

PEMBUATAN ADAPTER *MILLING* CNC MENGGUNAKAN CNC FANUC *SERIES OI MATE –TC* BERBASIS *SOFTWARE*

Wirawan Sumbodo, Suwahyo, Suratno Margo Sulistyو

Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah membuat desain dan mendapatkan *NC Code adapter Milling CNC* menggunakan *software CAD/CAM* serta mengeksekusi *NC Code* ke mesin *CNC Fanuc Series Oi Mate–TC*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimen melalui rancangan pembuatan desain dan *NC Code* menggunakan *software CAD/CAM (software mastercam X)*, kemudian memasukan *NC Code* ke mesin CNC, melakukan koreksi dan pengaturan (*setting*) dan dilanjutkan dengan eksekusi program pada mesin *CNC Fanuc Series Oi Mate–TC*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Adapter Milling*, yang memiliki ketelitian yang tinggi dan memiliki profil yang kompleks dapat dibuat dengan mesin *CNC Fanuc Series Oi Mate–TC* berbasis pada pemrograman *software CAD/CAM*.

Kata kunci: adapter milling, *NC Code*, CNC, *software*, *mastercam X*

PENDAHULUAN

Penggunaan mesin perkakas *CNC* merupakan upaya untuk memenuhi tuntutan konsumen yang semakin tinggi, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Era industrialisasi dewasa ini telah meningkatkan kebutuhan dan penggunaan mesin perkakas *CNC* seiring dengan permintaan produk-produk komponen mesin yang presisi dan rumit. Pengoperasian mesin *CNC* dalam proses produksi memerlukan *adapter milling* sebanyak 12-24 buah. *Adapter Milling CNC* merupakan asesoris pada mesin *CNC Milling* yang sangat penting dan utama untuk proses pekerjaan mesin *Milling CNC*. *Adapter* ini berfungsi sebagai tempat untuk memasang alat potong.

Tujuan dari penelitian ini antara lain: membuat desain *adapter Milling CNC* menggunakan *software CAD/CAM*, mendapatkan *NC Code* mesin *CNC* menggunakan *software CAD/CAM*, serta mengeksekusi program/*NC Code* yang berasal dari *software CAD/CAM* ke mesin *CNC Fanuc Series Oi Mate–TC*. Penelitian ini difokuskan pada pembuatan komponen *adapter milling CNC* menggunakan mesin *CNC Fanuc Series Oi Mate – TC*.

Mesin *CNC Fanuc Series Oi Mate – TC* merupakan mesin bubut CNC jenis PU (*Production Unit*) seperti pada gambar 1. Karakteristik mesin ini sama dengan mesin-mesin *CNC* pada

umumnya, akan tetapi perbedaan yang paling mencolok adalah pada proses input data pada control unit yang dimiliki oleh CNC ini. *Control Unit* mesin ini menggunakan *Control Unit* milik *Fanuc* [1].



Gambar 1. Foto Mesin CNC Turning

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium komputer dan laboratorium CNC Jurusan Teknik Mesin Unnes. Subjek penelitian ini berupa benda kerja *adapter Milling CNC* yang dibuat dari material Aluminium. Pengerjaan menggunakan *CNC Fanuc Series Oi Mate-TC*, pahat karbida dengan mata potong radius 1 mm, pahat ulir, pahat alur, dan bor. Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen, dimana subjek penelitian berupa komponen mesin yang selama ini masih impor. Adapun langkah-langkahnya antara lain membuat gambar komponen mesin yang akan dibuat melalui *software Mastercam X* sesuai dengan dimensi *adapter milling* yang sudah ada dan dari buku katalog komponen. Melalui desain tersebut dapat diperoleh *NC Code* dengan cara melakukan *setting toolpath* pada *software Mastercam X* terlebih dahulu. Melalui *Software* tersebut juga dapat dilakukan simulasi *NC Code* untuk mengetahui apakah program CNC sudah benar atau tidak, sebelum ditransfer ke mesin *CNC Fanuc Series Oi Mate-TC*, setelah selesai melakukan simulasi *NC Code* kemudian ditransfer ke mesin CNC baik dapat secara manual maupun melalui kabel RS232 (LAN) atau *memory card* yang sesuai.

