

# **PROSES REVERSE ENGINEERING MENGGUNAKAN LASER OPTICAL SCANNER**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata II pada Jurusan  
Magister Teknik Mesin Fakultas Pascasarjana**

**Oleh :**

**Yudha Rahman Awallu**

**NIM U 100 140 012**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN  
SEKOLAH PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

DESAIN REVERSE ENGINEERING MENGGUNAKAN LASER  
OPTICAL SCANNER

PUBLIKASI ILMIAH

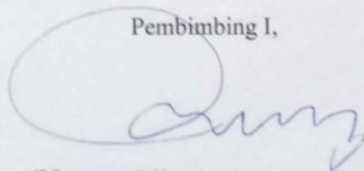
Oleh:

YUDHA RAHMAN AWALLU

NIM : U 100 140 012

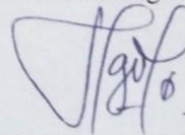
Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Pembimbing I,



(Marwan Effendy, S.T, M.T, Ph.D)

Pembimbing II



(Agus Dwi Anggono S.T, M.Eng, Ph.D)

HALAMAN PENGESAHAN

DESAIN REVERSE ENGINEERING MENGGUNAKAN LASER OPTICAL  
SCANNER

Oleh:

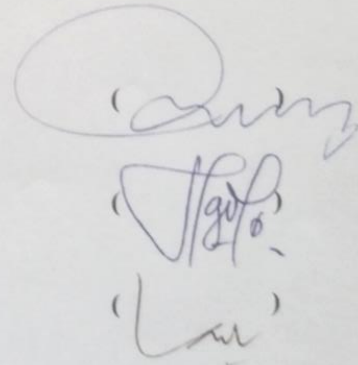
YUDHA RAHMAN AWALLU

NIM : U 100 140 012

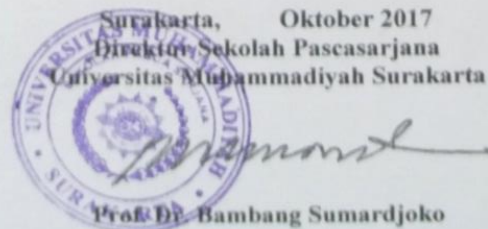
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Program Studi Magister Teknik Mesin  
Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada Hari Rabu tanggal 20 September 2017  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Dewan Penguji,

1. Marwan Effendy, S.T, M.T, Ph.D  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Agus Dwi Anggono S.T, M.Eng, Ph.D  
(Anggota Dewan Penguji I)
3. Tri Widodo Besar Riyadi, S.T, M.Sc, Ph.D  
(Anggota Dewan Penguji II)



Surakarta, Oktober 2017  
Direktor Sekolah Pascasarjana  
Universitas Muhammadiyah Surakarta



Prof. Dr. Bambang Sumardjoko

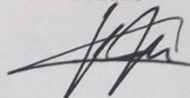
## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 8 Oktober 2017

Penulis



Yudha Rahman Awallu  
U100140012

# DESAIN ULANG REVERSE ENGINEERING MENGUNAKAN LASER OPTICAL SCANNER

## Abstrak.

Reverse Engineering yaitu proses pendesainan ulang sebuah produk dengan melakukan pemindaian ulang pada benda kerja nyata. Pemindaian dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu touch scanner dan untouch scanner, pada penelitian yang dilakukan ini dilakukan menggunakan Optical Laser Scanner yaitu untouch scanner yang kemudian dipindahkan kedalam komputasi, tahap awal file akan berupa mesh clouds yaitu titik-titik awan yang berbentuk berupa benda kerja itu sendiri, titik awan ini memiliki kepadatan masa yang sama antara satu titik dan titik yang lainnya, kemudian direkayasa menjadi bentuk desain yang solid dengan permukaan yang sudah berbentuk sempurna. Pada tahap akhir desain akan di simulasikan kedalam CNC simulation menggunakan perangkat lunak pada komputasi. Pengerjaan merupakan sebuah desain komputasi yang menggunakan beberapa software. Hasil dari penggunaan laser optical scanner menunjukkan adanya selisih ukuran model 1  $-0.84\text{mm} - +0.396\text{mm}$ , model 2  $-4\text{mm} - +1.77\text{mm}$ , model 3  $-2.8\text{mm} - +2.71\text{mm}$ .

