

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi merupakan tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan oleh penulis untuk penyusunan karya ilmiah. Tahapan tersebut diperlukan agar penulisan dapat secara urut, sistematis dan tertata dengan baik. Berikut ini adalah urutan metodologi penelitian yang dipakai dalam penelitian ini.

3.1. Data Penelitian

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

1. Gambar 3D *mold core velg* mobil Daihatsu Sigra dari PT. Delcam Indonesia.
2. Spesifikasi material S45C yang ada di Laboratorium Proses Produksi.
3. Data *tool* dan *cutter* yang akan digunakan dalam pemesinan.
4. *Software PowerSHAPE 2016* dan *software PowerMILL 2016*.
5. Gambar hasil simulasi dari *toolpath* yang sudah di buat *PowerMILL 2016* oleh peneliti.
6. Foto hasil pemesinan dari *toolpath* yang sudah di buat *PowerMILL 2016* oleh peneliti.
7. Waktu pengerjaan riil di lapangan.
8. Tabel perbandingan hasil pemesinan *toolpath-toolpath* yang dibuat oleh peneliti.

3.2. Cara Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Studi pustaka dari jurnal-jurnal yang telah ada sebelumnya yang berhubungan dengan penggunaan material uji dan pengoptimalisasian parameter pemesinan sebagai dasar penelitian.
2. Desain 3D yang telah ditentukan akan dikerjakan menggunakan *software PowerSHAPE 2016* untuk mengubah bagian penuh *mold core velg* mobil Daihatsu Sigra menjadi potongan yang mewakili dari *mold core velg* tersebut.
3. Pengukuran waktu pengerjaan produk untuk setiap produk yang dikerjakan menggunakan jam dan *stopwatch*.

4. Penentuan hasil terbaik ditentukan oleh hasil pemesinan dan waktu dari *toolpath-toolpath* oleh peneliti yang terbaik dibandingkan dengan hasil pemesinan dan waktu dari *toolpath* asli PT. Delcam Indonesia.

3.3. Alat dan Bahan Dalam Proses Penelitian

Pada penelitian ini memerlukan alat dan bahan yang mendukung proses penelitian, diantaranya adalah:

1. Komputer yang memiliki *software PowerSHAPE 2016* dan *PowerMILL 2016* beserta sebuah *dongle* untuk menjalankan kedua buah *software* tersebut.
2. *Cutter* dengan diameter yang bermacam-macam untuk penyayatan benda kerja. Jenis *cutter* yang digunakan adalah *Cutter insert tip*, *End mill cutter* dan *Ball nosed cutter*.
3. Mesin CNC *milling YCM EV1020A* yang digunakan untuk pemesinan dalam mengerjakan penelitian.
4. *Vernier caliper* dengan ketelitian 0.01 mm dan meteran untuk mengukur produk penelitian.
5. Ragum atau tanggem untuk menjepit benda kerja atau material yang akan dikerjakan.
6. Palu *nylon* untuk membantu proses pengencangan mencekam benda kerja.
7. Kaca pembesar untuk melihat secara detail hasil pemesinan dari *toolpath-toolpath* yang ada.
8. Jam dan *stopwatch* yang digunakan untuk menghitung lamanya pemesinan yang dilakukan oleh mesin CNC untuk masing-masing *toolpath*.
9. Alat-alat pendukung yang dibutuhkan oleh mesin CNC *milling YCM EV1020A* saat akan memulai mengatur benda kerja hingga selesai dikerjakan.

3.4. Langkah – Langkah Penelitian

Berikut ini adalah langkah-langkah penelitian untuk mencapai tujuan akhir pada penelitian:

1. Identifikasi Masalah

Permasalahan datang dari *customer* PT. Delcam Indonesia yang mengeluhkan hasil pemesinan dari *toolpath* yang direkomendasikan oleh PT. Delcam Indonesia tidak sesuai harapan. Dimana terdapat *step* atau tingkatan pada *corner* setelah berjalannya semua pemesinan *toolpath* termasuk *toolpath corner finishing* (Gambar 3.1). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui letak

permasalahan dan mengoptimalkan *toolpath* serta waktu pemesinan hingga menghasilkan benda kerja yang diinginkan oleh *customer* dengan menggunakan mesin CNC yang ada di Laboratorium Proses Produksi Atma Jaya Yogyakarta.



