

***REVERSE ENGINEERING OUTER REAR BUMPER***  
**MOBIL ESEMKA RAJAWALI II**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata II pada Jurusan Magister Teknik  
Mesin Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Oleh**

**SANURYA PUTRI PURBANINGRUM**  
**NIM : U100140001**

**MAGISTER TEKNIK MESIN**  
**SEKOLAH PASCASARJANA**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**REVERSE ENGINEERING OUTER REAR BUMPER MOBIL ESEMKA  
RAJAWALI II**

**PUBLIKASI ILMIAH**

**Oleh:**

**SANURYA PUTRI PURBANINGRUM**

**U 100 140 001**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



**Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D.**



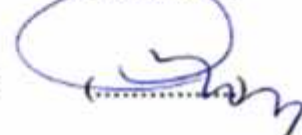
HALAMAN PENGESAHAN

REVERSE ENGINEERING OUTER REAR BUMPER MOBIL ESEMKA RAJAWALI II

OLEH  
SANURYA PUTRI PURBANINGRUM  
U 100 14 0001

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Program Studi Magister Teknik Mesin Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta Pada hari Kamis, 13 April 2017 dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng., Ph.D. (......)  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Supriyono, S.T., M.T., Ph.D. (......)  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Marwan Effendy, S.T, M.T, Ph.D. (......)  
(Anggota II Dewan Penguji)



Direktur,

**Prof. Dr. Bambang Sumardioko, M.Pd**

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Sanurya Putri Purbaningrum

NIM : U 100 14 0001

Program Studi : Teknik Mesin

Konsentrasi : Otomotif Manufaktur

Judul : *Reverse Engineering Outer Rear Bumper Mobil*  
Esemka Rajawali II

menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya ilmiah yang saya serahkan benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang telah saya jelaskan sumbernya. Apabila di kemudian hari terbukti karya ilmiah ini jiplakan dan terdapat plagiasi, gelar yang diberikan oleh Universitas Muhammadiyah Surakarta batal saya terima.

Surakarta, 14 Agustus 2017

Yang membuat pernyataan,



Sanurya Putri Purbaningrum



## **REVERSE ENGINEERING OUTER REAR BUMPER MOBIL ESEMKA RAJAWALI II**

### **Abstrak**

*Penelitian ini bertujuan untuk melakukan 1. reverse engineering pada outer rear bumper mobil Esemka Rajawali II dan 2 simulasi injection molding untuk memprediksi adanya cacat produk pada pembuatan rear bumper. Ada tiga tahap yang dilakukan dalam reverse engineering. Tahap pertama yaitu pembuatan gambar 3D dari gambar sket 2D mobil esemka rajawali II. Tahap kedua yaitu scanning data outer rear bumper yang kemudian diolah dengan software CAD menjadi gambar 3D. Tahap yang terakhir adalah membandingkan data gambar 3D dari gambar sket 2D dengan gambar 3D dari proses scanning data.*

*Software simulasi aliran fluida digunakan untuk melakukan simulasi injection molding. Obyek yang akan disimulasi yaitu rear bumper, dimana pada rear bumper nanti akan ditempatkan sebuah injektor. Ada 4 titik yang digunakan sebagai variabel tempat injektor. Variabel pertama berada pada koordinat (752, 391, 239), variabel kedua berada pada koordinat (1327, 712, 220), variabel ketiga berada pada koordinat (449, 710, 182), dan variabel keempat pada koordinat (1448, 574, 237).*

*Hasil menunjukkan bahwa pada proses reverse engineering terdapat perbedaan ukuran rata-rata sebesar 2,78% dari perbandingan gambar 3D dari hasil pengolahan gambar sket 2D dengan gambar 3D dari hasil pengolahan scanning data. Pada simulasi injection molding diketahui bahwa variabel 3 merupakan variabel terbaik dengan waktu injeksi selama 7,41 s, prosentase cacat warpage sebesar 11,3% dan prosentase shrinkage sebesar 7,40%.*

**Kata kunci:** *injection molding; rear bumper; reverse engineering,*

### **Abstract**

*This study aims to perform 1. reverse engineering on outer rear bumper cars Esemka Rajawali II and 2. injection molding simulations to predict the presence of defects in the manufacture of rear bumper. There are three stages in reverse engineering. The first stage is making 3D images from 2D car sketch Esemka Rajawali II. The second stage is scanning data outer rear bumper which is then processed with CAD software into 3D images. The final stage is comparing 3D image data from 2D sketch images with 3D images from scanning data.*