Keywords: *Reverse Engineering, Scanner, CAD, mesh clouds.*

## Abstract

Reverse Engineering is a process of product re-design by re-scanning the real workpiece. The scanning process can be done in various ways i.e. touch scanner and untouch scanner, in this research the scanner process is using Optical Laser Scanner, it is untouch scanner which is transferred into computation, the initial stage of the file will be in the form of mesh clouds i.e. point clouds in the shape of the workpiece itself, point clouds have the same density between one point and the other point, then it is engineered into a solid form of design with a perfectly shaped surface. In the final stage the design will be simulated into CNC simulation using software on computing tool. The execution is a computing design that uses several software. The results of using the optical scanner laser shows the difference of model size 1  $-0.84\text{mm} - + 0.396\text{mm}$ , model 2  $-4\text{mm} - + 1.77\text{mm}$ , model 3  $-2.8\text{mm} - + 2.71\text{mm}$ .

Keywords: *Reverse Engineering, Scanner, CAD, mesh clouds.*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada saat ini sangatlah cepat, dimana sistem informasi dapat berpindah dalam waktu yang sangat cepat. Hal ini menimbulkan perkembangan akan teknologi pada segala aspek melaju cepat. Dampak dari hal ini mempengaruhi di area teknik yaitu teknik permesinan. Dimana pada masa lampau untuk melakukan sebuah perencanaan atau desain dilakukan secara manual dan memakan waktu yang lama. Berkat kemajuan teknologi di bidang

teknik terciptalah teknologi perangkat lunak yang dapat membantu para peneliti agar mempermudah dalam mendesain suatu produk atau bidang yang ditelitinya.

Pengembangan software yaitu alat untuk mempermudah sebuah desain, dan pada saat ini sangatlah banyak seperti SolidWork, Pro E, dan Autocad. Software tersebut membantu para desainer untuk membangun dan menguji desainnya secara instan dan cepat. Tidak hanya menggambar, namun juga dengan perkembangan ini para peneliti dapat menguji hasil desainnya tanpa harus membuat produknya terlebih dahulu, dimana hal ini dapat menghemat waktu dan biaya yang dikeluarkan.

Akibat dari perkembangan dan kemajuan yang di bahas sebelumnya membuat kemajuan satu level lagi yaitu *Reverse Engineering*. Istilah ini mengartikan pembuatan ulang, pendesainan ulang, pembaharuan ulang, dan penambahan ulang dari produk sebelumnya (Cross, 1990). Namun *Reverse Engineering* dilakukan pada material yang berupa solid atau sudah berupa sebuah produk, yang kemudian di analisis menggunakan *3D Scanner* dan di terjemahkan dalam bentuk kode yang menghasilkan gambar 3D serta dapat di desain ulang pada komputer. Hal ini menyebabkan kemudahan untuk membuat atau mendesain ulang sebuah produk yang rusak dan tidak ada gambar desain aslinya di karenakan sudah tidak di produksi lagi.

*Reverse Engineering* sebuah teori pembaharuan sebuah desain dari produk desain sebelumnya, merupakan pengertian yang sangat menarik, dimana banyak faktor yang perlu di perhatikan. Dimulai dari analisis fisik produk yang akan di tinjau hingga menghasilkan produk yang lebih baik (Sloan, 1994). Pengembangan teori ini saat ini sangatlah menarik karena dapat dilakukan pada skala kecil baik perorangan maupun grup peneliti. Penggunaan alat dalam *reverse engineering* mencakup 3 step yaitu Scan Data, Desain Hasil data (CAD, CAM, CAE), kemudian Encoding Data kedalam mesin agar di rubah menjadi sebuah produk seperti pada gambar 1.<sup>1</sup>

## 2. METODE

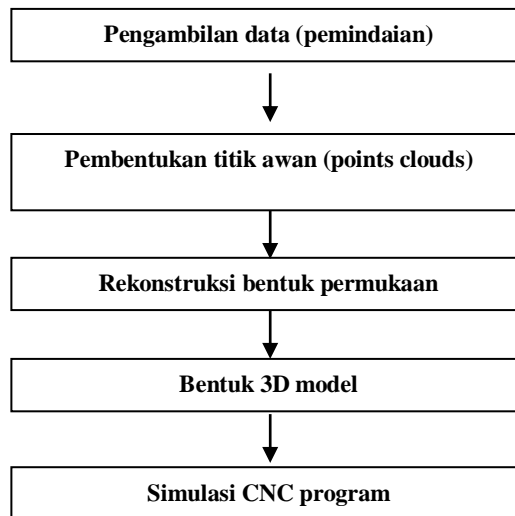
Hal ini memberikan kemudahan dalam mendesain sebuah produk berikutnya yang lebih baik. Penelitian dalam hal ini sangatlah menarik dimana dapat dilakukan pada objek yang besar sekalipun (Germain, 2002).<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Magister Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

