

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Dadi Satrio Wibowo
No. Mahasiswa : 15525022
NIRM : 2015020471

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

2022

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**MODIFIKASI *DIFFUSER* MOBIL *CITY CAR*
MENGUNAKAN METODE *REVERSE ENGINEERING***

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Dadi Satrio Wibowo

No. Mahasiswa : 15525022

NIRM : 2015020471

Yogyakarta, 15 Maret 2022

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

MODIFIKASI *DIFFUSER* MOBIL *CITYCAR*

MENGGUNAKAN METODE *REVERSE ENGINEERING*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Dadi Satrio Wibowo
No. Mahasiswa : 15525022
NIRM : 2015020471

Tim Penguji

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

Ketua



Tanggal : 25 Maret 2022

Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M.

Anggota I



Tanggal : 7 April 2022

Dr. Eng. Ir. Risdiyono, S.T., M.Eng.

Anggota II



Tanggal : 25 Maret 2022

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Risdiyono, S.T., M.Eng.



Pernyataan Orisinalitas Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, Dadi Satrio Wibowo, menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**MODIFIKASI *DIFFUSER* MOBIL *CITY CAR* MENGGUNAKAN METODE *REVERSE ENGINEERING***“ adalah hasil tulis saya sendiri. Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan, pendapat atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis lainnya.

Yogyakarta, 15 Maret 2022



Dadi Satrio Wibowo

15525022

HALAMAN MOTTO

“Sebaik-baiknya manusia adalah yang paling bermanfaat bagi sesama manusia”

[HR. Thabrani dalam Al-Ausath]

“Allah SWT tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

[Q.S. Al-Baqarah : 286]

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan,
Sesungguhnya Bersama kesulitan itu ada kemudahan”

[Q.S. Al-Insyirah : 5-6]

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmupengetahuan beberapa derajat”

[Q.s. al-Mujadalah : 11]

“Tuntutlah ilmu mulai dari buaian hingga liang lahat”

[HR.Bukhori]

“Wahai tuhanku, ampunilah aku dan kedua orang tuaku Ibu dan Bapakku, dan sayangilah mereka seperti mereka menyayangiku diwaktu kecil”

[Doa kedua orang tua]

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan mengucapkan alhamduillah, segala puji dan syukur terlimpah bagi Allah SWT, atas berkat rahmat dan ridho-Nya maka penulisan ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam tercurah kepada Rasulullah SAW sebagai pembawa rahmat di muka bumi.

Tugas Akhir dengan judul “**MODIFIKASI *DIFFUSER* MOBIL *CITY CAR* MENGGUNAKAN METODE *REVERSE ENGINEERING*” dibuat sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.**

Dengan segenap ketulusan hati, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT dan junjungan Nabi Muhammad SAW.
2. Ibuku dan Bapakku tercinta, serta Kakakku dan Adikku atas perhatian, kasih sayang, dan dukungannya selama ini semoga Allah SWT membalas semuanya dan mempermudah segala urusannya.
3. Bapak Risdiyono. S.T., M.Eng.,Ph.D. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin,.
4. Bapak Rahmat Riza. S.T., M.Sc.ME. Selaku Dosen Pembimbing I tugas akhir.
5. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir.
6. Semua Dosen jurusan Teknik Mesin FTI UII yang telah mendidik dan membagikan ilmunya sehingga penulis dapat menyelesaikan bangku kuliah.
7. Mas Fariz Alfian selaku laboran laboratorium Mekatronika.
8. Mas Adi selaku laboran laboratorium Proses Produksi.
9. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Lampung, Sahabat, Kerabat, dan Keluarga Besar Teknik Mesin yang menjadi tempat bertukar pikiran, pandangan dan pengalaman serta saling membantu dalam kebaikan.
10. Pak Sukirno dan Bu Umi sebagai Admin Teknik Mesin FTI UII. Yang telah membantu dalam mengurus administrasi maupun keperluan penulis.

11. Semua pihak yang telah membantu penulis, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu namanya.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak lepas dari kekurangan dan keterbatasan. Penulis mohon maaf dengan ketulusan hati seandainya dalam penulisan laporan tugas akhir ini terdapat kekeliruan. Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat ataupun memberi sedikit ilmu pengetahuan dan dapat berguna kepada pihak-pihak yang berkepentingan dan yang membutuhkan.

Yogyakarta, 15 Maret 2022



Dadi Satrio Wibowo

NIM 15525022

ABSTRAK

Konsep *reverse engineering* di industri merupakan suatu langkah meniru produk yang sudah ada (dari produsen lain) sebagai dasar untuk merancang produk baru yang sejenis, dengan merubah desain dan meningkatkan keunggulan produk dari para pendahulunya. *Reverse Engineering* dilakukan dengan proses *Scanning* produk menggunakan *3D scanner*, kemudian memodelkannya ulang dengan menggunakan *software* desain seperti *Autodesk Fusion 360*. Salah satu penerapan konsep *reverse engineering* adalah pembuatan *part diffuser* belakang mobil. *Rear diffuser city car* merupakan sebuah *part* penambah aksesoris kendaraan yang diletakan pada bagian bawah bumper mobil belakang, *diffuser* ini bertujuan hanya untuk mempercantik tampilan eksterior mobil saja. Desain dibuat menjadi empat alternatif desain dan dipilih satu yang paling sesuai dengan keinginan pasar. Desain *diffuser* yang sudah ditentukan dicetak dengan *material PLA+* pada mesin *3D Printing*. Hasilnya *modelling rear diffuser* yang dirancang berhasil dilakukan dan terpasang pada mobil Kia Rio dengan hasil produk *3D Print* 1:1 menggunakan proses segmentasi dan digabungkan menjadi satu bagian serta untuk hasil *3D print* 1:2 telah tereksekusi dengan baik.

Kata Kunci: *Reverse Engineering, 3D scanning, Modelling, Rear Diffuser, City Car, 3D Printing*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Motto	iv
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	v
Abstrak	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Notasi	xii
Bab 1 Pendahuluan	13
1.1 Latar Belakang	13
1.2 Rumusan Masalah	13
1.3 Batasan Masalah	14
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	14
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	14
1.6 Sistematika Penulisan	15
Bab 2 Tinjauan Pustaka	16
2.1 Kajian Pustaka	16
2.2 Dasar Teori	16
2.2.1 Desain	16
2.2.2 Perancangan dan Pengembangan Produk	17
2.2.3 Estetika dan Fungsionalitas	17
2.2.4 <i>Reverse Engineering</i>	18
2.2.5 <i>3D Scanning</i>	20
Bab 3 Metode Penelitian	21
3.1 Alur Penelitian	21
3.2 Proses Perancangan	21
3.2.1 Kriteria Desain	21
3.2.2 <i>3D Scanning</i>	22

3.2.3	Perancangan Desain.....	23
3.2.4	<i>Redrawing</i>	23
3.3	Peralatan dan Bahan.....	24
3.3.1	<i>Laser Scanner 3D Systems Sense 2 Cubify</i>	24
3.3.2	<i>3D Print</i>	25
3.3.3	Laptop.....	26
3.3.4	<i>Software Autodesk Fusion 360</i>	27
3.3.5	<i>Analisis Zebra Autodesk Fusion 360</i>	27
3.3.6	<i>Analisis Air Flow Simulation SolidWork</i>	28
Bab 4	Hasil dan Pembahasan.....	29
4.1	Hasil Perancangan <i>Diffuser</i> Belakang <i>City Car</i>	29
4.1.1	Observasi Produk.....	29
4.1.2	Proses <i>Scanning</i> dengan Menggunakan <i>3D Scan</i>	30
4.1.3	Proses <i>Redrawing</i> pada <i>Fusion 360</i>	31
4.2	Hasil Perancangan.....	32
4.3	Hasil <i>Survei</i>	34
4.4	Analisis dan Pembahasan.....	35
4.4.1	<i>Analisis Zebra</i>	35
4.4.2	<i>Air Flow Simulation SolidWork</i>	36
4.5	<i>Modelling</i>	38
4.5.1	Hasil <i>3D Print Creality Ender 6 (1:2)</i>	38
4.5.2	Hasil <i>3D Print Creality Ender 6 (1:1)</i>	40
4.6	Eksekusi <i>Diffuser 3D Print</i> Pada Mobil Kia Rio.....	42
Bab 5	Penutup.....	43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	43
	Daftar Pustaka.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Spesifikasi <i>3D Scan Sense 2 Cubify</i>	25
Tabel 2 Spesifikasi Mesin <i>3D Print</i>	25
Tabel 3 Spesifikasi Mesin <i>3D Print</i>	26
Tabel 4 Spesifikasi Laptop	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2.1 <i>3D Scanning</i>	20
Gambar 3.1.1 Alur Perancangan.....	21
Gambar 3.2.1 <i>3D Systems SENSE 2</i>	22
Gambar 3.2.2 Proses <i>3D Scanning</i>	22
Gambar 3.2.3 Proses <i>Scale</i>	23
Gambar 3.2.4 Proses <i>Redrawing</i>	24
Gambar 3.3.1 <i>Autodesk Fusion 360 (www.autodesk.com)</i>	27
Gambar 3.3.2 <i>Zebra Analysis (www.autodesk.com)</i>	27
Gambar 3.3.3 <i>SolidWork (www.solidwork.com)</i>	28
Gambar 4.1.1 <i>Diffuser Original</i>	29
Gambar 4.1.2 <i>Scan Produk</i>	30
Gambar 4.1.3 Hasil <i>Scanning</i>	30
Gambar 4.1.4 Proses <i>Redrawing</i>	31
Gambar 4.2.1 <i>Diffuser original</i>	32
Gambar 4.2.2 Modifikasi <i>Sporty</i>	32
Gambar 4.2.3 Modifikasi <i>Luxury</i>	33
Gambar 4.3.1 Hasil Responden	34
Gambar 4.4.1 Analisis Zebra <i>Diffuser Original</i>	35
Gambar 4.4.2 Analisis Zebra <i>Diffuser Modifikasi</i>	35
Gambar 4.4.3 <i>Air Flow Simulation Original</i>	36
Gambar 4.4.4 <i>Air Flow Simulation Modifikasi</i>	37
Gambar 4.5.1 Mesin <i>Creality Ender 6</i>	39
Gambar 4.5.2 Optimasi <i>Support</i>	40
Gambar 4.5.3 Segmentasi <i>3 Part</i>	41
Gambar 4.6.1 Pemasangan <i>Diffuser</i>	42
Gambar 4.6.2 Tes Jalan	42

DAFTAR NOTASI

I	= Impuls (kg m/s)
Δp	= Momentum (kg m/s)
F	= Gaya (N)
M	= Massa (kg)
σ	= Tegangan
p	= Tekanan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan *rear diffuser* mobil digunakan di beberapa perusahaan otomotif, terutama diajang balap sering dimanfaatkan sebagai *part* penambah aerodinamika sebuah mobil dan pada mobil yang di produksi *massal*, banyak digunakan sebagai penambah aksesoris atau untuk kegunaan estetika. Salah satu metode yang dapat membantu membuat sebuah produk baru berdasarkan dengan produk yang sudah ada sebelumnya adalah metode *reverse engineering*. Mobil yang diproduksi *massal* terutama *City Car* banyak menggunakan *rear diffuser* sebagai penambah aksesoris, yaitu untuk mempercantik tampilan *eksterior* mobil saja tetapi, *rear diffuser* ini pun masih merupakan produk *massal* sehingga belum memberikan karakteristik individu.