*The fluid flow simulation software is used to perform injection molding simulations. The simulated object is rear bumper, where the rear bumper will be placed an injector. There are 4 points used as the injector variable. The first variable is in the coordinates (752, 391, 239), the second variable is at the coordinates (1327, 712, 220), the third variable is at the coordinates (449, 710, 182), and the fourth variable in the coordinates (1448, 574, 237 ).*

*The results show that in the reverse engineering process there is an average size*

*difference of 2.78% of the 3D image comparison of 2D sketch image processing with 3D images from the results of scanning data processing. In the simulation of injection molding known that the 3 variables is the best variable with injection time for 7.41 s, the percentage of warpage defects of 11.3% and the shrinkage percentage of 7.40%.*

**Keyword :** *injection molding; rear bumper, reverse engineering*

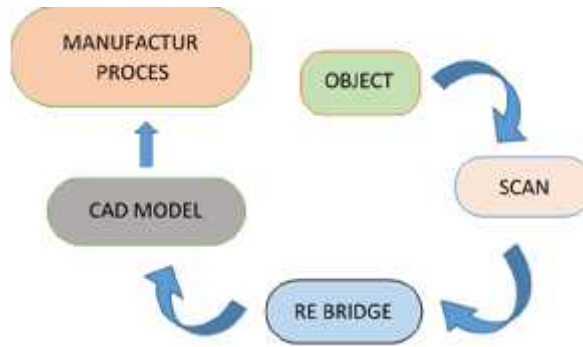
## **1. Pendahuluan**

Memasuki era globalisasi dan perdagangan bebas, Indonesia mulai meningkatkan daya saing dengan mengembangkan produk dalam negeri. Salah satu produk yang dikembangkan oleh Indonesia adalah mobil nasional. Jenis mobil nasional yang sudah diluncurkan dan siap diproduksi massal salah satunya adalah Esemka Rajawali II.



Gambar 1 Mobil Esemka Rajawali II

Proses produksi mobil Esemka Rajawali II terus menerus mengalami penyempurnaan. Pengembangan produksi Esemka diharapkan dapat memperkecil kelemahan serta meningkatkan keunggulan mobil tersebut. Akan tetapi, pengembangan mobil Esemka Rajawali mengalami kesulitan karena belum adanya dokumentasi data-data penting dari mobil seperti *engineering . . drawing*. Dengan adanya masalah tersebut, diperlukan metode *reverse engineering* untuk mendapatkan *engineering drawing* dari mobil Esemka.



Gambar 2 Tahapan proses *reverse engineering*

Bagian mobil yang sering dikembangkan diantaranya casing, lampu depan, bumper, serta teknologi engine yang digunakan. Bumper merupakan bagian dari mobil yang berfungsi melindungi penumpang jika terjadi tabrakan. Bumper dibedakan menjadi dua bagian, yaitu bumper depan dan bumper belakang. Bahan yang sering digunakan dalam pembuatan bumper adalah polypropilen (PP) sehingga proses pembuatannya menggunakan proses *injection molding*.

Pada proses pembuatan *bumper* dengan *injection molding* banyak ditemukan adanya cacat produk. Untuk mengurangi cacat yang terjadi perlu dilakukan simulasi proses *injection molding*. Pada penelitian ini dilakukan proses simulasi *injection molding* pada *outer rear bumper* mobil Esemka Rajawali II, dimana gambar *outer rear bumper* diperoleh dari proses *reverse engineering*

## 2. Metode Penelitian

Ada dua proses yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu proses *reverse engineering rear bumper* dan proses simulasi pembuatan *rear bumper* dengan metode *injection molding*. Proses *reverse engineering* diawali dengan proses pembuatan *outer body* Esemka Rajawali II kemudian dilanjutkan dengan tahap *scanning*, tahap pengolahan titik dan tahap validasi hasil. Setelah proses *reverse engineering* selesai dilanjutkan dengan proses simulasi pembuatan *rear bumper* dengan software solidwork.