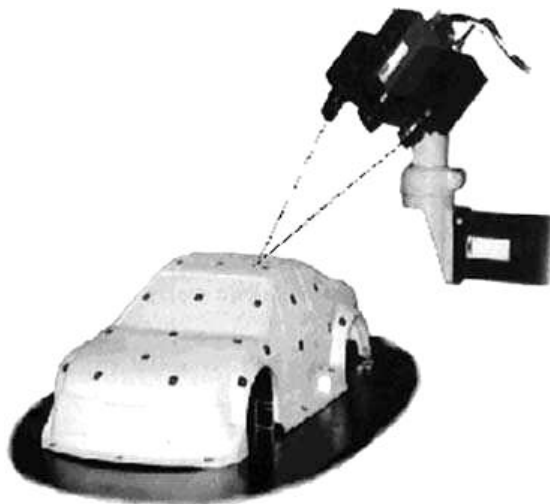
<sup>2,4</sup> Dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

<sup>3</sup> Dosen Teknik Mesin Wuxi Institute of Technology



Gambar 1. Proses kerja Reverse engineering

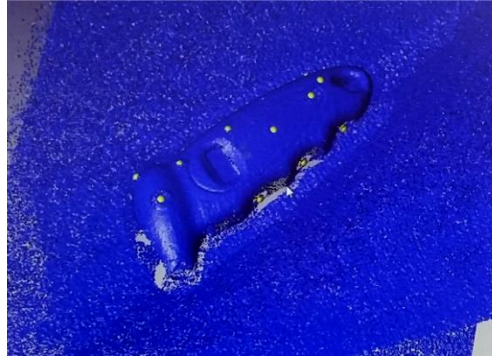
Langkah awal yang akan dilakukan adalah pengambilan gambar bentuk permukaan objek benda menggunakan Scanner. Pengambilan gambar dilakukan untuk mendapatkan informasi dari bentuk nyata kedalam bentuk digital yang diproses menggunakan *software 3D world* kemudian diproses menjadi sebuah objek solid digital seperti pada gambar 2, dimana pada proses ini pengambilan gambar dilakukan pada seluruh objek benda.



Gambar 2. Pengambilan gambar benda kerja (Singh, 2009)

Pembentukan titik awan pada tahap ini melibatkan mengimpor data point cloud atau titik awan yang membentuk permukaan, yang kemudian di seleksi mengeliminasi titik data yang tidak diperlukan dari data yang dikumpulkan, dan mengurangi jumlah poin yang di proses pada

*software 3d World Wrapping*. Tugas ini dilakukan dengan menggunakan serangkaian filter standar. Tahap ini juga memungkinkan kita untuk menggabungkan beberapa scan data set seperti pada gambar 3.



Gambar 3 Bentuk point clouds

Langkah berikutnya dilakukannya proses rekonstruksi bentuk permukaan yang dilakukan oleh software Geomagic Design dimana dalam proses ini bentuk mesh cloud akan dipadatkan dan membentuk solid. Akan tetapi bentuk permukaan masih sangat kasar dikarenakan adanya pemadatan permukaan yang tidak sempurna seperti pada gambar 4.

Proses akan dilanjutkan dengan simulasi CNC program menggunakan Siemens NX 9, dimana benda kerja akan diproses pada simulasi tersebut.



Gambar 4. Proses rekonstruksi permukaan

Generasi CAD dalam model titik data adalah mungkin yang paling kompleks karena dalam *Reverse Engineering* algoritma permukaan suatu benda yang didesain untuk menghasilkan permukaan yang secara akurat mewakili informasi tiga dimensi yang dijelaskan dalam kumpulan data titik-titik yang saling berhubungan (Vinesh, 2008). Sebagian besar sistem CAD tidak



dirancang untuk menampilkan dan memproses sejumlah besar data titik, hasilnya sebuah proses software dari satu ke yang lainnya sangat diperlukan guna untuk menampilkan dan mengimport menjadi benda *3D model*.

Pada proses ini benda akan dibentuk menjadi bentuk 3D dan ditentukan apakah terdapat perubahan geometri dari bentuk awal ataupun tidak. Para desainer dan peneliti dapat merubah bentuk ulang geometri guna untuk perkembangan bentuk yang lebih baik. Dimana hal ini mengakibatkan model baru yang di dapat dari model benda yang lama pembaharuan desain terjadi dari proses ini.

## **2.1 Tinjauan Pustaka**

Metode Reverse Engineering telah berkembang dengan cepat sebagaimana dunia teknologi dan informasi berkembang pesat. Saat ini reverse engineering di lakukan dengan metode komputasi, dimana semua proses akan diselesaikan menggunakan proses komputer.

