengurangi potensi kesalahan komunikasi. Semua ini

berkontribusi pada peningkatan kualitas produk akhir dan mempercepat waktu pemasaran produk.



Gambar 2. 2 Computer Aided Design

(Sumber: <https://commons.wikimedia.org/>)

2.2.5. 3D Scanning

3D scanning pada *reverse engineering* adalah metode yang menggunakan teknologi pemindaian 3 dimensi untuk mendapatkan data geometris dari objek fisik secara presisi. kemudian diolah menjadi model digital yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk perbaikan desain, modifikasi, atau pembuatan kembali objek tanpa perlu dokumentasi desain asli. Dalam *reverse engineering*, 3D scanning memungkinkan pengukuran yang sangat akurat, termasuk bentuk yang rumit dan struktur dalam tanpa merusak objek tersebut. Proses ini biasanya menggunakan alat pemindai seperti pemindai laser atau pemindai berbasis fotogrametri yang menghasilkan *point cloud*, atau kumpulan titik-titik di ruang 3 dimensi yang mewakili bentuk permukaan objek. selanjutnya dikonversi menjadi model CAD (*Computer Aided Design*). Dengan itu, model digital dapat diedit, dianalisis, atau digunakan untuk simulasi. 3D Scanner berbasis laser linier dirancang untuk menghasilkan gambar virtual 3 dimensi dari objek. Pemindai ini diatur secara adaptif untuk mengekstraksi awan titik 3 dimensi dengan akurat. Desain dan teori pemindai dijelaskan bersamaan dengan demonstrasi pemindaian objek nyata. Sebagai contoh, gambar virtual 3D dari beberapa karya seni

dipaparkan untuk menampilkan efek dari teknologi pemindaian ini. (Koyuncu & Kullu, 2016).

2.2.6. 3D Printing

Teknologi *3D Printing* merupakan perangkat keras canggih yang dirancang untuk menciptakan objek 3 dimensi secara presisi dengan memanfaatkan teknologi pencetakan yang dilakukan secara bertahap melalui metode lapis demi lapis. Mesin ini bekerja dengan cara membaca dan menerjemahkan data digital yang berasal dari model yang dirancang dalam perangkat lunak *CAD (Computer Aided Design)* atau dari hasil pemindaian objek 3 dimensi. Selanjutnya, mesin ini akan mulai membangun objek tersebut dengan menambahkan material sedikit demi sedikit mengikuti struktur dan detail yang sudah ditentukan oleh desain yang telah diberikan. Munculnya teknologi *3D Printing* dalam sektor manufaktur telah memberikan dampak revolusioner yang mengubah cara produksi dan desain di berbagai industri. Teknologi yang juga dikenal dengan nama *Additive Layer Manufacturing* ini sebenarnya sudah mulai dikembangkan sejak tahun 1980-an. Seiring berjalannya waktu, *3D Printing* menjadi sebuah inovasi besar dalam dunia teknologi yang terus berkembang pesat. Popularitasnya menyebar dengan cepat ke seluruh penjuru dunia, terutama di kalangan akademisi, peneliti, hingga para profesional di sektor industri. Dampaknya sangat terasa pada berbagai sektor industri, terutama pada segi efisiensi ekonomi, karena kemampuannya untuk melakukan *rapid prototyping*. Teknologi ini membuat pencetakan komponen mekanik dan produk yang ukurannya kecil dengan teknik yang canggih dan dalam volume produksi yang rendah, tetapi tetap mempertahankan akurasi yang tinggi. Hal ini membuat perusahaan dapat mengembangkan dan menguji *prototype* dengan lebih cepat, tanpa harus mengeluarkan biaya besar untuk pembuatan cetakan atau alat produksi massal. Oleh karena itu, munculnya *3D Printing* telah mengubah secara cepat dalam proses produksi dan menjadi salah satu teknologi yang paling berpengaruh dalam perkembangan dunia manufaktur modern (Mohsen, 2017).

2.2.7. Estetika

Estetika merupakan pengetahuan yang mempelajari secara mendalam tentang keelokan, keindahan, serta nilai – nilai estetis yang terdapat dalam objek, karya seni, atau pengalaman tertentu. Lebih dari sekadar melihat sisi visual, estetika juga mengeksplorasi berbagai dimensi keindahan yang mampu menarik dan mempengaruhi persepsi seseorang. Pengetahuan ini mempelajari bagaimana elemen – elemen visual, tekstur, warna, komposisi, hingga bentuk sebuah karya dapat menciptakan daya tarik, sehingga menghasilkan pengalaman yang menyentuh dan bermakna bagi pengamatnya. Estetika pada dasarnya memiliki makna yang beragam dan bervariasi. Menyepakati definisi estetika bukanlah hal yang sederhana, karena pemahaman ini bisa berbeda tergantung dari sudut pandang yang digunakan, apakah estetika dipandang sebagai disiplin ilmu atau sebagai cabang filsafat yang membahas seni. Istilah estetika juga dapat ditelusuri dari kata dalam bahasa Yunani “*aesthesis*”, yang berarti pengamatan atau persepsi (Kuypers, 1977).

2.2.8. Ergonomis

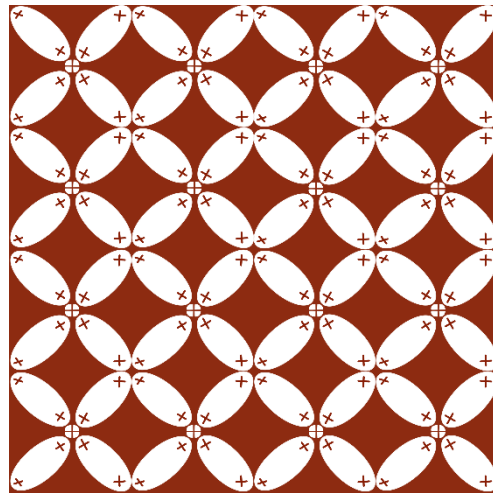
Ergonomi dalam otomotif merujuk pada penerapan prinsip – prinsip ergonomis dalam desain kendaraan untuk meningkatkan kenyamanan, keamanan, dan efisiensi bagi pengguna. Tujuan utama dari ergonomis otomotif adalah untuk menciptakan lingkungan yang meminimalisir ketidaknyamanan dan memudahkan untuk menggunakannya kepada pengemudi dan penumpang. Ergonomis pada komponen eksterior mobil mengacu pada desain serta elemen yang dibuat untuk meningkatkan kenyamanan dan keselamatan bagi pengemudi serta penumpang (Danesvaran, 2022). Hal ini termasuk penggunaan aksesoris seperti *cover handle* pintu bukan hanya untuk menambah kesan mewah tetapi memberikan kenyamanan lebih saat digunakan.

2.2.9. Motif Batik Kawung

Batik adalah warisan budaya Indonesia yang memiliki nilai leluhur dan sudah diteruskan dari generasi ke generasi oleh para leluhur. Secara etimologis,

kata "batik" berasal dari bahasa Jawa, terdiri dari dua kata yaitu "amba" yang berarti menggambar, dan "tik" yang bermakna titik atau sesuatu yang kecil. Oleh karena itu, batik dapat diartikan sebagai seni menghias kain dengan menggunakan teknik penutupan lilin untuk menciptakan pola atau motif tertentu. (A.Filzah, 2016).

Batik Kawung adalah salah satu motif batik tradisional Indonesia yang berasal dari Yogyakarta dan dianggap sebagai salah satu motif batik tertua. Motif ini biasanya berbentuk lingkaran yang disusun secara simetris dan berulang – ulang, menyerupai buah kawung atau kolang – kaling. Lingkaran – lingkaran ini sering kali dihubungkan dengan garis – garis tipis yang menyerupai jalinan, yang menciptakan pola elegan dan harmonis seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3.