### 2.1. Proses Pembuatan *Outer Body* Mobil Esemka Rajawali II

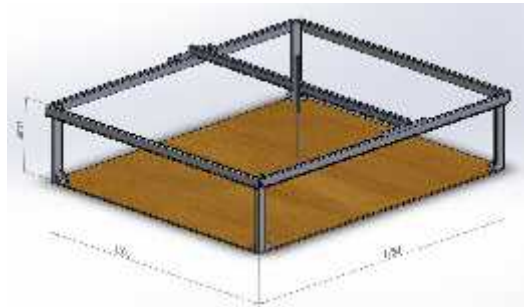
Pembuatan gambar CAD dari sket 2D dimulai dengan menempatkan gambar sket 2D mobil Esemka Rajawali II pada software solidwork menurut pandangan. Kemudian dibuat kurva sesuai garis sket lalu dibuat surface



sehingga menghasilkan permukaan yang sesuai dengan gambar sket. Sunarno (2013)

## 2.2. Tahap scanning Data

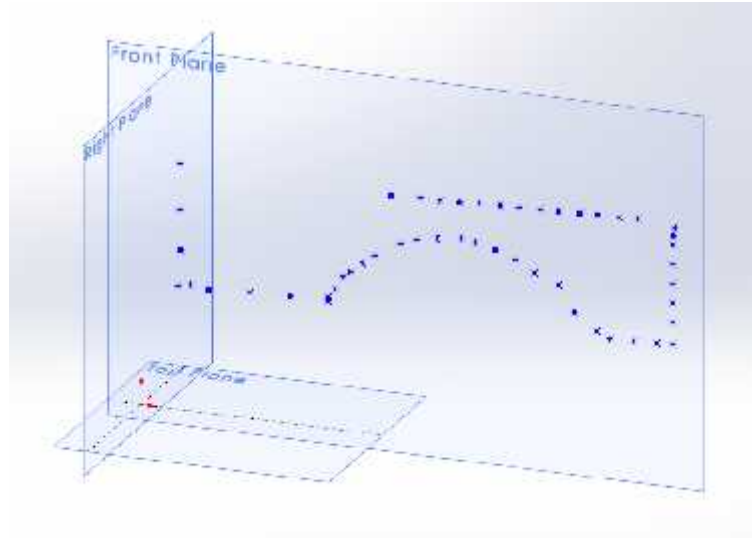
Proses *scanning* data bertujuan untuk mendapatkan data *rear bumper* mobil Esemka Rajawali II. Proses ini dimulai dengan pemisahan bagian rear bumper agar mempermudah *scanning* data. Setelah *rear bumper* terpisah dari mobil, kemudian dilakukan pengambilan titik koordinat (*scanning* data) pada permukaan *rear bumper*. Alat yang digunakan pada proses ini dinamakan CMM manual. Desain CMM manual dapat dilihat ada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Desain CMM manual

## 2.3. Proses Pengolahan Titik

Proses pengolahan titik dilakukan dengan software Solidwork Premium 2014. Data yang didapat pada proses *scanning* berupa titik-titik koordinat. Titik-titik tersebut kemudian dimasukkan ke software solidwork. Langkah berikutnya adalah menyatukan titik yang satu dengan titik lainnya dengan menggunakan kurva sehingga terbentuklah sebuah kurva *outer* dari *rear bumper*. Setelah kurva terbentuk, maka permukaan dapat dibuat dengan metode *surface*.



Gambar 2. Proses pengolahan titik

#### **2.4. Tahap validasi hasil**

Tahap validasi hasil dilakukan dengan membandingkan gambar *outer rear bumper* dari gambar sket 2D dan gambar dari scanning data.