Reverse engineering telah ada dimana area digital menyebar luas, dimana penelitian ini telah dilakukan sebelumnya oleh Varady (1997), dimana pada penelitiannya membahas bagaimana perubahan dari angka alogaritma yang didapat dari pengambilan gambar dan akan dirubah kedalam bentuk benda kerja secara menyeluruh, akan tetapi didalamnya juga membahas bagaimana kekurangan dan tingkat kesalahan pada proses penerjemahan nilai alogarithmanya.

Dilanjutkan dengan penelitian yang dilakukan oleh seorang penelitian dari Nasa yaitu Michael (1996), dalam penelitiannya peneliti melakukan percobaan pembuatan software dimana diharapkan dapat memberikan kemudahan pada reverse engineering. Software tersebut akan digunakan di berbagai bidang industri seperti pesawat terbang, perkapalan, dan juga berbagai kebutuhan lainnya.

Setelah mempelajari dan memahami sebuah konsep kerja dari Reverse Engineering akhirnya muncullah beberapa ide lainnya yang hingga sekarang berkembang dengan pesat, penggunaan konsep kerja RE akhirnya melahirkan 2 jenis tipe pengerjaan alat yaitu, touch scanner dan untouch scanner. Dimana 2 konsep kerja RE ini hingga sekarang banyak di lakukan karena kemudahannya dan efisiensi waktu yang di berikan sangat baik.

## **2.2 Untouch Scanner**

Berbagai pemindaian noncontact scanners teknologi yang tersedia di pasar sangat berkembang pesat, alat pemindaian ini menangkap data tanpa adanya kontak fisik dengan benda kerja. Noncontact scanners di bagi dalam beberapa jenis perangkat yaitu menggunakan laser,

optik, dan charge-coupled device (CCD) sensor untuk menangkap data titik, seperti ditunjukkan pada gambar 2. Meskipun perangkat ini menangkap data dalam jumlah besar dalam waktu relatif singkat, ada sejumlah masalah yang terjadi dalam prosesnya.

- a. Toleransi pada pemindaian noncontact ini  $\pm 0.025$  untuk 0.2 mm.
- b. Beberapa sistem pemindaian noncontact memiliki masalah saat menggambarkan permukaan benda kerja, yang sejajar dengan sumbu laser.
- c. Pemindaian ini sangat sensitif terhadap debu yang ada di sekitar ruang kerja.
- d. Pada beberapa benda yang memiliki sifat memantulkan cahaya sangat sulit dilakukan.

### **2.3 Touch Scanner**

Perangkat ini menggunakan probe kontak yang secara otomatis mengikuti kontur permukaan benda kerja. Di pasar saat ini perangkat pemindaian didasarkan pada teknologi CMM, dengan serangkaian toleransi  $+0.01$  untuk 0.02 mm. Namun, tergantung pada ukuran bagian yang akan dipindai, metode pemindaian ini bisa lambat karena setiap titik yang di pindai dihasilkan secara berurutan di ujung probe (Vinesh, 2008). Probe taktil perangkat harus menyentuh benda kerja untuk mendapatkan sample titik; oleh karena itu, tingkat tekanan kontak harus dipertahankan sama selama proses pemindaian seperti pada gambar 2.3. Tekanan kontak ini membatasi penggunaan perangkat kontak karena bahan-bahan yang di gunakan harus berpermukaan halus dan keras. Pemindaian ini memiliki kekurangan saat menggunakannya yaitu:

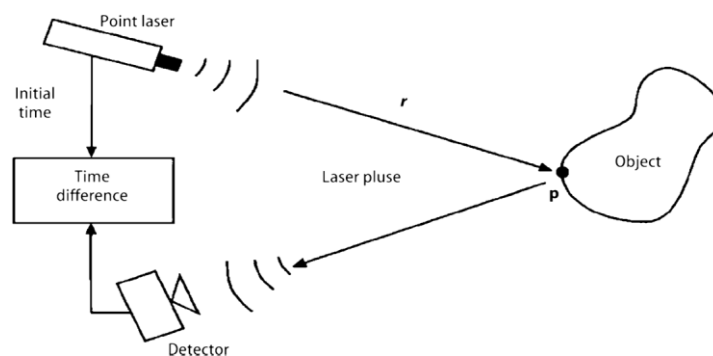
- a. Tidak dapat dilakukan pada permukaan yang lunak.
- b. Sangat sulit untuk melakukan pemindaian pada benda kerja yang memiliki bentuk permukaan yang tidak rata.