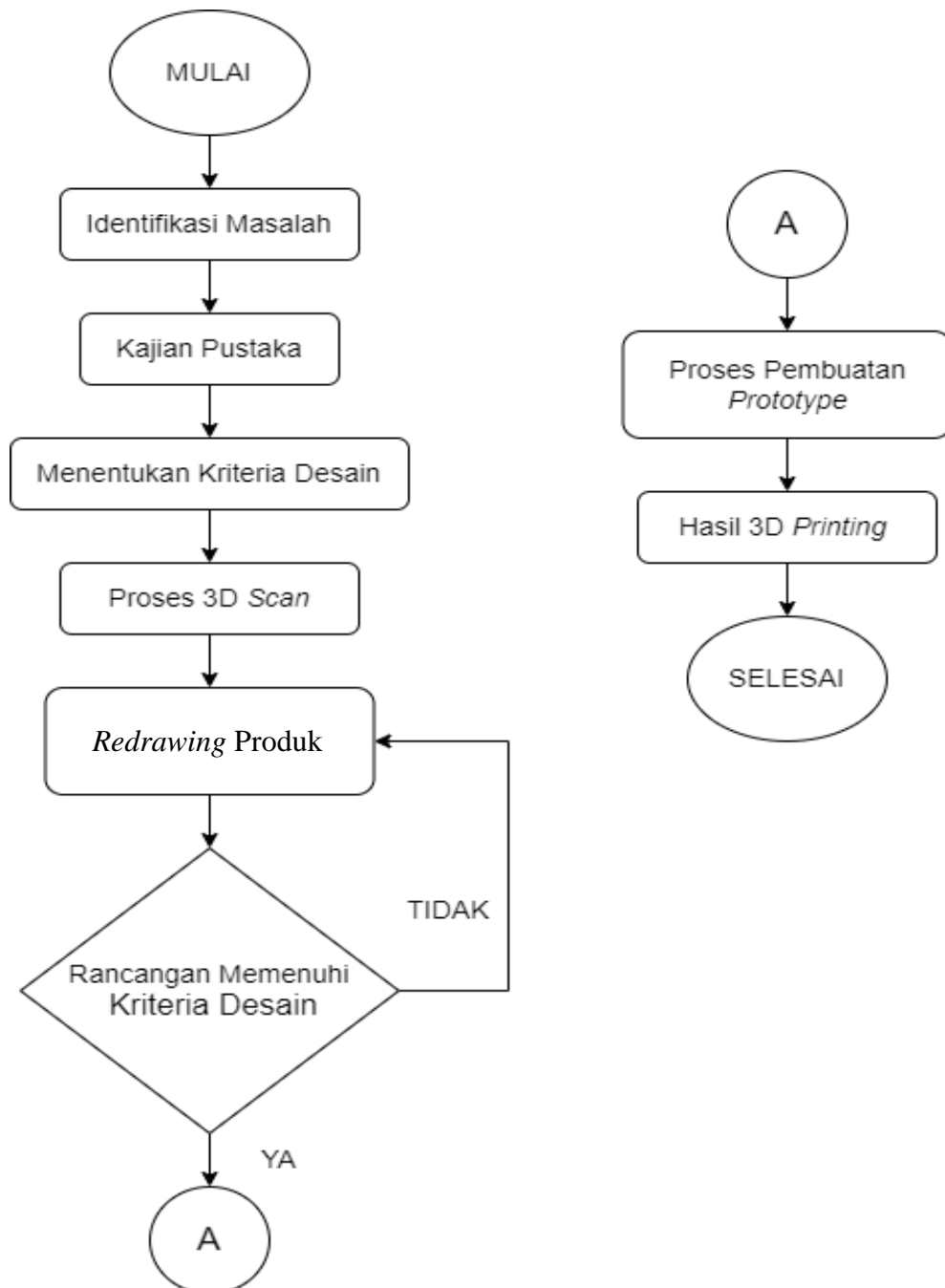
Gambar 2. 3 Motif Batik Kawung

(Sumber: https://id.pngtree.com/freebackground/kawung-batik-indonesia_1563692.html)

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini memiliki beberapa tahapan penelitian yang dilakukan seperti ditunjukkan dalam *flowchart* berikut:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

3.2 Proses Perancangan

Penelitian ini membuat inovasi dan modifikasi sebuah *cover handle* pintu yang sudah banyak di *marketplace*. Penelitian ini menggunakan metode *reverse engineering* dengan melakukan beberapa tahap dari *3D scanning*, *re - design* menggunakan *software* Autodesk Fusion 360, analisis kekuatan menggunakan *software* Autodesk Fusion 360 dan pencetakan *prototype* dengan *3D printing*.

3.3 Peralatan dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan beberapa peralatan dan bahan sebagai berikut:

1. Laptop

Laptop yang digunakan untuk desain adalah komputer portabel yang memiliki spesifikasi menengah keatas dan fitur khusus yang dirancang untuk mendukung aplikasi desain grafis, *rendering* 3D, animasi, dan produksi video. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.1 menunjukkan spesifikasi berikut:

Tabel 3. 1 Spesifikasi Laptop

<i>Operation System</i>	Windows 10 Home
<i>Processor</i>	AMD Ryzen 7 3750H
SSD	512 GB
<i>Installed Memory (RAM)</i>	16 GB
Grafis	NVIDIA GeForce GTX 1650

2. 3D Scan Sense Pro

3D *Scan Sense Pro* adalah alat pemindai 3D portabel yang digunakan untuk memindai objek fisik dan mengonversinya menjadi model digital 3D dan dapat disimpan dengan format STL. Alat ini umumnya digunakan dalam berbagai bidang seperti desain produk, arsitektur, medis, dan seni. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.2 menunjukkan spesifikasi dan gambar 3.2 berikut:

Tabel 3. 2 Spesifikasi 3D Scan Sense Pro

Volume Pemindaian	Minimum = 50 mm x 50 mm x 50 mm Maksimal = tidak terbatas, tetapi pemindaian sangat besar akan lebih sulit.
Rentang Operasi	(300 mm) 210 mm x 130 mm
Jarak Kerja	200 – 800 mm
Kedalaman Gambar	640 x 400 px
Kecepatan Pindai	10 FPS
Resolusi Kedalaman	640000 poin/detik
Akurasi Volume	0.5 mm/m
Ukuran Warna Gambar	1920 x 1080 px



Gambar 3. 2 3D Scan Sense Pro

(Sumber:https://www.alibaba.com/product-detail/Portable-3d-scanner-SENSE-Pro-handheld_1600351331532.html)

3. *Software* Autodesk Fusion 360

Autodesk Fusion 360 ini digunakan untuk melakukan proses *reverse engineering* dari hasil 3D scan yang sudah dilakukan, selanjutnya membuat *surface* baru untuk menyempurnakan hasil 3D scan agar menjadi *part* solid dan sesuai produk aslinya.



Gambar 3. 3 Autodesk Fusion 360

(Sumber:https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/78/Fusion360_Logo.png)

4. *Cover handle* pintu mobil

Cover handle pintu ini menjadi komponen utama yang digunakan untuk *reverse engineering*. *Cover Handle* ini menggunakan contoh mobil dari Brio Satya 2018, memiliki dimensi:

Panjang : 195 mm

Lebar : 47 mm

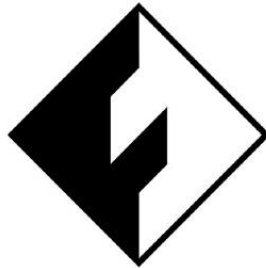
Tinggi : 20 mm



Gambar 3. 4 *Cover Handle* Pintu

5. *Software* Flashprint

Flashprint merupakan perangkat lunak yang dirancang untuk memfasilitasi proses pemotongan model 3D (*slicing*). Flashprint memungkinkan penulis untuk memotong model 3D menjadi lapisan – lapisan yang kemudian diubah menjadi instruksi untuk *printer* 3D.



Gambar 3. 5 *Software* Flashprint

6. Creator Pro

Proses pembuatan *prototype Cover Handle Pintu* yang telah dimodifikasi menggunakan 3D *printing* Creator Pro. Dengan penggunaan mesin ini mendapatkan hasil *prototype* yang baik dan waktu yang efisien.