#### **2.5. Simulasi *Injection Molding***

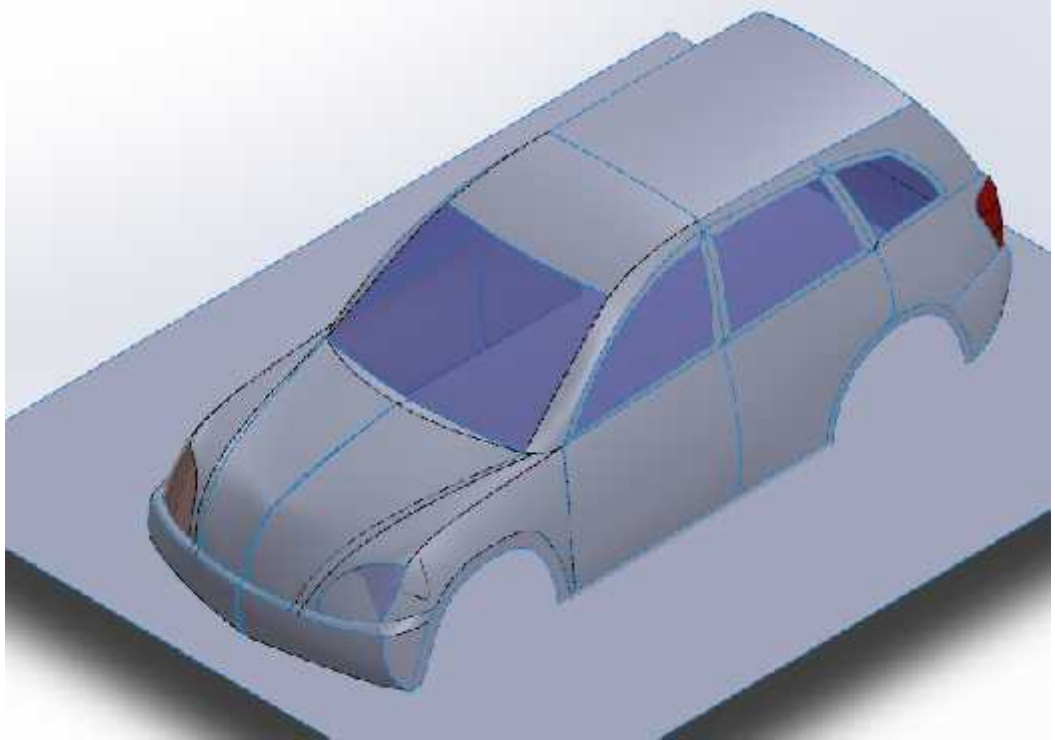
Simulasi *injection molding* dilakukan dengan software simulasi aliran fluida. Objek yang akan disimulasi yaitu rear bumper, dimana gambar CAD rear bumper sudah dihasilkan dari proses reverse engineering. Pada rear bumper ditempatkan sebuah injektor. Ada 4 titik yang digunakan sebagai variabel letak injektor, yaitu variabel pertama berada pada koordinat (752, 391, 239), variabel kedua berada pada koordinat (1327, 712, 220), variabel ketiga berada pada koordinat (449, 710, 182), dan variabel keempat pada koordinat (1448, 574, 237).

Simulasi dilakukan untuk memprediksi lokasi injektor yang optimal serta untuk memprediksi cacat yang terjadi pada proses injection molding.

### 3. Hasil dan Pembahasan

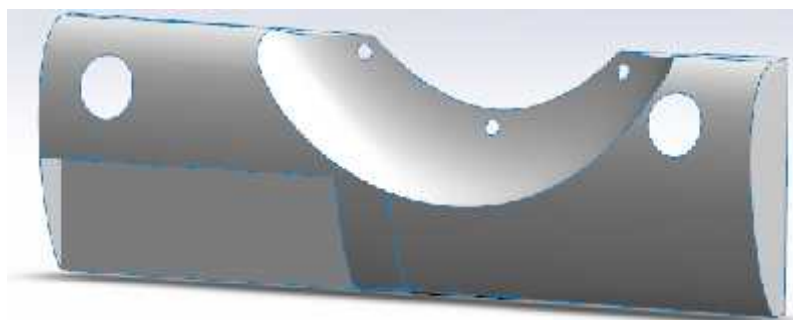
#### 3.1. Gambar Outer Body Mobil Esemka Rajawali II

Gambar outer body mobil Esemka Rajawali II dapat dilihat pada gambar berikut.

