

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Subbab ini digunakan dengan tujuan untuk memberikan perbandingan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan sekarang. Penelitian ini menggunakan referensi dari beberapa penelitian terdahulu dengan metode pengembangan produk keramik berbasis teknologi *computer aided reverse engineering system* (CARESystem). Beberapa peneliti terdahulu (Saputro, 2018; Julian, 2019; Fergiawan, 2019) menggunakan metode ini pada industri keramik PT. Doulton Indonesia dan NPI Sedangkan penelitian sekarang lebih ditekankan pada penggunaan metode manufaktur berbasis *subtractive manufacturing* dengan mesin CNC Router untuk mengerjakan master pola cetakan keramik *jewellery* pada PT.Gyan Kreatif Indonesia.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Julian (2018) berhasil mendapatkan strategi pemesinan yang optimal pada pengerjaan master produk keramik tile wall bermotif di NPI. Dua software CAM (*Rhinoceros 4.0* dan *PowerMill*) dibandingkan dalam penelitian ini untuk mendapatkan kualitas hasil pemesinan yang optimal pada dua lokasi penelitian (Laboratorium Proses Produksi FTI –UAJY dengan departemen produksi NPI). Dua jenis mesin CNC digunakan dalam oleh Juliah, yaitu CNC YCM ev 20A dan mesin CNC retrovit. Untuk pengerjaan *tile wall*, optimasi manufaktur CAM *PowerMill* menunjukkan hasil yang lebih akurat, *smooth* dan teliti dibandingkan dengan *Rhinoceros 4.0* untuk pengerjaan kontur-kontur dengan relief kompleks. Sedangkan untuk pengerjaan datar atau pocket sederhana, hasil CAM *Rhinoceros 4.0* lebih baik dari sisi waktu pengerjaan.

Penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode berbasis CARESystem oleh Julian (2018) berbicara mengenai pengerjaan 3D *model artistic ceramics tile* menggunakan bahan pengerjaan material gypsum dan didukung oleh software CAM yang dikerjakan pada mesin CNC *milling* pada NPI dan kemudian dibandingkan dengan pengerjaan mesin CNC *milling* yang ada pada laboratorium Universitas Atma Jaya Yogyakarta penelitian ini kemudian di lanjutkan oleh

Fergiwawan (2019) dimana ia berbicara mengenai *toolpath strategy* yang optimal untuk pengerjaan produk *jewellery* pada NPI dengan membandingkan hasil pengerjaan produk dari *software* PowerMILL 2016 dengan *software* CAM *Rhinoceros 4.0*.

2.1.2. Penelitian Sekarang

Didasari oleh kendala yang dimiliki PT.GKI dalam jalannya proses produksi produk *jewellery ceramics* yaitu perusahaan tidak dapat membuat master pola cetakan dengan detail kontur dan tekstur yang presisi dalam jumlah produksi massal. Hal ini membuat PT.GKI menjadi salah satu kendala perusahaan dalam bersaing dengan kompetitor-kompetitornya seperti seperti Kasongan, Nuanza Porcelain Indonesia, Sango Ceramics Indonesia maupun industri keramik lokal lainnya pada era industri 4.0 ini. Dari hal tersebut maka penulis akan membantu PT.GKI dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi dengan melakukan kerja sama antara PT.GKI dengan CV.Sibad Engineering untuk mengerjakan pola cetakan *jewellery* dengan tekstur yang presisi dan kontur detail dalam jumlah produksi massal dengan memanfaatkan teknologi *Computer Aided Manufacturing (CAM)* dalam pengerjaannya sehingga dapat menjadi keunggulan PT.GKI dalam bersaing dengan kompetitor-kompetitornya.

Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan teknologi CAM berbasis *subtractive manufacturing* menggunakan mesin *CNC Router* yang dimiliki oleh CV.Sibad Engineering untuk mengerjakan master pola cetakan keramik *jewellery* pada PT.Gyan Kreatif Indonesia. Teknologi CAM yang digunakan untuk mengerjakan master pola cetakan adalah *software Rhinoceros 4.0* dan *PowerMill 2016* untuk dilakukan optimasi *toolpath strategy*, simulasi dan membuat *NC code* dengan basis sistem Mach3 sesuai dengan sistem pembacaan pada *CNC Router* yang dimiliki. Dari hasil produk kedua aplikasi tersebut kemudian dilakukan perbandingan kekasaran permukaan yang dihasilkan menggunakan alat yang bernama *Roughness Surf test*

Alat *Roughness Surf test* ini memiliki merek Mahr, dengan alat ini peneliti dapat dengan mudah mengetahui produk dari aplikasi manakah yang lebih halus dalam pengerjaannya pada *CNC Router* dan produk dari aplikasi manakah yang lebih detail dalam pengerjaan konturnya.