### **2.4 3D Laser Scanner**

Reverse engineering merupakan sebuah proses pengerjaan yang dilakukan pada dunia teknik mesin, industri, maupun medical, sistem pemahaman ini merekayasa benda yang berasal dari bentuk fisiknya menjadi bentuk desain komputer atau CAD (computer aided design) yang kemudian di kembangkan menjadi lebih baik. Maka penggunaan CAD sangatlah di perlukan dimana benda hasil pemindaian melalui beberapa proses yang kemudian di kembangkan menggunakan sebuah software. Namun langkah awal yang harus dilakukan adalah dengan

pemindaian benda kerja itu sendiri dimana pada hal ini penelitian menggunakan 3D laser scanner foto. Penggunaan laser pada pemindaian dapat meningkatkan akurasi pada hasilnya hal ini mengembangkan solusi melalui sensor seperti kamera video atau lainnya berbasis imaging sistem. Untuk memperoleh informasi 3-D, metodologi yang paling terkenal yang digunakan saat ini adalah stereovision, di mana dua kamera beroperasi dalam cara yang mirip dengan mata manusia (Bhandarkar, 2008).

Penggunaan penangkapan gambar menggunakan laser seperti pada gambar 5, dapat meningkatkan tingkat akurasi dan kecepatan dimana cahaya akan menangkap informasi. Untuk memahami sistem ini, kita harus mempertimbangkan tiga pendekatan populer untuk mengontrol pencahayaan, (a) continuous wave modulation, (b) time-of-flight estimation, dan (c) structured-light triangulation.

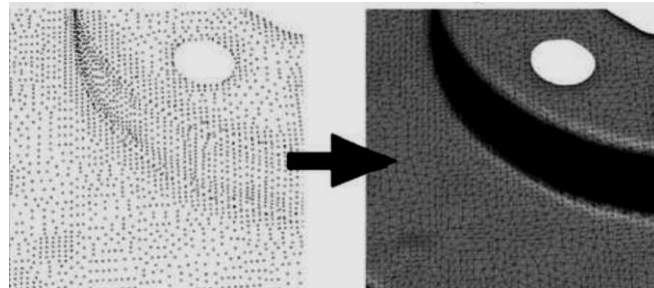


Gambar 5. Proses penangkapan gambar Laser scanner (Klette dkk, 1998)

## 2.5 Point Clouds

Setelah dilakukannya pemindaian langkah yang perlu dilakukan berikutnya merupakan Mesh reconstruction, dimana permukaan benda pada komputer akan berupa titik-titik awan yang saling berhubungan membentuk permukaan benda kerja. Beberapa mengaakan ini merupakan proses yang tidak susah, namun pada dasarnya ini adalah proses yang sangat sulit di kerjakan maka dari itu pengerjaannya akan di lakukan oleh 2 software atau lebih. Karena besarnya data yang digunakan (Hoppe, 1996). Gambar 6 menggambarkan mesh rekonstruksi. Gambar tersebut adalah tampilan yang di diperbesar untuk menunjukkan bentuk mesh segitiga yang yang terbentuk dari point clouds. Segitiga pada point clouds adalah standar bentuk permukaan

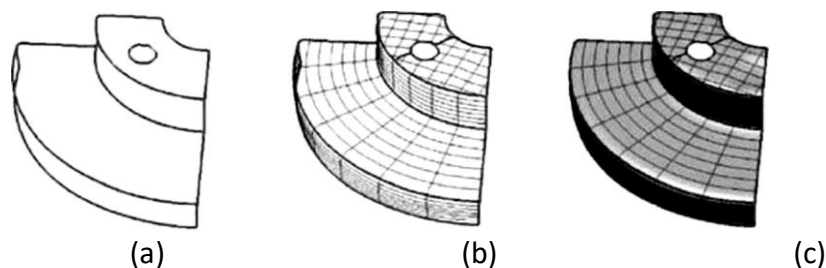
primitif untuk menyederhanakan visualisasi komputer karena bentuk ini telah menjamin ketepatan dan dengan demikian berguna sebagai pendekatan pertama sebuah objek.



Gambar 6. Pembentukan bentuk solid (kanan) dari bentuk point clouds (kiri) (Singh, 2009)

## 2.6 Surface Fitting

Pada sebuah bentuk permukaan yang kompleks dibutuhkan beberapa pengerjaan bagian, karena perlunya perlakuan pada tiap bagian yang berbeda-beda, pertama pembagian tiap bagian menjadi grup bentuk yang sama dan mengerjakannya secara individual. Setelah melakukan pengerjaan pembentukan permukaan benda kerja maka bentuk point clouds sebelumnya akan saling bersentuhan satu sama lainnya dan membentuk permukaan yang solid, seperti pada gambar 7 dapat dilihat proses surface fitting.



Gambar 7. Proses pembentukan permukaan (Surface fitting) (a) Feature detection, (b) Control grid, (c) Surface fitting (Vinesh, 2008)

## 2.7 Waktu dan Tempat

Pengerjaan penelitian dilakukan di Wuxi Institute of Technology di Cina, karena ketersediaan alat dan pembimbing pembelajaran terdapat disana, serta adanya kerja sama antara UMS dan WXIT.

