

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Sub bab ini akan membahas mengenai telusuran beberapa hasil penelitian yang sudah pernah dan sedang dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya, sehingga akan diperoleh keterbaruan atau celah ide topik yang dapat dikembangkan dan diselesaikan oleh peneliti saat ini dalam laporan Tugas Akhir ini. Tinjauan pustaka akan terbagi dalam dua anak sub bab, yaitu penelitian terdahulu berisi hasil riset yang telah dikerjakan peneliti sebelumnya dan penelitian sekarang, berisi keterbaruan dari topik yang diangkat, perbedaan mendasar dengan peneliti sebelumnya serta gambaran singkat dari aktivitas penelitian yang akan dikerjakan.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Implementasi teknologi tentang *Computer Aided Design (CAD)* dekorasi untuk keramik *tableware* pernah dilaporkan oleh Chua'l dkk (1997) yang membahas tentang kontribusi penggunaan komputer di industri manufaktur tidak hanya sebatas pada proses administrasi dan keuangan perusahaan saja, namun penggunaan komputer juga dapat dimanfaatkan pada proses desain produk untuk meningkatkan produktivitas dan produk berkualitas dan bervariasi. Chua'l juga menjelaskan bahwa selama ini perusahaan lebih banyak mengeksplor waktu desain hanya sampai atas *prototype* produk tanpa melalui proses desain kreatif dari sebuah konsep ke bentuk nyata (*bring concept to reality*) yang berbasis teknologi CAD. Hal ini tentunya akan berimbas pada proses penghematan waktu dan biaya desain.

Pengembangan teknologi *reverse engineering (RE)* pada tahap desain produk di industri manufaktur akan bisa dioptimalkan dengan sangat baik bila didukung dengan *software CAD/CAE* yang digunakan untuk mendukung kegiatan industri, dimana kedua *software* ini mampu mengoptimalkan konsep desain ke kenyataan di proses manufaktur dengan bantuan *software computer aided manufaktur (CAM)* seperti yang pernah dijelaskan oleh Sokovic dkk (2006).

Zhao dkk (2013) menyampaikan tentang aplikasi RE pada produk desain IGA-*based point cloud fitting* menggunakan metode *B-spline surfaces*. Paper ini menjelaskan bahwa metode RE merupakan metode yang layak untuk membuat

virtual 3D obyek dari bentuk model fisik. Tahapan RE dimulai dengan mengukur objek fisik yang dilanjutkan dengan aktivitas merekonstruksi produk sebagai model 3D yang akan diinginkan oleh *customer*. Hasil riset yang dikerjakan oleh Zao menunjukkan bahwa untuk mencapai keakuratan dalam proses desain berbasis RE, metode *immune genetic algoritma* (IGA) adalah suatu metode yang digunakan oleh peneliti untuk mendapatkan suatu data *point cloud* berdasarkan fungsi benda tersebut, metode IGA adalah hasil dari pengembangan teori *genetic algoritma* (GA). Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa metode IGA lebih baik, akurat dan presisi dibandingkan dengan metode desain RE berbasis GA dan Bezeir.

Zhongshan dkk (2013) juga menyampaikan dengan jelas tentang pendekatan baru untuk merekonstruksi permukaan *composite* berdasarkan RE. Dalam papernya Zongshan juga menerangkan bahwa teknologi RE dalam proses desain sebuah produk baru akan memainkan peran penting dalam merekonstruksi sebuah model fisik menjadi bentuk model virtual dalam bentuk permukaan. RE disini secara signifikan mampu mengurangi waktu rekonstruksi dan biaya duplikasi pada mesin *prototyping*. Zhongshan juga menyajikan pendekatan baru yang dinamakan *finds the basic parts of the surface* untuk rekonstruksi bentuk permukaan.

