

## REVERSE ENGINEERING OUTER FENDER PADA MOBIL MINI TRUK ESEMKA

Bambang Waluyo Febriantoko<sup>1</sup>, M. Riska Al Muklis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Email : bambangwf@gmail.com

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

### Abstrak

Untuk mengembangkan industri otomotif yang mandiri membutuhkan sarana percepatan transfer teknologi. Reverse engineering merupakan salah satu sarana untuk pengembangan disain dengan cara mencontoh produk yang sudah ada kemudian melakukan modifikasi. Penelitian ini bertujuan membandingkan hasil pengambilan data dengan cara penggunaan scanning CMM dan pengukuran koordinat. Hasil pengukuran dibuat disain mobil mini truk khususnya bagian outer fender yang akan dibuat dies dengan cara mengambil data dari produk yang sudah ada. Metode yang dilakukan dengan mengambil data komponen outer fender dan dilakukan scanning dengan mesin CMM Mitutoyo. Hasil keluaran berupa kurva yang dapat dibaca oleh software Solidworks. Metode kedua dilakukan dengan mengukur bentuk kontur dari outer fender dengan mesin koordinat manual. Hasil keluaran berupa koordinat angka dari sumbu x, y dan z dari setiap kontur dari outer fender. Koordinat yang sudah didapatkan kemudian di masukkan ke dalam software Solidworks untuk dibuat kurva. Kurva yang ada digunakan sebagai dasar pembuatan surface untuk membentuk kontur dari outer fender. Hasil dari kedua bentuk kurva dan kontur saling dibandingkan untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan masing masing.

Hasil dari perbandingan ini didapatkan scanning dengan mesin CMM didapatkan data yang akurat dan berbentuk kurva yang berjajar mengikuti kontur dari outer fender. Pada metode ini edit kurva di software Solidworks lebih sulit. Kecepatan pengambilan data sangat singkat dan biaya yang mahal. Sedangkan dengan pengukuran koordinat manual didapatkan koordinat yang akan dibentuk menjadi kurva. Edit data setelah menjadi kurva jauh lebih mudah. Kecepatan pengambilan data sangat lambat dan biaya yang murah.

**Kata kunci : Reverse Engineering, outer fender, mobil esemka**

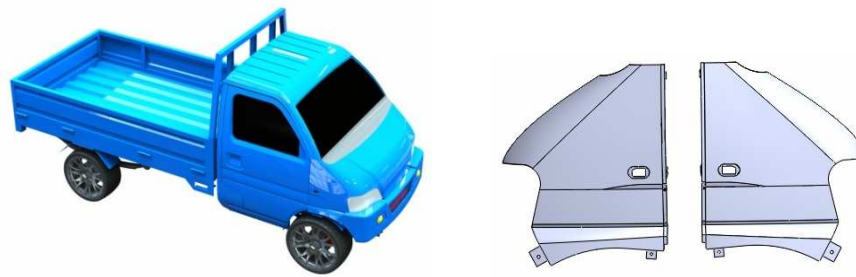
### Pendahuluan

Kemajuan teknologi sekarang sudah sangat pesat, hampir disemua semua Negara berkembang sudah bisa membuat kendaraan bermotor. Dunia teknologi yang sangat cepat menuntut masyarakat untuk mengikuti perkembangan zaman dengan kemajuan teknologi kebutuhan akan transportasi, salah satu contoh adalah mobil. Di Indonesia sudah banyak upaya untuk menciptakan sebuah mobil nasional, akan tetapi semua upaya pembuatan mobil nasional selalu gagal dikarenakan berbagai hal. Adapun contoh mobil nasional antara lain kalla motor, bakre beta, kancil, timor, dll. Pada saat ini mobil nasional mulai di kembangkan lagi contohnya mobil nasional tawon , GEA dan ESEMKA.

Pada pembuatan mobil nasional pada mobil ESEMKA di perlukan berbagai teknologi untuk proses pembuatannya. Khususnya dalam proses design ulang mobnas ESEMKA dengan menggunakan alat ukur koordinat 3 dimensi. Pada industri otomotif maju sudah banyak yang menggunakan alat - alat canggih yang berharga ratusan juta. Hal ini berbanding terbalik dengan industri baru. Hal itu disebabkan karena keterbatasan modal yang dimiliki oleh pelaku industri otomotif baru oleh karena itu mereka masih menggunakan alat – alat konvensional.