Bahan penelitian ini berupa *raw material* dari logam aluminium. Proses *machining* dilakukan untuk memperoleh bentuk beserta dimensi dari *komponen adapter milling CNC*. Setelah proses *machining* bahan komponen tersebut diperiksa dimensi dan kepresisiannya menggunakan alat ukur dengan ketelitian yang tinggi. Penelitian dimulai dari pengukuran dimensi komponen, selanjutnya ditransfer dalam bentuk gambar menggunakan *software Mastercam X*, selanjutnya diterjemahkan dalam bentuk *NC Code* dan kemudian diproduksi oleh mesin *CNC*. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada gambar 2.

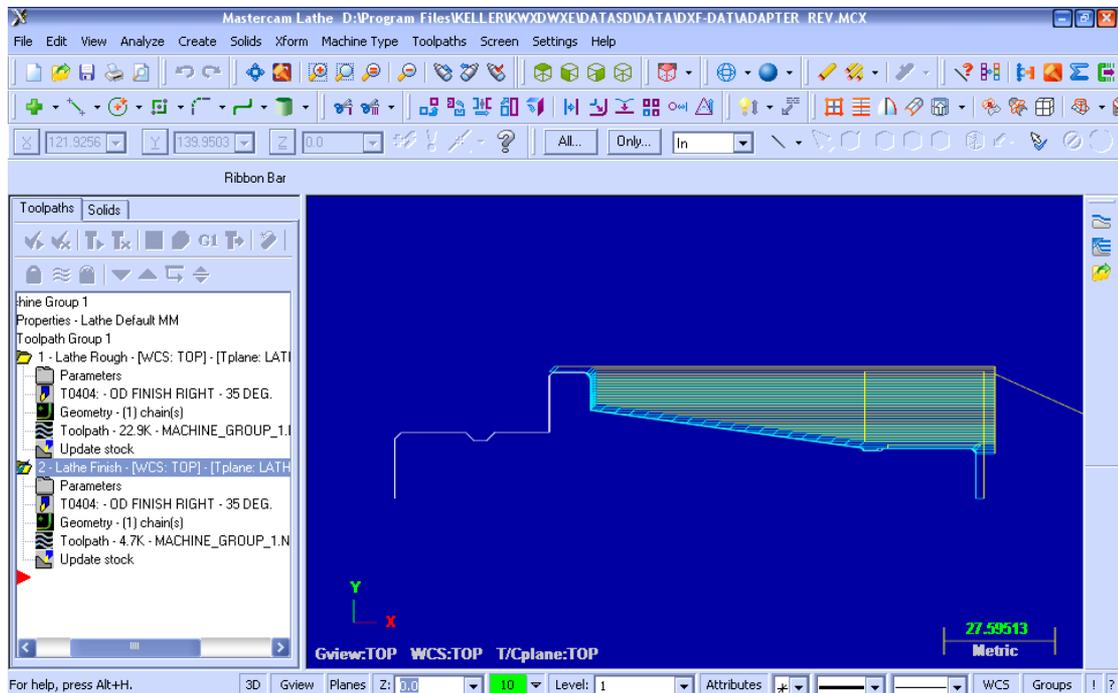
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemrograman pembuatan benda kerja *adapter milling CNC* dapat dibuat dengan membuat desain gambar dan membuat program *CNC (NC Code)* terlebih dahulu dengan menggunakan *software Mastercam X*, sebelum masuk pada proses pengerjaan dengan menggunakan mesin *CNC Fanuc Series Oi Mate-TC*. *NC Code* dari *software Mastercam X* dapat dimasukkan ke mesin *CNC Fanuc Series Oi Mate-TC* dengan cara mengetik pada panel tombol mesin atau langsung ditransfer melalui kabel RS232 (LAN) atau melalui memori card yang sesuai.