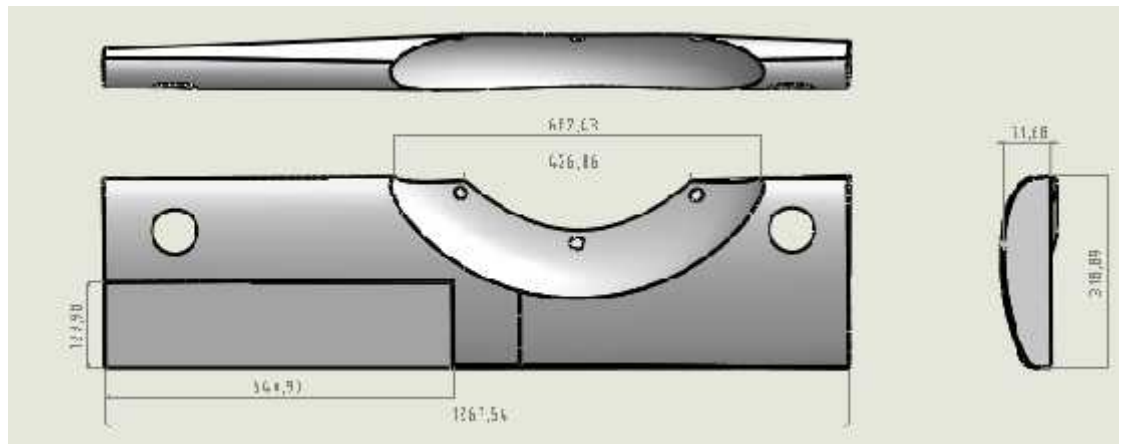


Gambar 3. *Outer Body* Mobil Rajawali II

Mobil tersebut mempunyai dimensi ukuran, diantaranya panjang mobil 4285 mm, lebar mobil 1756 mm dan tinggi mobil 1715 mm. Selanjutnya *outer rear bumper* dipisahkan dari mobil dengan menghapus bagian yang tidak diperlukan. Gambar *outer rear bumper* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. *Outer rear bumper* dari gambar sket 2D



Gambar 5. Dimensi *outer rear bumper* dari gambar sket 2D

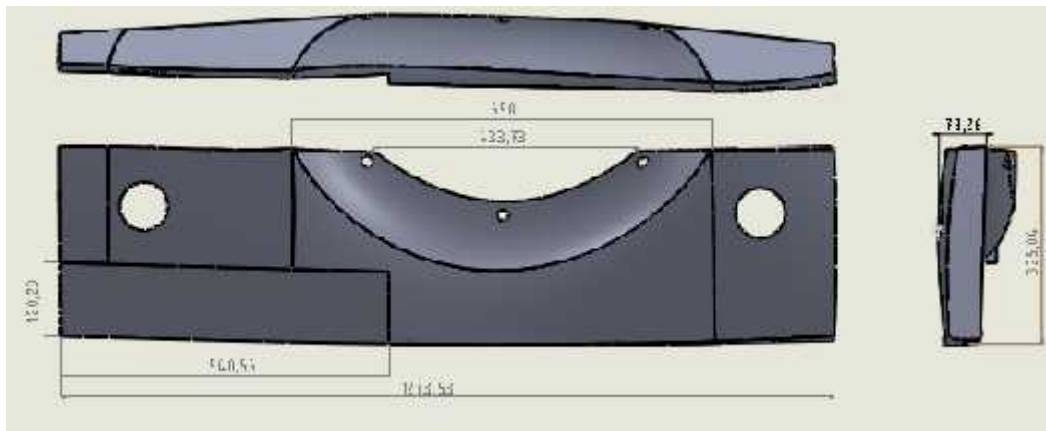
### 3.2. Hasil scanning dan pengolahan titik

Dari hasil scanning data didapatkan 63 titik koordinat *rear bumper*. Titik-titik tersebut diolah dengan software solidworks sehingga menjadi *engineering drawing outer rear bumper*. *Engineering drawing outer rear bumper* mobil Esemka Rajawali II yang diperoleh dari pengolahan titik-titik koordinat yang sebelumnya didapat ada proses scanning data dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



