PROGRAM CONTOUR RAMP DAN POCKET STANDART PADA PROSES PEMBUATAN PRODUK BOTTOM CARRIER MENGGUNAKAN MESIN CNC MILLING RETROFIT PU 3A

M. Sholeh[1)], Agung Wijaya[2)]
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sunan Giri Surabaya [1), 2)]
moch.sholeh70@gmail.com [1)]

Abstrak

Pemograman merupakan salah satu media yang amat penting dalam dunia permesinan khususnya dalam pengerjaan di mesin CNC Milling Retrofit 3A. Dalam hal ini, pemilihan program harus benar – benar diperhatikan guna mendapatkan hasil yang optimal. Salah satu permasalahan yang penulis ingin bahas dalam skripsi kali ini adalah "Analisa Program Contour Ramp Dan Pocket Standart Pada Proses Pembuatan Produk Bottom Carrier Menggunakan Mesin CNC Milling Retrofit 3A" Pada saat pengujian menggunakan matrial alpha bronze berlangsung program contour ramp lebih unggul dari segi waktu pengerjaan dengan selisih 0.356 menit/pcs, tetapi untuk hasil produksi kurang menguntungkan, Sedangkan untuk program pocket standart hasil produksi lebih unggul dengan selisih 3pcs dari nilai yang masuk batas toleransi H7, tetapi untuk waktu pengerjaan kurang menguntungkan. Hal itu membuktikan bahwa suatu pemograman bisa meningkatkan dan menurunkan kualitas hasil produksi dan ketahanan suatu tools yang digunakan.

Kata kunci : Mesin CNC Milling Retrofit, tools , Material Alpha Bronze, Toleransi H7, Program Contour ramp,dan Pocket Standart.

Abstract

Programming is one of the most important media in the world of machinery, especially in work on cnc milling retrofit machines 3A .In this case, the program selection must be carefully considered in order to get optimal results. One problems is " Analysis Of Contour Ramp And Pocket Standart In The Process Of Making Bottom Carrier Products Using CNC Milling Retrofit 3A". When testing using matrial alpha bronze takes place, The contour ramp program is superior in terms of processing time with a difference of 0.356 minutes/pcs, But for production results it is less profitable, While for pocket standart programs the production results are superior with a difference of 3 pcs from the value that enters the tolerance limit of H7, But for processing time is less profitable. This proves that a programming can increase and decrase the quality of production and the durability of a tool that is used

Keywords: CNC Milling Retrofit Machines, Tools , Alpha Bronze Matrial, H7 Tolerance, Contour Ramp Program And Pocket Standart Program

---

Article Info

Received date: 21 May 2020 Revised date: 12 June 2020 Accepted date: 20 July 2020

PENDAHULUAN

Di dalam kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkembang sangat cepat. Kemajuan ini termasuk di dalam dunia industri dan multimedia. Di dalam dunia industri misalnya, mesin produksi atau mesin perkakas sudah banyak menggunakan teknologi tinggi seperti mesin milling, mesin bor, mesin bubut dan lain-lain yang sudah menggunakan serba otomatis.

Kemajuan teknologi di bidang multimedia yang sangat pesat salah satunya adalah komputer. Penggunaan teknologi komputer saat ini telah mengalami kemajuan yang amat pesat, salah satunya dengan mengaplikasikan program komputer ke dalam mesin-mesin perkakas seperti mesin bubut, mesin milling, mesin bor, mesin las, mesin gerinda dan lain-lain.

Hasil gabungan antara teknologi komputer dan teknologi mekanik inilah yang selanjutnya dinamakan mesin CNC (Computer Numerically Controlled) (Edem & Mativenga, 2017; Erkorkmaz et al., 2006; Kim et al., 2019), yang mana pengoperasiannya menggunakan program yang dikontrol langsung oleh computer menggunakan aplikasi salah satunya adalah aplikasi Master Cam.

Master Cam merupakan software yang digunakan untuk menggambar atau merencanakan proses permesinan secara virtual melalui layar computer. Hasil perencanaan proses permesinan tersebut selanjutnya digunakan sebagai pedoman pada pemrograman mesin CNC (Computer Numberical Controlled) dan salah satu program yang terdapat pada Master Cam antara lain: (a). Contour Ramp; (b). Poket Standart; (c). Facing; (d). Drill (Setyoadi & Latifah, 2015; Sudjono et al., 2018; Wijarnaka, 2013)

Dan dalam penggunaanya, pemograman yang sering banyak dipakai untuk membuat lubang pada suatu produk adalah pemograman antara contour ramp dan pocket standart. Didalam penggunaan dan pemilihan pemograman tersebut dapat dipengaruhi juga oleh material teknik (bahan) yang di machining. Material teknik itu sendiri ialah jenis material yang banyak dipakai dalam proses rekayasa dan industri. Secara garis besar material Teknik digolongkan menjadi 3 (tiga) yaitu ;

a. Logam

b. Non logam

c. Komposit

Salah satu contoh non logam adalah bronze. Dipasar Teknik, Bronze ada macam-macam jenisnya. Salah satu jenisnya ialah Bronze Alphard.