Pada Mesin – mesin canggih menggunakan alat ukur CMM (Coordinate Measuring Machine) sebagai pembaca koordinat 3 dimensi pada sebuah benda secara terperinci, sedangkan pada konvensional hanya menggunakan alat – alat seperti meteran jangka serong yang dikerjakan oleh operator itu sendiri. Sehingga kualitas yang dihasilkan tergantung pada kondisi operator yang mengerjakan pengukuran. Outer Fender merupakan komponen dari mobil mini truk yang terletak pada pojok kiri dan kanan mobil seperti pada Gambar 1.

Tujuan dari penelitian ini untuk membandingkan hasil pengambilan data dengan menggunakan CMM manual dan CMM dari Mitutoyo, data yang didapatkan digunakan untuk membuat kurva yang selanjutnya digunakan untuk membentuk surface pada software Solidworks.



Gambar 1 Mobil Mini Truk esemka dan komponen *outer fender* kiri dan kanan

### Kajian Pustaka

Alrashdan A. dkk, (1999) *Reverse engineering* adalah proses mengembangkan *Computer Aided Design (CAD)* model dan database *manufaktur* untuk suatu *part*. Proses ini digunakan dalam pemodelan *prototype CAD*, merancang cetakan, dan perbaikan bagian *part* dengan permukaan yang kompleks. Pada pengambilan data otomatis *digital 3 Dimensi (3D)* yang ditangkap oleh scanner laser atau *Coordinate Measuring Machine (CMM)* untuk penggunaan *reverse engineering*. Corbo P. dkk, (2003) Teknik *reverse engineering* secara luas digunakan dalam proses pengembangan produk dengan sifat estetika. Banyak disainer lebih memilih untuk mengevaluasi bentuk produk dan membuat bentuknya fisik *mock-up* model. Model tersebut selanjutnya akan dikonversikan menjadi model CAD 3D. Proses *design* kemudian harus diikuti oleh fase pemodelan, dimana desainer merekayasa dan memodifikasi bentuk model dan direkonstruksi untuk membuatnya agar cocok untuk di produksi. Bagci E, (2009) *Reverse engineering* dapat didefinisikan sebagai evaluasi sistematis dari suatu produk dengan tujuan membuat replika. Hal ini melibatkan desain ulang bagian baru dari perbaikan bagian yang rusak atau pecah, peningkatan presisi model dan pemeriksaan model numerik. Keuntungan dari teknik ini meliputi umpan balik yang cepat, reduksi data, langsung ke geometri dan presisi yang lebih tinggi dari produk aslinya.

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 disain, memperkecil kelemahan dan meningkatkan keunggulan produk dari para pendahulunya (Raja V., 2008). Kegiatan yang dilakukan meliputi 5 tahap, yaitu : (a). Kegiatan Pembongkaran Produk, (b). Kegiatan penggabungan Komponen, (c). Kegiatan perbandingan (d). Proses disain produk baru serta (e). Pembuatan Prototipe Produk. Menurut Bagci (2009), *Reverse Engineering* didefinisikan sebagai evaluasi yang sistematis dari produk yang sudah ada dengan tujuan melakukan duplikasi, termasuk didalamnya disain dari komponen baru, duplikat yang sudah ada, pembuatan ulang komponen yang rusak, dan peningkatan kepresisian produk.

Panchetti dkk (2010) mendefinisikan aplikasi dari *reverse engineering* dalam area industri sebagai berikut :

- a). Disain dari komponen baru : pembuatan disain komponen baru dari komponen yang sudah ada.
- b). Reproduksi komponen : pembuatan komponen karena sudah tidak diproduksi lagi.
- c). Perbaikan dari komponen yang rusak : permukaan komponen yang rusak diukur dan rekonstruksi kembali menggunakan CAD dan dibandingkan dengan komponen yang sudah ada.
- d). Pengembangan model yang lebih presisi :
- e). Observasi dari data numeris : pemrosesan data dari model yang sudah ada didalam CAD kemudian membandingkan dengan model terdahulu.