Gambar 3. 6 3D *Printing* Creator Pro

7. Cat *Spray*

Penggunaan cat *spray* digunakan untuk memberi warna pada produk asli yang memiliki permukaan reflektif atau gelap. Dengan memberi warna, *scanner* dapat lebih mudah menangkap detail dari objek atau produk tersebut.



Gambar 3. 7 Cat *Spray*

8. Filamen

Untuk menghasilkan *prototype* ini menggunakan 2 jenis bahan filamen yaitu bahan filamen PETG dan filamen PLA+. Filamen PETG (*Polyethylene Terephthalate Glycol*) merupakan jenis filamen yang sangat populer di dalam dunia 3D *printing* karena memiliki keseimbangan yang baik antara kekuatan, fleksibilitas, dan kemudahan penggunaan. Filamen selanjutnya adalah PLA+ (*Polylactic Acid Plus*) merupakan jenis filamen yang sangat mudah ditemui pada produk – produk yang membutuhkan tingkat kekakuan dan kekerasan. Karena sifat karakteristik dari filamen ini sangat kuat dan kaku. Pada produk ini harus memiliki dua karakteristik yang harus ada supaya produk berhasil saat digunakan. Dua karakteristik tersebut yaitu kekuatan dan elastisitas. Pada kekuatan diaplikasikan pada *top surface* produk tersebut, kemudian pada elastisitas di aplikasikan pada *plug* kanan dan kiri yang dimana membutuhkannya kelenturan untuk bisa produk tersebut menempel ke *handle* pintu tersebut. Pada filamen ini disajikan pada gambar 3.8 dan 3.9.



Gambar 3. 8 Filamen PLA+
(Sumber: Sunlu.com)



Gambar 3. 9 Filamen PETG
(Sumber: Sunlu.com)

3.4 Kriteria Desain

Cover Handle pintu mobil berfungsi sebagai pelindung dari goresan yang disebabkan oleh goresan kuku, partikel – partikel kecil dan melindungi cat mobil. Adapun kriteria desain yang ditentukan berdasarkan fungsi tersebut yaitu:

- *Cover handle* tidak mengurangi fungsi utama *handle* pintu.
- Memberikan inovasi sistem pemasangan yang mudah dibongkar – pasang dan tidak merusak cat dibandingkan dengan penggunaan *double tape* / lem.
- *Cover handle* memiliki tampilan yang lebih menarik.

3.5 Perancangan

3.5.1 Pemindaian Menggunakan 3D Scan

Dalam proses ini, pemindaian produk asli dilakukan dengan menggunakan alat yaitu 3D *Scan Sense Pro*, yang dirancang untuk menghasilkan pemindaian 3 dimensi yang sangat akurat. Dengan bantuan perangkat ini, bentuk dan detail dari produk asli dapat direpresentasikan secara visual di laptop dengan kejelasan yang tinggi, yang memungkinkan perancang untuk melihat setiap aspek dari produk tersebut secara mendetail, sehingga memudahkan dalam proses analisis dan perancangan ulang.

3.5.2 Pengumpulan Alternatif Desain

Dalam proses ini, mengumpulkan referensi desain dari kriteria desain yang sudah ditentukan dan mendapatkan dua desain untuk *cover handle* pintu tersebut bisa menempel ke *handle* pintu yang tidak menempel dengan *double tape* / lem, yaitu menggunakan *velcro* dan menggunakan *plug*. Pada desain penggunaan sistem *velcro* sangat minimalis seperti *cover handle* pada umumnya yang terjual di pasaran / *marketplace* dan tidak adanya efisiensi saat pemasangan dan membutuhkan waktu lebih lama. Sedangkan pada desain penggunaan *plug* yang dapat dapat memberikan tampilan yang lebih menarik, efisiensi saat pemasangan, tidak membutuhkan waktu lebih lama dan sedikitnya biaya produksi.

Dengan mempertimbangkan beberapa hal seperti biaya dan kemudahan saat digunakan yaitu terpilihnya menggunakan sistem *plug*.

3.5.3 Mendesain Ulang Menggunakan Software Autodesk Fusion 360

Dalam proses ini, dilakukan perancangan produk yang dikenal juga sebagai tahap perbaikan. Setelah produk asli dipindai, hasil pemindaian tersebut kemudian diimpor ke *software Autodesk Fusion 360*. Di *software* ini, proses desain ulang dilakukan secara menyeluruh untuk memperbaiki setiap kekurangan yang ada dari hasil pemindaian.

3.5.4 Proses Modifikasi

Dalam proses ini, dilakukan memodifikasi dan memberikan inovasi terbaru dari *cover handle* pintu yang ada dipasaran menjadikan produk yang sesuai dari kriteria desain dan pengumpulan desain yaitu dengan menambahkan sistem pemasangan *plug* yang efisien serta menambahkan aksesoris batik kawung untuk menambahkan estetika di produk tersebut.

3.5.5 Analisis Kekuatan

Dalam proses ini, dilakukan analisis kekuatan material dari produk hasil modifikasi menggunakan analisis dari *software* Autodesk Fusion 360 dengan mempertimbangkan perhitungan gaya tekan di bagian *plug* pada saat pemasangan *cover handle* pintu mobil tersebut.

3.5.6 Pembuatan *Prototype* Menggunakan 3D Print

Dalam proses ini, dilakukan pembuatan *prototype* berdasarkan desain yang telah diselesaikan sebelumnya. Proses ini menggunakan teknologi cetak 3 dimensi dengan skala 1:1 sesuai dengan ukuran produk aslinya. Untuk memastikan ketepatan, kualitas, dan karakteristik yang dibutuhkan pada produk ini yaitu kuat dan sedikit elastis, bahan yang digunakan dalam pencetakan ini adalah filamen PETG dan PLA+.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Perancangan Produk

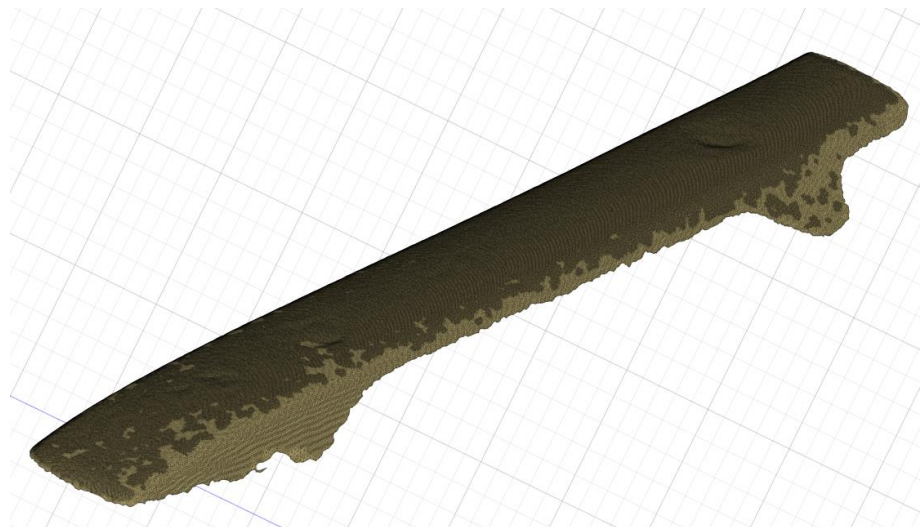
Dalam proses perancangan ini, digunakan berbagai *software* yang sesuai dengan tahapannya. Untuk proses 3D *scanning* menggunakan *software* bawaan dari alat *scanning* yaitu *Handy Scan*. Untuk proses *redrawing* dan modifikasi menggunakan *software* Autodesk Fusion 360. Untuk proses *slicing* produk dan mengatur setingan menggunakan *software* FlashPrint. Kemudian tahap terakhir yaitu pembuatan *prototype* menggunakan alat 3D *printing* dengan menggunakan mesin 3D *print* Creator Pro FlashForge. Berikut tahapannya:

4.1.1 3D Scanning

Dalam pembuatan produk ini, langkah awal yang dilakukan adalah melakukan proses 3D *scanning* yang bertujuan untuk mendapatkan sketsa awal dari produk asli. Ada beberapa persiapan yang harus dilakukan dalam melakukan *scanning* ini. Pertama pemilihan warna pada produk asli yaitu warna putih, karena warna putih memberikan kontras yang optimal dalam hasil *scanning*. Selain pemilihan warna pada produknya ada hal lain yaitu pemilihan warna *background* ketika menggunakan alat 3D *scan* yang dimana warna *background* tersebut harus hitam, dengan hal tersebut akan mendapatkan *scan* yang akurat. Terakhir, jarak antara alat *scanning* dan produk asli juga harus dijaga dengan baik, yaitu sekitar 24 cm hingga 26 cm untuk memastikan hasil *scanning* yang akurat dan detail. Dengan mempertimbangkan semua faktor – faktor diatas, proses 3D *scanning* dapat menghasilkan data dan hasil yang optimal.



