

PEMBUATAN PROGRAM CORE PADA CETAKAN PIRING PLASTIK MENGUNAKAN SOFTWARE MASTERCAM X5

Rizki Ramadhan & Haris Abizar

Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

E-mail: 2284180008@untirta.ac.id

Abstrak: Cetakan pada umumnya terdiri dari dua bagian yaitu *cavity* dan *core*. CAD dan CAM merupakan solusi yang dapat memenuhi kebutuhan pembuatan *cavity* dan *core*. Proses CAM ditunjukkan untuk mendapatkan program dalam bentuk kode *file* yang nantinya akan dimasukkan kedalam mesin CNC. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mampu merancang dan merencanakan proses pembuatan *core* pada cetakan piring plastik dan mampu membuat program *core* cetakan piring dengan *software*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui proses manufaktur *core* cetakan piring. Untuk menentukan kecepatan *spindle* dan *feed rate* pada masing-masing *tool* mengacu pada referensi kecepatan potong. Dari keseluruhan tahapan pembuatan *core* cetakan piring dengan *software* MasterCAM menghasilkan beberapa proses permesinan, yaitu *drill*, *tap*, *boring*, *surface roughing*, *surface semi finishing*, dan *surface finishing*. Total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan semua proses selama 42 jam 48 menit 11 detik.

Kata Kunci: Cetakan, Plastik, CAD, CAM

Abstract: The mold generally consists of two parts, namely the cavity and the core. CAD and CAM are solutions that can meet the needs of cavity and core fabrication. The CAM process is displayed to get a program in the form of a code file which will later be entered into the CNC machine. This study aims to be able to design and plan the process of making cores on plastic plate molds and being able to program core plate molds with software. This research was conducted to determine the process of making core plate molds. To determine the spindle speed and feed speed for each tool, see the cutting speed reference. From all stages of core plate manufacture with MasterCAM software, several machining processes are produced, namely drill, tap, boring, surface roughing, surface semi-finishing, and surface finishing. The total time required to complete all processes is 42 hours 48 minutes 11 seconds.

Keywords: Mold, Plastic, CAD, CAM

PENDAHULUAN

Plastik merupakan material yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia karena mudah dibentuk, ringan, tidak berkarat, dan tentu saja efisien dari segi ekonomi. Meskipun istilah plastik dan polimer seringkali dipakai sebagai sinonim, namun tidak berarti semua plastik adalah polimer. Plastik merupakan polimer yang dapat dicetak menjadi berbagai bentuk yang berbeda. Umumnya suatu polimer plastik terbentuk dengan cara dipanaskan secukupnya hingga menjadi cair dan dapat dituangkan kedalam cetakan. Setelah proses penuangan, plastik akan mengeras jika plastik dibiarkan mendingin. Jenis plastik yang banyak digunakan digolongkan menjadi dua yaitu plastik keperluan umum dan plastik untuk keperluan konstruksi (*engineering plastics*) (Sari, 2018).

Hampir disegala segala sektor kehidupan sering kita jumpai barang-barang yang terbuat dari material elastik, misalnya alat-alat rumah tangga, kemasan makanan dan minuman, alat-alat elektronik, bahkan dalam dunia otomotif.

Untuk mewujudkan material elastik menjadi alat yang siap pakai diperlukan teknologi cetakan untuk membentuk material elastik tersebut. Jenis-jenis cetakan untuk mengolah material di antaranya cetakan tiup (*blow moulding*), cetakan alir (*extrusion moulding*), cetakan tekan (*compression moulding*), dan cetakan injeksi (*injection moulding*). Namun untuk mengelola material elastik sering digunakan cetakan jenis injeksi (Purnomo, 2020).

Cetakan (*mold*) merupakan suatu alat yang digunakan untuk membentuk *part* sesuai dengan desain yang kita inginkan (bentuk dan dimensi). Definisi lainnya, cetakan (*mold*) merupakan suatu rongga yang memiliki bentuk tertentu (sesuai desain) (Siregar & Rangkuti, 2018).

Cetakan pada umumnya terdiri dari dua bagian yaitu *cavity* dan *core* yang akan membentuk produk yang diinginkan. Dalam proses manufakturnya *cavity* dan *core* dapat berupa kesatuan atau

berupa bagian yang terpisah (ditanamkan/*interesting block*). Pemilihan proses manufakturnya tergantung kepada faktor ekonomi dan desain dari benda yang akan kita buat.