Penelitian ini dilakukan berdasarkan permasalahan yang telah dibahas diatas untuk membuat *rear diffuser* mobil *city car*. Dalam pembuatan produk baru terdapat dua jenis metode dasar yaitu *forward engineering* dan *reverse engineering*. Untuk mengembangkan produk yang telah tersedia dipasaran dan digunakan oleh orang banyak, metode *reverse engineering* dapat menjadi metode yang tepat untuk digunakan. Hal ini disebabkan *reverse engineering* sangat membantu dalam hal memperbaiki atau memodifikasi produk yang sudah ada serta menghabiskan waktu yang relatif lebih cepat dalam proses modifikasinya

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, rumusan masalah yang diteliti ialah:

1. Bagaimana cara memodifikasi *diffuser* mobil *city car* yang sudah ada dengan proses (*Scanning, Designing, Analysis, Modelling*).
2. Bagaimana memodifikasi *diffuser* untuk mobil *city car* dengan menggunakan metode *reverse engineering* dan melakukan permodelan menggunakan *3D Print*.

3. Bagaimana melakukan simulasi analisis terhadap desain *diffuser* mobil *city car* dengan menggunakan *Software*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah diberikan agar penelitian ini menjadi lebih fokus dan maksimal. Batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya difokuskan untuk membuat *diffuser* mobil *city car*.
2. Hanya membahas perubahan *part diffuser* belakang mobil,
3. Gambar dasar yang digunakan sebagai parameter proses perancangan *diffuser* mobil pada penelitian ini diperoleh dari proses *3D scanning* dari komponen yang ada dijual dipasar,
4. Produk yang dihasilkan berupa *modelling*,
5. *Modelling* dibuat menggunakan *3D Print* dengan menggunakan *material PLA*

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

1. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat *Modelling diffuser* modifikasi mobil yang sesuai dengan estetika.
2. Membuat *modelling* produk dengan menggunakan proses *3D Printing* dengan bahan *PLA*.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat dari penelitian atau perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui proses modifikasi komponen otomotif khususnya *part diffuser* untuk mobil perkotaan yang menambah nilai estetika tanpa mengurangi kinerja, kegunaan dan fungsionalitas,
2. Dapat mengetahui penggunaan metode *reverse engineering* dalam pembuatan produk baru,
3. Perancangan ini dapat digunakan sebagai referensi pengembangan produk oleh produsen *aftermarket diffuser* mobil.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini diuraikan kedalam lima bab yang disusun berurutan untuk mempermudah dalam pembahasannya.

1. Bab 1 Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

2. Bab 2 Tinjauan Pustaka

Berisi tentang kajian pustaka dan menjelaskan dasar teori yang yang digunakan dalam penelitian dan perancangan yang dilakukan.

3. Bab 3 Metode Penelitian

Berisi tentang langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian dan metode penelitian yang digunakan.

4. Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Berisi tentang hasil dan pembahasan berdasarkan penelitian dan perancangan yang telah dilakukan.

5. Bab 5 Penutup

Berisi tentang kesimpulan dari pembahasan yang dilakukan serta saransaran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Menurut UU No. 18 Tahun 2002, inovasi merupakan kegiatan penelitian, pengembangan, atau perekayasaan yang bertujuan mengembangkan penerapan praktis nilai dan konteks ilmu pengetahuan yang baru, atau cara baru untuk menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah ada ke dalam produk atau proses produksi. Hasil dari penelitian ini, inovasi yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode *reverse engineering* dalam pembuatan suatu produk.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Desain

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

Tinjauan desain merupakan suatu ilmu untuk mencermati, mengamati dan mengkritisi suatu fenomena yang terjadi pada suatu desain (karya desain, falsafah, strategi desain, sejarah desain, teori-teori tentang desain, metode desain, nilai estika atau perubahan gaya hidup) maupun hal-hal lain yang berkaitan dengan dunia perancangan secara umum yang bersifat teraga (karya fisik) maupun tak teraga (konseptual) sehingga dampaknya luas pada masyarakat. Ilmu mengenai tinjauan desain belum berkembang secara baik dibandingkan dengan ilmu sejarah desain maupun metodologi desain. Namun secara historis, tinjauan desain yang dipaparkan oleh Pevsner dan Adolf Loose merupakan suatu rintisan yang memaparkan desain dalam kajian kritis pada awal abad ke 20 (Sachari & Sunarya, 2000).

2.2.2 Perancangan dan Pengembangan Produk

Produk merupakan suatu keluaran (*out put*) yang diperoleh dari sebuah proses produksi (transformasi) dan penambahan nilai yang dilakukan terhadap bahan baku (*material input*) (Gunawa, 2012). Sedangkan pengertian dari produksi adalah semua kegiatan yang termasuk dalam proses menciptakan dan menambah kegunaan suatu barang atau jasa.

Perancangan dan pengembangan produk merupakan serangkaian aktivitas yang dimulai dari analisis persepsi dan peluang pasar, kemudian diakhiri dengan tahap produksi, penjualan dan pengiriman produk. Perancangan dan pengembangan produk juga dapat diartikan sebagai urutan langkah atau kegiatan dimana suatu perusahaan berusaha untuk menyusun, merancang dan mengkomersilkan suatu produk.

Dalam produk tersebut tidak terbatas mengenai produk yang bersifat fisik tetapi juga produk yang tidak bersifat fisik yaitu jasa (LKN, 2006). Dalam perancangan dan pengembangan produk, desain baru dapat dianggap sebagai pengembangan barang yang pada inti dasarnya sama dengan produk yang telah berada pada pasaran akan tetapi kualitasnya menjadi lebih baik. Beberapa karakteristik perancangan yang dapat digunakan sebagai acuan jika melakukan proses perancangan yaitu memiliki orientasi terhadap tujuan, mempunyai anggapan bahwa terdapat sekumpulan solusi yang mungkin jumlahnya tidak terbatas akan tetapi pada akhirnya dapat memilih salah satu ide yang dapat diambil dan yang mempunyai batasan.

2.2.3 Estetika dan Fungsionalitas

Pengertian estetika (*aesthetic*) adalah suatu bidang ilmu yang mempelajari dan membahas tentang keindahan, bagaimana suatu keindahan dapat terbentuk, dan juga bagaimana keindahan tersebut disadari dan dirasakan oleh manusia. Sedangkan secara etimologis, istilah estetika berasal dari bahasa Latin "*aestheticus*" atau bahasa Yunani "*aestheticos*" yang berarti merasa atau hal yang dapat dicerap oleh panca indera manusia. Secara singkat dapat dikatakan bahwa estetika sangat berkaitan dengan perasaan manusia, khususnya perasaan yang

indah atau perasaan positif. Keindahan yang dimaksud bukan hanya sesuatu yang bisa dilihat bentuknya, tapi juga makna atau arti yang terkandung di dalamnya.

Tak sekedar bentuk, hal paling penting yang perlu diperhatikan dalam mendesain sebuah diffuser mobil belakang adalah aerodinamika. Nilai *coefficient of drag* (C_d) menjadi hal yang sangat diperhatikan dalam mendesain sebuah diffuser mobil belakang. Secara singkat *coefficient of drag* adalah nilai hambatan sebuah benda dalam membelah aliran udara. Jadi semakin kecil angka *coefficient of drag* sebuah benda, semakin mudah pula benda itu untuk membelah aliran udara atau dapat juga diartikan semakin kecil nilai C_d sebuah benda, semakin aerodinamis pula benda tersebut.

Terdapat tiga faktor yang menentukan nilai *coefficient of drag*. Pertama adalah desain benda, pergerakan udara, dan karakteristik udara. Dalam kaitannya dengan *diffuser* mobil belakang, maka pembahasan dipersempit hanya pada faktor desain benda saja. Desain *diffuser* sangat mempengaruhi nilai C_d karena menentukan seberapa luas bidang yang akan menabrak langsung aliran udara. Pada prinsip dasarnya, semakin besar luas *area* yang menabrak aliran udara (*frontal area*) akan semakin menghambat aliran udara yang berdampak pada nilai C_d yang semakin besar.

2.2.4 ***Reverse Engineering***

Engineering atau rekayasa merupakan proses merancang, membuat, merakit, dan memelihara produk dan sistem. Ada dua jenis metode: rekayasa langsung (*forward engineering*) dan rekayasa balik (*reverse engineering*). Rekayasa lanjutan / *forward engineering* adalah proses tradisional untuk berpindah dari desain abstrak dan logis tingkat tinggi ke implementasi fisik suatu sistem. Dalam beberapa situasi, mungkin ada bagian / produk fisik yang tidak ditentukan seperti gambar, BOM, atau data teknis. Proses menduplikasi bagian, *subassembly*, atau produk yang ada tanpa menggunakan gambar, dokumen, atau model komputer inilah yang disebut dengan *reverse engineering*. *Reverse engineering* juga didefinisikan sebagai proses mendapatkan *model CAD* geometris dari titik 3D yang diperoleh dengan memindai / mendigitalkan bagian / produk yang ada.

Reverse engineering banyak digunakan saat ini dalam berbagai aplikasi seperti manufaktur, desain industri, desain perhiasan, dan kloning. Misalnya, ketika mobil baru memasuki pasar, pabrikan pesaing dapat membelinya, membongkarnya, dan mempelajari cara kerjanya. (Raja & Fernandes, 2008)

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*. Proses ini dapat diulang. (Anwer & Mathieu, 2016)

2.2.4.1 Product Digitization

Product Digitization atau digitalisasi produk mengacu pada fase digitalisasi produk fisik menggunakan perangkat bantu pengukuran dan pemindaian. Hal ini dapat diperluas untuk mencakup semua proses lain yang dapat mendefinisikan produk *virtual* seperti simulasi mekanik, simulasi proses manufaktur serta bentuk dan optimasi topologi. Dengan demikian, proses *Reverse Engineering* tidak hanya fokus pada rekonstruksi dari pengukuran, akan tetapi pada integrasi sifat material, proses manufaktur dan variabilitas yang melekat (Anwer & Mathieu, 2016).