Anggoro dkk (2015) dalam risetnya tentang aplikasi RE pada desain keramik *tableware* menggunakan mesin CNC menjelaskan tentang bagaimana cara menentukan desain baru yang sesuai dengan tinggi rendahnya master produk yang menjadi dasar acuan (model fisik). Dalam keramik *tableware*, tinggi benda desain akan memiliki dua tujuan yaitu untuk efisiensi material dan penggunaan *setter* (alat bantu) untuk meningkatkan mutu dan kualitas hasil cetakan keramik *tableware*. Dalam penelitiannya metode RE dengan alat *Coordinate Measuring Machine* (CMM) yang ada di PT. Doulton Indonesia digunakan Anggoro untuk menangkap data CMM pada piring dengan diameter 220 mm, dan mengubah dari data fisik tersebut menjadi data elektronik yang dapat diproses dengan perangkat lunak CAD Power Shape 2015. *Output* dari penelitian Anggoro saat itu adalah desain baru, master cetakan, dan *prototype* piring CNN 220 mm yang memiliki bentuk *roll edge*.

Lamandau (2015) pada penelitiannya yang berjudul *Reverse Engineering Approach in Making Emirates Plate (Dia 25 cm) Design at PT. Doulton* pernah

membahas tentang permasalahan yang dihadapi PT. Doulton tentang munculnya produk yang tidak sesuai dengan kemauan konsumen. Tujuan dari penelitian yang dilakukan Lamandau adalah untuk menerapkan metode *RE* untuk memperbaiki produk yang tidak sesuai dengan kemauan konsumen dengan menggunakan alat bantu CMM sehingga akan didapatkan data *point cloud* dari produk tersebut. Data *point cloud* inilah yang kemudian dibawa ke kenyataan oleh Luna untuk membentuk produk baru seperti yang diinginkan oleh konsumen.

Aplikasi *reverse inovative design* (RID) pertama kali dikembangkan oleh Xiuzi dkk (2008) dalam proses desain produk baru yang berbasis RE, CAD, CAE dan CNC/3D printer dengan bantuan awal dari proses pemindaian model fisik dengan alat pindai. Dalam metode ini, Xiuzi (2008) menjelaskan tiga strategi utama untuk membentuk sebuah 3D model CAD baru yang dimulai dari proses pindai dengan hasil 3D mesh dengan format STL sampai ke tahap 3D CAD model baru. Tiga strategi utama itu, meliputi: (*auosufacing*) metode ini digunakan untuk desain tumbuhan, (*solid*) metode ini digunakan untuk mendesain fitur yang mempunyai bentuk geometris, (*curve*) strategi ini digunakan untuk mendapatkan model dengan hasil yang akurat, *curve base surface modeling* (CBS-*modelling*). Aplikasi RID juga pernah dikembangkan dengan sangat baik oleh Anggoro dkk (2016^a) dalam proses desain lego bertema hewan punah di Indonesia dan Anggoro dkk (2016^b) dalam proses desain *insole shoe orthotic* pada pasien dengan ciri diabetes militus. Pada desain lego Badak, metode semi RID digunakan Anggoro untuk merekonstruksi model badak Jawa sebagai model fisik yang diproses *scanning* sampai ke tahap desain dan manufaktur *prototype* badak jawa. Pada desain *insole* sepatu *orthotic*, karena dianggap sebagai *part* organik maka CBS – *modelling* dianggap sebagai metode tepat dalam RID sampai diperoleh 3D CAD model baru dari *insole*, *outsole* dan *middle sole* pada pasien dengan ciri diabetes.

Anggoro dkk (2016^c) pada paper ini menjelaskan tentang pemanfaatan teknologi *Artistic CAD/CAM* dalam pembuatan produk cincin artistik di industri kecil menengah. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *Investment Casting* dan *Subtractive Prototyping* dengan cara membuat master produk cincin wax dengan bantuan teknologi 4-axis CNC *Milling* pada mesin Rolland Modela 40R. Hasil akhir dari *paper* ini menjelaskan bahwa metode *Subtractive Prototyping* dan *Investment Casting* mampu menghasilkan enam produk cincin artistik.