CAD (*Computer Aided Desain*) dan CAM (*Computer Aided Manufacturing*) adalah *software* yang digunakan untuk memprogram mesin CNC (*Computer Numerical Control*). *Software* CAD/CAM memungkinkan untuk menggambar atau memodelkan suatu bagian dengan mudah dan akurat. (In-House Solutions, n.d.)

Proses CAM ditunjukkan untuk mendapatkan program dalam bentuk kode flie yang nantinya akan dimasukan kedalam mesin CNC (*Computer Numerical Control*) sesuai dengan kontrol pada mesin yang akan digunakan. Hasil dari proses CAM berupa G-code dan M-code yang akan memberikan perintah gerak pada mesin sesuai dengan desain/gambar kerja yang sudah dirancang.

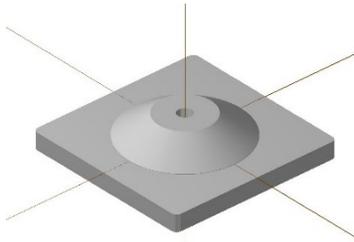
Banyak jenis *software* yang sering digunakan saat ini, seperti MasterCAM, Solid CAM, Simens NX yang memiliki keunggulan tersendiri disetiang masing-masing *software* CAM tersebut. Maka dari itu penyusun akan membuat program *core* pada cetakan piring menggunakan MasterCAM X5.

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mampu merancang dan merencanakan proses pembuatan *core* pada cetakan piring dan mampu membuat program *core* cetakan piring dengan *software* MasterCAM X5.

METODE

Metode yang digunakan untuk merancang alat bantu adalah metode *Verein Deutsche Ingenieuer 2222* (VDI 2222). Metode ini adalah metode perancangan yang sistematis terhadap desain dengan pendekatan faktor kondisi real dari sebuah proses. (Kurniawati, 2019) Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui proses manufaktur *core* cetakan piring.

Tahap pertama menyiapkan 3D desain daripada cetakan piring yang akan dibuat programnya menggunakan *software* CAD autodesk inventor. 3D desain yang sudah selesai di *export file* ke format SAT file, karena fotmat hasil desain dari *software* CAD autodesk inventor adalah IDW dan tidak bisa terbaca pada *software* MasterCAM. Dengan dijadikan fotmat SAT desain 3D *core* pada cetakan piring akan berbentuk *solid* sama seperti desain yang dibuat.



Gambar 1. 3D desain *core* cetakan piring

Tahap kedua pemilihan material baja sebagai material *core* cetakan piring karena baja memiliki sifat mekanis yang lebih baik daripada besi. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan material baja S54C. Baja S45C (JIS G4051) merupakan baja karbon sedang dengan kadar karbon antara 0,42 – 0,48% ekuivalen dengan DIN IC45 dan AISI 1045. Sifatnya yang keras dan tahan aus, cukup mampu menahan beban puntir dan cukup ulet sehingga sering digunakan untuk komponen-komponen mesin (Muryanto & Prayitno, 2018).

Tahap ketiga menentukan mata potong dan parameter pemotongan berdasarkan material dari alat potong dan material yang digunakan. Mata potong yang digunakan seperti pisau jari (*end mill cutter*), pisau muka (*face mill cutter*), bor center (*center drill*), mata bor spiral (*twist drill*), dan *tap*. Mata potong dapat ditentukan melalui proses permesinan yang akan dilakukan. Disetiap mata potong juga memiliki jenis material yang berbeda beda mulai dari bahan ataupun lapisannya (*coating*). Jenis jenis material alat potong antara lain HSS (*High Speed Stell*), Kobalt, *Solid Carbide*, dan jenis jenis lainnya. Dalam penelitian ini material mata potong yang digunakan adalah HSS (*High Speed Stell*) dan

solid carbide.

Parameter pemotongan adalah, dasar-dasar perhitungan yang dapat digunakan untuk menentukan perhitungan. dalam proses pemotongan/penyayatan. Proses pemotongan diantaranya, kecepatan potong (*cutting speed*), kecepatan putaran mesin (*spindle speed*), kecepatan pemakanan (*feed rate*) dan kedalaman pemotongan (*depth of cut*) (Yudhyadi, Rachmanto, & Ramadan, 2016).