2.2.4.2 Shape Reconstruction

Shape Reconstruction atau rekonstruksi bentuk adalah fase menentukan permukaan yang mendekati bentuk yang tidak diketahui dari objek yang digunakan. Hal ini dapat terjadi karena banyak permukaan yang mendekati bagian asli objek yang diambil. Selain itu, *set point* dapat dikarakterkan dengan kepadatan variabel serta kebisingan karena proses akuisisi. Tantangan utamanya adalah untuk menjamin bahwa topologi permukaan asli tetap dipertahankan, akan tetapi fitur tajam dan batas permukaan direproduksi secara akurat pada permukaan objek yang direkonstruksi (Anwer & Mathieu, 2016).

2.2.4.3 Pemodelan 3D CAD

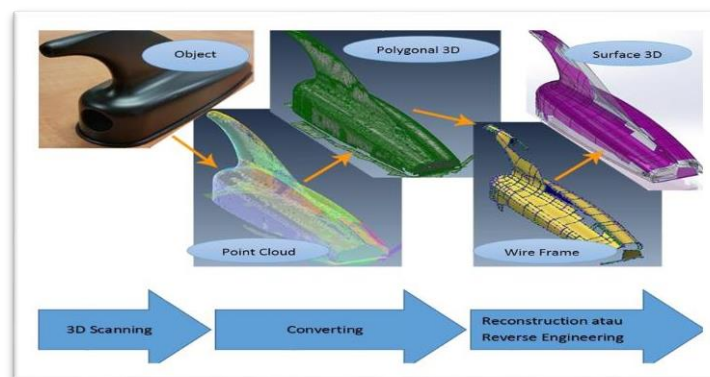
Fase ini merupakan langkah terakhir untuk membuat model produk padat menggunakan *Boundary Representation (B-Rep)* atau fitur yang berdasarkan 14 parametrik untuk menambahkan tambahan desain melalui fitur geometrik, parameter dan batasan (Anwer & Mathieu, 2016).

2.2.5 3D Scanning

Proses ini adalah proses mengumpulkan data permukaan dan bentuk objek kemudian ditampilkan dalam bentuk 3 dimensi. Dalam proses *3D scanning* dibutuhkan alat yang dikenal dengan sebutan *3D Laser Scanner*. Alat ini bekerja dengan mengambil data berupa titik-titik (*point cloud*) yang merupakan titik koordinat dari objek yang nyata.

Struktur alat *3D Laser Scanner* mirip dengan kamera, memiliki sudut pandang conus (kerucut tiga dimensi). Alat ini juga mengumpulkan data dari permukaan objek yang terdapat di depannya. Perbedaan kamera dengan *3D Laser Scanner* adalah, kamera mengumpulkan informasi permukaan seperti warna dan insensitas cahaya. Sedangkan pada *3D Laser Scanner*, informasi yang dikumpulkan berupa jarak dari depan *scanner* sampai ke permukaan objek yang diamati.

Prinsip perangkat *3D Scanning* mirip dengan kamera pada umumnya yaitu banyak gambar digabungkan untuk membuat bentuk *3D* yang *virtual*. Dalam pembuatan gambar *3D*, tiga teknologi utama yang digunakan adalah *photogrammetry*, *stereo vision*, dan *fringe projection* (Haleem & Javaid, 2018).



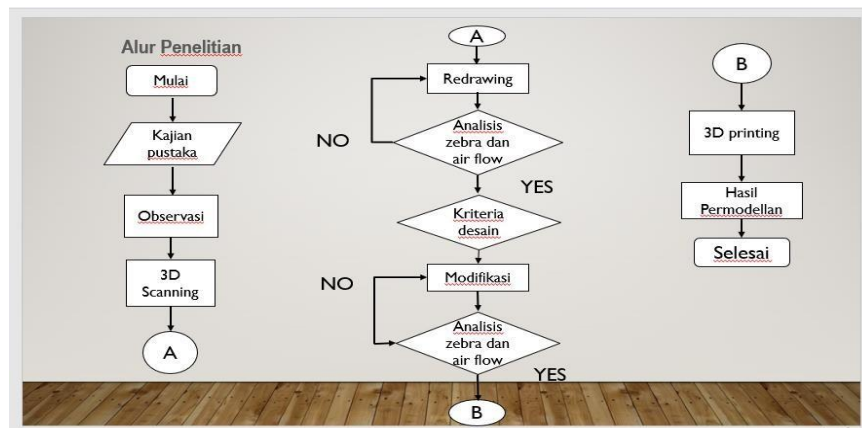
Gambar 2.2.1 3D Scanning

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Pada penelitian tugas akhir ini memiliki beberapa tahapan proses yang dilakukan. Dalam mempermudah penelitian dan penyusunan laporan yang lebih teratur, maka dibuat alur penelitian seperti gambar berikut :



Gambar 3.1.1 Alur Perancangan

3.2 Proses Perancangan

Proses perancangan *diffuser* mobil belakang terbagi dalam beberapa tahap. Tahapan tersebut adalah melakukan observasi, *3D Scanning*, menentukan kriteria desain, *re-design diffuser* mobil menggunakan *software Autodesk Fusion 360*,

3.2.1 Kriteria Desain

Kriteria desain harus memiliki fungsionalitas dan estetika yang sesuai dengan keinginan *market*, yaitu desain yang secara *visual* enak dilihat, Kriteria desain yang ditentukan berdasarkan fungsi tersebut adalah:

1. Memberikan karakter/*individual* untuk produk *massal*
2. Tidak mengurangi fungsi utama dan kegunaan dari produk
3. Mempertahankan performa/fungsi dari produk

3.2.2 3D Scanning

Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan data numerik yang diubah ke dalam gambar 3 dimensi yang sesuai dengan objek yang di-*scan*. Hasil dari *3D Scanning* dilakukan sebagai acuan dalam membuat desain baru. Proses *3D Scanning* dilakukan di Lab Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.



Gambar 3.2.1 3D Systems SENSE 2

Pada proses *scanning*, objek atau *diffuser* mobil diletakkan pada atas meja yang berwarna lebih gelap, tujuannya agar mempermudah *sensor* alat *3D scan* dalam membidik objek yang akan direkam dan untuk mempermudah operator dalam memutar objek (*diffuser* mobil belakang) selama proses *scanning* berjalan. Proses *3D scanning* dilakukan beberapa kali karena hasil gambar yang didapatkan kurang sempurna.



Gambar 3.2.2 Proses 3D Scanning

Setelah proses *scanning*, kita dapat langsung melihat hasil *scan* yang telah dilakukan pada *software* bawaan dari *3D Systems SENSE 2*. Pada *software* tersebut juga kita dapat melakukan modifikasi ringan seperti *crop*, *trim*, *erase*. Kemudian kita modifikasi dan simpan *file* dalam *format stl*.

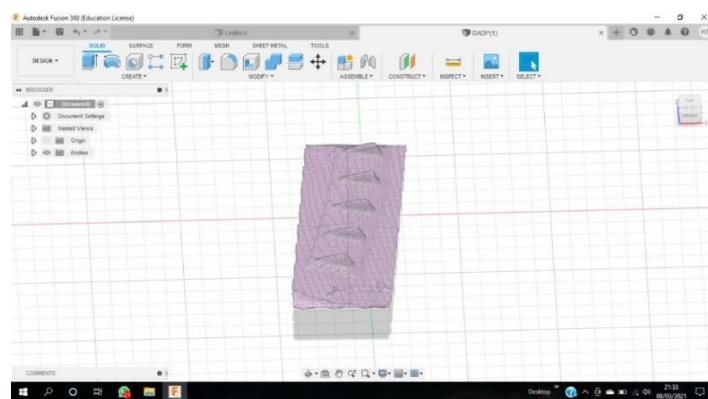
3.2.3 Perancangan Desain

Kriteria desain harus memiliki karakter tersendiri, salah satunya dengan melihat *market* yang paling banyak diminati yaitu konsep desain *sporty* atau *luxury*

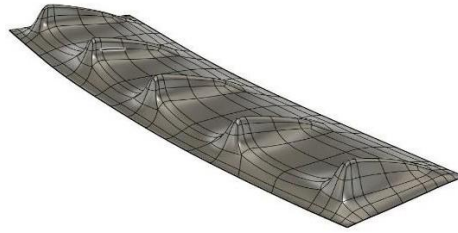
Pada tahapan ini, dilakukan pembuatan desain baru yang sesuai dengan gambar 3 dimensi hasil *scanning*. Dalam membuat desain baru, harus memiliki kriteria desain yang digunakan sebagai acuan. Dengan adanya acuan, pembuatan desain baru menjadi terarah.

3.2.4 Redrawing

Dalam penelitian ini *Redrawing* dilakukan menggunakan *software Autodesk Fusion 360* sebagai alat bantu. Hasil *scan* yang berupa *file .stl* atau *.obj* digunakan sebagai acuan dalam pembuatan desain baru. Tahapan pertama yaitu mengubah ukuran hasil *scan* menjadi seperti yang kita inginkan menggunakan *toolpath scale* yang terdapat pada *Workspace MODEL*. Seperti gambar 3.2.3 dibawah ini



Gambar 3.2.3 Proses Scale



Gambar 3.2.4 Proses Redrawing

Gambar 3.2.4. menunjukkan hasil *Redrawing part original* dari produk dengan melakukan pendesainan ulang di *software fusion 360. Workspace SCULPT* untuk membuat *model* baru yang berdasarkan pada desain hasil *scanning*. Pada langkah ini dapat membuat desain baru yang dapat dimodifikasi tetapi tetap berpatokan pada hasil *scanning*, *toolpath* yang digunakan adalah *faces*.