Wijaya (2017) pada penelitiannya tentang Pendekatan *Reverse Engineering* dari 3D *Meshes* ke 3D *CAD/CAM* di PT. Doulton berhasil mendapatkan produk *Miranda Keer Tea For One Teapot* yang benar-benar akurat, presisi, tepat, efisien dan cepat dibandingkan dengan produk sejenis yang ada dipasaran keramik dunia. Untuk mencapai tujuan tersebut, Remi dalam penelitiannya menggunakan alat *scanning Coordinate Measurement Machine (CMM)* dan *3D scanner* yang ada di PT. Dulton Indonesia untuk menghemat waktu proses RE dan menghitung estimasi biaya dan waktu *machinning*.

Avelina (2017) pada tulisannya yang berjudul Aplikasi *Computer Aided Reverse Engineering System (CARESystem)* pada produk *Orthotic Outsole* untuk kasus kelainan kaki. Tujuan dari penelitian Avelina adalah menerapkan metode *CARESystem* untuk mendapatkan *prototype orthotic outsole* dengan mesin *3D printer*. Data input dalam bentuk file *3D mesh* dalam format *.STL*.

RE merupakan metode pengembangan produk yang cepat dan efisien disaat tidak tersedianya data *CAD* suatu produk Sokovic (2006). Menggunakan teknologi RE operator dapat menambahkan atau mengubah beberapa bentuk serta dimensi untuk fungsi yang baru. Proses RE pada penelitian ini dilakukan dengan membentuk vektor 2D dari data yang tersedia dalam bentuk *scan* foto, setelah vektor 2D terbentuk kemudian untuk mendapatkan variasi desain 2,5D/3D dilakukan proses pembangkitan vektor 2D dengan teknologi *CAD*. Pada proses ini, dapat dibentuk beberapa variasi desain seperti dimensi ketinggian, diameter, kedalaman dan lain-lain untuk membentuk variasi tersebut, dapat diperoleh desain yang optimal sehingga mampu dilakukan proses pembuatan cetakan.

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti saat ini berawal dari permintaan PT. NPI yang menginginkan produk *dinner set tableware* berciri khas batik kawung. Beberapa penelitian sebelumnya secara tegas menyatakan bahwa penggunaan teknologi RE pada proses manufaktur sebuah produk baru dapat dilakukan secara cepat, tepat, presisi dan akurat serta dapat meminimasi biaya *prototype*. Namun berdasarkan hasil pencarian pada penelitian tersebut semuanya masih terlalu luas tidak ada yang benar-benar spesifik khusus tentang kolaborasi teknologi manual dengan *CARESystem* pada produk keramik *tableware* untuk kasus yang dialami oleh PT. NPI .

Hal ini terjadi karena perusahaan keramik ini tidak seperti PT.Doulton Indonesia yang benar-benar menggunakan *CARESystem* dengan nilai investasi sangat besar dan proses pebuatannya dalam jenis *special customize for mass production ceramic*.

Aplikasi RE dan RID yang sukses dan pernah dilaporkan oleh Anggoro dkk (2015), (2016), Widyanto (2015), Wijaya (2017) dimana ketiganya menggunakan teknologi alat *scanning* untuk mendapatkan data *point cloud* dan data *mesh* pada proses desain keramik *tableware*, produk cincin, produk *Miranda Keer Tea For One Teapot* dan produk *insole shoe orthotic* pada pasien yang mengalami kelainan bentuk kaki. Anggoro dkk (2016) dalam jurnalnya juga menggunakan RE dan *3D scanning handyscan* untuk *mendapatkan prototype toys Java Rhinoceros*. Namun berdasarkan pencarian oleh peneliti, tiga hasil riset yang telah dilakukan oleh Anggoro ini tidak menggabungkan adanya proses kolaborasi teknologi manufaktur secara konvensional, *hand made* dan *CARESystem* serta tidak menggunakan unsur artistik dalam produk yang didesain. Inilah yang menjadi celah baru bagi peneliti untuk mengembangkan metode RE pada produk keramik di PT.NPI.