Gambar 3.1. Contoh *Bad Surface Corner*

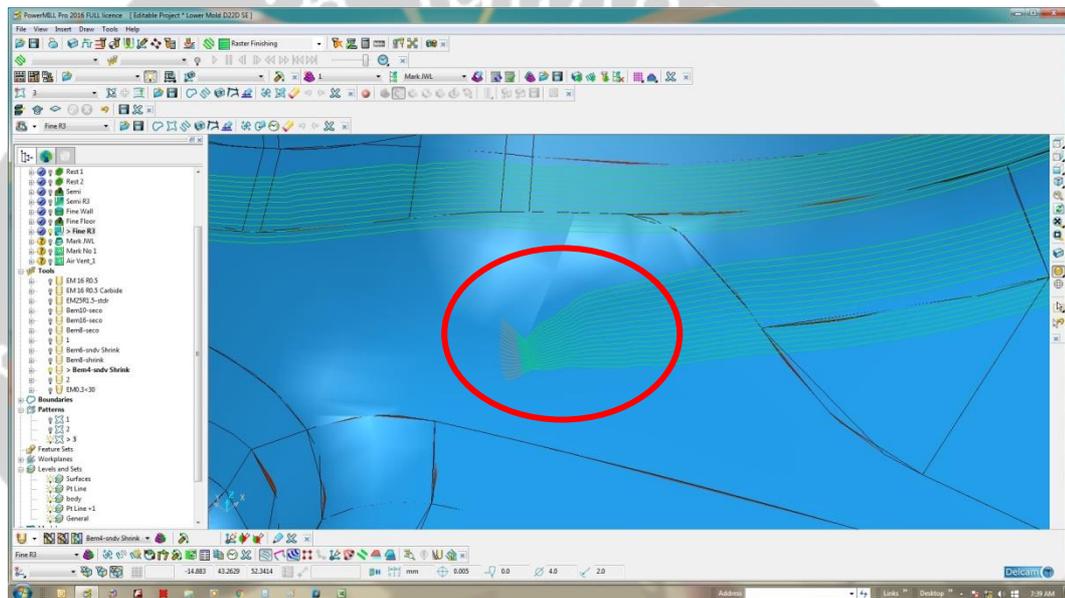
2. Studi Pustaka

Studi pustaka bertujuan untuk mencari referensi yang mendukung dalam penelitian guna untuk menemukan parameter pendekatan untuk proses pemesinannya. Referensi tersebut didapatkan dari berbagai macam sumber yang dapat dipertanggung jawabkan seperti buku, jurnal penelitian resmi, skripsi terdahulu, dan internet. Referensi yang dicari merupakan pembahasan tentang material S45C yang akan digunakan, mesin *milling* CNC, proses pemesinan atau *toolpath strategy*, parameter seperti kecepatan putaran spindel (RPM), *feeding*, *cutting speed*.

3. Studi Lapangan

Peneliti dan tim *application engineer* dari PT. Delcam Indonesia menemukan permasalahan yang dimana hasil pemesinan dari *toolpath* yang dibuat oleh salah satu anggota tim tidak sesuai dengan harapan konsumen. Hasil pemesinan bagian *corner* masih bertingkat yang kemudian peneliti dan tim mencari tau apa yang membuat bagian *corner* masih bertingkat. Setelah dicari sumber penyebab dari ketidak sempurnaan *corner* tersebut, ditemukan strategi *corner finishing* yang memiliki jalur *toolpath* yang tidak lurus atau istilah dari tim *application*

engineer itu keriting *toolpathnya* (Gambar 3.2). Kemudian topik *corner finishing* ini diangkat menjadi penelitian untuk skripsi. Karena meneliti *toolpath* dan parameter apa yang cocok untuk permasalahan ini, tim *application engineer* Delcam Indonesia menyarankan untuk mengambil satu bagian dari delapan bagian dalam satu part tersebut untuk dianalisis. Alasannya karena untuk meneliti tidak diperlukan bagian *core velg* penuh, nanti hasil dari penelitian dapat digunakan untuk *core velg* penuh untuk dilakukan pemesinan ulang di PT. Inkoasku.