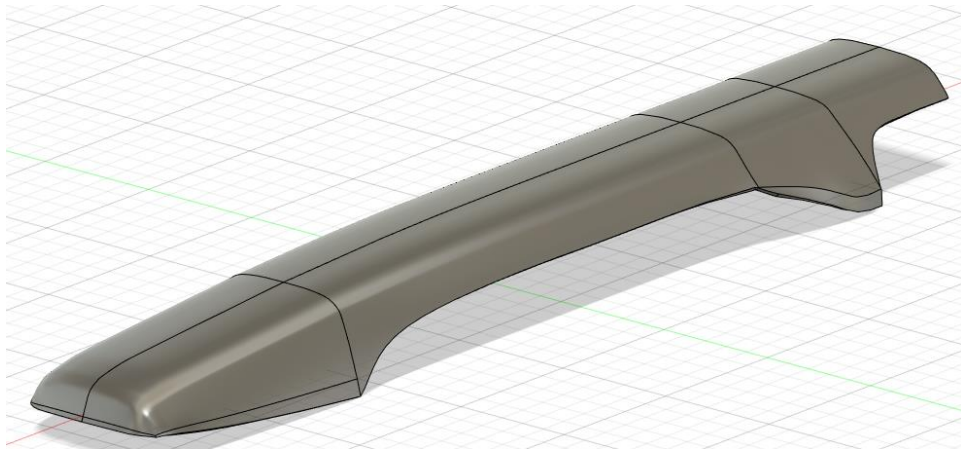
Gambar 4. 1 Proses Pemindaian



Gambar 4. 2 Hasil Pemindaian

4.1.2 Redrawing / Mendesain Ulang

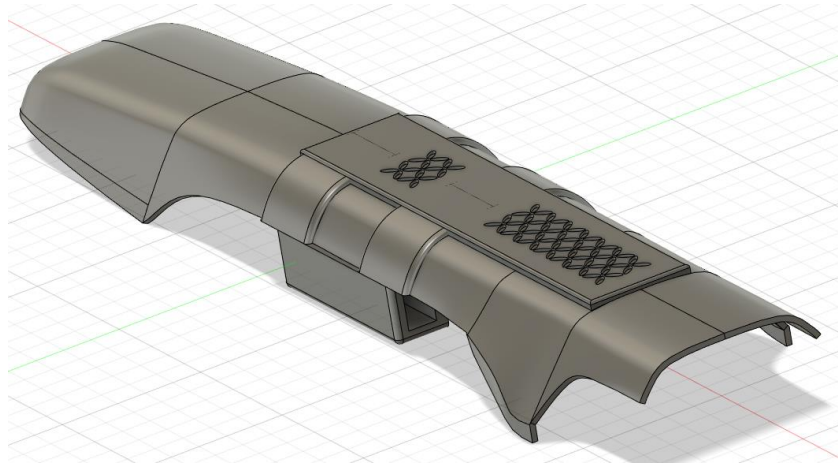
Setelah melakukan proses 3D *scan*, langkah selanjutnya adalah proses *redrawing*. Pada tahap ini dilakukan dengan menggunakan *software* Autodesk Fusion 360, dengan cara memasukkan *file* hasil 3D *scan* ke *software* ini dan dilakukan proses *surfacing* untuk dapat memperbaiki dan menghaluskan hasil dari 3D *scan*, sehingga produk dapat disempurnakan lebih lanjut.



Gambar 4. 3 Hasil Redrawing

4.1.3 Modifikasi

Setelah proses menyempurnakan hasil 3D *scan* pada proses *redrawing*, langkah selanjutnya melakukan kustomisasi atau modifikasi pada produk. Proses modifikasi ini dilakukan berdasarkan hasil pengamatan dan identifikasi masalah dengan memperhatikan kriteria desain yang sudah direncanakan sebelumnya. Pada produk yang telah dimodifikasi ini memiliki desain yang cukup berbeda yang memberikan kesan lebih praktis dan ergonomis ketika digunakan. Tujuan dari modifikasi ini adalah untuk menciptakan produk tidak hanya memiliki fungsionalitas yang tetap terjaga tetapi juga mampu memberikan pengguna rasa aman dan kenyamanan yang lebih baik. Selain itu, desain modifikasi ini juga dirancang agar pengguna memiliki personalitas yang unik dan berbeda dari orang lain, tanpa mengorbankan fungsi asli dari produk tersebut.



Gambar 4. 4 Hasil Modifikasi

4.2 Tahap Evaluasi Bahan

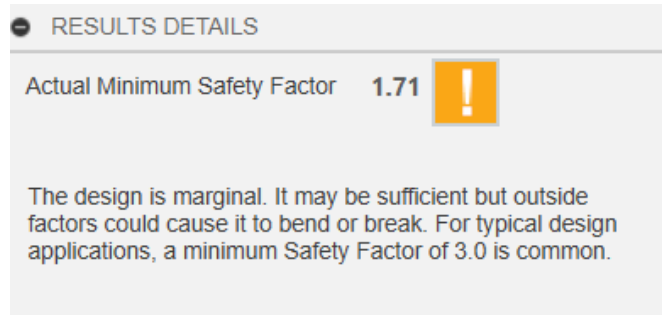
Pada tahap ini, dilakukan evaluasi dan perbandingan antara bahan PLA+ dan PETG untuk memenuhi kriteria desain produk, terutama pada bagian *plug* yang membutuhkan kombinasi kekuatan dan elastisitas. Pada kekuatan tarik sesuai data sheet PETG mendapatkan 61.4 MPa dan PLA 53.4 MPa dari hasil itu menyimpulkan bahwa PETG lebih tahan terhadap deformasi pada penggunaan struktural, sedangkan PLA+ sedikit lebih tinggi tetapi adanya sifat rapuh membatasi pada struktural. Untuk ketahanan *impact* material PETG mendapatkan hasil 35 kJ/m^2 dan material PLA+ 19.8 kJ/m^2 dari hasil itu material PETG cukup untuk menahan benturan dan pada PLA+ cenderung retak saat ditekan. Pada *elongation at break* PETG mendapatkan hasil 5.3 persen dan material PLA+ 20.3 persen dan dari hasil itu PLA+ lebih unggul pada kekuatannya. Dari spesifikasi kedua material diatas maka ditetapkan bahwa material PETG lebih cocok untuk produk *cover handle* pintu mobil.