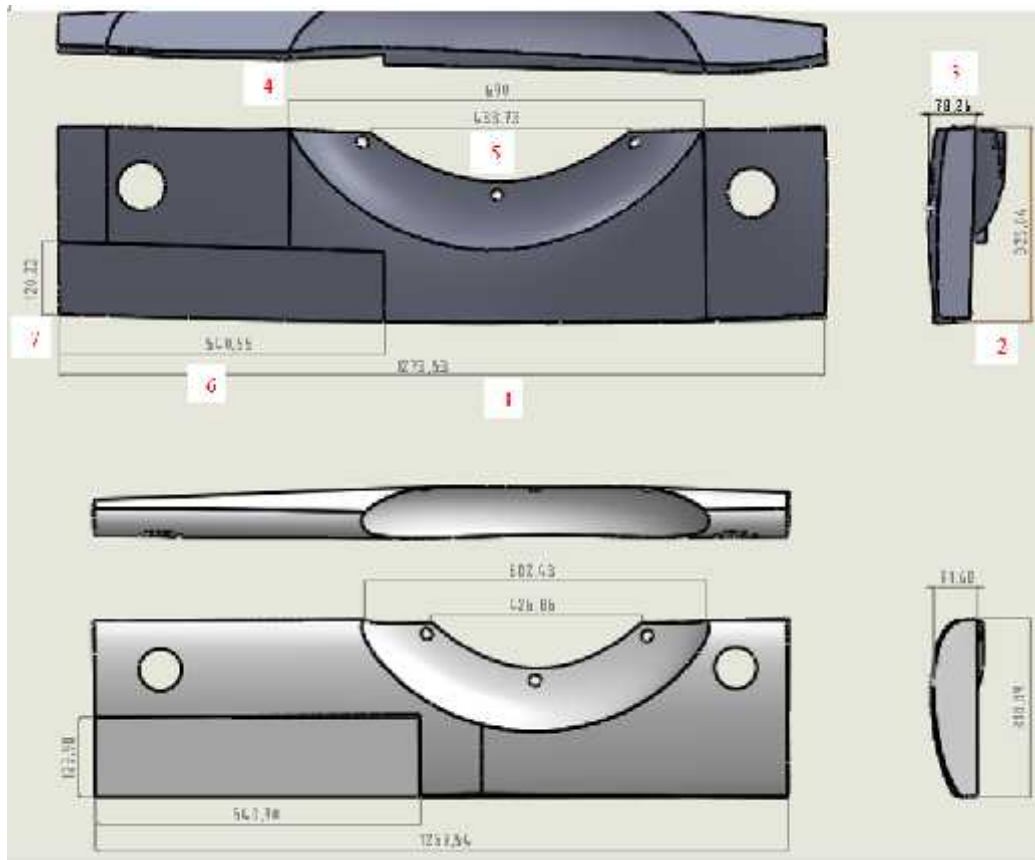
Gambar 6. *Outer rear bumper* dari scanning data

Sedangkan gambar 2D beserta ukurannya dapat dilihat ada gambar dibawah ini.



Gambar 7. Dimensi *outer rear bumper* dari scanning data

Validasi data dilakukan dengan membandingkan data gambar 3D rear bumper hasil pengolahan titik dengan gambar 3D rear bumper hasil dari gambar sket 3D. Perbandingan ukuran antara gambar kedua gambar tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 8. Perbandingan dimensi *outer rear bumper*

Dari gambar di atas didapat bahwa pada komponen *rear bumper* selisih ukuran panjang keseluruhan dari data koordinat dengan sket yaitu 5,99 mm (1273,53-1267,56), sedangkan selisih lebar keseluruhan yaitu 7,05 mm (321,06-318,89).

Tabel 1. Persentase Selisih Ukuran pada Gambar CAD Outer Rear Bumper

Bagian	Selisih Ukuran	Persentase (%)
1	5,97	0,47
2	6,17	1,89
3	6,58	8,40
4	7,37	1,07
5	6,87	1,58
6	0,35	0,06
7	7,75	5,98

Perbedaan dimensi gambar CAD *outer rear bumper* dapat disebabkan adanya kesalahan pada masing-masing tahap *reverse engineering*. Penyebab perbedaan dimensi tersebut, antara lain:

a. Tahap Scanning Data

Tingkat kepresisian alat ukur CMM manual masih sangat rendah, yaitu sebesar 1 mm. Sedangkan alat ukur CMM yang biasa digunakan untuk penelitian memiliki tingkat ketelitian 0,01-0,02 mm.