3.3 Peralatan dan Bahan

3.3.1 Laser Scanner 3D Systems Sense 2 Cubify

Merupakan salah satu alat *scan* yang banyak dijual dipasaran dengan harga yang terjangkau. *Sense* dibuat oleh perusahaan manufaktur bernama *Cubify*. Perusahaan ini membuat alat *scanner Sense* dengan dua model, yaitu *Sense 1* dan *Sense 2*. *3D Scan Sense 2* ini dapat melakukan *scan* terhadap objek dan dapat di simpan dengan *format file STL* sehingga dapat langsung dilakukan *modelling* terhadap objek yang di-*scan*. Alat ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1 Spesifikasi 3D Scan Sense 2 Cubify

Specification	Value
Supported operating systems	Windows 7® (32-bit or 64-bit) Windows 8® (32-bit or 64-bit)
Maximum power consumption	2.25 watts
Scan volume	Min: 0.2m x 0.2m x 0.2m Max: 3m x 3m x 3m
Dimensions	17.8cm x 12.9cm x 3.3cm
Operating range	Min: 0.35m Max: 3m
Field of view	Horizontal: 45° Vertical: 57.5° Diagonal: 69°
Hardware recommendations	<ul style="list-style-type: none"> • Intel Pentium or equivalent processor • RAM • Screen resolution • Color • Available hard disk space
Depth image size	240(w) x 320(h) px
Spatial x/y resolution @ 0.5m	0.9mm
Depth resolution @ 0.5m	1mm
Operating temperature	10°C - 40°C
Data interface	USB 2.0
Data format	16-bit
USB cable length	213cm
Maximal image throughput	30 fps
Color image size	240(w) x 320(h) px

3.3.2 3D Print

Mesin *3D Print* adalah mesin yang mampu membuat *file digital* menjadi benda 3 dimensi. Mesin ini memiliki konsep mencetak lapisan sampai terbentuk benda 3D-nya, ada berbagai macam bahan yang biasa digunakan dalam *3D print* seperti *filament ABS* dan resin cair. Spesifikasi mesin *3D print* yang digunakan dalam pembuatan *model* produk seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 2 Spesifikasi Mesin 3D Print

Type Mesin	<i>3D Print Creality R10-S5</i>
<i>Overall Dimensions Print Size: Height, Width, Length</i>	500 mm, 500 mm, 500mm
<i>Total Weight</i>	22.8 kg
<i>Printing Material</i>	PLA 1.75 mm
<i>Layer Thickness</i>	0.2-0.4 mm
<i>Control System</i>	WIN, XP, MAC, VISTA,LINUX
<i>Nozzle Diameter</i>	0.4 mm
<i>Nozzle Number</i>	<i>Single Nozzle</i>
<i>Power Input, Output</i>	<i>Input 110-220V, Output 12V, Power 270W</i>

Tabel 3 Spesifikasi Mesin 3D Print

<i>Type Mesin</i>	<i>3D Print Creality Ender 6</i>
<i>Overall Dimensions Print Size: Height, Width, Length</i>	250 mm, 250 mm, 400mm
<i>Total Weight</i>	22 kg
<i>Printing Material</i>	<i>PLA 1.75 mm</i>
<i>Layer Thickness</i>	0.1-0.4 mm
<i>Control System</i>	MAC, LINUX, WIN 7/8/10
<i>Nozzle Diameter</i>	0.4 mm
<i>Nozzle Number</i>	<i>Single Nozzle</i>

3.3.3 Laptop

Laptop merupakan salah satu alat yang digunakan pada proses penelitian ini karena, hampir semua pekerjaan dalam penelitian ini baik dari *backup data* maupun *modelling* menggunakan perangkat ini sebagai dasar desain setelah proses *scan* selesai. Perangkat keras yang digunakan untuk merancang adalah laptop dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 4 Spesifikasi Laptop

<i>Sistem operasi</i>	Windows 10
<i>Random Acces memory (RAM)</i>	<i>4GB</i>
<i>VGA</i>	RADEON
<i>CPU</i>	<i>AMD A10 Quad Core</i>
<i>System type</i>	<i>64-bit</i>

3.3.4 *Software Autodesk Fusion 360*

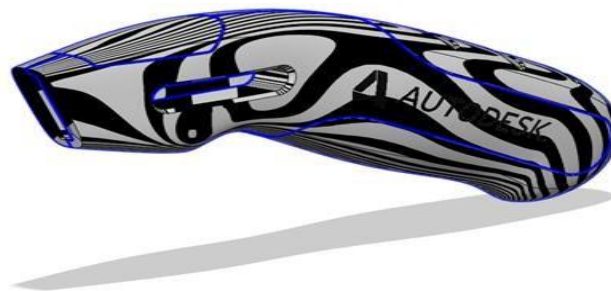


Gambar 3.3.1 Autodesk Fusion 360 (www.autodesk.com)

Autodesk Fusion 360 merupakan salah satu *software* keluaran perusahaan *Autodesk Inc.* Selama 30 tahun, *Autodesk* telah menjadi peran penting dalam hal desain dan kreasi. Perusahaan ini dimuai sebagai perusaahn *computer aided design (CAD)* yang berbasis *desktop* serta menjadi pemimpin dalam *software* desain 3D dan rekayasa *software*. Penggunaan *software* ini terdiri atas berbagai lintas manufaktur, arsitektur, bangunan, konstruksi dan media serta hiburan.

3.3.5 *Analisis Zebra Autodesk Fusion 360*

Analisis zebra bertujuan untuk mengetahui tingkat kerataan permukaan dari produk yang telah dirancang. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan *software fusion 360*. Pembacaan hasil analisis Zebra dengan menggunakan *software Autodesk Fusion* ini adalah dengan melihat garis-garis hitam putih (zebra). Apabila garis-garis menunjukkan garis yang sejajar dan tidak saling patah pada satu permukaan yang sama maka hasilnya dapat dikatakan sudah rata, tetapi apabila terdapat garis yang membentuk lingkaran maka hasil tersebut dapat diketahui tidak rata / berlubang, atau garis zebra yang saling patah maka dapat dikatakan permukaan tersebut tidak rata.



Gambar 3.3.2 Zebra Analysis (www.autodesk.com)

3.3.6 Analisis Air Flow Simulation SolidWork

Analisis *air flow simulation* dari produk hasil *modelling* dari produk tersebut dilakukan dengan menggunakan *software SolidWork*, dengan tujuan mengetahui apakah produk *modelling* mampu melewati aliran angin dengan baik. kondisi *riil* produk memberikan aliran udara sesuai dengan asumsi kecepatan yang telah ditentukan dan melihat hasil dengan mensimulasikan analisis yang dijalankan pada *software* tersebut. Hasil yang telah dibaca dapat dibandingkan antara hasil produk asli dengan produk modifikasi.



Gambar 3.3.3 SolidWork (www.solidwork.com)

BAB 4

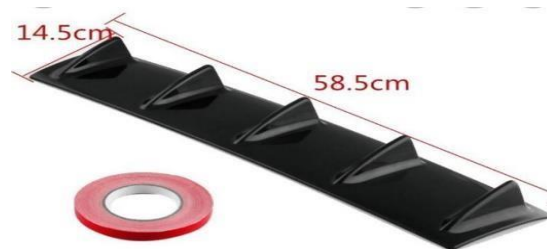
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan *Diffuser Belakang City Car*

Pada penelitian kali ini, beberapa desain baru dibuat sebagai pilihan untuk memilih desain mana yang paling sesuai dan layak. Dalam proses perancangan produk ini meliputi observasi produk dengan perbaikan produk, proses *scanning* produk dengan menggunakan 3D *scan* dan proses *modelling* dengan menggunakan *software Autodesk Fusion 360*.

4.1.1 Observasi Produk

Dalam observasi produk dapat diketahui dimensi dari produk yang dipilih yaitu p x l x t (580 x 140 x 85) mm, *material* asli dari produk yaitu ABS Plastik, warna produk hitam.

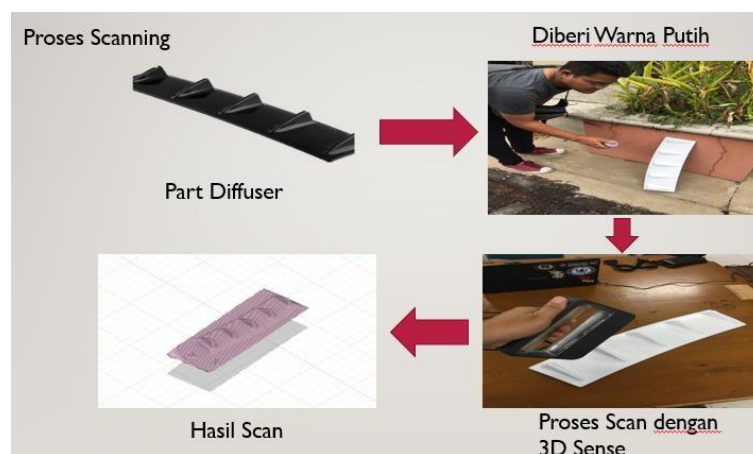


Gambar 4.1.1 *Diffuser Original*

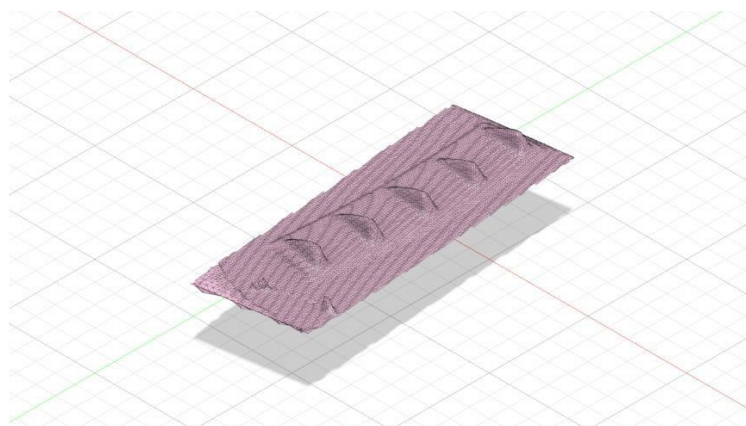
Diketahui sesuai spesifikasi dari alat *scanning* pengaruh warna terhadap hasil *scan* sangat berpengaruh terhadap hasil akhir, karena alat kurang mampu untuk melakukan *scan* warna-warna gelap sehingga dilakukan perbaikan terhadap warna dari produk yang semula hitam dilakukan perubahan menjadi putih dengan proses pengecatan agar dapat dilakukan *scan* dengan baik. Hasil produk setelah di cat adalah berwarna putih mutiara menggunakan *pylox* yang mudah ditemukan di toko-toko cat terdekat.