4.3 Analisis Kekuatan Material

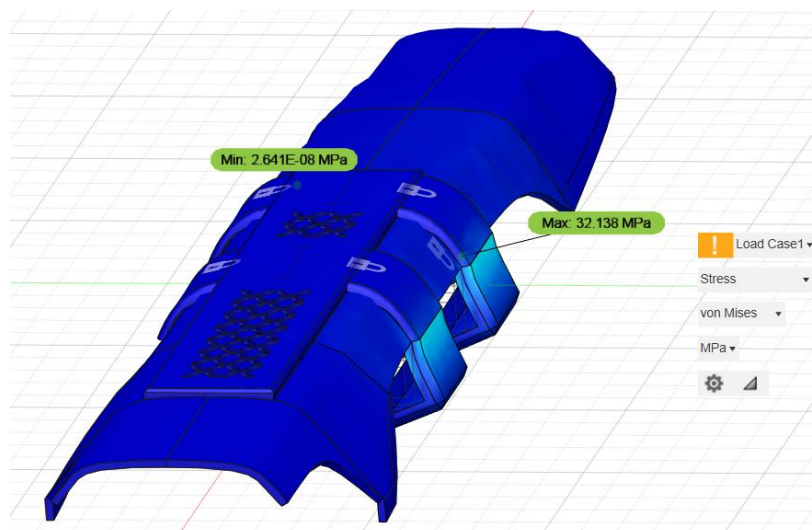
Pada tahap ini melakukan analisis kekuatan dari kedua bahan yaitu PLA+ dan PETG menggunakan *software* Autodesk Fusion 360. Analisis ini menggunakan *static* analisis yang ada di *cover handle* untuk mengetahui kekuatan dari material produk. Pada analisis simulasi kekuatan dengan masing – masing

menggunakan *force* di 120 N dan menghasilkan data dari kedua bahan yang disajikan pada gambar 4.5 sampai 4.12.

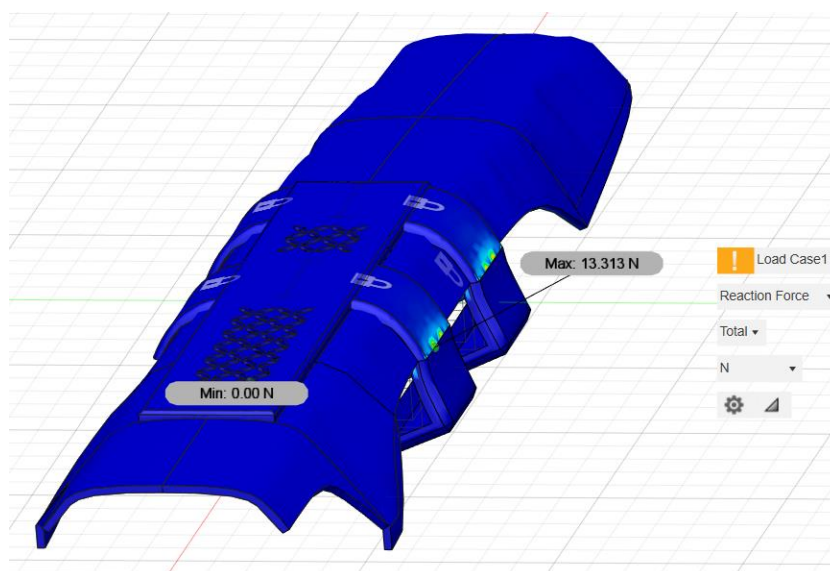
1. PETG (*Polyethylene Terephthalate Glycol*)



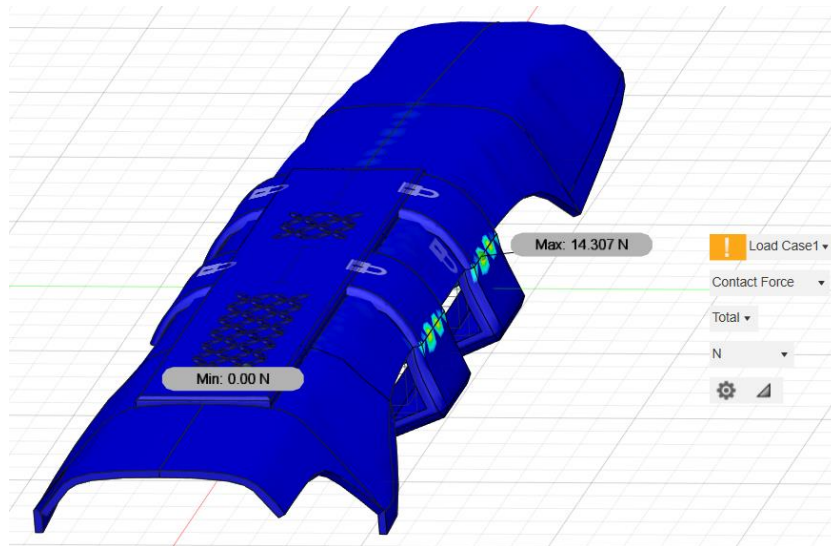
Gambar 4. 5 Hasil *Safety Factor* Material PETG



Gambar 4. 6 Hasil *Stress* Material PETG



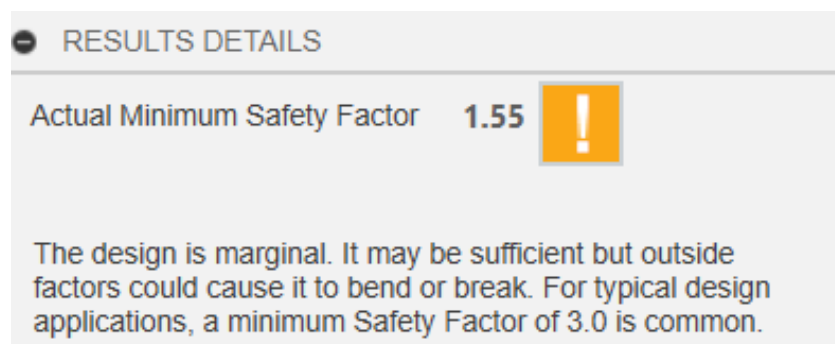
Gambar 4. 7 Hasil *Reaction Force* Material PETG



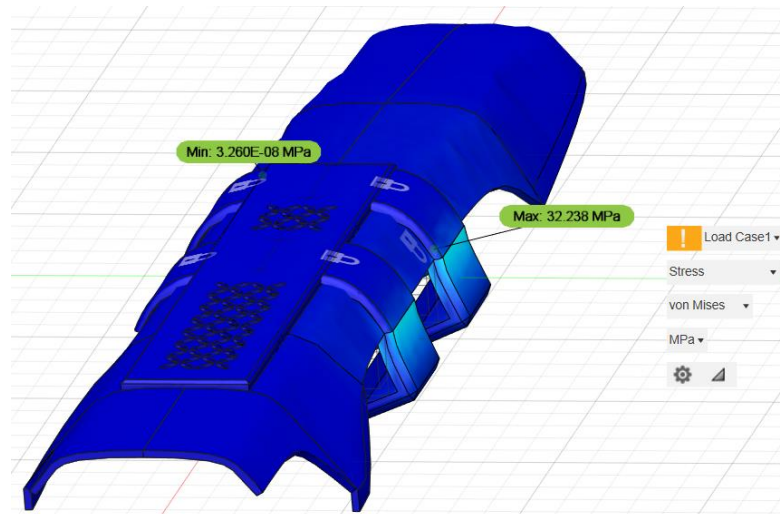
Gambar 4. 8 Hasil *Contact Force* PETG

Pada analisis kekuatan material PETG (*Polyethylene Terephthalate Glycol*) menggunakan *software* Autodesk Fusion 360 mendapatkan hasil analisis yang akurat. Maka bisa ditentukan produk ini menggunakan material PETG memiliki *safety factor* 1.71. kemudian untuk analisis *stress* dengan *force* 120 N mendapatkan hasil maksimal 32.138 MPa. Kemudian untuk analisis *reaction force* mendapatkan hasil maksimal 13.313 N. Analisis terakhir yaitu *contact force* dengan hasil maksimal mendapatkan 14.307 N.