Gambar 3.2. Bagian *Toolpath Corner Finishing* yang Keriting

4. Proses CAD

Pada tahapan proses CAD peneliti mendapatkan desain 3D dari tim *application engineer* PT. Delcam Indonesia. Gambar 3D *mold core velg* tersebut hanya diambil satu bagian yang mewakili dari delapan bagian berdasarkan hasil dari perundingan dengan tim *application engineer* PT. Delcam Indonesia serta dosen pembimbing. Setelah mendapatkan satu bagian tersebut, selanjutnya adalah mengatur ukuran sesuai dengan material yang ada. Material yang ada berukuran panjang 180 mm, lebar 130 mm, dan tinggi 65 mm. Sedangkan material yang sesungguhnya adalah panjang 200 mm, lebar 160 mm, dan tinggi 86 mm. Maka keputusan akhir bersama dosen pembimbing adalah memperkecil 75% dari desain ukuran asli, didapatkan panjang 150 mm, lebar 120 mm, dan tinggi 64,5 mm. Setelah menentukan ukuran yang akan *dimachining*, langkah selanjutnya

adalah merubah desain asli *mold core velg* yang diberikan PT. Delcam Indonesia untuk diperkecil 75% dari ukuran aslinya menggunakan *software PowerSHAPE 2016*.