4.1.2 Proses *Scanning* dengan Menggunakan *3D Scan*

Proses *scanning* produk dilakukan dengan menggunakan alat *3D scan* dengan brand *3D Scan Sense*. *Scan* dilakukan pada jarak 400 mm – 2000 mm, pengaruh warna terhadap hasil *scan* yaitu apabila dilakukan proses *scan* untuk warna terang akan mudah terscan sebaliknya apabila warna gelap akan sulit untuk ter-*scan*, dan juga pengaruh intensitas cahaya pada proses *scanning*, proses *scanning* harus dilakukan pada ruangan yang memiliki intensitas cahaya yang cukup seperti gambar 4.1.2 dibawah ini menunjukkan proses *scan* produk.



Gambar 4.1.2 Scan Produk

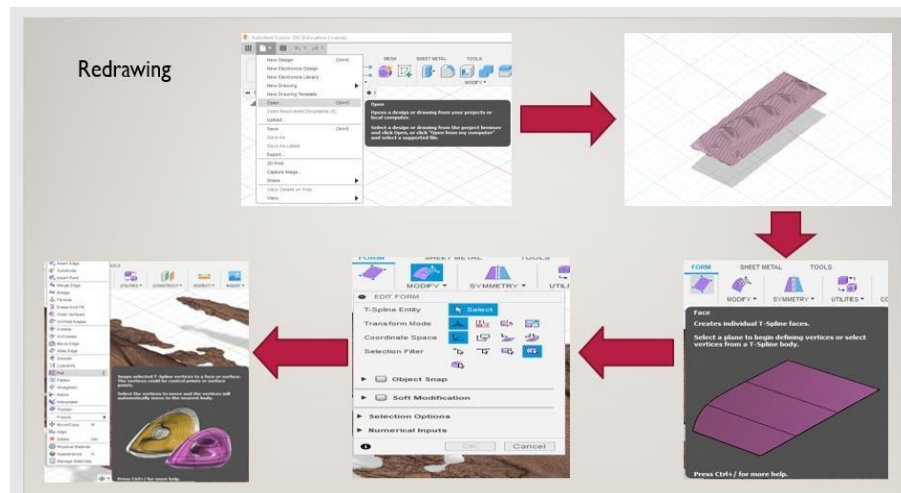


Gambar 4.1.3 Hasil Scanning

Pada gambar diatas menunjukkan hasil *scanning* pada *part diffuser* mobil, yang mana setelah melakukan proses tersebut kemudian *file* kita ubah ke *stl* guna melakukan pendesainan ulang di *software Autodesk Fusion 360*. *Part original* akan dimodifikasi sesuai dengan kriteria desain yang sudah di rancang.

4.1.3 Proses *Redrawing* pada *Fusion 360*

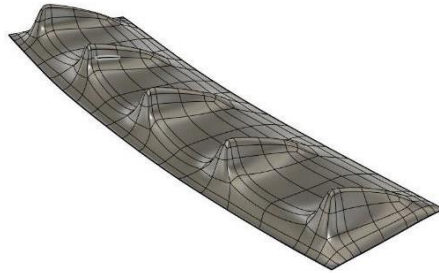
Pada tahap ini dilakukan proses *modelling* dimana hasil *3D Scan* yang sudah kita lakukan dimasukkan kedalam *software fusion 360*. Pengerjaan ini di mulai dengan memasukan *file* hasil *scan format STL* dengan cara *import file*, setelah itu selanjutnya melakukan proses *Reverse engineering* menggunakan *tools* bernama *form*, dari *tools* tersebut akan menghasilkan *surface*, dan lakukan cara itu hingga mengikuti *surface* dari hasil *scan* benda objek yang digunakan,



Gambar 4.1.4 Proses *Redrawing*

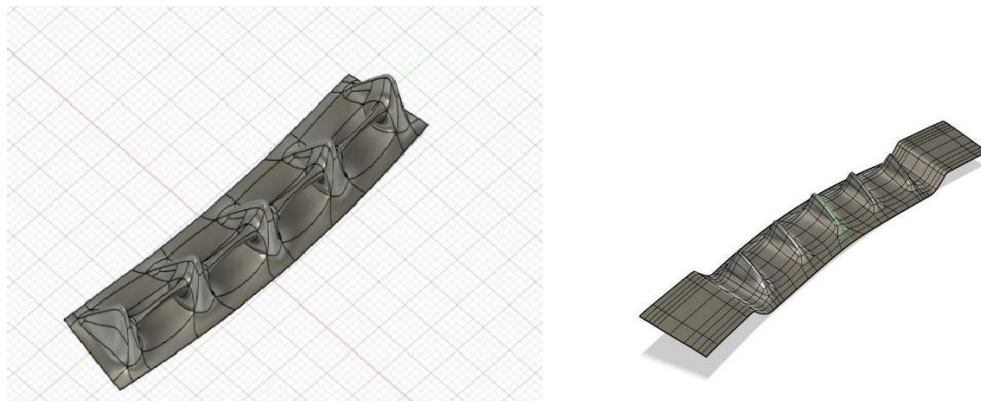
Pada gambar diatas menunjukkan proses pengerjaan *smart surface* dimana model dibuat ulang dengan mengikuti hasil *3D Scan*. Pada *redrawing* terdapat langkah yang harus diperhatikan pada proses *pull* atau “penarikan” *surface* baru untuk mengikuti pola hasil dari *3D Scan*. Kendala yang terjadi selama proses *surface pulling* adalah *surface* yang sangat *sensitive* terhadap sumbu x,y, dan z. oleh sebab itu, proses *surface pulling* harus tegak lurus atau sesuai dengan arah *surface* itu sendiri, apabila hal ini tidak diperhatikan *surface* baru yang dihasilkan akan bergelombang.

4.2 Hasil Perancangan



Gambar 4.2.1 *Diffuser original*

Konsep desain yang dirancang adalah pendesainan ulang produk *diffuser* belakang mobil *city car* kemudian setelah dilakukan pendesainan ulang dilakukan modifikasi terhadap desain asli. Desain *original* ini menganut pada *part original* yang beredar dipasar

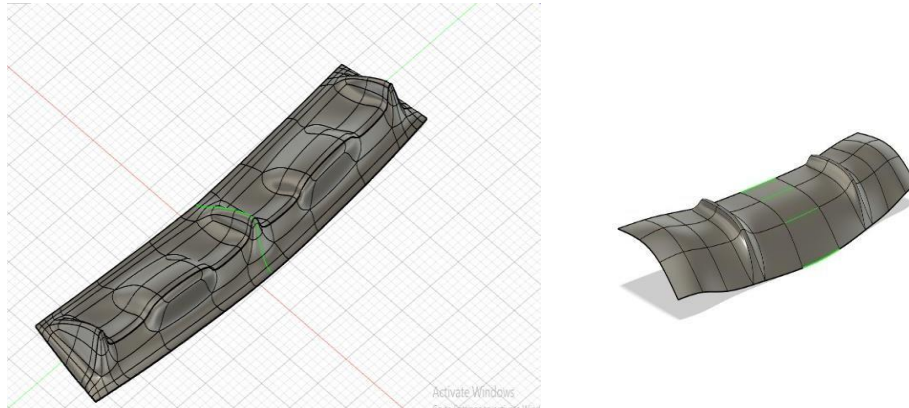


Gambar 4.2.2 *Modifikasi Sporty*

Sporty design bisa dikatakan cukup banyak disukai oleh segelintir kalangan pecinta otomotif, bilah dan lekukan tajam *diffuser* pada desain mobil harian pun kerap mengadopsi agar penampilan kian sporty. Tujuan *diffuser* dirancang lebih kepada keindahan desain estetika, artinya hanya untuk penambah aksesoris sebuah mobil. Namun, karena komponen ini semakin diminati oleh para pengendara mobil penumpang banyak produsen yang membuatnya sehingga cukup banyak *part diffuser* yang beredar di pasar saat ini.

Tak sekedar bentuk, hal paling penting yang perlu diperhatikan dalam mendesain sebuah *diffuser* mobil belakang adalah aerodinamika. Nilai *coefficient of drag* (C_d)

menjadi hal yang sangat diperhatikan dalam mendesain sebuah *diffuser* mobil belakang. Secara singkat *coefficient of drag* adalah nilai hambatan sebuah benda dalam membelah aliran udara. Jadi semakin kecil angka *coefficient of drag* sebuah benda, semakin mudah pula benda itu untuk membelah aliran udara atau dapat juga diartikan semakin kecil nilai *Cd* sebuah benda, semakin aerodinamis pula benda tersebut.



Gambar 4.2.3 Modifikasi *Luxury*

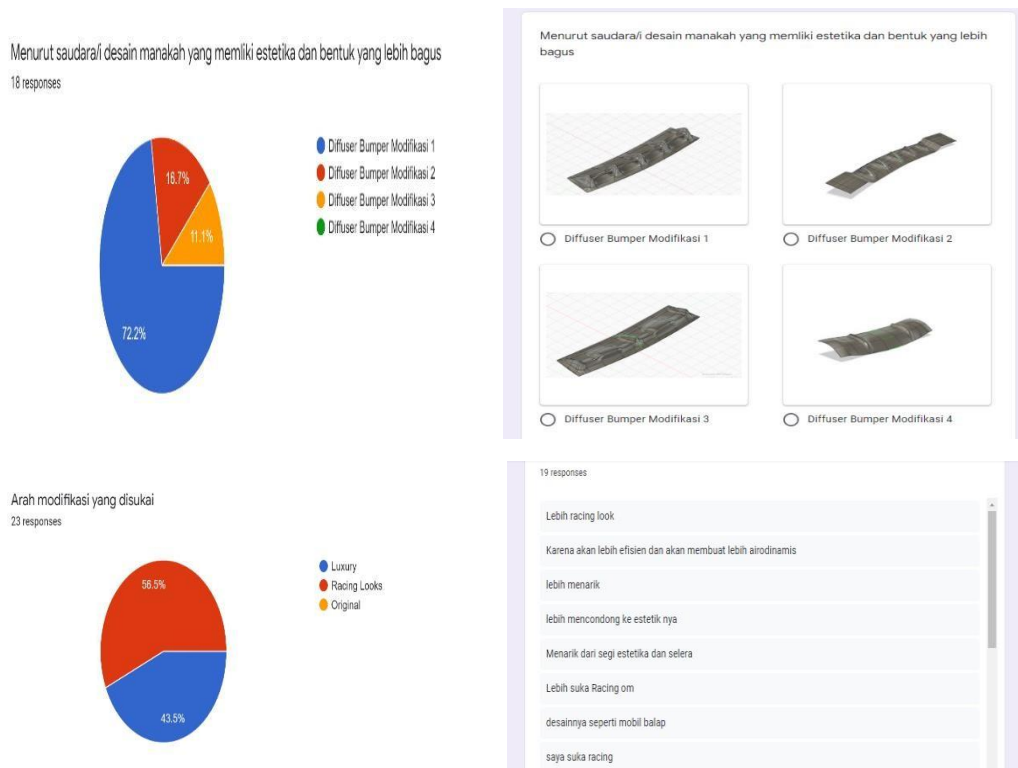
Luxury design bukan sekedar penggunaan barang-barang yang mahal atau mencolok pada bagian *part* kendaraan . Konsep utama yang ditonjolkan dari desain mewah ini adalah perpaduan yang menyeluruh dari setiap aspek yang ingin ditampilkan. Desain merupakan sesuatu yang berkenaan dengan selera atau preferensi,

Desain juga dapat terinspirasi dengan gaya klasik, *ultra-modern* atau bahkan minimalis kontemporer yang masing-masingnya memiliki karakteristik tersendiri pula. Oleh karena itu, detail aksesoris yang menonjolkan konsep desain tersebut sangat penting untuk di perhatikan. Desain *luxury* lebih mengarah kepada konsep dewasa atau biasa disebut konsep *mature* dimana sirip terlihat lebih bulat dengan lekukan yang cukup santai.