Penelitian sekarang, lebih mengutamakan aplikasi kolaborasi teknologi manual, dengan RID dalam proses pembuatan produk keramik *tableware*. Penelitian ini dimulai dengan proses RE dari produk yang sudah ada di pasaran. Produk ini kemudian dibuat ulang dengan cara mengukur secara manual menggunakan jangka sorong dial mitutoyo 0.05 mm untuk mendapatkan data dimensi benda sehingga dari data dimensi benda tersebut bisa diubah ke bentuk gambar 2D. Data ini dapat direalisasikan menjadi gambar 3D model dengan *software* CAD PowerSHAPE 2014. Metode RID yang dikenalkan dan pernah dilaporkan oleh Xiuzi dkk (2008) dan Anggoro dkk (2016) digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan beberapa alternatif model keramik *dinner set* bernuansa batik kawung. Tekstur batik kawung dibuat dengan ArtCAM 2015 menjadi 3D tekstur yang dapat di *wrapping* pada *dinner set tableware* menggunakan *icon wrapping* pada PowerSHAPE 2014. Proses pembuatan *molding* sampai proses *second burning* dilakukan di PT. NPI. Output yang dihasilkan pada penelitian ini berupa produk *dinner set tableware* bernuansa batik yang melingkar pada area produk seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.1. berikut ini:



Gambar 2. 1 foto produk jadi *dinner set tableware*

(Sumber: Dokumentasi PT. NPI)

2.2. Keramik Secara Umum

Keramik pada awalnya berasal dari Bahasa Yunani *keramikos* yang artinya suatu bentuk dari tanah liat yang telah mengalami proses pembakaran. Kamus pada tahun 1950-an mendefinisikan keramik sebagai suatu hasil seni dan teknologi untuk menghasilkan barang dari tanah liat yang dibakar, seperti gerabah, porselin, dan sebagainya, tetapi saat ini semua keramik tidak berasal dari tanah liat. Definisi pengertian keramik terbaru mencakup semua bahan bukan logam dan anorganik yang berbentuk padat. (Yusuf, 1998:2).

Bahan baku keramik yang umumnya dipakai adalah *felspar*, *ball clay*, *kwarsa*, *kaolin* dan air. Sifat mekaniknya sangat ditentukan oleh struktur kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya oleh karena itu sifat mekanik juga tergantung pada lingkungan geologi dimana bahan tersebut diperoleh.

2.2.1. Jenis Keramik

Keramik dilihat dari penggunaan bahan dan proses pembuatannya terbagi menjadi dua jenis keramik, yaitu:

a. Keramik Tradisional

Keramik tradisional yaitu keramik yang dibuat dengan cara menggunakan bahan alam, seperti kuarsa, kaolin, dll. Yang termasuk keramik ini adalah barang pecah belah (*tableware*), keperluan rumah tangga (*tile, bricks*), dan keramik yang diperuntukan untuk industry (*refractory*).

b. Keramik Halus

Fine ceramics (keramik modern atau bisa disebut keramik teknik, *technical*

ceramic) adalah keramik yang dibuat dengan oksida logam ataupun non logam seperti logam (Al_{2O_3} , ZrO_2 , MgO, dll)

2.2.2. *Tableware*

Tableware adalah istilah untuk perlengkapan yang harus senantiasa tersedia diatas meja tamu seperti peralatan makan, bunga, lilin dan tempatnya serta peralatan lainnya yang mendukung perjamuan makan. Peralatan makan disini biasanya disebut dengan *ware* yang dimaksud *ware* segala bentuk benda atau peralatan yang digunakan sebagai alat hidang dan alat makan atau minum. *Ware* terbagi atas *chinaware*, *silverware*, dan *glassware*.