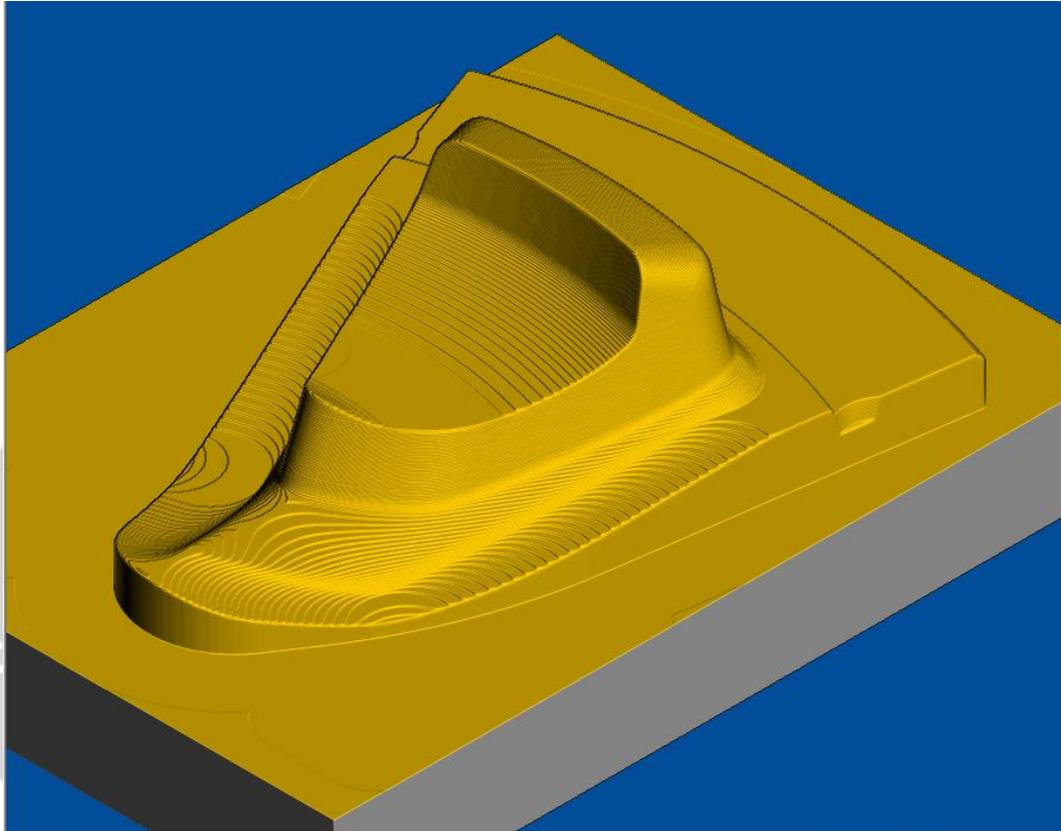
5. Proses CAM

Setelah gambar 3D menggunakan *PowerSHAPE 2016* sudah di setuju oleh tim *application engineer* dan dosen pembimbing dilanjutkan membuat *toolpath* pemesinan. Proses ini menggunakan *software PowerMILL 2016* dengan mengatur parameter-parameter yang mempengaruhi hasil *cornernya* seperti kecepatan putaran spindel (RPM), *feeding*, *cutting speed*. *Toolpath* yang dibuat tidak mengambil referensi berdasarkan *toolpath* asli dari Delcam Indonesia untuk konsumennya, karena mesin yang digunakan oleh PT. Inkoasku merupakan mesin *High Speed Machine (HSM)* sedangkan mesin yang dipakai dalam penelitian ini masuk ke dalam *Middle Speed Machine (MSM)*. *Toolpath* dan parameter-parameter *roughing*, *semi finishing*, dan *finishing* disesuaikan dengan kondisi mesin yang akan digunakan yaitu mesin CNC YCM EV1020A. *Toolpath* dan parameter *corner finishing* pada akhir pemesinan tidak sama seperti yang digunakan Delcam Indonesia karena parameter-parameter yang dipakai Delcam Indonesia memiliki hasil *corner* yang bertingkat pada hasil pemesinannya.

Toolpath yang digunakan dibagi menjadi 4 tahapan proses, yaitu *roughing*, *semi finishing*, *finishing*, dan *corner finishing*. Pada *roughing* menggunakan *toolpath strategy Model Area Clearance*, proses *semi finishing* dan *finishing* menggunakan *toolpath strategy* yang sama dimana pemilihannya berdasarkan statistik waktu tercepat dari 2 *toolpath strategy* yang sudah dibuat antara *Optimised Constant Z Finishing* dan *Steep and Shallow Finishing*. Dalam permasalahan ini *toolpath semi finishing* dan *finishing* tercepat menggunakan *toolpath Optimised Constant Z Finishing*. Sedangkan *corner finishing* menggunakan *toolpath Corner Finishing*. Dan proses terakhir adalah meratakan menjadi ukuran 0 mm pada area *flat* menggunakan *toolpath Raster Flat Finishing*.