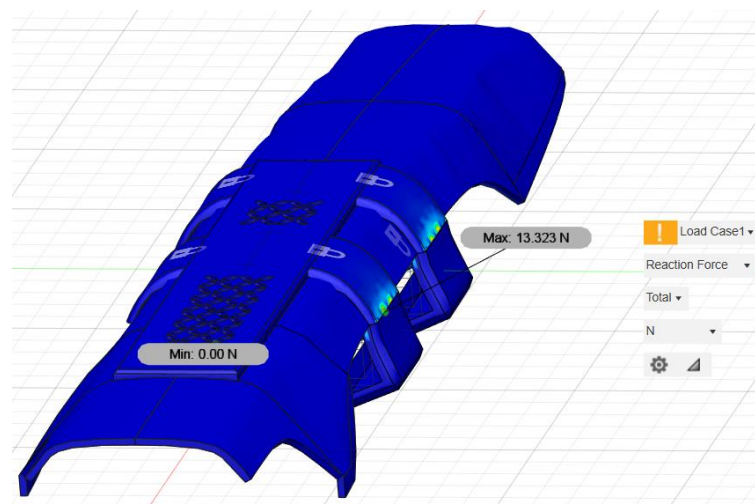
2. PLA+ (*Polylactic Acid Plus*)



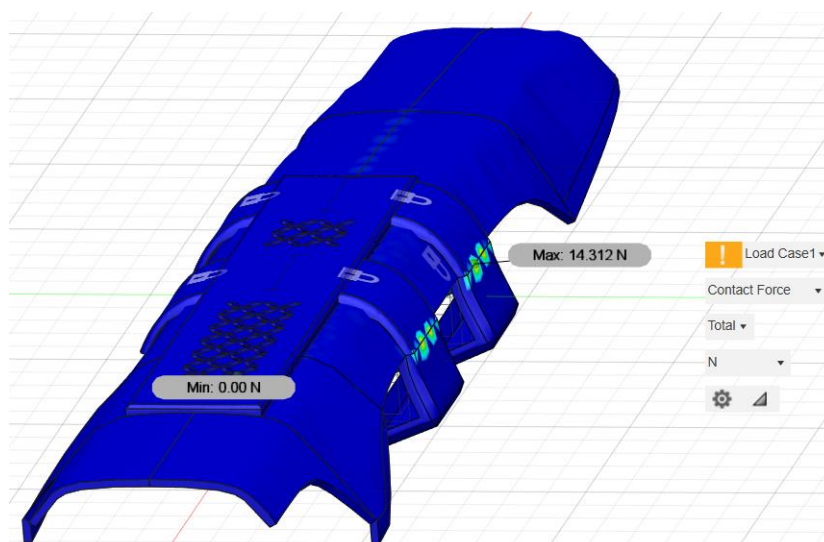
Gambar 4. 9 Hasil *Safety Factor* Material PLA+



Gambar 4. 10 Hasil *Stress* Material PLA+



Gambar 4. 11 Hasil *Reaction Force* Material PLA+



Gambar 4. 12 Hasil *Contact Force* Material PLA+

Pada analisis kekuatan material PLA+ menggunakan *software* Autodesk Fusion 360 mendapatkan hasil analisis yang akurat. Maka bisa ditentukan produk ini menggunakan material PLA+ memiliki *safety factor* 1.55. kemudian untuk analisis *stress* dengan *force* yang sama yaitu 120 N mendapatkan hasil maksimal 32.238 MPa. Kemudian untuk analisis *reaction force* mendapatkan hasil maksimal 13.323 N. Analisis terakhir pada material ini adalah *contact force* dengan mendapatkan hasil maksimal 14.312 N.

Jadi, secara keseluruhan bisa disimpulkan pada perbandingan kedua bahan diatas PETG mendapatkan *safety factor* lebih tinggi dibanding dengan PLA+. Maka, material PETG sangat baik untuk diaplikasikan pada produk *cover handle* pintu mobil.

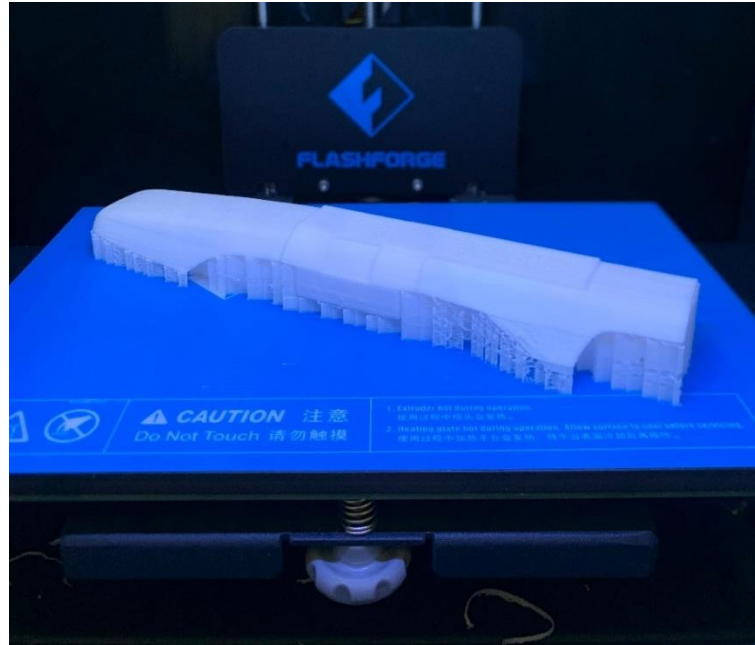
4.4 Proses dan Hasil Pembuatan *Prototype*

Setelah melakukan analisis secara desain dan perhitungan pada kekuatan material maka di produksikan *prototype* yang berguna untuk mengetahui hasil yang dibuat. Proses awal yaitu memasukan desain ke *software* Flashprint untuk dilakukan mengatur beberapa setingan di *software* tersebut agar mendapatkan *g code* dan di simpan ke *SD card*. Setelah itu, memasang *SD card* ke mesin 3D *print* dan melakukan *print file* yang ada di *SD card*.

1. *Prototype* PLA+ 1



Gambar 4. 13 Layar Hasil *Prototype* PLA+ 1



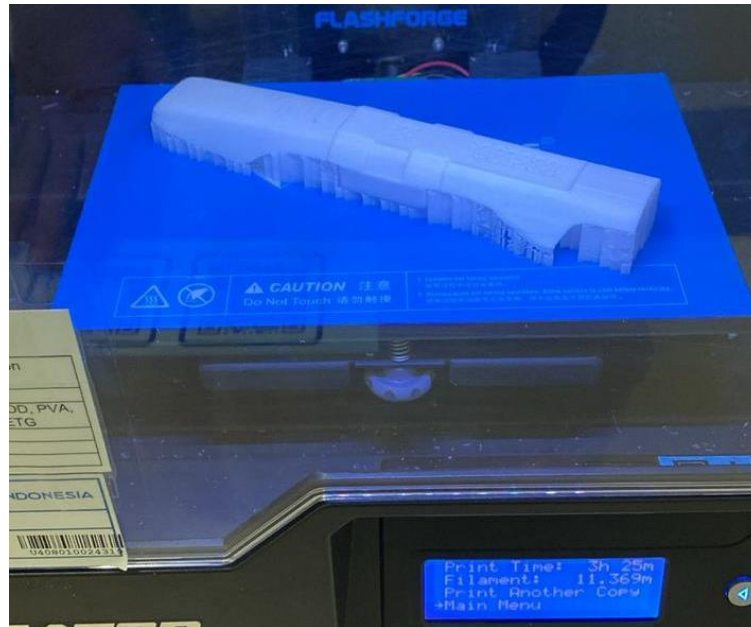
Gambar 4. 14 Hasil *Prototype* PLA+ 1

Pada pembuatan *prototype* PLA+ pertama, pengaturan cetak yang digunakan adalah suhu *nozzle* 215 derajat *celcius*, suhu *bed* 50 derajat *celcius*, *base print speed* 60 mm/s, *pattern hexagon*, dan *fill density* 15%. Hasil cetakan pada *prototype* pertama ini tidak mencapai hasil yang diinginkan karena terdapat cacat berupa lelehan pada beberapa bagian dari *part*. Kelebihan suhu panas pada pengaturan ini menyebabkan deformasi bagian tertentu dari struktur, yang mengakibatkan hasil akhir yang kurang rapi.