i. *Chinaware*

Chinaware adalah pecah belah yang terbuat dari keramik, porselin atau tembikar untuk keperluan operasional restoran. Peralatan yang terbuat dari keramik biasanya mempunyai dinding tebal, permukaan sedikit kasar namun mempunyai ketahanan yang tinggi. Secara keseluruhan *chinaware* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. *Platter*

Platter adalah piring lodor dengan berbagai ukuran yaitu *small*, *medium*, dan *large*. *Platter* mempunyai tiga bentuk yaitu berbentuk lonjong (*oval platter*), bulat (*round platter*) dan persegi panjang (*rectangular platter*). *Platter* ini dibagi menjadi tujuh kategori yaitu

1. *Dinner plate*, yaitu piring ceper besar yang digunakan untuk menyajikan hidangan utama berdiameter 26 cm.
2. *Soup plate*, adalah piring cekung yang biasa digunakan untuk makan dirumah sehari-hari ataupun keperluan prasmanan dan untuk menyajikan sup. Diameter *soup platter* adalah 22 cm.
3. *Dessert plate*, adalah piring tanggung yang digunakan untuk menyajikan hidangan penutup, hidangan pembuka dan kadang-kadang sebagai *underliner* atau alas sewaktu menyajikan hidangan pembuka atau penutup. Diameter *dessert plate* adalah 18 cm.
4. *B & B plate (Butter and Bread)*, yaitu dipergunakan untuk menyajikan roti dan mentega, disebut juga *side plate* atau *quarter plate* karena didalam menata meja selalu diletakan di samping kiri garpu (*dinner fork*). Diameter sekitar 15 cm.
5. *Fish palate*, yaitu piring yang digunakan untuk menyajikan hidangan

ikan.

6. *Breakfast plate*, yaitu untuk hidangan makan pagi,
7. *Show plate*, yaitu piring ceper ukuran sedikit lebih besar dari pada dinner plate, diberi dekorasi yang bagus untuk memperindah tampilannya.

b. Cups

1. *Soup cup*, adalah mangkuk berbentuk cangkir dengan ukuran lebih besar dan mempunyai pegangan di kanan kiri untuk menyajikan sup cair. Diameter sekitar 10 cm.
2. *Tea cup*, adalah cangkir teh yang digunakan untuk menyajikan teh diameternya sekitar 10 cm.
3. *Coffee cup*, adalah cangkir kopi yang digunakan untuk menyajikan kopi, diameternya sekitar 6 cm.
4. *Demitasse cup*, adalah cangkir kecil dengan diameter 5 cm yang digunakan untuk menyajikan kopi kental sehabis makan malam.
5. *Breakfast cup*, adalah cangkir untuk menyajikan minuman kopi/teh pada waktu makan pagi di *restoran*.
6. *Egg dish*, disebut juga dengan *egg stand*. Digunakan untuk menyajikan telur rebus.

c. Soucer

1. *Soup soucer*, adalah tatakan *soup cup* dengan diameter 14 cm.
2. *Tea soucer*, adalah tatakan *tea cup* dengan diameter 14 cm.
3. *Coffee soucer* adalah tatakan *coffee cup* dengan diameter 14 cm.
4. *Demitasse soucer*, adalah tatakan *demitasse cup* dengan diameter 11 cm.
5. *Breakfast soucer*, adalah tatakan *breakfast cup* dengan diameter 14 cm.

d. Pots

1. *Tea pot*, adalah poci untuk menyajikan teh panas, bentuknya agak membulat.
2. *Coffee pot*, adalah poci untuk menyajikan kopi panas, bentuknya lurus ke atas.