Parameter pemotongan ini dapat diatur besaran nilainya agar dapat memperoleh hasil pemesinan yang optimal. Keempat parameter pemotongan tersebut akan mempengaruhi hasil pemesinan pada benda kerja maupun aspek waktu dalam pengerjaan. Selain itu juga dapat berpengaruh pada tingkat keausan atau tingkat ketahanan mata potong.

Berikut merupakan beberapa kecepatan potong untuk beberapa jenis material mata potong dan material benda kerja.

Tabel 1. Kecepatan Potong Untuk Material Carbide

Work material	Carbon steel, Alloy stell, Mild stell S54C, SCM440, SS400, S10C			
Dia. (mm)	Cutting speed (m/min)	Revolution (min^{-1})	Feed rate (mm/min)	Depth of cut ap (mm)
6	150	8000	1400	6
8	150	6000	1300	8
10	150	4800	1200	10
12	150	4000	960	12
16	150	3000	810	12

Kecepatan potong tersebut merupakan nilai dengan kemampuan alat potong terhadap material benda kerja. Namun bila kedalaman pemotongan diperkecil kecepatan spindle dan gerak makan (*feed rate*) dapat ditingkatkan.

Tabel 2. Kecepatan Ptong Untuk Material HSS

Bahan	Feed tiap gigi dalam inch	Cutting speed dalam feet per menit	
		Carbon steel cutters	HSS cutters
Besi tuang	0,015	40-60	80-100
Baja lunak	0,012	30-40	80-100
Baja perkakas	0,010	20-30	60-80
Perunggu	0,016	30-80	80-100
Kuningan	0,020	100-200	200-400
Aluminium	0,020	400-600	600-1000

(Suharno, dkk, 2013)

Tabel 3. Standard Taps Speed Recommendations

WORKPECE MATERIAL	BRINELL HARDNESS (BHN)	SURFACE SPEED (SFM)
Low Carbon Steel – 1118, 12L12, 1108, 1213	≤120	65
Low & Medium Carbon Steel – 1018, 1551, 11L44	120 - 250	40
Medium Carbon and Alloyed Steel – 1040, 1140, 4340, 8640	≤250	40
Free Machining Stainless Steels – 303, 410, 416, 440F	≤260	35
Moderate Machining Stainless Steels – 304, 316	≤300	20

(www.morsecuttingtools.com, 1863)

Tabel 3 adalah beberapa referensi yang dapat digunakan untuk menentukan parameter pemotongan.

HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan metode penelitian yang telah ditetapkan, tahap awal dalam penelitian ini membuat desain 3D core cetakan piring yang sudah di export ke format SAT. Setelah membuat desain 3D terbuat, menyiapkan data mata potong yang akan digunakan. Data mata potong ini bermaksud untuk menentukan parameter pemotongan pada pembuatan program core cetakan piring melalui software Master CAM. Parameter kecepatan pemotongan di bawah merupakan kecepatan potong yang didapatkan secara empiris dari proses permesinan yang pernah dilakukan selama pelaksanaan praktik industri dan praktikum selama perkuliahan.

No	Jenis Tool	Material Tool	Flute	Diameter Tool (mm)	Cutting Speed (m/menit)	Kecepatan spindle (rpm)	Feed rate (mm/menit)
1	Center Drill	HSS	2	5	23	1500	60
2	Twist Drill	HSS	2	8.6	21	800	56
3	Twist Drill	HSS	2	10	25	800	56
4	Flat Endmill	Carbide	4	10	85	2700	600
5	Flat Endmill	Carbide	2	12	128	3400	58.6
6	Flat Endmill	Carbide	4	14	92	2100	300
7	Flat Endmill	Carbide	2	20	216	3450	750
8	Ball Endmill	Carbide	4	6	94	5000	600
9	Tap M10x1.5	HSS	4	10	35	400	600

Setelah data mata potong dan parameter pemotongan sudah ditentukan, selanjutnya membuka file 3D desain CAD ke dalam *software* MasterCAM. *Import file* desain 3D dengan menu open pada fitur MasterCAM. Setelah muncul menu untuk memilih file ganti file of type ke SAT untuk mempermudah pencairan.

Selanjutnya setting koordinat benda kerja dan setting proses *tap*, *drill*, dan *reamer*. Dikarenakan bagian benda kerja yang akan diproses adalah bagian belakang. Maka akan dilakukan beberapa pengaturan.



Gambar 2. Proses *Drill*

Selanjutnya proses *drill* menggunakan mata potong *drill* diameter 8.6. Pilih kembali semua lubang terkecuali lubang di bagian tengah. Daftarkan mata potong *drill* 8.6 sebagai tool 2, head 2.