2.2. Dasar Teori

Dasar teori ini akan menjadi pedoman bagi peneliti untuk melakukan penyelesaian pada permasalahan pada penelitian. Dasar teori peneliti adalah sebagai berikut :

2.2.1. *Rhinoceros 4.0*

Rhinoceros 4.0 merupakan salah satu *software Computer Aided Manufactur (CAM)* bersifat komersial dengan basis matematika *Non Uniform Rational Basos Spline (NURBS)* 3-D Model yang berfokus pada penciptaan representasi kurva dan permukaan presisi dan bebas pada komputer grafis (Ahmadi, 2016). NURBS sendiri merupakan dasar rasional yang tidak memiliki keseragaman sehingga pengguna dapat menggambar dan membuat suatu produk pada ruang bebas yang disediakan oleh *software. Rhinoceros 4.0* digunakan untuk mengolah CAD/CAM, *Rapid Prototyping*, dan *Reverse Engineering* seperti pada industri desain produk, arsitektur, desain grafis dan multimedia. Format penyimpanan yang di sediakan oleh *software* ini adalah .3DM dengan fitur impor ekspor untuk melakukan penyesuaian dengan aplikasi lainnya. Fitur penyimpanan lainnya yang disediakan oleh *software* ini diantaranya adalah .IGES, .STL, .OBJ, SolidWorks SLDPRT, .SLDASM.

Kemampuan yang dimiliki *Rhinoceros 4.0* dalam bekerja yaitu dapat menggambar garis dalam bentuk 2D sebagai garis dasar desain model 2D, 3D *construction drawings* yang digunakan dalam membuat konstruksi gambar produk 3D, *Rendeering*, menyatukan gambar *parts* dalam satu produk dengan fitur *Parts Assemblies* dan Ekspor/Impor file gambar dari aplikasi lain. Fitur yang di tawarkan ini menjadi salah satu kemudahan operator dalam menggunakan *software Rhinoceros 4.0*.

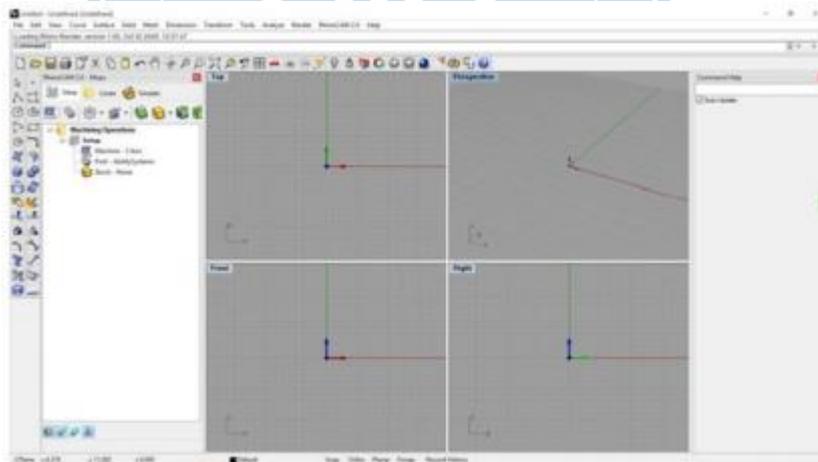
Kemudahan yang di sajikan dalam penggunaan aplikasi ini juga dibarengi dengan pemilihan *toolpath strategy* yang baik dalam melakukan simulasi *machining* sehingga proses *machining* dapat berjalan dengan lancar dan aplikasi ini merupakan sebuah aplikasi yang diklaim sebagai aplikasi tercepat dalam melakukan simulasi *machining* produk.