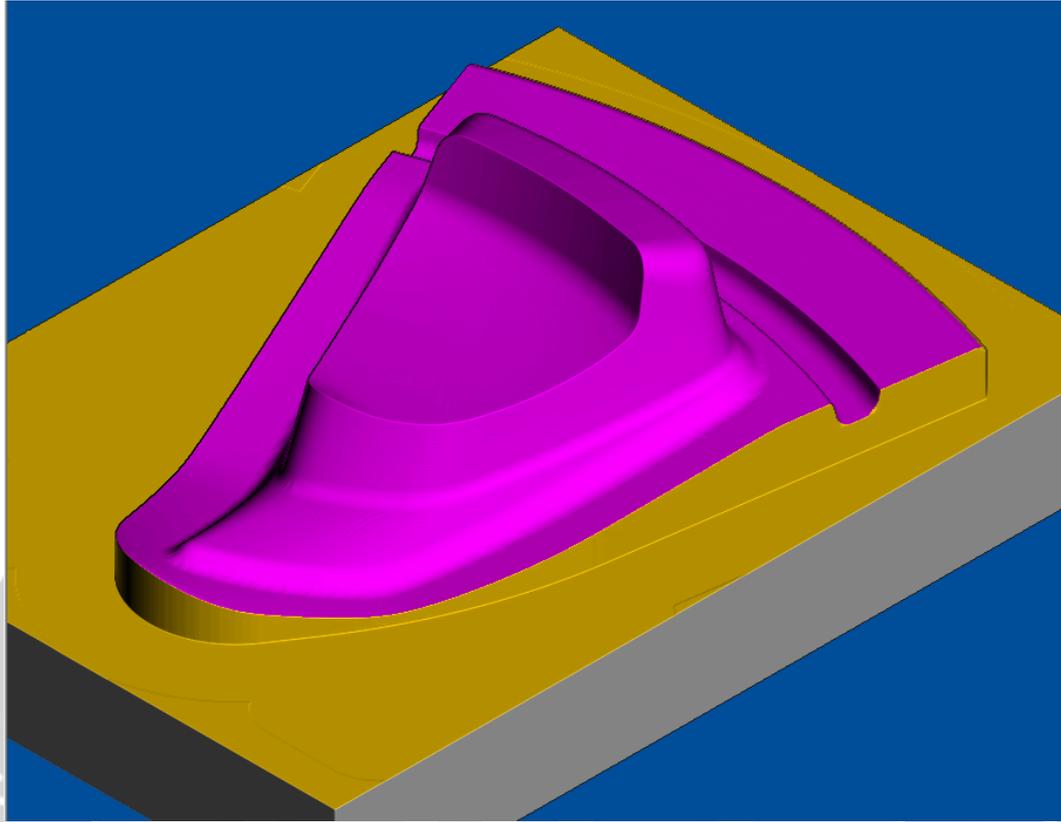
Toolpath strategy Model Area Clearance yang digunakan pada proses *roughing* berfungsi untuk memakan benda kerja hingga mendekati bentuk dari gambar 3D sebenarnya dengan menyisakan 0,5 mm untuk proses selanjutnya yaitu *semi finishing*. Pada statistik proses pemesinan proses ini didapatkan waktu

pengerjaan 15 jam 25 menit dan gambar dibawah ini merupakan hasil dari simulasi proses *roughing*.



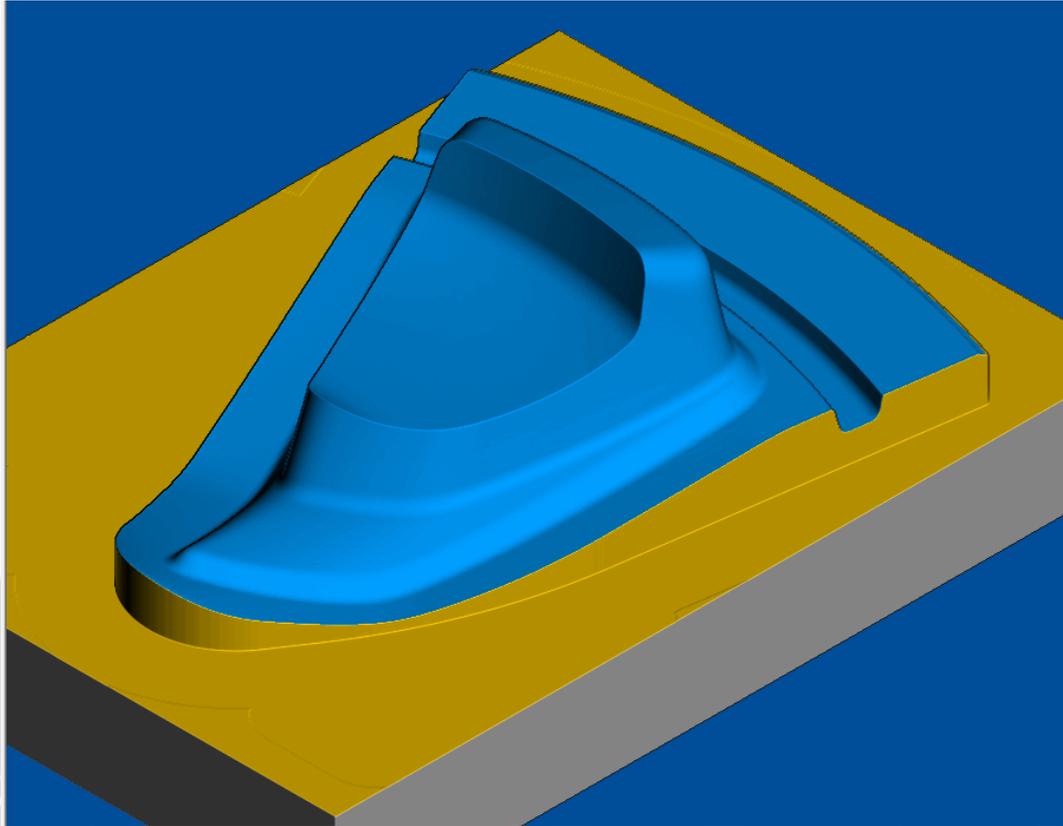
Gambar 3.3. Hasil Simulasi Proses *Roughing*