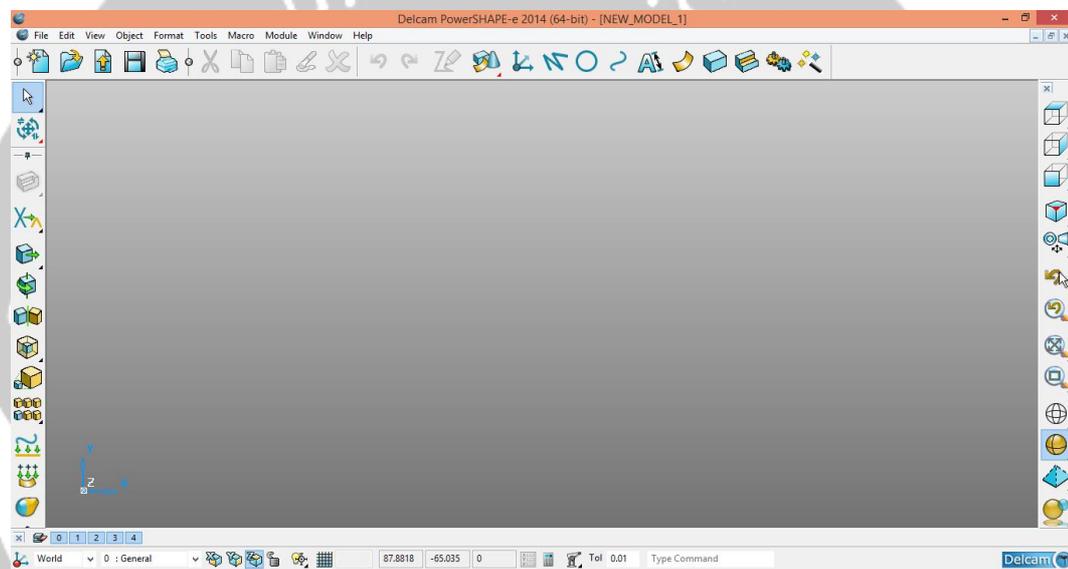
2.3. Computer Aided Design (CAD)

Computer Aided Design (CAD) atau desain berbasis komputer merupakan proses pembuatan dan optimalisasi dari desain secara teknik menggunakan

computer sebagai alat. Pembuatan desain, RE, dan *3D scanning* tergolong ke dalam CAD. CAD menyediakan fitur-fitur yang mampu mempercepat proses pembuatan produk, pengendalian kualitas, pengurangan biaya melalui pengurangan proses *rework* secara manual dan perbaikan kualitas produk.

2.4. PowerSHAPE

Power SHAPE merupakan software desain CAD yang dikembangkan oleh PT. Delcam Power SHAPE. *Software* ini memungkinkan pengguna untuk melakukan desain gambar 2D maupun 3D dalam bentuk *wireframe*, *surface*, maupun *solid*.



Gambar 2.2. Tampilan Halaman Pertama *Software* PowerShape 2014.

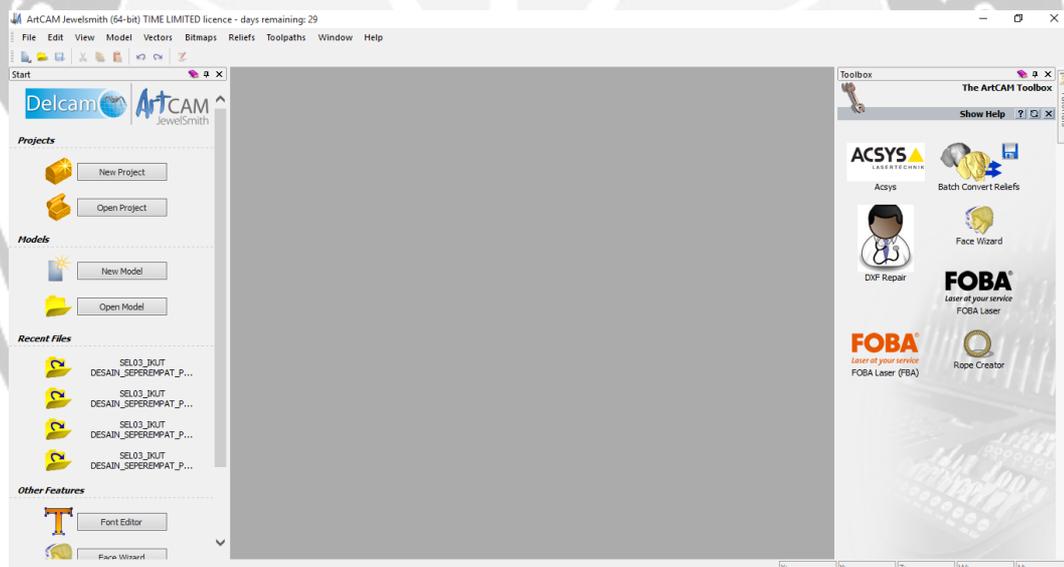
Software PowerShape merupakan sebuah paket *software* yang digunakan untuk proses pemodelan dengan menggunakan beberapa modul desain yang ada di dalam *software* tersebut, modul *software* tersebut meliputi *PS-Render*, *PS-Assembly*, *PS-Electrode*, *PS-Mold*, *PS-Drafts*. Modul tersebut biasa digunakan sesuai dengan kebutuhan operator sehingga *software* ini sangat fleksibel dalam proses pengoperasiannya.