Pekerjaan pembuatan CAM produk yang dapat dilakukan pada aplikasi *Rhinoceros 4.0* yang memiliki logo seperti pada gambar 2.1, dapat dilakukan pada *workplane* yang disediakan seperti pada gambar 2.2 pada tampilan *software Rhinoceros 4.0*. Pekerjaan dilakukan dengan mengoperasikan dengan fitur icon yang telah disediakan pada *software*, fitur tersebut seperti *Dialogue command*

pada gambar 2.3 yang berfungsi untuk menampilkan daftar perintah atau icon yang sesuai dengan apa yang operator ketikkan di dalamnya. Perintah juga dapat di dicari secara manual dengan menjadi pada bar yang sudah disesuaikan oleh *software* seperti menu *generic comands* seperti pada gambar 2.4 dan terdapat beberapa pilihan jalan pintas yang ditampilkan pada menu *shortcut* gambar 2.5.



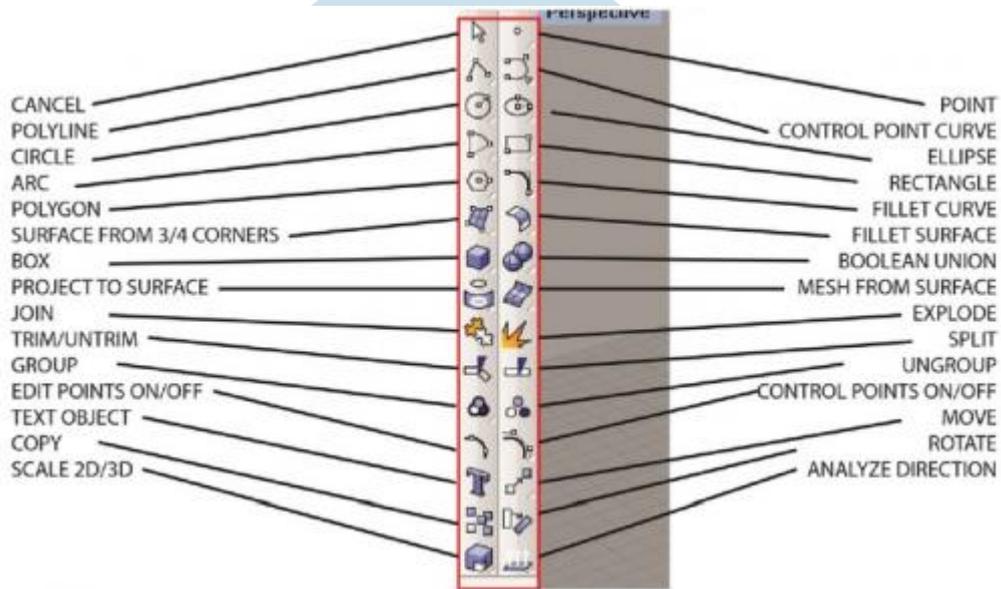
Gambar 2.1. Aplikasi CAM Rhinoceros 4.0



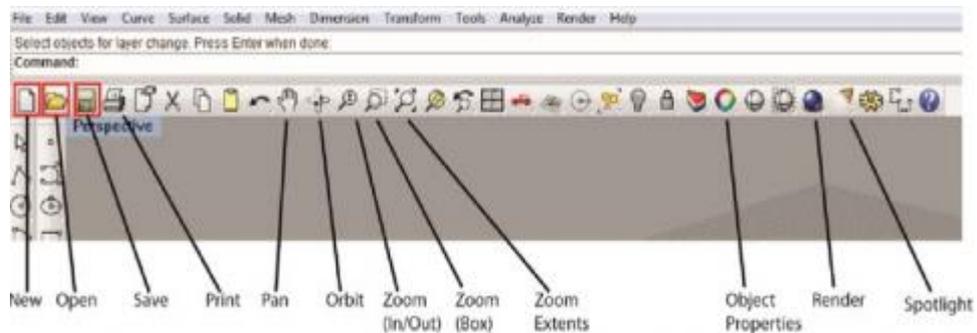
Gambar 2.2. Workplane Rhinoceros 4.0



Gambar 2.3. Dialogue Command Rhinoceros 4.0



Gambar 2.4. Generic Command Rhinoceros 4.0



Gambar 2.5. Shortcut Rhinoceros 4.0

2.2.2. PowerMill 2016

PowerMill 2016 merupakan *software* yang di kembangkan dari *software* Autodesk yang dirancang untuk mengembangkan program kontrol pada mesin CNC milling 3 sumbu (Cherpol, 2020). Aplikasi ini memiliki gambar logo seperti pada gambar 2.6 dan juga memiliki kemampuan pembacaan file CAD dengan format .IGES, .VDA dan .STL yang memungkinkan operator untuk melakukan impor/ekspor file ke