Corbo dkk (2004) tahapan proses dari *reverse engineering* meliputi :

- a). Pengambilan data fisik dari produk : pengambilan koordinat data pada sumbu X, Y, Z dari produk relatif terhadap titik referensi.
- b). Manajemen data dari kumpulan koordinat : pensortiran data koordinat sehingga didapatkan koordinat yang sesuai.
- c). Rekonstruksi dari surface : Penggunaan software CAD untuk mengolah data koordinat menjadi bentuk surface dengan persamaan kurva NURBS
- d). Pembuatan produk CAD : rekonstruksi *surface* untuk membuat produk digital gambar CAD
- e). Validasi model produk : analisis fungsional dan estetika produk dengan pembandingan produk awal.

### Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan membongkar mobil mini truk pada bagian kabin. Pembongkaran dilakukan di SMK Muhammadiyah 2 Borobudur Magelang. Komponen *outer fender* yang sudah dibongkar dilakukan proses scanning dengan CMM merk Mitutoyo. Proses ini dilakukan di PT. TOSSA Kaliwungu Semarang (Gambar 2). Selanjutnya dilakukan pengambilan data dengan CMM manual (Gambar 3). Keluaran dari hasil scanning dengan

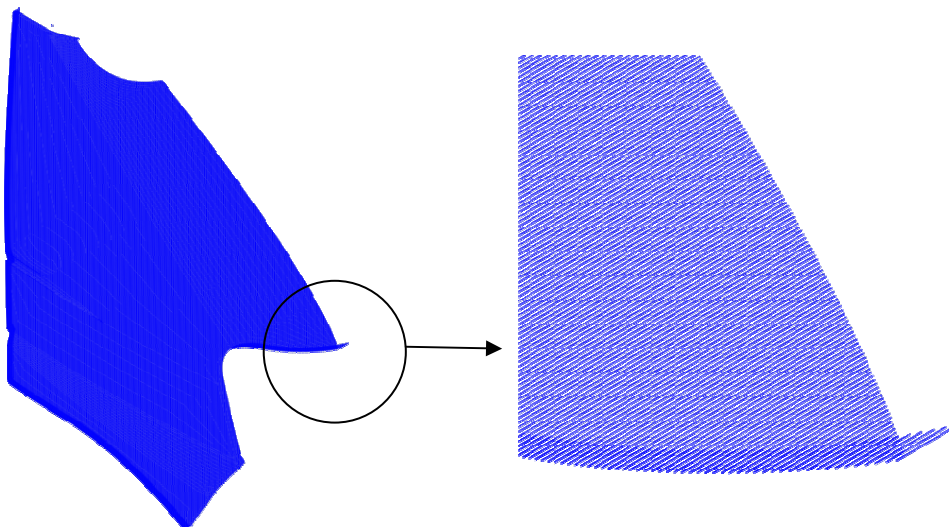
CMM Mitutoyo berupa file yang dapat dibuka dengan *software* Solidworks, file ini berupa kurva yang sudah membentuk kontur permukaan komponen (Gambar 4). Sedangkan dari pengambilan data CMM manual didapatkan data berupa koordinat tiap titik pada sumbu X, Y, Z. Koordinat ini digunakan sebagai acuan untuk membuat kurva pada *software* Solidworks yang selanjutnya dapat dibuat *surface* seperti pada Gambar 5. Dari hasil kedua metode diatas maka dibuatlah perbandingan dari keduanya yang disajikan dalam bentuk koordinat dan kurva.