Gambar 3. Proses *drill* dengan tool Ø8.6

Untuk angka *clearance*, *retract* dan *top of stock* masih sama seperti proses *centerdill*. Kedalaman yang ingin dicapai adalah -12 mm.

Selanjutnya proses *drill* menggunakan mata potong *drill* diameter 10.



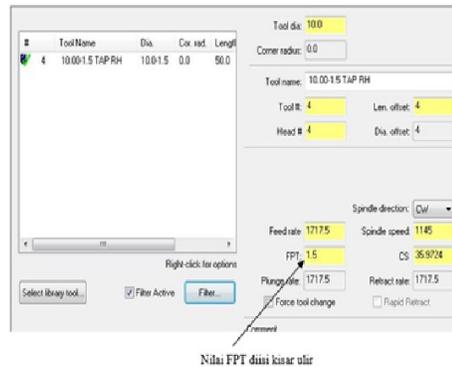
Gambar 4. Proses *Drill* Dengan Tool Ø 10

Pada proses ini yang akan dikerjakan adalah lubang bagian tengah. Maka pilih lubang yang tengah dan daftarkan mata potong *drill* 10 sebagai tool 3, dan head 3. Untuk proses ini parameter yang mesti disesuaikan hampir sama dengan proses *drill* menggunakan mata potong *drill* diameter 8.6 maka dari itu untuk kecepatan *spindle*, *feed rate*, dan *cut parameter* disamakan saja dengan proses *drill* 8.6. Dalam pengaturan *linking parameter* untuk *clearance*, *retract*, dan *top of stock* juga masih sama. Yang berbeda hanya kedalaman efektif yang ingin dicapai. Dalam proses ini kedalaman yang ingin dicapai sebesar -40.6 dan aktifkan *coolant*.

Proses selanjutnya adalah *tap*, menggunakan mata potong *Tap* M10x1.5. Bagian yang akan diproses empat lubang di setiap sudut benda kerja. Daftarkan tool *Tap* M10x1.5 sebagai tool 4, head 4. Berikutnya mengatur *cut parameter* menjadi *tap* dan pengaturan *clearance*, *retract*, *top of stock*, dan lainnya masih sama seperti proses *drill* sebelumnya. Hanya saja mengganti kedalaman sebesar -12 dan nilai *FPT* diisi sebesar nilai kisar ulir.



Gambar 5. Proses Tap



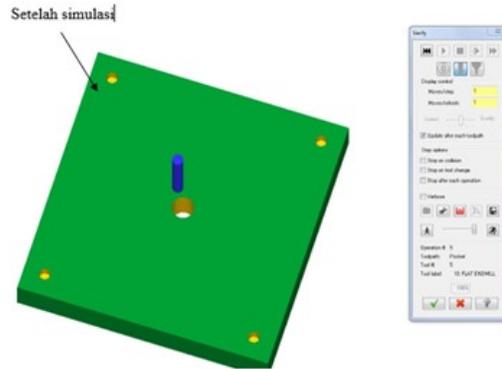
Gambar 6. Menu Parameter Tool Tap M10x1.5

Tahap selanjutnya adalah *boring*, dikarenakan tidak tersedia mata potong *drill* berdiameter 19.5 mm. maka digunakan siklus *pocketing* untuk memperbesar lubang. Masuk ke menu *toolpath pocket* lalu pilih lubang tengah.

Dalam menu tool daftarkan mata potong *endmill* diameter 10 sebagai *tool 5* dan head 5 dan atur parameternya. Dalam menu *cut parameter pocketing*, gunakan *cutting method true spiral* dengan *stepover percentage* di angka 80.

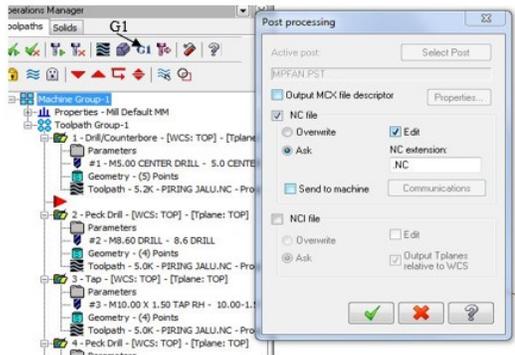
Berikutnya masuk ke menu *entry motion* dan pilih metode *ramp* dan ubah *zig angel* menjadi 15 dan *zag angel* menjadi 0. Atur *lead in lead out* yang merupakan metode masuknya dan keluarnya *tool*. Atur *entry* dan *exit* pada *perpendicular* dengan *length* dan radius di 60%. Berikutnya mengatur kedalaman turunya *tool* dalam menu *depth cut* masukan nilai 0.04 dalam kolom *maximum rough step*. Kosongkan kolom *finish step*. *Setting* pada menu *linking parameter* dan aktifkan *coolant*.