dalam *software* PowerMill2016. Dalam penggunaannya, PoweMill cenderung untuk mengerjakan produk pada otomotif, industri perkakas dan ruang angkasa. Penggunaan *software* ini juga didukung untuk model 2D, pembuatan titik, pembuatan vektor, mencari koordinat, dapat mencerminkan pyoyek sehingga dapat membuat suatu cerminan produk dengan presisi. Penggunaan fitur yang disediakan PowerMill ini berfungsi dalam pembuatan suatu objek *part* dan produk yang memudahkan operator dalam membuatnya, memiliki fungsionalitas yang tinggi untuk membuat lintasan multi-sumbu dan fitur untuk pengasaran dan finishing produk yang fleksibel.

Fitur-fitur perintah yang disediakan *Powermill 2016* juga terdapat fitur menu seperti menu *NCProgram* yang berfungsi untuk memuat *NC code*, menu *toolpath* yang berfungsi untuk melakukan editing dan melihat estimasi waktu yang diperlukan, menu *tools* yang berfungsi untuk melakukan pemilihan alat-alat yang digunakan seperti *cutter* dan diameternya, menu *pattern*, menu *boundaries*, menu *feature set*, tampilan *workplane*, menu *levels*, menu *models*. Fitur-fitur menu ini juga memungkinkan operator untuk pembuatan produk dengan kontur detail dan presisi dengan hasil pemotongan yang halus dan jelas pada permukaan produk.



Want to optimise & verify your CNC machine tools before machining?

Simulate Optimise Verify

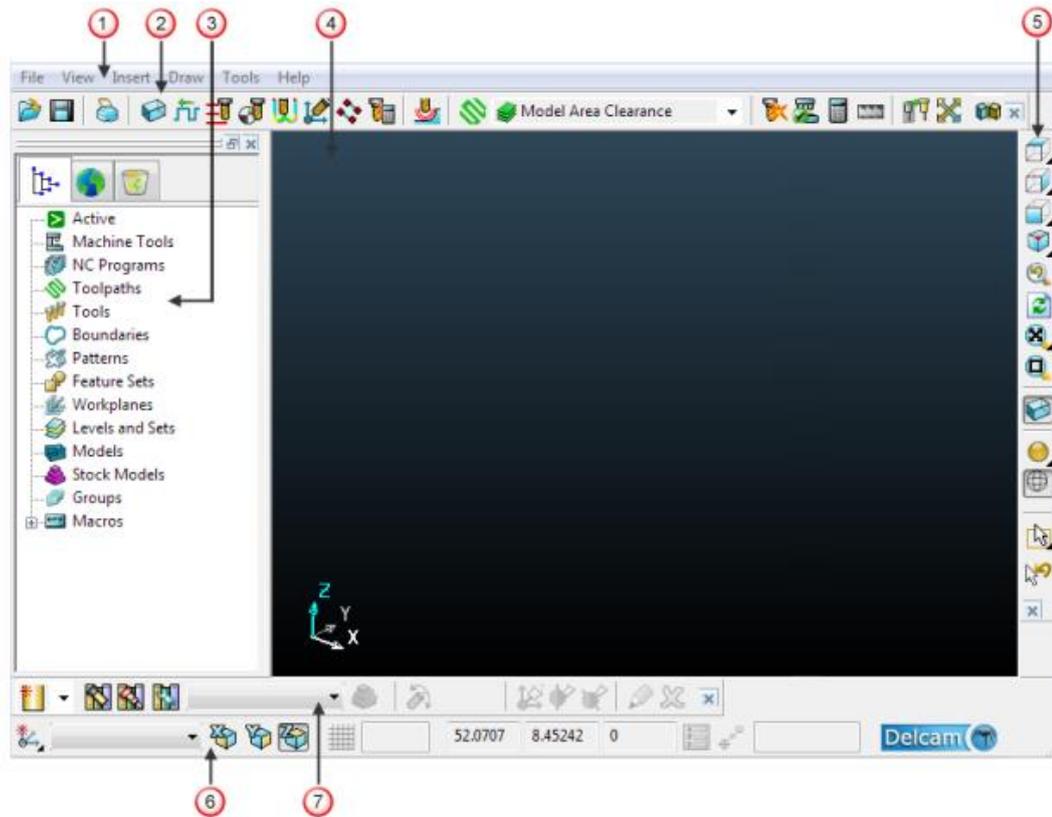
Download the Advanced Simulation & Verification webinar to find out how.