Gambar 2 Mesin CMM Mitutoyo

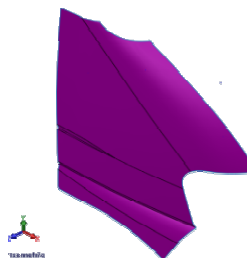


Gambar 3 Mesin CMM Manual



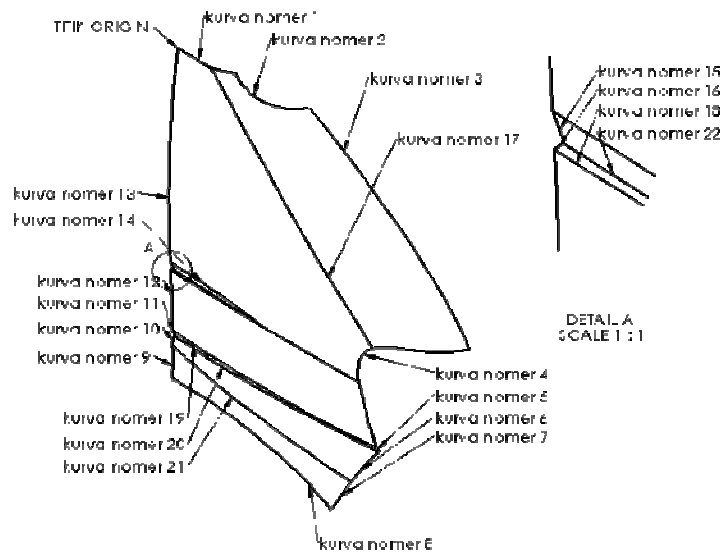
Gambar 4 Hasil scanning dengan mesin CMM mitutoyo

Pada gambar scanning alat ukur CMM di olah dengan menggunakan *Software* SolidWorks 2012 sehingga hasil scanning alat ukur tersebut dapat di *design* ulang berbentuk *surface*. Dalam pendesainan ulang dengan cara menggabungkan garis – garis hasil scanning satu sama lain.



Gambar 5. Hasil Design outer fender mesin CMM manual

Berikutnya peneliti membandingkan hasil dari 2 disain tersebut dengan menentukan hasil koordinat pada kurva yang telah di tentukan. Pada penelitian ini peneliti menempatkan 22 kurva untuk di ukur dan di bandingkan. 22 kurva tersebut dapat di lihat pada Gambar 6. Untuk hasil pengukuran dari 2 disain tersebut dapat dilihat pada tabel berikutnya.



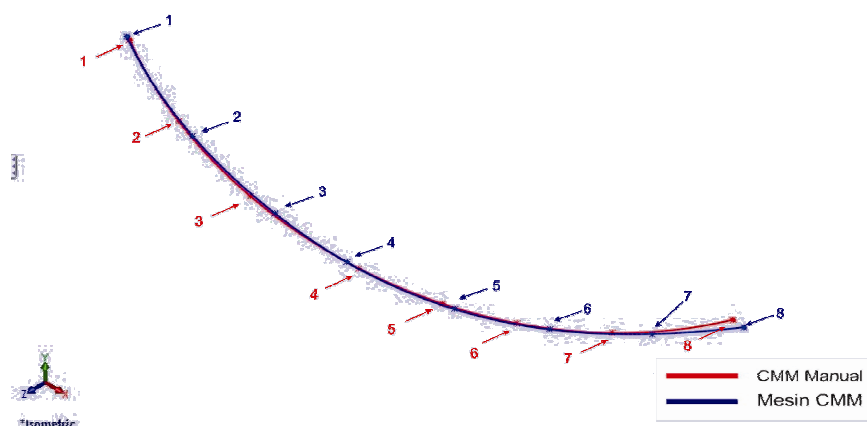
Gambar 6. Bagian kurva yang akan di bandingkan

**Hasil dan Pembahasan**

Perbandingan kurva dilakukan didalam *software* Solidworks, setiap kurva diambil titik koordinatnya dengan diberi label yang sama kemudian dibuat tabel untuk mempermudah perbandingan. Hasil perbandingan tidak semua ditampilkan dalam makalah ini.

Tabel 1. Hasil koordinat pengukuran 3 dimensi manual dan mesin CMM kurva nomor 2

NO	Hasil CMM manual			NO	Hasil mesin CMM		
	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z		Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
1	100.85	0	-13.69	1	99.96	0.05	-13.94
2	115.12	-9.18	-11.58	2	116.96	-12.18	-13.14
3	131.32	-17.87	-13.11	3	134.31	-21.46	-16.04
4	151.89	-25.82	-18.99	4	147.93	-26.99	-20.02
5	165.98	-29.66	-25.61	5	165.97	-32.18	-28.44
6	176.99	-31.81	-32.70	6	179.66	-34.61	-38.30
7	189.46	-33.25	-43.89	7	192.01	-35.77	-51.07
8	201.18	-33.59	-61.74	8	201.40	-36.18	-64.10