Setelah siklus *drill*, *tap*, dan *pocketing* sudah terbentuk cek *runtime* dan simulasi program dengan *backplot*. Lalu simulasikan kembali dengan menu *verify* untuk melihat pergerakan *real tool* pada proses di mesin nanti.

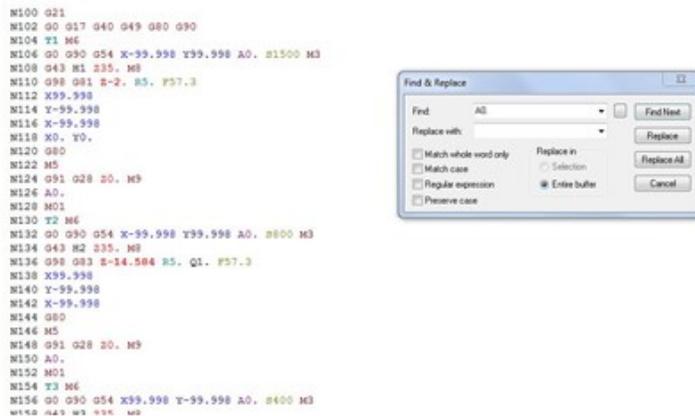


Gambar 7. Hasil Simulasi 3D

Setelah proses *drill*, *tap*, dan *boring* selsai. Pilih menu G1 untuk membuat kode program yang nantinya akan dimasukan ke mesin. Hapus semua koordinat A0 dengan menu *replace find* karena akan menjadi eror ketika program dimasukan ke mesin.

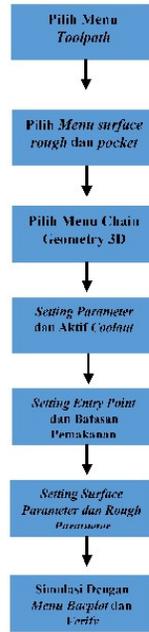


Gambar 8. Menu G1



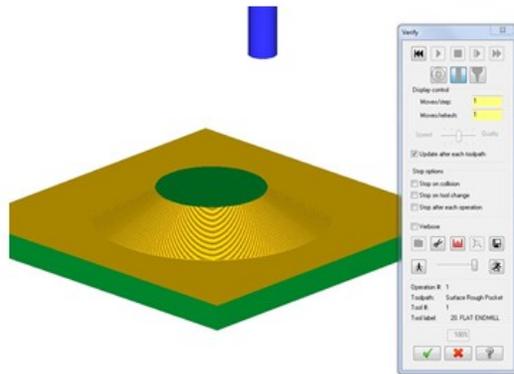
Gambar 9. Menu Program Editor NC

Peroses selanjutnya adalah *roughing*, *semi-finishing*, dan *fillet*. Dalam proses ini untuk *etting maximum stepdown* 0.2 mm dan *entry ramp* dengan nilai *zig angel* 0 dan *zag angel* 15.



Gambar 10. Proses *Roughing*

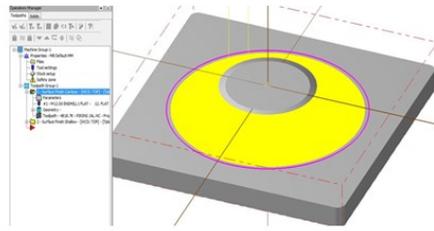
Lalu atur *pocket parameter* dan pilih *cutting method zig-zag* dengan *stepover percentage* 90%. Setelah selesai simulasikan program dengan menu *backplot* dan *verify*, lalu buat kode program dengan G1 dan hapus A0 pada program. Pada menu *backplot*, tercatat waktu program selama 16 jam 45 menit.