The diagram shows three stages: 'Simulate' with a 3D model of a part and tool, 'Optimise' with a red tool and a 3D model, and 'Verify' with a screenshot of a software interface showing a table of data. A blue button at the bottom encourages downloading a webinar.



PowerMILL Pro 2016 SP13 (64-bit build 20:0.10.64.1187262)
Copyright © 2016 Delcam Ltd. All rights reserved

Gambar 2.6. Aplikasi PowerMill 2016



Gambar 2.7. Layar Utama PowerMill 2016

Layar menu utama seperti pada gambar 2.7 terdapat beberapa ikon untuk mengoperasikan aplikasi *PowerMill* 2016, diantaranya:

1. *Menu Bar*

Menu bar menyediakan akses ke sejumlah menu. Memilih menu, seperti File, akan membuka daftar opsi dan submenu terkait. Sub-menu ditunjukkan oleh panah kecil di sebelah kanan teks. Misalnya, memilih File > Proyek Terbaru akan menampilkan daftar proyek yang baru saja digunakan.

2. *Main Toolbar*

Main Toolbar menyediakan akses cepat ke perintah yang paling umum digunakan di PowerMILL.

3. *Explorer*

Explorer memberikan kontrol atas semua entitas PowerMILL.

4. *Graphics window*

Graphics Window adalah ruang untuk mengerjakan produk pada aplikasi, atau yang biasa disebut *workplane*.

5. *View Toolbar*

View Toolbar menyediakan akses cepat ke tampilan standar dan opsi bayangan di *PowerMILL*.

6. *Status and Information Toolbar*

Status and Information Toolbar memungkinkan Anda membuat dan mengaktifkan bidang kerja, menampilkan berbagai bidang prasetel, dan menampilkan bidang yang ditentukan pengguna. Jika Anda mengarahkan kursor ke tombol, bantuan akan ditampilkan daripada bilah alat informasi. Bantuan tersebut dapat berupa, misalnya, deskripsi singkat tentang item di bawah kursor, atau informasi tentang penghitungan yang sedang berlangsung.

7. *Tool Toolbar*

Tool Toolbar memungkinkan pembuatan alat dengan cepat di *PowerMILL*.

2.2.3. Keramik

Keramik merupakan perpaduan antara material organik dan non-metal yang mempunyai ikatan ion dan kovalen. Keramik berasal dari kata *keramikos*, dalam bahasa Inggris juga dikenal dengan *burn stuff* dimana hal ini menunjukkan bahwa keramik merupakan benda yang dibakar dalam proses produksinya (site.google, 2012).

Keramik juga memiliki sifat-sifat dasar seperti berikut ini :

- a. Mudah pecah
- b. Benda yang sangat keras
- c. Isolator yang baik terhadap electrical maupun thermal.
- d. Memiliki stabilitas kimia yang sangat tinggi didasarkan dari ikatan ion dan kovalen yang ada di dalam material keramik.

Dalam halnya proses produksi dan penggunaannya dalam bidang manufaktur, keramik dapat dibedakan menjadi dua kelompok besar yaitu :

- a. Keramik tradisional

Keramik tradisional ini biasanya dibuat dengan tenaga manusia (*handmade*) dan menggunakan bahan dasar tanah seperti tanah merah (Feldspar), tanah putih, tanah liat (clay), dan silica. Dengan bahan dasar tersebut hasil produksi yang

diciptakan adalah diantaranya batu bata, guci, genteng, porselen keramik dan lainnya yang lebih bersifat artistik dalam proses pembuatannya.

b. Keramik modern

Keramik modern ini juga dapat disebut dengan keramik rekayasa yang mana biasanya dibuat dari unsur senyawa kimia seperti SiC, Si₃N₄, Al₂O₃ dan lain sebagainya yang dalam kegunaannya produk dari keramik ini digunakan untuk menjadi bagian (*part*) dari komponen elektronik, mesin turbin gas, isolator benda elektrik, isolator benda dengan suhu yang harus dijaga dan peredam suara. Dalam proses pembuatan keramik modern biasanya digunakan mesin dan alat modern seperti mesin CNC milling, CNC turning, mesin 3D Printing dan masih banyak lagi.