2. *Prototype* PLA+ 2



Gambar 4. 15 Layar Hasil *Prototype* PLA+ 2



Gambar 4. 16 Hasil *Prototype* PLA+ 2

Pada pengujian *prototype* kedua, digunakan pengaturan suhu *nozzle* sebesar 210 derajat *celcius*, suhu bed 50 derajat *celcius*, *pattern hexagon*, dan *fill density* 15%. Pengaturan ini menghasilkan hasil *prototype* yang lebih baik dibandingkan dengan *prototype* pertama yang menggunakan suhu *nozzle* lebih tinggi, yaitu 215 derajat *celcius*. Hasilnya, *prototype* kedua menunjukkan detail yang lebih halus serta sedikit adanya cacat, sehingga memberikan hasil cetakan yang lebih rapi dan presisi.

3. *Prototype* PETG 1



Gambar 4. 17 Layar Hasil *Prototype* PETG 1



Gambar 4. 18 Hasil *Prototype* PETG 1

Pada pembuatan *prototype* PETG pertama menggunakan suhu *nozzle* 240 derajat *celcius*, suhu *bed* 70 derajat *celcius*, *base print speed* 40 mm/s, *layer height* 0,20 mm, *pattern hexagon*, dan *fill density* 15%. Namun, hasil cetakan *prototype* pertama ini kurang memuaskan karena pada beberapa bagian permukaan komponen tidak cukup halus. Kekasaran permukaan ini mengindikasikan bahwa pengaturan tersebut belum optimal untuk mencapai hasil akhir yang diinginkan.

4. *Prototype* PETG 2



Gambar 4. 19 Layar Hasil *Prototype* PETG 2



Gambar 4. 20 Hasil *Prototype* PETG 2

Pada pembuatan *prototype* PETG kedua menggunakan suhu *nozzle* 230 derajat *celcius*, suhu *bed* 80 derajat *celcius*, *base print speed* 60 mm/s, *layer height* 0,20 mm, *pattern hexagon*, dan *fill density* 15%. Pada pengaturan ini menghasilkan hasil *prototype* yang lebih baik dibandingkan dengan *prototype* PETG pertama yang menggunakan suhu *nozzle* 240 derajat *celcius* dan suhu *bed* 70 derajat *celcius*. Hasilnya, *prototype* PETG kedua menunjukkan detail yang lebih halus tetapi terdapat sedikit cacat pada bagian motif batik kawung. Dengan itu *prototype* kedua memberikan hasil cetakan yang lebih rapih.

4.5 Pengujian Pemasangan

Setelah melakukan pembuatan *prototype* produk *cover handle* pintu mobil dilakukan pengujian pemasangan pada kedua material yaitu PETG dan PLA+.

1. PETG



Gambar 4. 21 Pemasangan Material PETG

Pada pemasangan dan pelepasan *cover handle* pintu dengan material PETG sangat mudah karena material ini memiliki karakteristik yang ideal, yaitu kombinasi antara sifat kuat dan sedikit elastisitas. Hal ini membuat proses pemasangan dan pencopotan menjadi lebih lancar tanpa memerlukan tenaga besar, sehingga material PETG lebih cocok digunakan untuk produk ini.

2. PLA+



Gambar 4. 22 Pemasangan Material PLA+

Pada saat pemasangan dan pelepasan *cover handle* pintu dengan material PLA+ terasa lebih sulit dibandingkan material PETG. Hal ini disebabkan oleh karakteristik PLA+ yang kuat namun kurang elastis, sehingga membutuhkan tenaga lebih dan cenderung rawan patah pada *plug* selama proses tersebut.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- Penggunaan *cover handle* pada pintu mobil memiliki pengaruh terhadap perlindungan pada permukaan atas *handle* dari goresan, dan kerusakan akibat penggunaan sehari – hari.
- Modifikasi produk membuat tampilannya lebih menarik, memberikan estetika yang berbeda dan menggunakan *3D printing* untuk memproduksinya.
- Pada pembuatan dan modifikasi produk ini, hasil evaluasi menunjukkan bahwa material PETG lebih cocok dan sesuai digunakan untuk pembuatan produk *cover handle* pintu.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

- Melakukan pembuatan dan modifikasi produk menggunakan multi material yang dapat mendapatkan hasil yang lebih optimal.
- Melakukan pengembangan lapisan pelindung tambahan untuk meningkatkan ketahanan.

DAFTAR PUSTAKA

- A.Filzah, E. (2016). Klasifikasi Motif Batik Menggunakan Perhitungan Euclidean Distance Berdasarkan Ekstraksi Fitur Gray Level Co-Occurrence.
- Cross, J. H., Chikofsky, E. J., & May, JR, C. H. (1992). Taxonomy of Term. *Reverse Engineering*, 205.
- Danesvaran, F. (2022). Mengenal Bagian Eksterior Mobil dan Aksesoris Modifikasinya.
- Hao, Q., Yang, T., & Dong, Q. (2024). Research on Consumer Demand for Automotive Modification Based on Howard Shays Model.
- Jokhe, P. N., & Sudiro, A. (2021). Analisis Yuridis Terhadap Penegakan Hukum Modifikasi Kendaraan Bermotor Roda Dua yang Mengalami Perubahan Dimensi Ditinjau Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan.
- Koyuncu, B., & Kullu, K. (2016). Development of an optical 3D scanner based on structured light .
- Kuypers, K. (1977). *Encyclopedie van de Filosofie*.
- Mohsen, A. (2017). The rise of 3-D printing: The advantages of additive manufacturing over traditional manufacturing.
- Ningsih, D. H. (2005). Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur [CAD/CAM].
- Raja, V. (2008). *Reverse Engineering: A Industrial Perspective*. London.
- Stefan, K. (2022). Reverse engineering in automotive design component .
- Susanto. (2010). Desain adalah proses.
- Yearsdon, A. (2023). Quick Guide to 3D Printing Car Parts.

LAMPIRAN 1

LAPORAN TUGAS AKHIR

SUNLU 三绿

Product Information

PETG

FEATURES	APPLICATIONS
Good impact strength and toughness Multiple colors	3D Printing Ornaments, toys, decorations, figurines, lamps and lanterns

Properties	ASTM	Test Condition	S.I. Units	Typical Values
Mechanical				
Tensile Strength	ASTM D638	50mm/min	MPa	61.4
Young's Modulus	ASTM D638	1mm/min	MPa	2990
Elongation at break	ASTM D638	50mm/min	%	5.3
Flexural Strength	ASTM D790	2mm/min	MPa	74.8
Flexural Modulus	ASTM D790	2mm/min	MPa	1686
IZOD Impact Notched	ASTM D256	3.2mm, 23°C	J/m	35
Thermal				
Heat Deflection (HDT)	ASTM D648	0.45MPa	°C	63
Glass Transition(Tg)	ASTM D7426	10°C/min	°C	65.5
Melting Point	ASTM D7426	10°C/min	°C	128
@5%Decomposition Temp.	ASTM E2402	20°C/min	°C	≥423
Vicat Softening Temp.	ASTM D1525	5kg,50°C/h	°C	68
Mold Shrinkage	ASTM D955	23°C	%	0.1-0.5
Coefficient of Thermal Exp.	ASTM E831		μm(m°C)	51
Others				
Melt Flow Rate	ASTM D1238	210°C/2.16kg	g/10min	14
Density	ASTM D792	23°C	g/cm ³	1.3
Volume Resistivity	ASTM D257	-	ohm-cm	1.0E+15
Dielectric Constant	ASTM D150	1kHz		2.6
Flammability	UL94	1.5mm	Class	HB
Chemical Resistant				
Item			Class	
Weak Acid (pH3-6)			Good	
Strong Acid (pH<3)			Poor	
Weak Bases pH (8-10)			Good	
Strong Bases (pH >10)			Poor	
Deionized Water			Good	
Alcohol			Good	
Ketone			Poor	
Petroleum Fuels			Good	
Ester			Good	

Grade Classification: excellent, good, fair, poor

[1] The properties of the colouring compounds may differ from the above values.