Untuk *semi finishing* yang menggunakan *toolpath Optimised Constant Z Finishing* berfungsi untuk memproses pemakanan yang belum mendekati benda aslinya dan menghaluskan permukaan yang sebelumnya masih kasar oleh proses *roughing*, pada proses ini disisakan 0,1 mm untuk pengerjaan *finishing*. Pada statistik proses pemesinan proses ini didapatkan waktu pengerjaan 36 menit dan gambar dibawah ini merupakan hasil dari simulasi proses *semi finishing*.



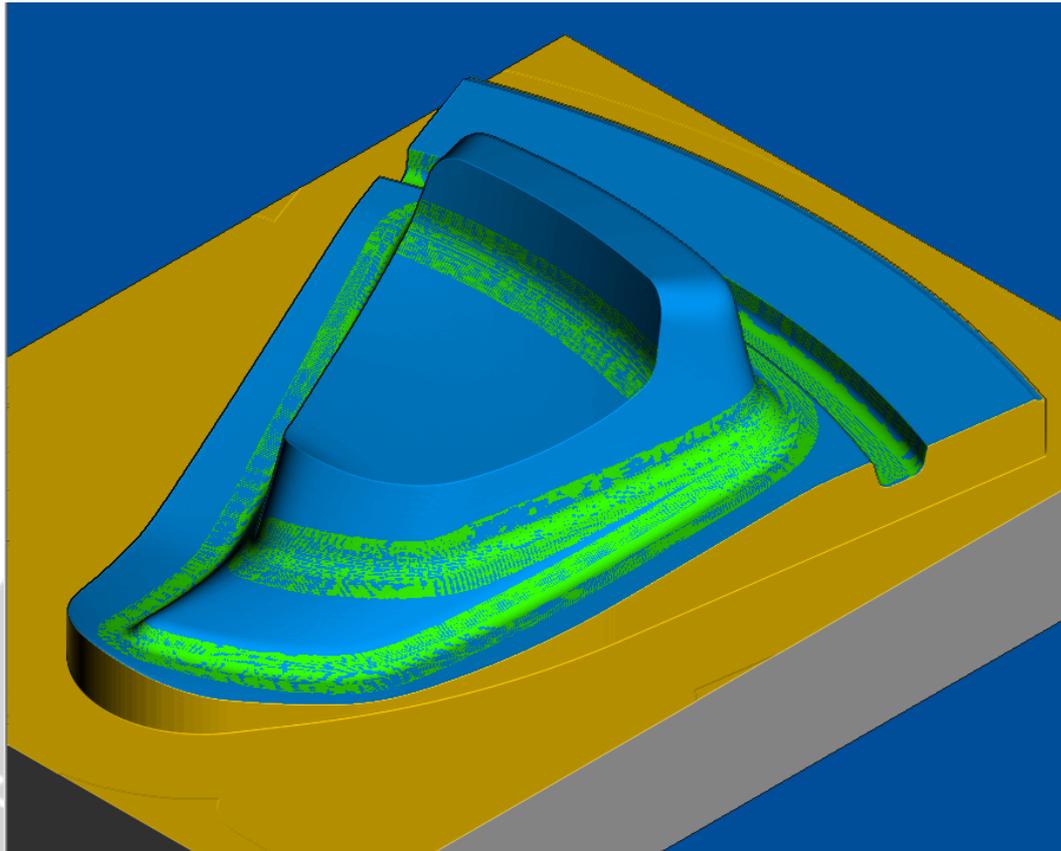
Gambar 3.4. Hasil Simulasi Proses *Semi Finishing*