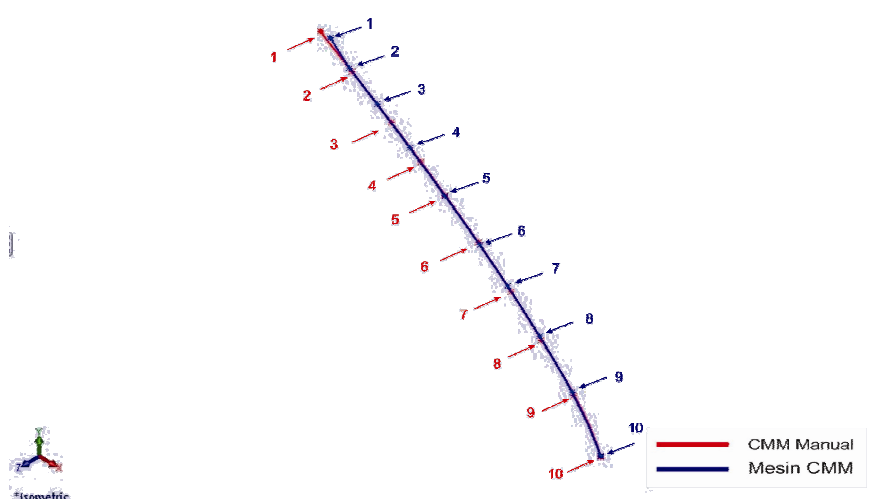


Gambar .7 Hasil kurva nomer 2 pengukuran 3 dimensi manual dan mesin CMM

Pada kurva nomer 2 poin awal sama dengan poin akhir dari kurva 1, pada poin awal sampai poin 7 kurva mengalami kesamaan dan pada poin 8 sampai 9 kurva mengalami percabangan dengan percabangan sebesar 2.59 mm pada sumbu y.

Tabel 2. Hasil koordinat pengukuran 3 dimensi manual dan mesin CMM kurva nomer3

NO	Hasil CMM manual			NO	Hasil mesin CMM		
	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z		Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
1	201.18	-33.59	-61.74	1	201.40	-36.18	-64.10
2	237.28	-55.05	-61.82	2	232.31	-55.09	-64.11
3	281.39	-83.08	-62.17	3	263.93	-75.03	-63.87
4	314.88	-105.87	-62.64	4	301.16	-99.33	-63.70
5	341.78	-125.29	-63.15	5	341.09	-126.75	-63.74
6	378.63	-153.83	-64.07	6	380.33	-155.68	-64.04
7	414.92	-184.77	-65.29	7	411.27	-180.61	-64.56
8	447.95	-216.55	-66.76	8	446.71	-212.77	-65.65
9	481.93	-255.76	-68.90	9	481.58	-251.97	-67.73
10	510	-303	-72	10	509.69	-302.07	-71.89

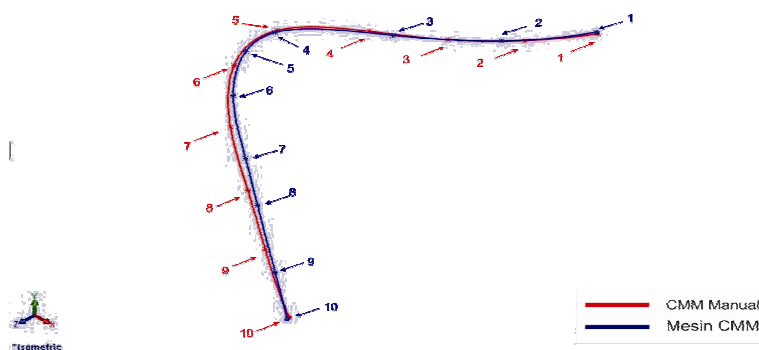


Gambar 8. Hasil kurva nomer 3 pengukuran 3 dimensi manual dan mesin CMM

Pada kurva nomer 3 titik awal kurva sama dengan titik akhir kurva 2. Pada kurva ini poin 1 sampai poin 10 mengalami kesamaan dimana pada poin 10 jarak maksimal 0.93 mm pada sumbu y.