[2] Typical values are laboratory average data and are provided for reference only. They are not to be considered as product standards.

Recommended Printing Parameters

Parameters		Range	
Nozzle Print Temp.		230-240°C	
	Zonal Temperature	230-240°C	50- 100mm/s
		240-260°C	100-200mm/s
Print Platform Temp.		60-70°C	
Print Platform Material		Soft Magnetic Sheet	
Print Platform Treatment		No Requirements	
Cool Fan		100%	
Raft Distance		0.4-0.6	
Retraction Distance		5mm	
Retraction Speed		50mm/s	
Room Temp.		Room Temperature	
Support Material		PVA	
Drying Temp.		50°C	

The above values are for printer reference only, and can be adjusted according to different models, different models and product requirements.

Safety and Handling Precautions

A Material Safety Data Sheet (SDS) for this product is available from your local Sunlu office. The SDS provides customers with information on material handling, safety and disposal, as well as the requirements of applicable local health and safety regulations. The following are general precautions and apply only to the resins supplied. The various additives and processing aids used in plastics moulding and other materials used in secondary processes have their own safety requirements and must be understood separately.

This product has extremely low toxicity, and under normal conditions of use, there are no particular issues with inhalation, eye contact, or skin contact. However, care must be taken when handling, storing, using or disposing of these resins. Workplace should be kept clean to avoid dust accumulation. Contact with molten resins during processing operations should be minimized. Plastic resin products generate dust and gases during the manufacturing process. Dust generated during operations such as sawing, filing and sanding of printed parts may irritate the eyes and upper respiratory tract. In dusty manufacturing environments, it is recommended that operators use respirators or masks approved

by the appropriate authorities.

The print processing area should be well ventilated as required by proper operating procedures. When plastics are processed above the melting temperature, fumes containing decomposing substances are released and may be irritating. In most cases, good general ventilation equipment is sufficient. Local extract ventilation should be used when necessary.

When there is a risk of eye injury from airborne particles during work, protective goggles should be worn. If necessary, wear insulated gloves for protection when handling the resin.

The product may yellow under the action of ultraviolet light, so it should be stored away from direct sunlight.

Users are advised to investigate the final use of their product beforehand to ensure the correct use of Sunlu products. To prevent misuse or incorrect use of Sunlu products, it is advisable to contact the Sunlu R&D department or the marketing department.

Note: Due to variations in usage conditions and applicable laws by location and time, customers are responsible for determining whether the products and product information in this document are suitable for their use. Customers should ensure that their workspaces and handling methods comply with applicable laws and other government regulations. Sunlu assumes no responsibility or liability for the information in this document and does not provide any warranties. All implied warranties of merchantability or fitness for a particular purpose under this document are hereby expressly excluded.

PLA+

FEATURES	APPLICATIONS
PLA with high toughness. Multiple colors	3D Printing Ornaments, toys, decorations, figurines

Properties	ASTM	Test Condition	S.I. Units	Typical Values
Mechanical				
Tensile Strength	ASTM D638	50mm/min	MPa	53.4
Young's Modulus	ASTM D638	1mm/min	MPa	3170
Elongation at break	ASTM D638	50mm/min	%	20.3
Flexural Strength	ASTM D790	2mm/min	MPa	81.8
Flexural Modulus	ASTM D790	2mm/min	MPa	2740
IZOD Impact Notched	ISO180	4mm, 23 °C	KJ/m ²	19.8
Thermal				
Heat Deflection (HDT)	ASTM D648	0.45MPa	°C	53.8
Glass Transition(Tg)	ASTM D7426	10°C/min	°C	61
Melting Point	ASTM D7426	10°C/min	°C	164
@5%Decomposition Temp.	ASTM E2402	20°C/min	°C	≥375
Vicat Softening Temp.	ASTM D1525	5kg,50°C/h	°C	54
Mold Shrinkage	ASTM D955	23°C	%	0.1-0.3
Coefficient of Thermal Exp.	ASTM E831		μm(m°C)	101 × 10 ⁻⁶
Others				
Melt Flow Rate	ASTM D1238	190°C/2.16kg	g/10min	7.8
Density	ASTM D792	23°C	g/cm ³	1.21
Volume Resistivity	ASTM D257	-	ohm-cm	2.90E+15
Dielectric Constant	ASTM D150	1kHz		1.51
Flammability	UL94	1.5mm	Class	HB
Chemical Resistant				
Item			Class	
Weak Acid (pH3-6)			Good	
Strong Acid (pH<3)			Poor	
Weak Bases pH (8-10)			Good	
Strong Bases (pH >10)			Poor	
Deionized Water			Good	
Alcohol			Fair	
Ketone			Poor	
Petroleum Fuels			Good	
Ester			Good	

Grade Classification: excellent, good, fair, poor

[1] The properties of the colouring compounds may differ from the above values.

[2] Typical values are laboratory average data and are provided for reference only. They are not to be considered as product standards.

Recommended Printing Parameters

Parameters		Range	
Nozzle Print Temp.		205-215°C	
	Zonal Temperature	195-205°C	50- 100mm/s
		205-220°C	100-300mm/s
Print Platform Temp.		50-60°C	
Print Platform Material		Soft Magnetic Sheet	
Print Platform Treatment		No Requirements	
Cool Fan		100%	
Raft Distance		0.4-0.6	
Retraction Distance		5mm	
Retraction Speed		50mm/s	
Room Temp.		Room Temperature	
Support Material		PVA	
Drying Temp.		50°C	

The above values are for printer reference only, and can be adjusted according to different models, different models and product requirements.

Safety and Handling Precautions

A Material Safety Data Sheet (SDS) for this product is available from your local Sunlu office. The SDS provides customers with information on material handling, safety and disposal, as well as the requirements of applicable local health and safety regulations. The following are general precautions and apply only to the resins supplied. The various additives and processing aids used in plastics moulding and other materials used in secondary processes have their own safety requirements and must be understood separately.

This product has extremely low toxicity, and under normal conditions of use, there are no particular issues with inhalation, eye contact, or skin contact. However, care must be taken when handling, storing, using or disposing of these resins. Workplace should be kept clean to avoid dust accumulation. Contact with molten resins during processing operations should be minimized. Plastic resin products generate dust and gases during the manufacturing process. Dust generated during operations such as sawing, filing and sanding of printed parts may irritate the eyes and upper respiratory tract. In dusty manufacturing environments, it is recommended that operators use respirators or masks approved

by the appropriate authorities.

The print processing area should be well ventilated as required by proper operating procedures. When plastics are processed above the melting temperature, fumes containing decomposing substances are released and may be irritating. In most cases, good general ventilation equipment is sufficient. Local extract ventilation should be used when necessary.

When there is a risk of eye injury from airborne particles during work, protective goggles should be worn. If necessary, wear insulated gloves for protection when handling the resin.

The product may yellow under the action of ultraviolet light, so it should be stored away from direct sunlight.

Users are advised to investigate the final use of their product beforehand to ensure the correct use of Sunlu products. To prevent misuse or incorrect use of Sunlu products, it is advisable to contact the Sunlu R&D department or the marketing department.

Note: Due to variations in usage conditions and applicable laws by location and time, customers are responsible for determining whether the products and product information in this document are suitable for their use. Customers should ensure that their workspaces and handling methods comply with applicable laws and other government regulations. Sunlu assumes no responsibility or liability for the information in this document and does not provide any warranties. All implied warranties of merchantability or fitness for a particular purpose under this document are hereby expressly excluded.

RINCIAN BIAYA

NO	Alat dan Bahan	Harga
1	Cat Spray	Rp. 25.000
2	Filamen PETG (50 Meter)	Rp. 50.000
3	Filamen PLA+ (50 Meter)	Rp. 50.000
4	Cover Handle Original (Marketplace)	Rp. 250.000
5	Vendor (Penentuan Material)	Rp. 150.000
TOTAL		Rp. 525.000

Desain dan Sistem Pemasangan

8 jawaban