Human error atau kesalahan pengukuran. CMM manual menggunakan sensor manual, sedangkan manusia sendiri tidak selalu berada pada kondisi yang fit. Lamanya waktu pengukuran membuat kondisi si pengukur menjadi bosan dan kurang efektif sehingga memungkinkan terjadinya kesalahan dalam pengukuran.

b. Tahap pengolahan titik

Kesalahan yang sering dilakukan pada tahap ini adalah kesalahan dalam penghalusan kurva. Data yang kurang tepat membuat si pengolah

data harus melakukan interpolasi data dan pengurangan jumlah point agar kurva yang dihasilkan menjadi halus, bisa digabungkan dan bisa diolah dengan *tool surface*.

c. Tahap validasi hasil

Pada tahap ini, kesalahan berada pada waktu pembuatan gambar CAD dari gambar sket 3D. Pembuatan kurva yang sesuai dengan garis sket 2D sulit dilakukan. Dibutuhkan ketelitian yang ekstra agar kurva benar-benar sesuai dengan garis sket. Selain itu, pembuatan *outer body* mobil Esemka Rajawali II hanya memasukkan ukuran global mobil, yaitu panjang, lebar dan tinggi mobil sehingga ukuran komponen yang lain hanya menyesuaikan garis sket.

Secara keseluruhan gambar CAD *outer rear bumper* dari hasil scan data koordinat lebih akurat dibandingkan dengan gambar CAD dari gambar sket 2D. Hal tersebut dikarenakan gambar dari hasil scan menggunakan pengukuran langsung diberbagai titik koordinatnya, sedangkan gambar dari hasil sket 2D hanya menggunakan pendekatan software.

### 3.3. Hasil Simulasi *Injection Molding*

Perbandingan waktu pengisian pada keempat variabel dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.

Tabel 2. Waktu Pengisian pada masing-masing Variabel

Variabel	Waktu Pengisian (s)
1	5,41
2	11,21
3	7,41
4	9,01



Gambar 9. Grafik Perbandingan Waktu Pengisian

Dari Gambar 9 dapat diketahui bahwa waktu pengisian tercepat diperoleh pada variabel 1 selama 5,41 detik, sedangkan waktu pengisian terlama diperoleh pada variabel 2 selama 11,21 detik.

Potensi terjadinya cacat pada waktu pengisian antara lain cacat lenting (*warpage*) dan penyusutan (*shrinkage*).

a. Cacat Lenting (*warpage*)

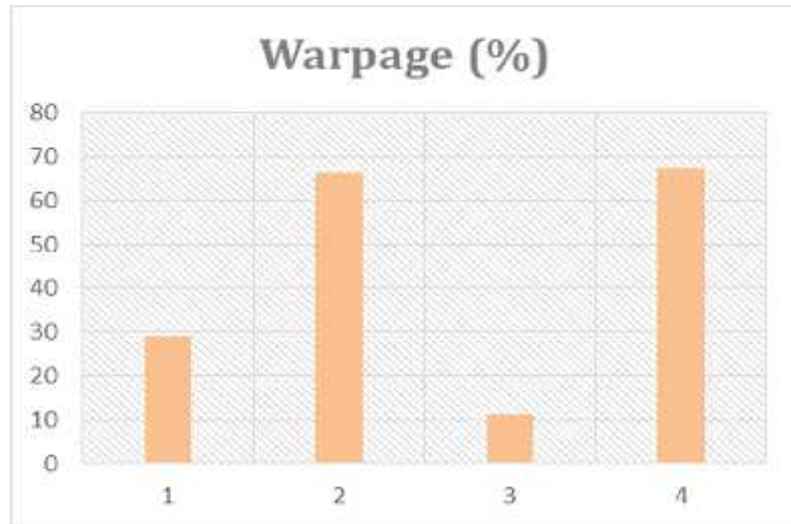
Persentase terjadinya *warpage* pada masing-masing variabel dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Persentase *Warpage* pada masing-masing Variabel

Variabel	<i>Warpage</i> (%)
1	29
2	66,5
3	11,3
4	67,4

Grafik perbandingan prosentase *warpage* yang terjadi pada keempat variabel dapat dilihat pada Gambar 10.





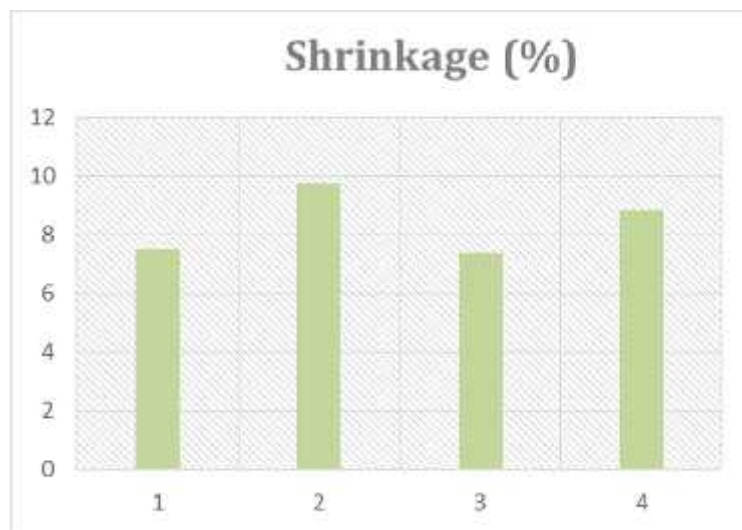
Gambar 10. Grafik Perbandingan Persentase *Warpage*