Data *NC Code* dari *software Mastercam X* kemudian disimulasikan melalui grafik yang tersedia pada mesin *CNC Fanuc Series Oi Mate-TC*. Simulasi ini menjadi salah satu proses penting dalam proses *setting* mesin *CNC*. Fungsi dari simulasi pada grafik mesin *CNC Fanuc Series Oi Mate-TC* adalah memastikan bahwa pergerakan program *CNC* tidak terjadi penyimpangan, meskipun pada *software mastercam X* juga terdapat fasilitas simulasi *NC Code*.

Benda kerja *Adapter Milling CNC* yang dibuat ini membuktikan bahwa benda kerja yang berbentuk tiga dimensi (3D) solid yang umumnya membutuhkan perhitungan yang rumit, dan lama dalam pembuatan pemrogramannya dapat dengan mudah dibuat dengan menggunakan *software mastercam X*. Pembuatan benda kerja ini diawali dengan membuat gambar dua dimensi (2D) terlebih dahulu. Dimensi mengacu pada dimensi *adapter milling* dari mesin *CNC* dan pada buku katalog komponen. Setelah desain selesai dibuat maka langkah selanjutnya adalah dengan melakukan *setting toolpaths* (*setting* alur alat pengerjaan) *software mastercam X* untuk mendapatkan *NC Code*. *Setting toolpath* ditunjukkan pada gambar 2. *NC Code* yang dihasilkan nantinya digunakan sebagai bahasa pemrograman mesin *CNC Fanuc Series Oi Mate-TC*. *NC Code* kemudian dimasukkan ke mesin *CNC Fanuc Series Oi Mate-TC*. Data *NC Code* kemudian di *setting* ke mesin dan dikonversi karena disesuaikan dengan fasilitas *tool* (pemegang insert tip), jenis insert tip (pahat potong), alur program, dan offset mesin serta sistem operasi mesin. Setelah melakukan *setting* dan konversi *NC Code* selanjutnya adalah melakukan eksekusi program untuk membuat benda kerja *adapter milling*.



Gambar 2. Setting Toolpath benda kerja bagian I

Pada proses *machining* (eksekusi mesin *CNC*) diawali dengan menyiapkan *raw material*/ bahan awal yang telah dikerjakan terlebih dahulu dengan mesin bubut konvensional agar ukurannya mendekati ukuran benda kerja dan pengerjaan *CNC* nya menjadi lebih sedikit dan cepat.

Proses pengerjaan terdiri dari 2 bagian, sehingga program *NC Code* juga terdiri dari 2 bagian. Setelah eksekusi program bagian I selesai kemudian melakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur presisi, baik dial indikator untuk mengecek dari eksentrisitas diameter, micrometer dan jangka sorong untuk mengukur dimensi luar dan dalam benda kerja *adapter milling CNC*. Setelah benda kerja pada bagian I telah memenuhi dimensi yang telah direncanakan, selanjutnya melakukan proses pengerjaan bagian II. Setelah benda kerja bagian II selesai, proses selanjutnya adalah mengecek hasil pengerjaan dengan melakukan pengukuran seperti pada bagian I. Kedua bagian dari benda kerja telah selesai dan sesuai dengan perencanaan. Benda kerja *Adapter Milling CNC* yang telah dibuat membuktikan bahwa *adapter milling* dapat dibuat dengan menggunakan mesin *CNC* berbasis pada *software*.

Pembahasan

Benda kerja *adapter milling CNC* yang telah dibuat membuktikan bahwa benda kerja yang berbentuk tiga dimensi solid yang umumnya membutuhkan perhitungan yang rumit dalam pembuatan pemrogramannya dapat dengan mudah dibuat dengan *software mastercam X*. Proses

pengerjaan diawali dengan membuat desain dua dimensi (2D) dengan menggunakan *software mastercam X*. Melalui *software* tersebut desain dikonversi untuk menghasilkan *NC Code* yang dapat ditransfer ke mesin CNC namun terlebih dahulu disesuaikan dahulu dengan fasilitas *tool* (pemegang insert tip), jenis insert tip (pahat potong), alur program, dan *offset* mesin, serta sistem operasi mesin. Di bawah ini disajikan NC CODE HASIL SOFTWARE MASTERCAM X