Beberapa contoh pabrikan otomotif yang menerapkan konsep *sporty* dan *luxury* antara lain : *Toyota* dengan *TRD-S* dan *GR-SPORT* kemudian ada dari *Honda* dengan *line up* tipe *RS* dan *TYPE-R* serta dari produsen Eropa pun turut andil dalam hal ini seperti *BMW* dengan *model luxury line* dan *Msport*

4.3 Hasil Survei

Dari hasil *survei* yang telah dilakukan pemilihan *diffuser city car* modifikasi tersebut dirasa cukup sebagai pemilihan konsep desain berdasarkan survei.



Gambar 4.3.1 Hasil Responden

Konsep yang saya berikan mengacu kepada tingkat minat responden yang mengarah ke desain yang *sporty* dan *luxury*, untuk konsep *sporty* memiliki lebih banyak lekukan dan sirip yang saling berkesinambungan. Disisi lain desain *luxury* lebih mengarah kepada konsep dewasa atau biasa disebut konsep *mature* dimana sirip terlihat lebih bulat dengan lekukan yang cukup santai.

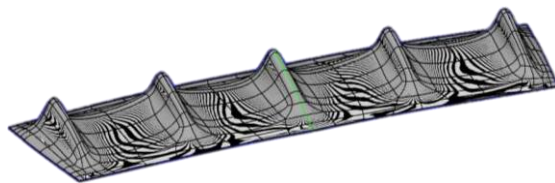
Setelah didapatkan konsep kemudian dilakukan proses perancangan, proses perancangan dilakukan dengan mengimpor hasil *scanning* berupa *file stl* ke dalam *software Autodesk Fusion 360*, hasil pemodelan dari hasil *scanning* tersebut berupa *modelling 3D* produk asli dan dilanjutkan ke proses modifikasi dari produk. Desain modifikasi yang dilakukan memberikan sebuah karakter individual secara keseluruhan sehingga tampilan produk berbeda dari yang lain.

4.4 Analisis dan Pembahasan

Dalam analisis dan pembahasan dilakukan pengujian/simulasi produk dengan menggunakan *software*, yaitu membandingkan simulasi dari produk asli dengan produk modifikasi. Tujuan dari membandingkan disini untuk mengetahui hasil modifikasi apakah lebih baik dari produk aslinya.

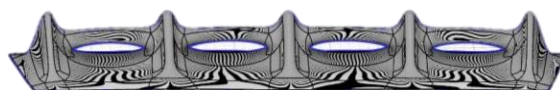
4.4.1 Analisis Zebra

Analisis ini dilakukan dengan menggunakan *software fusion 360*, fitur yang digunakan cukup mudah hanya dengan menggunakan fitur pada menu *inspect* kemudian pilih *zebra analysis*. Setelah didapatkan hasil zebra kemudian dianalisis sesuai dengan kerataan setiap *surface* yang terdapat pada produk. Berikut ini adalah hasil dari Analisis Zebra:



Gambar 4.4.1 Analisis Zebra *Diffuser Original*

Pada gambar 4.4.1 tampak depan hasil analisis zebra pada *diffuser* asli menunjukkan garis-garis zebra yang berbeda dengan produk modifikasi, perbedaannya pada bentuk dan *surface* yang berbeda, sedangkan pada gambar 4.4.2 tampak depan produk modifikasi *surface* bagian atasnya terdapat penambahan desain, garis-garis menunjukkan garis yang sejajar dan tidak saling patah pada satu permukaan yang sama maka hasilnya dapat dikatakan sudah rata.



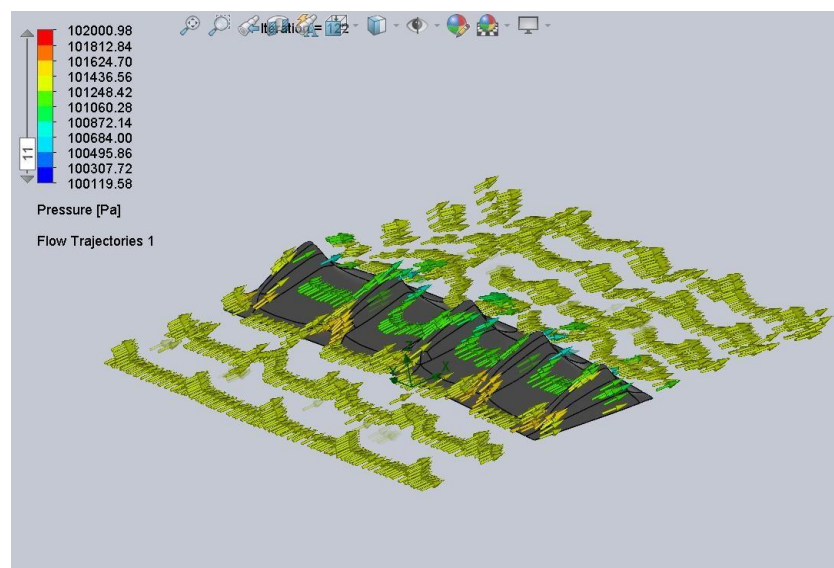
Gambar 4.4.2 Analisis Zebra *Diffuser Modifikasi*

4.4.2 Air Flow Simulation SolidWork

Solidworks flow simulation adalah fitur pilihan dari *solidwork* yang dapat digunakan untuk permodelan tiga dimensi dengan memasukan parameter-parameter yang ada pada aplikasi. Berikut ini beberapa analisa yang dapat dilakukan oleh *solidwork flow simulation*:

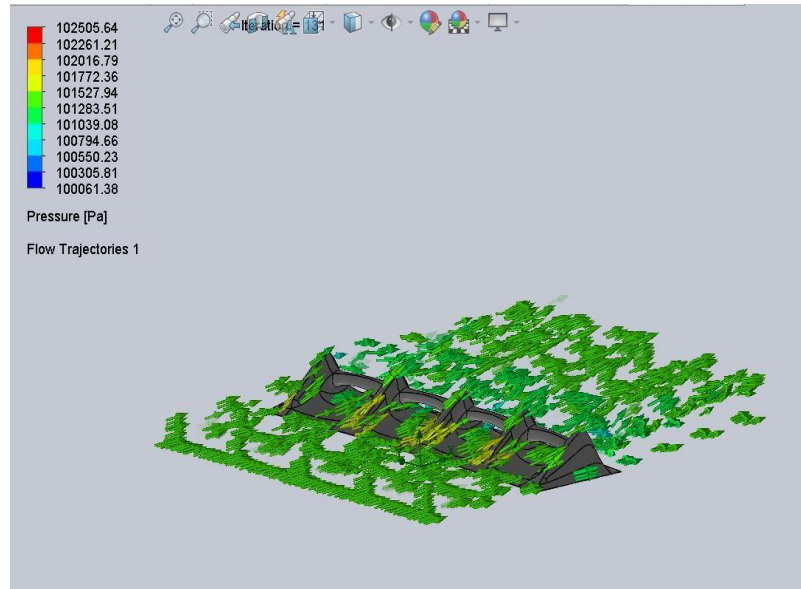
1. *Radiation heat transfer analysis* adalah untuk melihat bagaimana panas ditransfer antar *high-temperature surface*.
2. *External flow analysis* adalah untuk melihat bagaimana *fluida* masuk ke *grill*, melewati mesin, dan keluar kap mobil.
3. *Transient flow analysis* adalah untuk mensimulasikan aliran yang tidak stabil dari waktu ke waktu.
4. *Conduction and convection heat transfer analysis* adalah untuk melihat bagaimana proses mengalir melewati seluruh objek.

Berikut ini adalah hasil dari *SolidWork Air Flow Simulation*:



Gambar 4.4.3 Air Flow Simulation Original

Gambar 4.4.3 menunjukkan pada bagian depan *diffuser* terdapat arah aliran yang *streamline* atau pun bentuk yang aerodinamis dari *part* dan tidak ada menunjukkan putaran arus balik atau separasi pada bagian tersebut dikecepatan 120 km/jam. Kekurangan desain *original* adalah kurangnya bilah-bilah pemecah angin yang seharusnya diperbanyak guna bermanfaat untuk memecah aliran udara yang menabrak terhadap *part original*



Gambar 4.4.4 Air Flow Simulation Modifikasi

Gambar 4.4.4 menunjukkan bentuk dari kontur kecepatan 120 km/jam pada bidang *plane diffuser* hasil modifikasi. Dari hasil simulasi yang di dapat menunjukkan warna dari kontur kecepatan *diffuser* desain 1, terlihat bahwa warna kontur kecepatan menunjukkan perubahan warna pada saat mulai menyentuh objek *diffuser*. Semakin kuning suatu daerah pada objek, maka menunjukkan penurunan kecepatan, sebaliknya semakin hijau aliran suatu objek maka daerah tersebut mengalami kenaikan kecepatan.