Proses *finishing* menggunakan menggunakan *toolpath Optimised Constant Z Finishing* untuk memperhalus permukaan benda kerja yang dimana diameter *cutter* yang digunakan lebih kecil dari proses *semi finishing* agar semua bagian terjangkau dan sudah sesuai dengan ukurannya serta tidak disisakan ukuran untuk proses selanjutnya. Pada statistik proses pemesinan proses ini didapatkan waktu pengerjaan 1 jam 5 menit dan gambar dibawah ini merupakan hasil dari simulasi proses *finishing*.



Gambar 3.5. Hasil Simulasi Proses *Finishing*

Proses selanjutnya adalah pengerjaan *corner* menggunakan *toolpath corner finishing*, *toolpath* yang berfungsi mengerjakan bagian-bagian *corner* dari benda tersebut agar lebih halus. Statistik waktu masing-masing percobaan berbeda-beda yang paling lama estimasi pengerjaan 1 jam 23 menit. Gambar berikut ini adalah hasil pemesinan dari proses *corner finishing*.



Gambar 3.6. Hasil Simulasi Proses *Corner Finishing*

Bila *toolpath* sudah dibuat, selanjutnya adalah mensimulasikan *toolpath* yang sudah dibuat dengan lebih memperhatikan *corner* hasil simulasi masing-masing *toolpath* untuk dianalisa bersama dengan dosen pembimbing. Jika dinilai sudah maksimal, maka kemudian menyimpan gambar hasil simulasi pada suatu *corner* di masing-masing *toolpath* dan membuat *NC-Code* agar dapat di *running* pada mesin CNC YCM EV1020A.

6. Proses Manufaktur *Core Velg*

Pada proses ini mesin CNC yang digunakan adalah mesin CNC *milling* YCM EV1020A yang dimiliki Laboratorium Proses Produksi Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Dengan material yang digunakan adalah material S45C yang mendekati material *modal core velg* sesungguhnya. Pada proses ini dibutuhkan persiapan *NC-Code* dari masing-masing *toolpath* yang sudah dikerjakan, kemudian *NC-Code* tersebut dipersiapkan ke dalam mesin CNC mulai dari proses *roughing* hingga proses *corner finishing* dan *flatting*. Sebelum memulai

running perlu adanya pengaturan-pengaturan pada *cutter* yang digunakan dan pada material.

Setting material dimulai dari mengangkat material yang sudah siap dikerjakan ke ragum yang berada di meja mesin CNC, kemudian mengencangkan benda tersebut dengan posisi ukuran 180 mm berada di sumbu X dan ukuran 130 mm berada di sumbu Y. Pada saat pemasangan di ragum, benda kerja memerlukan paralel blok untuk menopang. Kemudian bila benda kerja sudah terpasang kencang di ragum, selanjutnya adalah *setting cutter* yang akan digunakan.