Tabel 1. NC Code Hasil Software Mastercam X

N1	G0 T0404	N65	X264.8
N2	G18	N66	G40 X267.628 Z126.489
N3	G97 S750 M03	N67	G0 G42 Z225.375
N4	G42 G0 G54X272.4Z225.375M8	N68	X262.4
N5	G99 G1 Z223.375 F.3	N69	G1 Z223.375
N6	Z124.239	N70	Z125.075
N7	X272.814 Z124.032	N71	X263.8
N8	G18 G3 X273.4 Z123.325 R1.	N72	G40 X266.628 Z126.489
N9	G1 Z114.725	N73	G0 G42 Z225.375
N10	G40 X276.228 Z116.139	N74	X261.4
N11	G0 G42 Z225.375	N75	G1 Z223.375
N12	X271.4	N76	Z125.075
N13	G1 Z223.375	N77	X262.8
N14	Z124.739	N78	G40 X265.628 Z126.489
N15	X272.8 Z124.039	N79	G0 G42 Z225.375
N16	G40 X275.628 Z125.453	N80	X260.4
N17	G0 G42 Z225.375	N81	G1 Z223.375
N18	X270.4	N82	Z125.075
N19	G1 Z223.375		
N20	Z125.043	N83	X261.8
N21	G3 X271.314 Z124.782 R1.	N84	G40 X264.628 Z126.489
N22	G1 X271.8 Z124.539	N85	G0 G42 Z225.375
N23	G40 X274.628 Z125.953	N86	X259.4
N24	G0 G42 Z225.375	N87	G1 Z223.375
N25	X269.4	N88	Z125.075
N26	G1 Z223.375	N89	X260.8
N27	Z125.075	N90	G40 X263.628 Z126.489
N28	X269.9	N91	G0 G42 Z225.375
N29	G3 X270.8 Z124.968 R1.	N92	X258.4
N30	G1 G40 X273.628 Z126.382	N93	G1 Z223.375
N31	G0 G42 Z225.375	N94	Z125.075
N32	X268.4	N95	X259.8
N33	G1 Z223.375	N96	G40 X262.628 Z126.489
N34	Z125.075	N97	G0 G42 Z225.375
N35	X269.8	N98	X257.4
N36	G40 X272.628 Z126.489	N99	G1 Z223.375
N37	G0 G42 Z225.375	N100	Z125.075
N38	X267.4	N101	X258.8
N39	G1 Z223.375	N102	G40 X261.628 Z126.489
N40	Z125.075	N103	G0 G42 Z225.375
N41	X268.8	N104	X256.4
N42	G40 X271.628 Z126.489	N105	G1 Z223.375
N43	G0 G42 Z225.375	N106	Z125.075
N44	X266.4	N107	X257.8
N45	G1 Z223.375	N108	G40 X260.628 Z126.489
N46	Z125.075	N109	G0 G42 Z225.375
N47	X267.8	N110	X255.4
N48	G40 X270.628 Z126.489	N111	G1 Z223.375
N49	G0 G42 Z225.375	N112	Z125.075
N50	X265.4	N113	X256.8
N51	G1 Z223.375	N114	G40 X259.628 Z126.489
N52	Z125.075	N115	G0 G42 Z225.375
N53	X266.8	N116	X254.4
N54	G40 X269.628 Z126.489	N117	G1 Z223.375
N55	G0 G42 Z225.375	N118	Z125.288
N56	X264.4	N119	X254.46 Z125.075
N57	G1 Z223.375	N120	X255.8
N58	Z125.075	N121	G40 X258.628 Z126.489
N59	X265.8	N122	G0 G42 Z225.375
N60	G40 X268.628 Z126.489	N123	X253.4
N61	G0 G42 Z225.375	N124	G1 Z223.375
N62	X263.4	N125	Z128.853
N63	G1 Z223.375	N126	X254.46 Z125.075
N64	Z125.075	N127	X254.8