Gambar 10 menjelaskan bahwa potensi terjadinya *warpage* terbesar ada pada variabel 4 sebesar 67,4%, sedang potensi terjadinya *warpage* yang paling kecil terdapat pada variabel 3 sebesar 11,3%.

b. *Shrinkage* (penyusutan)

Tabel 4. Persentase *Shrinkage* pada masing-masing Variabel

Variabel	Shrinkage (%)
1	7,54
2	9,75
3	7,4
4	8,85



### Gambar 11. Grafik Perbandingan Persentase *Shrinkage*

Gambar 11 di atas menunjukkan bahwa potensi terjadinya *shrinkage* yang terbesar terdapat pada variabel 2 sebesar 9,75%, sedangkan prosentase terjadinya *shrinkage* yang terkecil terdapat pada variabel 3 sebesar 7,40%.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut :

- a. *Engineering drawing outer rear bumper* mobil Esemka Rajawali II didapatkan dengan cara scanning data koordinat dan pengolahan titik koordinat dengan software solidwork.
- b. Pada komponen *outer rear bumper* selisih ukuran (deviasi) yang terjadi adalah sebesar 2,78%.
- c. Hasil simulasi menunjukkan bahwa letak injektor yang paling efektif adalah pada variabel 1.
- d. Produk dengan kualitas terbaik didapatkan dengan meletakkan injektor pada variabel 3.

#### 5. Saran

Saran yang diberikan terkait dengan penelitian yang telah dilakukan diantaranya :

1. Gambar sket 2D sebaiknya dibuat lebih halus sehingga mempermudah dalam pembuatan gambar CAD 3D dan gambar 3D yang dihasilkan memiliki ukuran yang lebih mirip dengan ukuran sebenarnya.
2. CMM manual sebaiknya dibuat dengan ketelitian yang lebih kecil sehingga hasil pengukuran lebih presisi.
3. Perlu dilakukan simulasi dengan menggunakan beberapa variabel seperti temperatur, waktu injeksi dan tekanan pada waktu injeksi.
4. Sebaiknya dilakukan modifikasi cooling untuk mengatasi cacat warpage yang ditimbulkan.

## Daftar Pustaka

- Adiananda, A., dan Batan, I. M . L, (2015), “Pengembangan Bumper Depan Mobil Pick Up Multiguna Pedesaan” *Jurnal Teknik ITS*, Vol.4
- Hussain, M., el al., (2008), “Reverse Engineering: Point Cloud Generation with CMM for art Modeling and Error Analysis” *ARN Journal of Engineering and Alied Sciences*, Vol. 3
- Kaswadi, A., dan Yoewono, S., (2015),”Simulasi dan Studi Eksperimental Proses Injeksi Plastik Berpendingin Konvensional” *Proceding Seminar Tahunan Teknik Mesin XIV*
- Nugroho,H.(2011), “Pembuatan 3D Pesawat Terbang Menggunakan Teknik NURBS Modeling ]Pada Software 3D Studio Max”, Tugas Akhir S1, Teknik Informatika, STMIK Amikom ]Yogyakarta, Yogyakarta
- Riska,M.M.(2012), “Reverse Engineering Pada Design Outer Vender Mobil Mini Truck Esemka, Tugas Akhir S1, Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- Singh, N., (2012), “Reverse Engoneering- A General Review” *Nirajan et al International Journal of Advanced Engineering Research and Studies*
- Sunarno.(2013), “Reverse Engineering Outer Body Mobil City Car”, Tugas Akhir S1, Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- Xia, Z..., (2014), “Aplication of Reverse Engineering based on Computer in Product Design” *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, Vol.9, pp 343-354