2.2.4. CNC

Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) merupakan sebuah mesin terotomasi yang digunakan dalam industri manufaktur yang digunakan untuk menghasilkan komponen atau produk dengan cepat dan dengan tingkat presisi dan akurasi yang tinggi. (Stenberg: 2015)

Mesin CNC ini juga dilengkapi dengan layar monitor untuk memudahkan operator dalam melakukan *setup* axis x,y dan z serta keperluan lain untuk diatur kegunaannya. Dengan teknologi ini maka operator dapat dengan mudah mengoperasikan mesin yang dihadapi, mesin berteknologi ini juga sangat menunjang dalam jalannya industry 4.0. Dengan teknologi otomasi yang dimilikinya, mesin ini juga sering digunakan perusahaan dalam meningkatkan tingkat produktivitas dan angka produksi yang dimiliki perusahaan tersebut. Keunggulan dari mesin ini adalah setiap program yang diinginkan operator dapat dijalankan melalui kode yang disimpan di dalam mesin sehingga mesin ini dapat secara otomatis menjalankan kode tersebut dengan satu perintah saja. Yang perlu kita ketahui bahwa terdapat dua tipe mesin CNC yaitu mesin CNC *retrovit* CNC *router* yang dijelaskan sebagai berikut :

a. CNC Retrovit

Mesin CNC Retrovit merupakan sebuah mesin CNC baru yang telah mengalami peremajaan secara fungsional untuk mengembalikan fungsi dan kekuatan yang dimiliki mesin tersebut dengan mengganti sebagian kecil maupun sebagian besar part motorik dan part elektrik sehingga mesin tersebut dapat berfungsi dengan baik (Soloabadi: 2020).

b. CNC Router

Mesin CNC Router adalah mesin terotomasi yang terdiri dari part motorik dan part elektrik otomatis yang dipadukan menjadi mesin yang menyerupai mesin CNC baru. Mesin ini memiliki kondisi part yang baru sehingga mesin ini berbeda dengan mesin CNC Retrovit. (Soloabadi: 2020).

2.2.5. Roughness Surface Test

Surftest tool merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kekasaran dari permukaan suatu benda atau produk menggunakan detektor jarum yang bergerak mengikuti ukuran yang telah di tentukan sama seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Saripuddin dkk (2019). Alat ukur ini memiliki tingkat ketelitian hingga 0.001 mm sehingga dapat mengukur tingkat kekasaran permukaan dengan sangat detail saat digunakan.

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat penyelidik atau yang biasa disebut *probe* yang ditempelkan pada permukaan produk yang akan di ketahui tingkat kekasaran permukaannya. *Probe* pada *Surftest Tool* membutuhkan panjang permukaan yang di cek kekasarannya hanya sepanjang 7mm pada setiap percobaannya, sehingga untuk mendapatkan hasil yang terbilang akurat harus melakukan beberapa kali percobaan pengukuran yang kemudian dicari rata-ratanya.

Angka yang dihasilkan dari hasil rata-rata pengukuran pada permukaan produk ini menunjukkan tingkat kekasaran pada suatu permukaan. Semakin besar angka yang dihasilkan, maka semakin kasar pula permukaan yang diukur. Begitu pula apabila semakin kecil angka yang dihasilkan dari pengukuran itu maka semakin halus pula permukaan dari produk yang diukur.

Tingkat kekasaran ini akan digunakan sesuai dengan kebutuhan dari peneliti. Pengukuran akan dibagi pada tiga titik dimana salah satu dari ketiga titik tersebut merupakan pengukuran pada kontur yang dihasilkan dari proses permesinan yang dilakukan peneliti dan diartikan bahwa permesinan pada kontur akan menghasilkan kontur yang lebih baik dan detail apabila pengukuran tingkat kekasaran menghasilkan angka yang lebih tinggi.