N128	G40 X257.628 Z126.489
N129	G0 G42 Z225.375
N130	X252.4
N131	G1 Z223.375
N132	Z132.417
N133	X253.8 Z127.427
N134	G40 X256.628 Z128.841
N135	G0 G42 Z225.375
N136	X251.4
N137	G1 Z223.375
N138	Z135.982
N139	X252.8 Z130.992
N140	G40 X255.628 Z132.406
N141	G0 G42 Z225.375
N142	X250.4
N143	G1 Z223.375
N144	Z139.546
N145	X251.8 Z134.556
N146	G40 X254.628 Z135.97
N147	G0 G42 Z225.375
N148	X249.4
N149	G1 Z223.375
N150	Z143.111
N151	X250.8 Z138.121
N152	G40 X253.628 Z139.535
N153	G0 G42 Z225.375
N154	X248.4
N155	G1 Z223.375
N156	Z146.675
N157	X249.8 Z141.685
N158	G40 X252.628 Z143.099
N159	G0 G42 Z225.375
N160	X247.4
N161	G1 Z223.375
N162	Z150.24
N163	X248.8 Z145.25
N164	G40 X251.628 Z146.664
N165	G0 G42 Z225.375
N166	X246.4
N167	G1 Z223.375
N168	Z153.804
N169	X247.8 Z148.814
N170	G40 X250.628 Z150.228
N171	G0 G42 Z225.375
N172	X245.4
N173	G1 Z223.375
N174	Z157.369
N175	X246.8 Z152.379
N176	G40 X249.628 Z153.793
N177	G0 G42 Z225.375
N178	X244.4
N179	G1 Z223.375
N180	Z160.934
N181	X245.8 Z155.943
N182	G40 X248.628 Z157.357
N183	G0 G42 Z225.375
N184	X243.4
N185	G1 Z223.375
N186	Z164.498
N187	X244.8 Z159.508
N188	G40 X247.628 Z160.922
N189	G0 G42 Z225.375
N190	X242.4
N191	G1 Z223.375
N192	Z168.063
N193	X243.8 Z163.072
N194	G40 X246.628 Z164.486
N195	G0 G42 Z225.375
N196	X241.4
N197	G1 Z223.375
N198	Z171.627

N199	X242.8 Z166.637
N200	G40 X245.628 Z168.051
N201	G0 G42 Z225.375
N202	X240.4
N203	G1 Z223.375
N204	Z175.192
N205	X241.8 Z170.201
N206	G40 X244.628 Z171.615
N207	G0 G42 Z225.375
N208	X239.4
N209	G1 Z223.375
N210	Z178.756
N211	X240.8 Z173.766
N212	G40 X243.628 Z175.18
N213	G0 G42 Z225.375
N214	X238.4
N215	G1 Z223.375
N216	Z182.321
N217	X239.8 Z177.33
N218	G40 X242.628 Z178.744
N219	G0 G42 Z225.375
N220	X237.4
N221	G1 Z223.375
N222	Z185.885
N223	X238.8 Z180.895
N224	G40 X241.628 Z182.309
N225	G0 G42 Z225.375
N226	X236.4
N227	G1 Z223.375
N228	Z189.45
N229	X237.8 Z184.459
N230	G40 X240.628 Z185.874
N231	G0 G42 Z225.375
N232	X235.4
N233	G1 Z223.375
N234	Z192.402
N235	G3 X235.68 Z192.014 R1.
N236	G1 X236.8 Z188.024
N237	G40 X239.628 Z189.438
N238	G0 G42 Z225.375
N239	X234.4
N240	G1 Z223.375
N241	Z220.039
N242	X234.814 Z219.832
N243	G3 X235.4 Z219.125 R1.
N244	G1 Z196.875
N245	Z192.402
N246	G3 X235.68 Z192.014 R1.
N247	G1 X235.8 Z191.588
N248	G40 X238.628 Z193.003
N249	G0 G42 Z225.375
N250	X233.4
N251	G1 Z223.375
N252	Z220.539
N253	X234.8 Z219.839
N254	G40 X237.628 Z221.253
N255	G0 G42 Z225.375
N256	X232.4
N257	G1 Z223.375
N258	Z220.843
N259	G3 X233.314 Z220.582 R1.
N260	G1 X233.8 Z220.339
N261	G40 X236.628 Z221.753
N262	G0 X236.878
N263	G42 Z198.875
N264	X235.4
N265	G1 Z196.875
N266	G3 X234.814Z196.168 R1.F.1
N267	G1 X234.4 Z195.961
N268	Z192.812 F.3
N269	G3 X235.68 Z192.014 R1.