Gambar 11. Hasil Simulasi

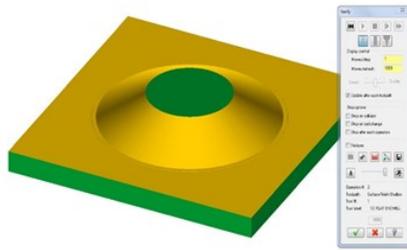
Tahap selanjutnya adalah *semi finishing*, masuk ke menu *toolpath* lalu pilih menu *surface finish* dan *contour*. Untuk titik *containment* maasih sama dengan proses *roughing*. Daftarkan mata potong *endmill 12* sebagai tool 12 head 12. *Setting* parameternya dan aktifkan *coolant*.

Pengarutan *surface parameter* sama dengan proses *roughing*. Hanya saja *stock to leave on drive* diubah menjadi 0.03mm. berikutnya masuk ke pengaturan *finish contour parameter*, masukan *max stepdown* 0.07mm.



Gambar 12. Hasil *Toolpath Contour*

Tahap berikutnya, masuk ke menu *toolpath* pilih menu *surface finish* dan *shallow* untuk menghabiskan bagian *floor*. Gunakan 2 referensi sebagai *countainment*. Selanjutnya masuk ke menu *toolpath parameter*, gunakan pengaturan *tool* dan *surface parameter* yang sama dengan proses *surface finish contour*. Simulasikan program dengan menu *backplot* dan *verify*. Buat NC file dengan G1 dan hapus A0 pada program.



Gambar 13. Hasil Simulasi

Tercatat *runtime* pada *backplot* selama 7 jam 37 menit 25 sekon dan hasil simulasi *verify* pada gambar 40.

Proses selanjutnya adalah *finishing*, pada proses ini masih banyak persamaan dengan proses *roughing* yaitu *surface finish contour*. Tahapnya adalah daftarkan *ball endmill* diameter 6 sebagai tool 3 head 3 dan masukan *spindle speed* 5000, *feedrate* 600, dan *plunge rate* 300;. Pada menu *surface parameter* masukan nilai 0 pada kolom *stock to leave on drive*. Lalu masuk ke menu *finish contour parameter* dan masukan *max stepdown* 0.03.

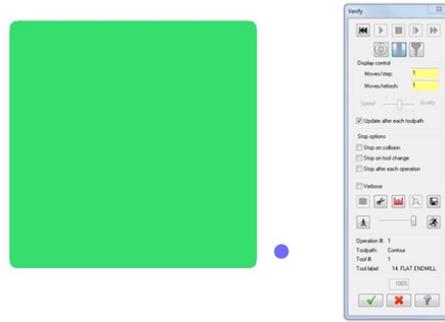
Tahap berikutnya proses *finishing* untuk bagian *floor*. Gunakan *surface finish shallow* dan mata potong yang digunakan sama dengan proses *semi finishing floor* yaitu *flat endmill* diameter 12. Masukan *feedrate* 500, *spindle speed* 3500, dan *plung rate* 300 pada *tool parameter*. Masukan nilai 0 pada kolom *stock to leave on drive* pada menu *surface parameter*. Untuk menu *finish shallow parameter* gunakan *cutting method zigzag*. Lalu simulasikan dan buat program NC file dengan G1 dan hapus A0 pada program.

Dalam menu *backplot* dan *verify* tercatat waktu keseluruhan program *finishing* pada menu *backplot* adalah 12 jam, 41 menit, 28 sekon.

Proses terakhir adalah proses *fillet*. Masuk ke menu *create* pilih *curve* dan *curve on one edge* lalu pilih radius untuk proses *fillet*. Proses tersebut juga dilakukan pada setiap sudut yang akan dilakukan proses *fillet*. Setelah itu gunakan *chain* dan pilih sketsa 2D yang sudah dibuat dengan *curve*. Setelah itu masuk ke menu parameter dan daftarkan mata motong *endmill* diameter 14 sebagai tool 1 dan head 1 lalu atur parameternya.

Pada menu *cut parameter* gunakan *cutter compensation right* untuk menyesuaikan arah dari *chain*. *Setting lead in* dan *lead out exit tangent* dengan *length* 60% dan radius 60%. Aktifkan *multipass* dengan parameter *number* 65, *spacing* 0.05, dan *finish* 0.

Untuk *linking parameter* gunakan *clearance* 50, *retract* 5, *feedplane* 3, *top of stock* 22.5, dan *depth* 42 lalu aktifkan *coolant*. Dikarenakan proses *fillet* ini hanya dilakukan pada sisi benda kerja saja maka digunakan *copy* lalu *paste contour* yang sudah ada. Kemudian diganti *chain geometry* saja lalu lakukan simulasi dengan *backplot* dan *verify*.