Setting cutter ini dimulai dari pemasangan *cutter* pada arbor dengan jarak *overhang* yang sudah ada ukurannya di *PowerMILL*. Kemudian bila semua *cutter* sudah terpasang semua di arbor, memanggil *tool 1* untuk memasang arbor yang akan digunakan pada proses *roughing*, memanggil *tool 2* dan memasangkannya sampai semua terpasang pada *home tooling* di mesin CNC. Langkah selanjutnya adalah *setting* titik nol X, Y, dan Z *cutter* terhadap benda kerjanya dari *tool 1* sampai *tool* terakhir dengan bantuan alat yang bernama *tool setter*.

Bila semua sudah *tersetting*, langkah selanjutnya adalah memanggil *NC-Code* proses pertama, yaitu *roughing*. Jika sudah selesai dilanjutkan untuk proses selanjutnya sampai proses *corner finishing* dan *flatting*. Pada saat mesin sedang berjalan, peneliti bertanggung jawab untuk memperhatikan secara seksama dari awal proses pemesinan sampai selesai agar jika ada permasalahan pada jalannya pemesinan bias langsung ditangani.

7. Proses Pengamatan *Corner Finishing*

Pengamatan dilakukan secara langsung dari hasil pemesinan yang sudah di lepas dari ragum. Pengamatan ini menggunakan kaca pembesar untuk melihat lebih jelas yang terjadi selesai di pemesinan sudah optimal dengan hasil simulasi di *software PowerMILL 2016* atau belum. Pengamatan menggunakan kaca pembesar dilakukan pada satu titik yang sama posisinya dengan pengamatan melalui gambar hasil simulasi.

8. Analisis dan Pembahasan

Analisis dengan cara mengukur kehalusan permukaannya dengan alat *mobile roughness measuring instrument MarSurf PS1*. Selain dari hasil pemesinannya dibandingkan juga waktu pengerjaan yang diperkirakan oleh *PowerMILL 2016*

dengan kondisi riil di lapangan. Hingga nanti mendapatkan kesimpulan yang optimal dari nilai kekerasan dan waktu pemesinannya.

9. Penarikan Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, peneliti menarik kesimpulan *toolpath corner finishing* dengan referensi *tool* berapa yang optimal setelah melalui proses analisis dan pembahasan.

Berikut ini gambaran yang menampilkan masing-masing nomor pada langkah-langkah penelitian:

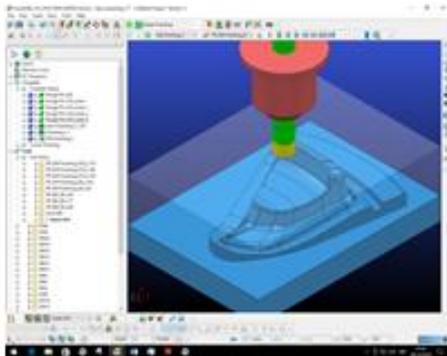
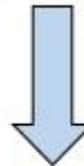


Identifikasi Masalah

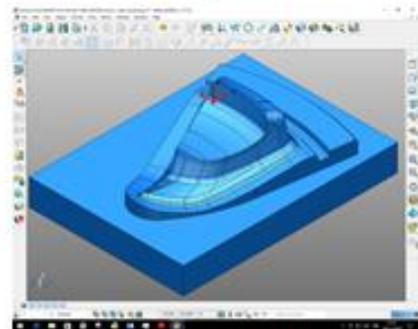
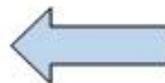


Recommended cutting conditions		
Work Material	Hardness	Cutting Speed (m/min)
P Mild Steel	≤ 180HB	180 (100–250)
C Carbon Steel Alloy Steel	180–280HB	180 (100–250)
M Stainless Steel	≤ 200HB	150 (100–200)
K Cast Iron	Tensile Strength ≤ 400MPa	160 (100–220)

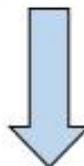
Studi Pustaka



Proses CAM



Proses CAD



Proses Manufaktur Core Velg



Proses Pengamatan, Analisa, Pembahasan, dan Penarikan Kesimpulan