N270	G1 X235.8 Z191.588	N284	G1 X234. Z196.044
N271	G40 X238.628 Z193.003	N285	Z192.661
N272	G0 X273.65	N286	G3 X235.284 Z191.986 R.8
N273	G18	N287	G1 X254.112 Z124.875
N274	G97 S800	N288	X269.9
N275	G42 Z222.675	N289	G3 X271.032 Z124.641 R.8
N276	X210.	N290	G1 X272.531 Z123.891
N277	G1 Z220.675	N291	G3 X273. Z123.325 R.8
N278	X231.9	N292	G1 Z115.525
N279	G18 G3X233.032 Z220.441R.8	N293	G40 X275.828 Z116.939
N280	G1 X234.531 Z219.691	N294	M9
N281	G3 X235. Z219.125 R.8	N295	G28 U0. V0. W0. M05
N282	G1 Z196.875	N296	T0400
N283	G3 X234.532 Z196.309 R.8	N297	M30

Langkah koreksi ini penting dan harus dilaksanakan untuk mengetahui benar dan tidaknya proses produksi dengan mesin CNC, Selanjutnya *NC Code* yang diinputkan ke mesin. jika terdapat *NC Code* yang tidak sesuai dengan karakteristik mesin maka akan dapat terjadi kesalahan program atau *error* (alarm) yang dapat berakibat pada kerusakan benda kerja atau pada mesin. Setelah selesai melakukan *setting* dan koreksi *NC Code* langkah selanjutnya dilakukan eksekusi program. Setiap akhir pengerjaan benda kerja baik bagian I dan II dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur presisi untuk mengecek dimensi benda kerja apakah telah sesuai dengan desain benda kerja atau ada penyimpangan dimensi. Model pembuatan benda kerja berbasis *software*, dapat dijadikan solusi bagi model pemrograman pembuatan benda kerja konvensional yang masih mengandalkan pada perhitungan Aritmatika yang memerlukan waktu lama dan berisiko terhadap kesalahan perhitungan koordinat benda kerja.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa pembuatan benda kerja *adapter milling* dimulai dengan membuat desain benda kerja 2D menggunakan *software mastercam X* yang ukurannya mengacu pada *adapter milling* yang ada dan dari buku katalog komponen. *NC Code adapter milling* diperoleh dengan melakukan pengaturan alur pemakanan (*setting toolpath*) pada desain 2Di yang telah dibuat menggunakan *software mastercam X*. Eksekusi program benda kerja *adapter milling* dilakukan setelah *NC Code* hasil *software mastercam X* dimasukkan ke mesin CNC, dikoreksi sesuai dengan karakteristik mesin serta *disetting* ke mesin *CNC Fanuc Series Oi Mate-TC*.

DAFTAR PUSTAKA

Sumbodo, Boenasir, Karsono, Agung Pambudi, 2011, The Making of Workpieces Using Autocad Software based Siemens Sinumerik 802C Base Line Frais Machine, *Journal International IJEI* , 35-42.pdf, USA.

Sumbodo,W. 2008. *Teknik Produksi Mesin Industri jilid 1, 2, 3*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Tambunan T., 2006. *Belajar Sendiri Mastercam Versi 9*. Jakarta: Elex Media komputindo.