## 2.8 Bahan dan Alat

Peralatan yang digunakan saat melakukan penelitian adalah

### 1) Laser scanner

Sesuai dengan tema pada penelitian ini maka diperlukan alat pemindai dengan jenis laser, dimana pada penelitian ini digunakan laser scanner dari 3D World scanner dengan kapasitas 50 Megapixel, dan jarak terdekat 60cm, serta maksimal besar benda kerja adalah 2m.

### 2) Mesin CNC.

Untuk hasil akhir dari pengerjaan penelitian, maka hasil desain dan pemindaian akan di presentasikan pada bentuk benda nyata yaitu menggunakan mesin CNC dimana mesin ini akan mengerjakan pembentukan benda kerja.

### 3) Software CAD, CAM, CAE

Pada pengerjaannya penggunaan software sangatlah diperlukan maka, penggunaan software pada proses penelitian menggunakan 4 jenis yaitu Geomagic design, Siemen NX, 3D World Wrap Design, dan Solidwork.

## 2.9 Proses Pengerjaan

Langkah-langkah yang di kerjakan pada penelitian ini melalui beberapa tahapan, maka dari itu dilakukan beberapa pengumpulan data pada setiap prosesnya, berikut data-data yang di ambil pada proses penelitian berlangsung.

- 1) Data berupa hasil pemindaian benda kerja yang didapatkan dengan menggunakan *Optical laser scanner* gambar 8.
- 2) Data berupa *point clouds*, data tersebut di dapat saat hasil pemindaian yang di konversi ke dalam file berjenis (txt) gambar 4.
- 3) Data yang didapat berupa desain bentuk *solid* dengan yang telah dirubah jenisnya dalam format (stl).
- 4) Data yang didapat berupa simulasi CNC proses untuk mengetahui apakah desain akhir dapat di proses kedalam bentuk aslinya.



Gambar 8. Proses pengambilan gambar benda kerja

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian yang telah dilakukan dan dilaksanakan peneliti mendapatkan hasil dan pengalaman yang berharga, dimana proses kerja RE merupakan metode yang sangat bagus selain bisa meningkatkan efisiensi waktu juga dapat mendapatkan hasil yang bagus. Hal ini dapat dilihat dari hasil yang didapat dimana benda kerja yang telah di pindai dapat dilakukan penambahan atau pengurangan bentuk sesuai dengan kebutuhan. Serta pemindaian yang dilakukan menggunakan laser scanner memberikan bentuk permukaan benda kerja yang akurat.

Pemindaian pada laser scanner dapat dilakukan pada berbagai permukaan, karena pada laser scanner benda kerja akan di tandai oleh dot (sensor) pada seluruh bagian permukaan sehingga benda kerja dapat dipindai seluruh permukaannya. Serta saat dilakukan pemindaian benda kerja dapat diputar kesatu arah baik itu searah jarum jam ataupun berlawanan arah jarum jam. Akan tetapi jika terjadi kesalahan dalam pemutaran bagian bentuk permukaan akan terjadi timpang tindih hasil pemindaian yang mengakibatkan diharuskannya pemindaian ulang dari tahap awal. Waktu pengerjaan pemindaian dapat dilakukan dengan cepat karena alat pemindaian ini akan melakukan scanning pada permukaan secara bersamaan tidak dilakukan seperti alat pindai untouch scanner yang dilakukan dari satu titik ke titik yang lain dimana memerlukan waktu yang lebih lama.

Langkah awal yang akan dilakukan adalah pengambilan gambar bentuk permukaan objek benda menggunakan Scanner. Pengambilan gambar dilakukan untuk mendapatkan informasi dari

bentuk nyata kedalam bentuk digital yang diproses menggunakan *software 3D world* kemudian diproses menjadi sebuah objek solid digital seperti pada gambar 2.

Pembentukan titik awan pada tahap ini melibatkan mengimpor data point cloud atau titik awan yang membentuk permukaan, yang kemudian di seleksi mengeliminasi titik data yang tidak diperlukan dari data yang dikumpulkan, dan mengurangi jumlah poin yang di proses pada *software 3d World Wrapping*. Tugas ini dilakukan dengan menggunakan serangkaian filter standar. Tahap ini juga memungkinkan kita untuk menggabungkan beberapa scan data set seperti pada gambar 3.

Langkah berikutnya dilakukannya proses rekontruksi bentuk permukaan yang di lakukan oleh *software Geomagic Design* dimana dalam proses ini bentuk point cloud akan di padatkan dan membentuk solid. Akan tetapi bentuk permukaan masih sangat kasar dikarenakan adanya pemadatan permukaan yang tidak sempurna seperti pada gambar 4.