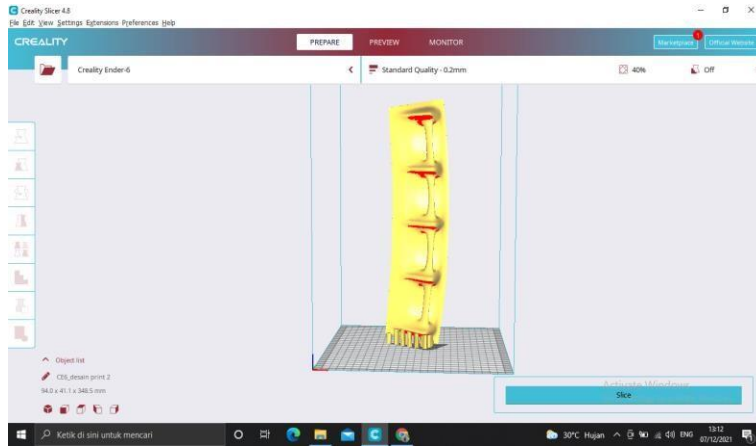
Terdapat tiga faktor yang menentukan nilai *coefficient of drag*. Pertama adalah desain benda, pergerakan udara, dan karakteristik udara. Dalam kaitannya dengan *diffuser* mobil belakang, maka pembahasan dipersempit hanya pada faktor desain benda saja. Desain *diffuser* sangat mempengaruhi nilai C_d karena menentukan seberapa luas bidang yang akan menabrak langsung aliran udara. Pada prinsip dasarnya, semakin besar luas area yang menabrak aliran udara (*frontal area*) akan semakin menghambat aliran udara yang berdampak pada nilai C_d yang semakin besar.

4.5 *Modelling*

Proses *modelling* dilakukan untuk mengaktualisasikan desain yang telah dibuat dengan metode *reverse engineering*, dan juga untuk mengetahui tingkat kesesuaian produk yang dirancang. *Modelling* dilakukan dengan menggunakan proses *3D print*, bahan yang digunakan adalah *PLA+*, pembuatan produk dengan *3D print* dengan skala 1:1 dan 1:2 dengan produk asli, hal tersebut dipertimbangkan agar setelah proses *modelling* produk dapat dianalisis lebih lanjut. Proses pencetakan menggunakan mesin *3D Print* dilakukan setelah pemilihan desain alternatif. Pencetakan *3D* memakan waktu yang cukup lama dikarenakan adanya tahapan yang harus dipersiapkan sebelum cetak seperti pengaturan mesin yang sangat mempengaruhi hasil pencetakan. Proses pengaturan ini terkendala karena proses pengaturan harus sesuai mulai dari *setting* kecepatan *nozzle*, *temperature nozzle*, *temperature bed*, *support type* hingga kalibrasi pada mesin *3D Printer* harus sesuai agar hasil pencetakan yang didapat juga sesuai dengan konsep desain dan kualitas pecetakannya presisi serta dapat mempersingkat waktu. Kendala tersebut dapat diselesaikan dengan menerapkan percobaan *trial- error* beberapa kali, percobaan tersebut berupa mengubah kecepatan *nozzle*, memperbesar *layer* dan memilih bentuk dan kerapatan *infill* yang sesuai dengan bentuk yang akan dicetak.

4.5.1 Hasil *3D Print Creality Ender 6 (1:2)*

Penggunaan *material PLA* sebagai bahan untuk pembuatan *3D Print* dilakukan dengan mesin *Creality Ender 6* di Lab prodi Teknik Mesin UII. Proses ini memakan waktu 8-14 jam, cukup untuk melakukan eksekusi permodelan *Diffuser City Car 1:2*. Memasuki proses cetak, mesin *3D Print* banyak mengalami *error* yang mengakibatkan proses cetak harus diulang terus menerus. *Nozzle* pada mesin *3D Print* seringkali tidak menempel pada *bed* sehingga proses cetak terhenti sebelum seluruh bagian tercetak. Hal tersebut dikarenakan mesin *3D Print* tidak ter- *maintenance* dengan baik.



Gambar 4.5.1 Mesin *Creality Ender 6*

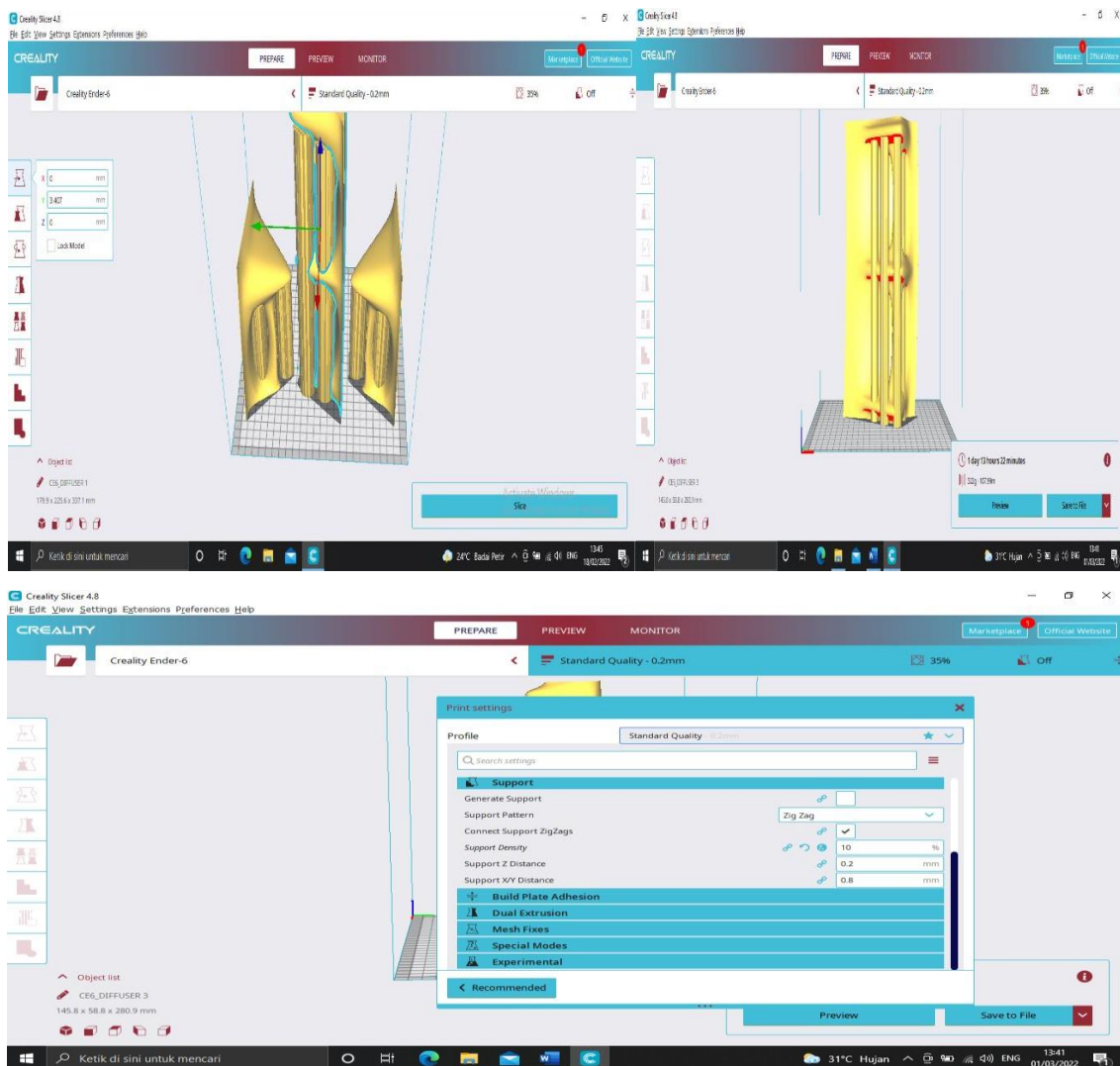


Figure 4.5-1 Hasil *3D Print 1:2*

Hasil *3D Print* pada gambar diatas adalah bentuk dari hasil *3D Printing* dengan skala 1:2, struktur dari *diffuser* itu sendiri memiliki permukaan dan sudut-sudut yang halus dan tidak kasar sehingga ketika di sentuh atau diraba tidak akan melukai tangan. Desain seperti jembatan yang melewati sirip satu persatu menambah kesan *sporty* dalam satu kesatuan.

4.5.2 Hasil 3D Print Creality Ender 6 (1:1)

Diffuser hasil pencetakan dengan mesin 3D Print yang memanfaatkan metode *Reverse Engineering* perlu dilakukan proses *finishing* akhir. Proses *finishing* berupa pengikiran agar bagian sisa dari *area* yang terkena *support* dapat terbentuk sesuai detail yang dirancang, contohnya pada bagian lekukan dan sudut-sudut pada bagian *Diffuser* dikikir agar bentuk lekukan dapat menyesuaikan satu sama lain dengan bagian yang lainnya saat proses *assembly*. Proses *assembly* pada part yang tersegmentasi memanfaatkan lem untuk menyatukannya. Berikut adalah bentuk akhir dari *Diffuser* mobil *City Car 1:1* di mesin *Creality Ender 6* dan optimasi *support* pada *diffuser*.



Gambar 4.5.2 Optimasi Support

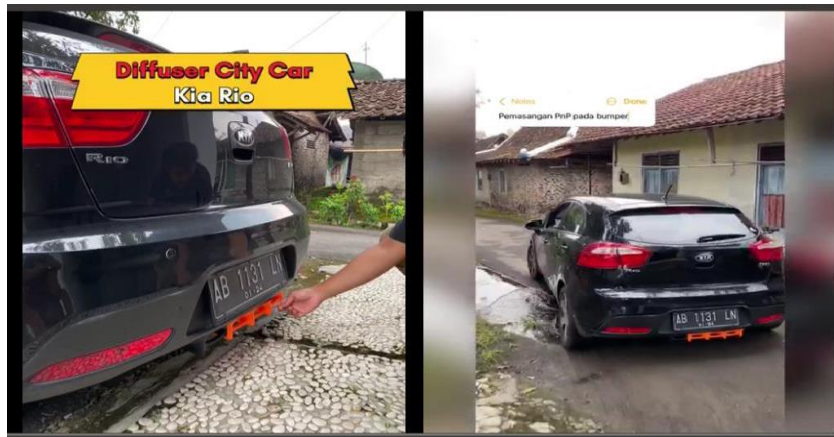
Pada proses segmentasi *part diffuser* dibagi menjadi 3 bagian yaitu sisi kiri, bagian tengah dan sisi kanan, dengan pembagian sisi kiri 15 cm rata dengan sisi kanan 15 cm serta bagian tengah dengan ukuran 28 cm. setelah melakukan segmentasi serta proses *print* di mesin *Creality Ender 6* telah menghasilkan 3 *part* yang bisa langsung kita eksekusi menjadi 1 bagian *diffuser*. Total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *part diffuser* segmentasi yaitu 4 hari 12 jam. Berikut adalah bentuk akhir dari *Diffuser* mobil *City Car* 1:1 di mesin *Creality Ender 6* :



Gambar 4.5.3 Segmentasi 3 Part

4.6 Eksekusi *Diffuser 3D Print* Pada Mobil Kia Rio

Tahapan terakhir dari semua proses perancangan dan permodelan *diffuser* adalah pemasangan hasil *diffuser 3D Print* yang di aplikasikan pada bumper belakang mobil Kia Rio.