Tabel 3 Hasil koordinat pengukuran 3 dimensi manual dan mesin CMM kurva nomer 4

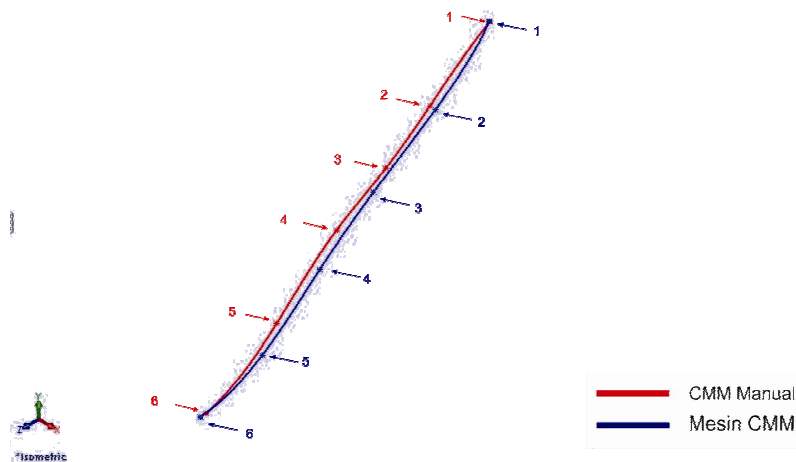
NO	Hasil CMM manual			NO	Hasil mesin CMM		
	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z		Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
1	510	-303	-72	1	509.69	-302.07	-71.89
2	492.44	-303.08	-46.29	2	485.52	-302.96	-38.92
3	468.59	-303.13	-23.74	3	449.92	-302.84	-9.77
4	440	-303	-5	4	401.61	-313.99	12.78
5	402	-313	12	5	385.28	-332.93	14.20
6	381.08	-341.89	16.91	6	378.68	-362.04	15.10
7	381	-378	19	7	385.91	-396.29	14.77
8	388.71	-413.43	16.21	8	392.19	-421.45	13.99
9	396.31	-446.19	13.39	9	401.20	-458.16	12.36
10	407	-483	10	10	407.32	-483.64	10.89



Gambar 9. Hasil kurva nomer 4 pengukuran 3 dimensi manual dan mesin CMM  
 Pada kurva nomer 4 poin awal sama dengan poin akhir kurva 3. Pada kurva ini poin 1 sampai poin 4 bentuk kurva hampir sama, pada poin 5 sampai 9 kurva mengalami pergeseran dan pada poin 10 kurva saling mendekati dengan jarak maksimal 0.89 mm pada sumbu z.

Tabel 4. Hasil koordinat pengukuran 3 dimensi manual dan mesin CMM kurva nomer 7

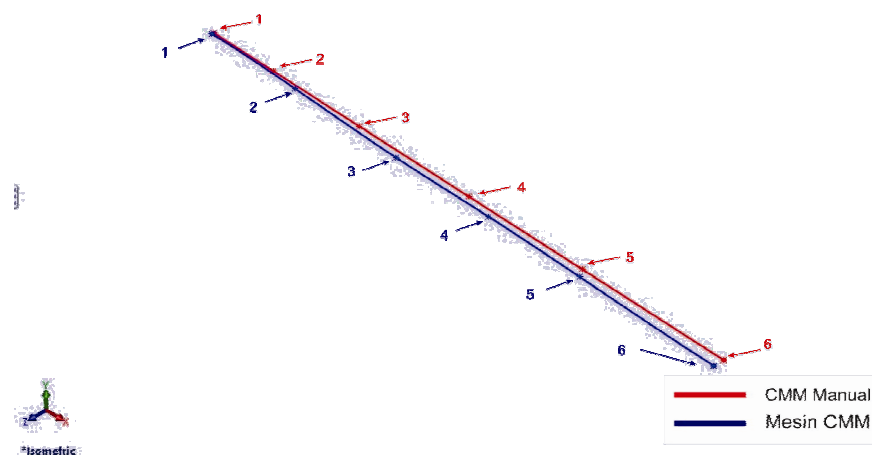
Hasil CMM manual				Hasil mesin CMM			
NO	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z	NO	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
1	384	-541	36	1	383.86	-541.03	36.01
2	376.23	-554.90	36.84	2	375.99	-556.03	36.88
3	370.57	-565.14	37.50	3	368.88	-568.95	37.63
4	364.28	-575.57	38.28	4	361.95	-581.60	38.38
5	356.65	-590.47	39.24	5	354.58	-595.45	39.21
6	347	-606.23	39.80	6	346.36	-606.91	39.91