Proses berikutnya dilakukan pembentukan bentuk profile benda kerja menjadi solid, yaitu bentuk 3D model benda kerja akhir dimana proses ini dilakukan oleh *Software Geomagic Design* seperti pada gambar 10.

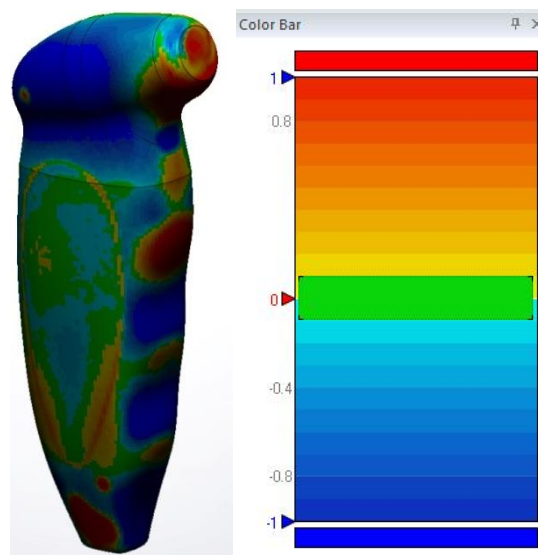


Gambar 9. Hasil bentuk 3D model solid benda kerja 2

Selama proses RE banyak kemungkinan yang dapat terjadi, seperti deviasi pada bentuk permukaan benda kerja. Bentuk permukaan benda yang di pindai melalui beberapa proses yang dimana akan terjadi pengurangan dan penambahan dimensi dari permukaan benda kerja, deviasi ini mengakibatkan dimensi dari benda kerja berubah hal ini dapat terjadi karena hal berikut.

- 1) Penyemprotan permukaan benda kerja dengan cat
- 2) Intensitas cahaya ruangan
- 3) Spesifikasi dari alat pindai
- 4) Keadaan sekitar saat dilakukannya pemindaian

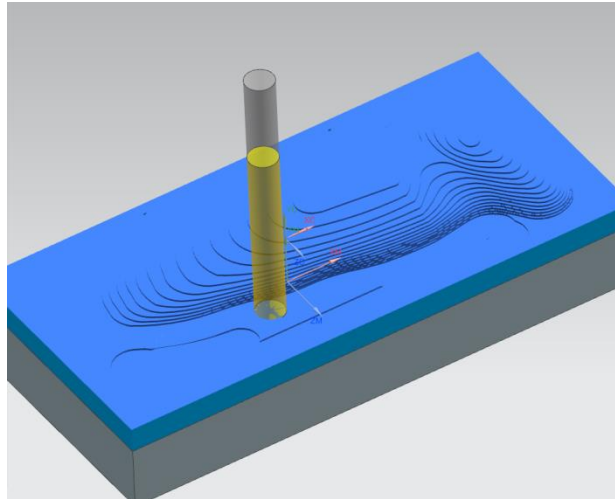
Hasil deviasi gambar 10 menunjukkan bahwa tingkat deviasi rata-rata yaitu 0.1 mm ditunjukkan dengan warna hijau, serta deviasi tertinggi +5.4 mm di tunjukan oleh warna kuning dan merah serta terendah -4.6 mm ditunjukkan oleh warna biru. Deviasi dengan nilai tinggi terdapat pada bentuk benda yang memiliki profil benda kerja seperti curve, parabolic, dan lingkaran.



Gambar 10 Level visualisasi (deviasi) benda kerja 2

Proses pembentukan ulang yang menggunakan software memberikan akses peneliti leluasa untuk merubah bentuk benda kerja aslinya, tidak hanya itu pemodelan serta simulasi pada hasil pemindaian pun dapat dilakukan, dimana pada penelitian ini dilakukan simulasi CNC proses menggunakan *Software Siemen NX 9* guna mengetahui bentuk hasil akhir pada simulasi seperti pada gambar 11. Pada akhirnya penggunaan Laser Scanner dan proses kerja Reverse Engineering memberikan hasil akhir yang memuaskan proses kerja ini memberikan akses yang mudah kepada para Engineering untuk melukan pemodelan benda kerja yang terbaharui dari sebelumnya.