Gambar 14. Simulasi 3D

Tercatat pada menu *backplot runtime* program selama 1 jam, 14 menit, 56 detik. Setelah itu buat program NC file dengan menu G1 dan hapus semua program A0 dengan menu *replace*.

SIMPULAN

Dari keseluruhan tahapan pembuatan core cetakan piring dengan software MasterCAM. Meliputi beberapa proses permesinan, yaitu; drill, tap, boring, surface roughing, surface semi finishing, dan surface finishing. Total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan semua proses selama 42 jam 48 menit 11 detik. Dengan setiap waktu proses sebagai berikut :

1. *Drill, Tap, Boring, Pocket*: 4 Jam 28 Menit 31 Sekon
2. *Surface Rough*: 16 Jam 45 Menit 51 Sekon
3. *Surface Semi Finishing*: 7 Jam 37 Menit 25 Sekon
4. *Surface Finishing*: 12 Jam 41 Menit 28 Sekon
5. *Fillet*: 1 Jam 14 Menit 56 Sekon

Dalam pembuatan program menggunakan *software* MasterCAM. lebih baik dilakukan beberapa perencanaan diantaranya menyiapkan daftar *tool* yang dapat dipakai untuk proses permesinan nantinya. Dan menyiapkan desain 3D atau 2D dari *software* CAD, karena keterbatasan fitur yang ada pada *software* MasterCAM sehingga akan sulit jika melakukan desain langsung di *software* MasterCAM.

Dalam proses boring untuk lubang diameter 20 juga sebaiknya menggunakan *reamer* karena akan dilakukan assembly untuk pin ejector.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil. Ucapan terimakasih ini penulis kepada :

1. Sulaeman Deni Ramdani, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Mesin.
2. Haris Abizar, M.Pd., selaku Sekretaris Jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Mesin.
3. Hamid Abdillah, M.Pd., selaku Koordinator Praktik Industri Jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Mesin.
4. Serta teman-teman saya yang memberikan dorongan baik itu berupa moril maupun materiil.

DAFTAR RUJUKAN

- Dicky Hari Purnomo. (2020). Jenis-jenis Mold Berdasarkan Produk Jadi. Retrieved December 7, 2022, from <https://www.kompasiana.com/dickyharipurnomo/5f648106d541df5efd2de9a5/jenis-jenis-mold-berdasarkan-produk-jadi>
- In-House Solutions. (n.d.). Mastercam2018 Mill 2d & solids Handbook Volume 1 (Vol. 1). Cambridge.
- Kurniawati, M. (2019). The Application of Vdi 2222 Method in the Process of Designing Tools for

- Assembling the Four Way Entry Pallet. *Journal of Science and Application Technology*, 2(1), 33–44. <https://doi.org/10.35472/281433>
- Muryanto, M., & Prayitno, D. (2018). Pengaruh Annealing Terhadap Ketangguhan Baja S45C Yang Telah Di-Hardening Dengan Media Pendingin Oli. *Seminar Nasional Cendekiawan Ke*, 4(0), 487–490.
- Nasmi Herlina Sari. (2018). *Material Teknik (ke-2)*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Siregar, R. A., & Rangkuti, A. R. (2018). Pembuatan Cetakan Kotak Sabun Pada Mesin Injection Molding Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 1(1), 57–63. <https://doi.org/10.30596/rmme.v1i1.2436>
- Suharno, S.T., M. T., Budi Harajanto S.T., M. E., Danar Susilo Wijayanto, S.T., M., Herman Saputro, SPd., M.Pd., M. T., & Basori, S.Pd., M. P. (2013). Modul Pendidikan Dan Pelatihan Profesi Guru (PLPG) Pendalaman Materi Teknik Mesin. Surakarta.
- www.morsecuttingtools.com. (1863). Morse Cutting Tool. In *Morse Cutting Tool (Master Catalog)* (p. 241). Retrieved from <https://catalogs.morsecuttingtools.com/Master-Catalog/240/>
- Yudhyadi, Rachmanto, T., & Ramadan, A. D. (2016). Optimasi Parameter Permesinan Terhadap Waktu Proses Pada Pemrograman CNC Milling Dengan Berbasis CAD/CAM, 6(1), 38–50.