Gambar 4.6.1 Pemasangan *Diffuser*

Dalam hal ini proses pemasangan *diffuser* cukup mudah dilakukan yaitu, dengan menempelkannya pada bagian bumper belakang mobil Kia Rio menggunakan *double tape* talang air. Eksekusi pada produk terpasang dengan baik dan dilakukan tes jalan di sekitar desa. Proses ini melewati beberapa macam kontur jalan seperti : polisi tidur, jalan yang tidak rata, genangan air, dan jalanan yang berlubang. Seperti pada gambar 4.6.2 dibawah ini :



Gambar 4.6.2 Tes Jalan

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah penelitian selesai dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan produk *diffuser* mobil *city car* telah berhasil dilakukan dengan metode *reverse engineering* (*Scanning, Designing, Analysis, Modelling*) dan telah memenuhi kriteria desain yaitu meningkatkan tampilan produk dibuktikan dengan penyebaran kuisioner kepada responden.
2. Produk *diffuser* modifikasi tidak mengganggu kinerja selama perjalanan dibuktikan dengan video eksekusi pemasangan pada mobil Kia Rio yang sudah dibuat.
3. Telah dilakukan simulasi laju aliran udara (*coefficient of drag*), dan simulasi zebra *analysis*. Simulasi hasil modifikasi memiliki rata-rata tekanan yang sama dengan produk asli, sehingga produk modifikasi tetap mempertahankan performa produk.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

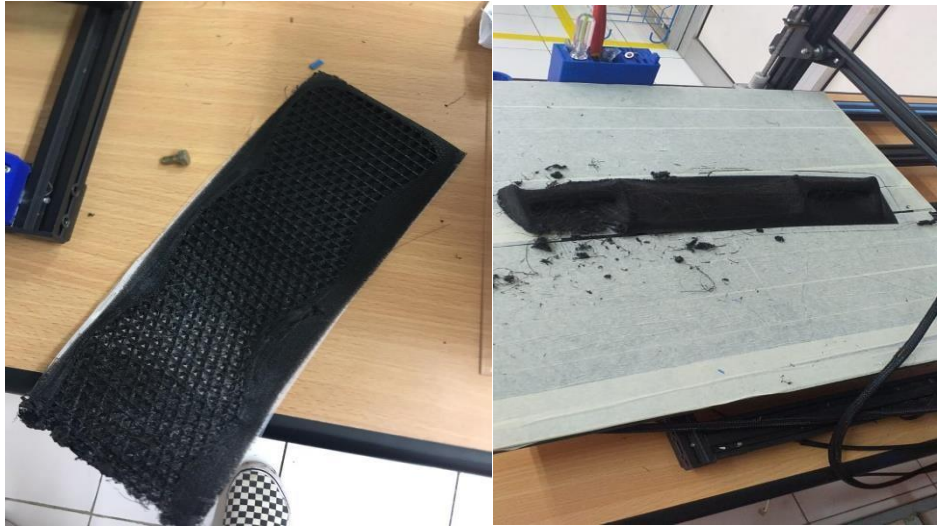
1. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat memaksimalkan optimasi pada penelitian ini.
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya, dilakukan analisis laju aliran udara terhadap *diffuser* mobil *city car* dengan lebih mempertimbangkan kondisi *riil* produk

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, N. S. (2005). Reverse Engineering of Automotive Parts Applying Laser Scanning and Structured Light Techniques. 1-61.
- Anwer, N., & Mathieu, L. (2016). From reverse engineering to shape engineering in mechanical design. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, France.
- Buonamici, F., Carfagni, M., Furferi, R., Governi, L., Lapini, A., & Volpe, Y. (2017). Reverse engineering of mechanical parts: A template-based approach. *Journal of Computational Design and Engineering*, 1-15.
- Chandrupatla, T. R., & Belegundu, A. D. (2002). *Introduction To Finite Elements In Engineering 3rd Edition*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Chaning, J., P.K., A., & Margana. (2013). Perancangan Buku Mobil Modifikasi dengan Pendekatan Fotografi Studio. 1-11.
- Hidayat, Y. H. (2015). Analisa Tekanan Dan Laju Kecepatan Angin Pada Mobil GL-BUS Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD). -, 1-10.
- Massoud, M. (2005). *Engineering Thermofluids Thermodynamics, Fluid Mechanics, and Heat Transfer*. USA: Springer.
- Mongeon, B. (2016). *3D Technology In Fine Art And Craft*. Burlington, MA: Focal Press.
- Raja, V., & Fernandes, K. J. (2008). *Reverse Engineering An Industrial Perspective*. London: Springer.
- Sharma, A. (2017). *Computational Fluid Dynamics Development, Application and Analysis*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.
- Um, D. (2016). *Solid Modeling and Applications Rapid Prototyping, CAD and CAE Theory*. USA: Springer.
- Verma, G., & Samar. (2018). *Autodesk Fusion 360 Book 2nd Edition*. USA: CAD/CAM/CAE WORKS.

LAMPIRAN 1

PROSES DAN KENDALA PERMODELAN 3D PRINT



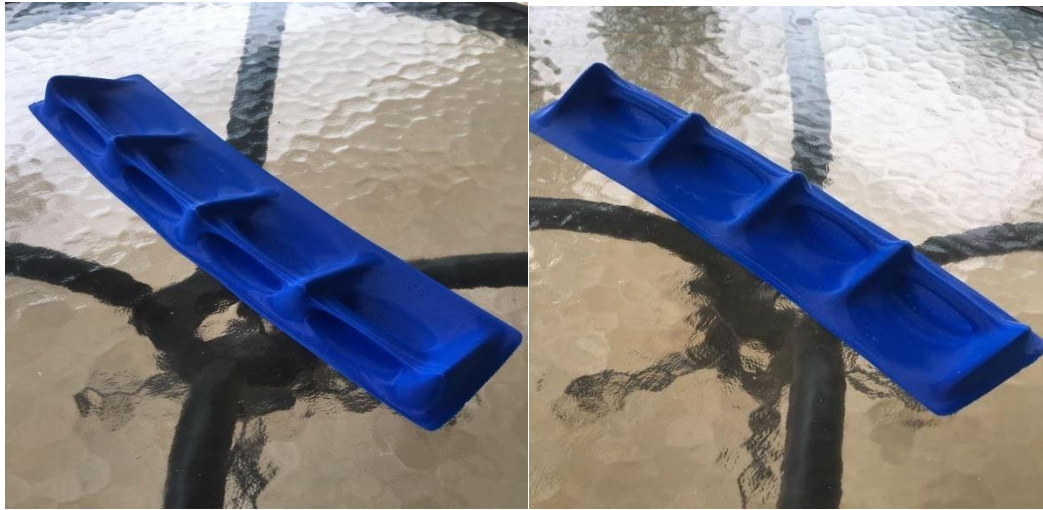
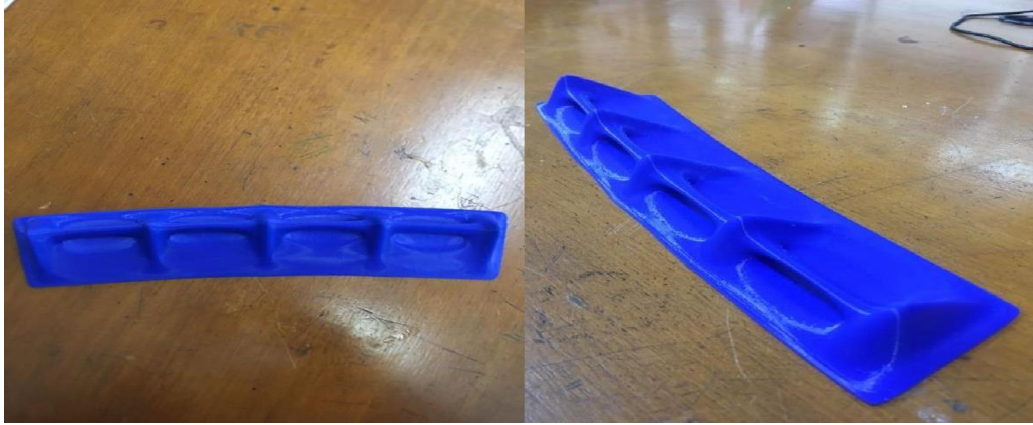
Kendala proses *print* pada mesin 3D Print Creality S10-S5 posisi *horizontal*



Kendala pada proses segmentasi 3 part menggunakan *support* di mesin 3D print Creality Ender 6

LAMPIRAN 2
HASIL 3D PRINT 1:2 dan 1:1

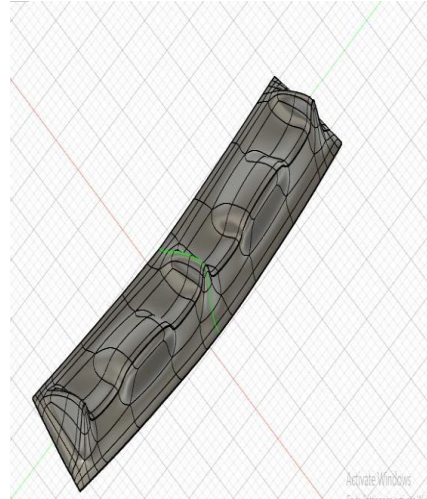
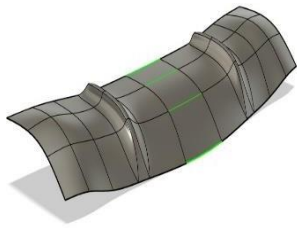
3D print 1:2 pada mesin Creality Ender 6



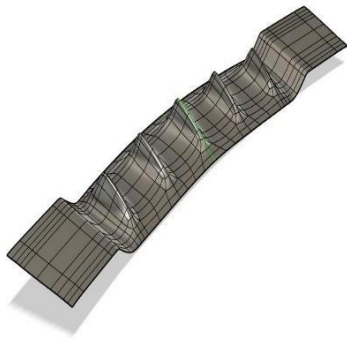
Segmentasi 1:1 pada mesin 3D print Creality Ender 6



LAMPIRAN 3 ALTERNATIF DESAIN



1. Alternatif desain konsep *luxury*



2. Alternatif desain konsep *sporty*