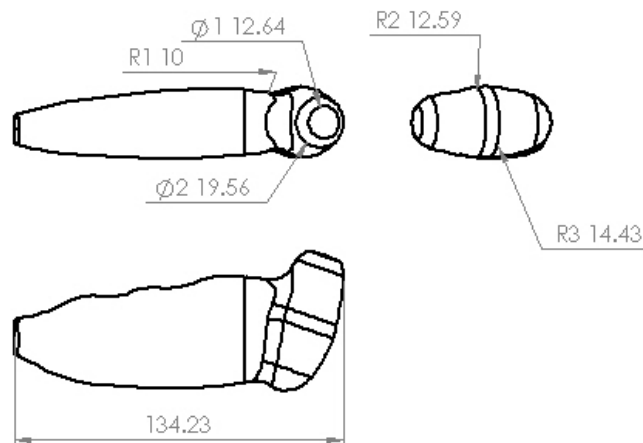


Gambar 11. Proses simulasi CNC program

Gambar 12 merupakan contoh dari hasil pemindaian yaitu bentuk 2. Dari hasil pemindaian tersebut maka di ukur dan di cari apakah ada perubahan dimensi dengan bentuk kerja aslinya dan berikut hasil dari pengukuran benda tersebut.

Table 1. data selisih ukuran antara bentuk nyata dengan hasil pemindaian dari benda kerja 2

<b>Nama dimensi</b>	<b>Dimensi awal (mm)</b>	<b>Dimensi hasil pemindaian (mm)</b>	<b>Selisih dimensi (mm)</b>
<b>Tinggi</b>	134	134.23	+0.23
<b>Radius 1</b>	9	10	+1
<b>Radius 2</b>	14	12.59	-1.41
<b>Radius 3</b>	16	14.43	-1.57
<b>Diameter 1</b>	12	12.64	+0.64
<b>Diameter 2</b>	19	19.56	+0.56



Gambar 12. Visualisasi dimensi pada bentuk benda kerja 2

#### 4. PENUTUP

Penggunaan Laser Scanner untuk pemindaian merupakan alat yang sangat baik dimana keunggulannya yaitu :

1. Tingkat akurasi yang sangat baik toleransi  $\pm 0.1$  mm.
2. Cepatnya pemindaian benda kerja (effisiensi waktu)
3. Dapat dilakukan pemindaian dalam bentuk apapun.

Akan tetapi adapula beberapa kekurangan yang terjadi selama proses pemindaian yaitu :

1. Apabila terjadi kesalahan dalam proses pemindaian maka harus dilakukan dari langkah awal.
2. Debu diruang sekitar dapat mempengaruhi hasil dari pemindaian.
3. Intensitas cahaya dalam ruangan yang dapat mempengaruhi hasil dari pemindaian.

Hasil dari scanning menunjukkan adanya perbedaan ukuran benda kerja dimana selisih ukuran bervariasi antara 0.5mm – 2 mm. Pada bentuk yang sangat sederhana akan didapatkan selisih perbedaan yang sangat kecil sekali dimana hanya sebesar  $\pm 0.03$  mm, akan tetapi dalam bentuk yang lebih kompleks seperti permukaan yang mempunyai bentuk *curve* ataupun *parabolic* akan memiliki selisih yang lebih besar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Sejalan dengan selesainya laporan penelitian ini ucapan terima kasih kepada Wuxi Institute of technology yang telah memberikan kesempatan dan fasilitasnya sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Serta kepada Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan kesempatan dan bantuannya dalam pelaksanaan selama penelitian ini berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

**Chikofsky, E.J & Cross, J.H.** *Reverse Engineering and Design Recovery: A Taxonomy.* January 1990, IEEE Software 7, pp. 13-17.

**de St. Germain, H.J.** *Reverse Engineering Utilizing Domain Specific Knowledge.* Utah : s.n., 2002.

**Eck M, Hoppe H.** *Automatic reconstruction of B-splines surfaces of arbitrary topological type.* s.l. : Proc ACM SIGGRAPH, 1996, pp. 325–334.

**J, Raja. Vinesh & Fernandes. Kiran.** *Reverse Engineering an Industrial Perspective.* s.l. : Springer, 2008.

**Klette R, Schlüns K, Koschan A.** *Computer vision—three-dimensional data.* Singapore : Springer, 1998.

**Michael L.** *A survey of Reverse Engineering and Program Comprehension,* NASA 1996.

**Owen, J.C & Sloan,P.J.** *Interactive Feature-based Reverse Engineering of Mechanical Parts..* November 1994, Proc. ARPA Image Understanding Workshop.

**Singh, Niranjana.** *REVERSE ENGINEERING- A GENERAL REVIEW..* Jammu, India : Department of Mechanical Engineering Model Institute of Engineering and Technology, International Journal of Advanced Engineering Research and Studies, pp. 1-4. E-ISSN2249–8974.

**Suk M, Bhandarkar SM.** *Three-dimensional object recognition from range.* Tokyo : Springer-Verlag, 1992.

**Várady T, Martin RR, Cox J** (1997) Reverse engineering of geometric models – an introduction. *Comput Aided Des* 29 (4):255–268