Gambar 10. Hasil kurva nomer 7 pengukuran 3 dimensi manual dan mesin CMM  
 Pada kurva nomer 7 poin awal sama dengan poin akhir kurva 6. Pada kurva ini bentuk kurva tidak stabil pada poin poinnya dengan membentuk kurva bergelombang, akan tetapi pada poin akhir poin kurva saling mendekati dengan jarak maksimal pada sumbu x sebesar 0.64.

Tabel 5. Hasil koordinat pengukuran 3 dimensi manual dan mesin CMM kurva nomer 22

Hasil CMM manual				Hasil mesin CMM			
NO	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z	NO	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
1	0	-378	9	1	0	-377.95	9.60
2	21.46	-378	10.09	2	30.50	-377.95	11.56
3	52.19	-378	11.65	3	67.80	-377.95	14.64
4	91.50	-378	13.65	4	100.90	-377.95	16.24
5	132.20	-378	15.72	5	134.01	-377.95	18.43
6	183	-378	18.31	6	182.83	-377.96	21.67



Gambar 11 Hasil kurva nomor 22 pengukuran 3 dimensi manual dan mesin CMM

Pada kurva 22 titik awal poin sama dengan poin akhir kurva 15 dimana jarak maksimal pada sumbu z sebesar 0.6 mm dan bentuk kurva ini dari poin awal sampai poin akhir mengalami pelebaran sampai poin akhir. Pada poin 6 sama dengan titik akhir kurva 14 dan 18 dimana jarak maksimal pada sumbu z sebesar 3,38 mm.

### Kesimpulan

Metode pengambilan data dengan CMM Mitutoyo mempercepat pekerjaan, akan tetapi membutuhkan biaya yang mahal dan kesulitan pada proses edit kurva gambar. Metode CMM manual mempunyai kelebihan proses dengan biaya yang murah dan edit kurva gambar lebih mudah tetapi membutuhkan waktu yang lama. Dari perbandingan kurva keduanya didapatkan selisih dimensi yang signifikan. Selisih dimensi ini dapat diatasi dengan melakukan edit gambar dan proses pengecekan pada saat *assembly* dengan komponen yang lain.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas dukungan pendanaan dalam riset ini, Tim Mobnas UMS, Bapak Harry Pranoto dkk, SMK Muhammadiyah 2 Borobudur, Ir. Masyrukan, MT atas segala dukungannya dan kerjasamanya.

### Daftar Pustaka

- Alrashdan A, Motavalli S, Fallahi B , 1999, Automatic Segmentation Of Digitized Data For Reverse Engineering Applications , *IIE Transactions*, edisi no 32, hal 59-69
- Bagci E, 2009, Reverse Engginering Applications For Recofery Of Broken Or Worn Part And Re-Manufacturing: Three Case Studies, *Advances in Engineering software*, Edisi no 40, hal 407-418
- Bagci E., 2009, Reverse Engineering Application for Recovery of Broken or Worn Parts and Re manufacturing : Three Case Studies, *Advances in Engineering Software*, 40, pp 407-418
- Corbo P., Germani M., Mandorli F., 2004, Aesthetic And Functional Analysis for Product Model Validation in Reverse Engineering Aplication, *Computer Aided Design*, 36, pp 65-74
- Panchetti M., Pernot J.P., Veron P., 2010, Towards Recovery of Complex Shapes in Meshes Using Digital Images for reverse Engineering Aplication, *Computer Aided Design*, 42, pp 693-707
- Raja, V., 2008, *Reverse Engineering*, Springer Verlag London
- Urbanic R, El Maraghy H, El Maraghy W, 2008, A Reverse Engineering Methodology For Rotary Components From Point Cloud Data, *Int Journal Advance Manufacturing Technology*, edisi no 37, hal 1146–1167