Software ini digunakan peneliti untuk melakukan proses desain mulai dari 2D CAD sampai dengan 3D model. Proses desain ini dilakukan dengan menggunakan beberapa fitur yang ada pada *software* PowerShape. Operasional dasar yang digunakan peneliti untuk melakukan proses desain antara lain fitur *line* yang digunakan peneliti untuk proses membuat *wireframe* sebagai dasar untuk mendesain. Fitur yang lain yang digunakan adalah fitur *surface* yang

digunakan untuk mengubah *wireframe* menjadi desain 3D dalam fitur ini terdapat beberapa pilihan anatara lai *smart surface*, *surface of revolution*, *surface extraction*. Fitur lain yang digunakan operator untuk mendesain produk tersebut adalah fitur *wrapping* fitur ini digunakan untuk menempelkan motif batik ke permukaan 3D model *dinner set tableware*. Selain ketiga fitur dasar tersebut operator juga menggunakan beberapa fitur *editing* yang ada di *software* tersebut untuk mendukung proses desain.

2.5. ArtCAM

ArtCAM merupakan *software* desain yang dalam penggunaannya bisa digunakan untuk membuat desain model artistik. Proses desain ini berawal dari sebuah foto yang dijadikan sebuah objek desain kemudian foto tersebut diubah menjadi sebuah vektor yang selanjutnya vektor tersebut dibangkitkan menjadi sebuah model 3D atau 2,5D. Penerapan *ArtCAM* ini bertujuan untuk mendapatkan pola desain batik kawung yang kemudian bisa dikombinasikan dengan desain *tableware*.



Gambar 2. 3. Tampilan Halaman Pertama Software ArtCAM 2015

2.6. Reverse Engineering

Reverse engineering merupakan sebuah metode untuk mendapatkan model CAD dari model fisik yang sudah ada sebelumnya dengan secara cepat. Sokovic dkk (2005) RE digunakan untuk pengembangan produk yang cepat. Teknologi *reverse engineering* memainkan peran penting dalam rekonstruksi permukaan. Secara signifikan mengurangi waktu rekonstruksi dan biaya bagian duplikasi

yang diungkapkan Zhongshan dkk (2013). Menurut Zhao dkk (2013). Biasanya metode *reverse engineering* terdiri dua langkah utama (1) mengukur objek (2) merekonstruksi produk sebagai model 3D.

Dalam suatu strategi desain ada beberapa cara untuk mendapatkan suatu desain yang optimal dalam proses pengembangan desain, salah satunya adalah *reverse innovative design* (RID) teknologi desain ini digunakan untuk mengoptimasi suatu model dengan cara membandingkan suatu model desain dengan model lain yang sejenis dengan memasukkan parameter-parameter desain yang mempengaruhinya sehingga didapatkan model yang paling optimal.