Dari uraian singkat diatas dapat disimpulkan bahwasanya dalam proses permesinan di CNC Milling pemilihan program jelas perlu dipilih dengan seksama sesuai dengan jenis pekerjaan dan juga material yang akan dikerjakan guna untuk efisiensi proses produksi. Pengaruh

pemograman bisa diketahui dengan melakukan percobaan di permesinan yang sederhana (cepat dan murah) tapi efektif. Salah satunya dengan melakukan percobaan di mesin CNC Milling pada material Bronze Alphard.

METODE

Penelitian tentang pemrograman jenis contour ramp dan pocket standart terhadap hasil produksi menggunakan end mill pada CNC milling dalam penyayatan material Alpha Bronze kali ini digunakan metode eksperimen (Efendi, 2018; Kusumaningrum, 2013; Ninggar, 2019).

Rencana yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah pemograman contour ramp dan pocket standart menggunakan material alpha bronze di mesin CNC Milling Retrofit PU 3A pada proses pembuatan bottom carrier dengan suaian lubang H7. Adapun rencana penelitiannya digambarkan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 1. Rencana penelitian

Jenis Material	Dimensi Material	Rpm Mesin CNC	Kecepatan Potong (Vc)	Jenis Pemograman
Alpha Bronze	Ø 25 mm	3184.71rpm	100 m/menit	*Contour Ramp*
Alpha Bronze	Ø 25 mm	3184.71rpm	100 m/menit	*Pocket Standart*

Adapun Objek penelitian tentang pengaruh pemograman antara contour ramp dan pocket standart terhadap ketahanan tools di mesin CNC Milling pada proses produksi kali ini ialah :

1. Objek : Mesin CNC MILLING: Type : Retrofit PU 3A
2. Objek : End mill diameter 10 mm : Type : KOBE
3. Objek : Bronze (kuningan) : Type : Alpha bronze

Dalam rencananya, teknik pengambilan data dilakukan setiap 1x hasil uji terhadap masing-masing jenis program cnc milling dengan melakukan pengukuran terhadap :

• Hasil ukuran / dimensi / suaian
• Hasil waktu pengerjaan
• Hasil pengerjaan

Dimana 3 acuan itu akan dihitung berdasarkan dari hasil data yang masuk ketika proses pengujian berlangsung.

PEMBAHASAN

Deskripsi Data Mesin CNC

Mesin CNC merupakan mesin milling yang mempunyai keunggulan dalam proses pengerjaan massal. Dalam pengoperasiannya, Mesin CNC ini di control oleh sebuah sub progam yang berbentuk koordinat angka-angka yang saling mengaitkan satu dengan yang lainnya. Adapun spesifikasinya sebagai berikut :

- Jenis Mesin : CNC Milling
- Type : Retrofit PU 3A
- Buatan : Taiwan
- Kapasitas Motor : 8000 Rpm
- Axis Limit X : 750 mm
- Axis Limit Y : 350 mm
- Axis Limit Z : 150 mm

Cutter

Merupakan sebuah pisau yang digunakan dalam proses permesinan. Bentuknya yang simple dan penggunaanya yang praktis membuat End Mill ini mulai banyak di minati oleh kalangan pengusaha di bidang permesinan.

- Cutter : End Mill
- Bahan : HSS (High Speed Steel)
- Merk : KOBE
- Dimensi : 10x25x75 (Diameter x Panjang Alur xPanjang Total)
- Jumlah Alur : 4 Alur

Dalam analisa program contour ramp dan pocket standart akan menggunakan End Mill yang baru untuk kedua program tersebut pada saat mengerjakan benda kerja.

Adapun data cutting speed dari End Mill Kobe ialah sebagai berikut:

Tabel 2. Daftar cutting speed End Mill Kobe

Bahan Material	Tools End Mill HSS		Tools End Mill Carbida	
	m/menit	Ft/menit	m/menit	Ft/menit
Baja Lunak	18-21	60-70	30-250	100-800
Besi Tuang	14-17	45-55	40-150	150-500
Tembaga	45-90	150-300	150-450	500-1500
Bronze	30-120	100-400	120-300	400-1000
Aluminium	90-150	300-500	90-180	200-600

Material Dan Alat Ukur

Alpha Bronze di buat dengan spesifikasi sebagai berikut.

- Material : Bronze
- Type/Jenis : Alpha Bronze
- Komposisi : Memiliki kandungan Seng < 35%

• Alat untuk melakukan pengukuran dengan spesifikasi sebagai berikut.

- Nama : Caliper Micrometer
- Type/Jenis : Internal
- Kapasitas Ukur : 12 mm – 17 mm
- Ketelitian : 0,005 mm

Suaian

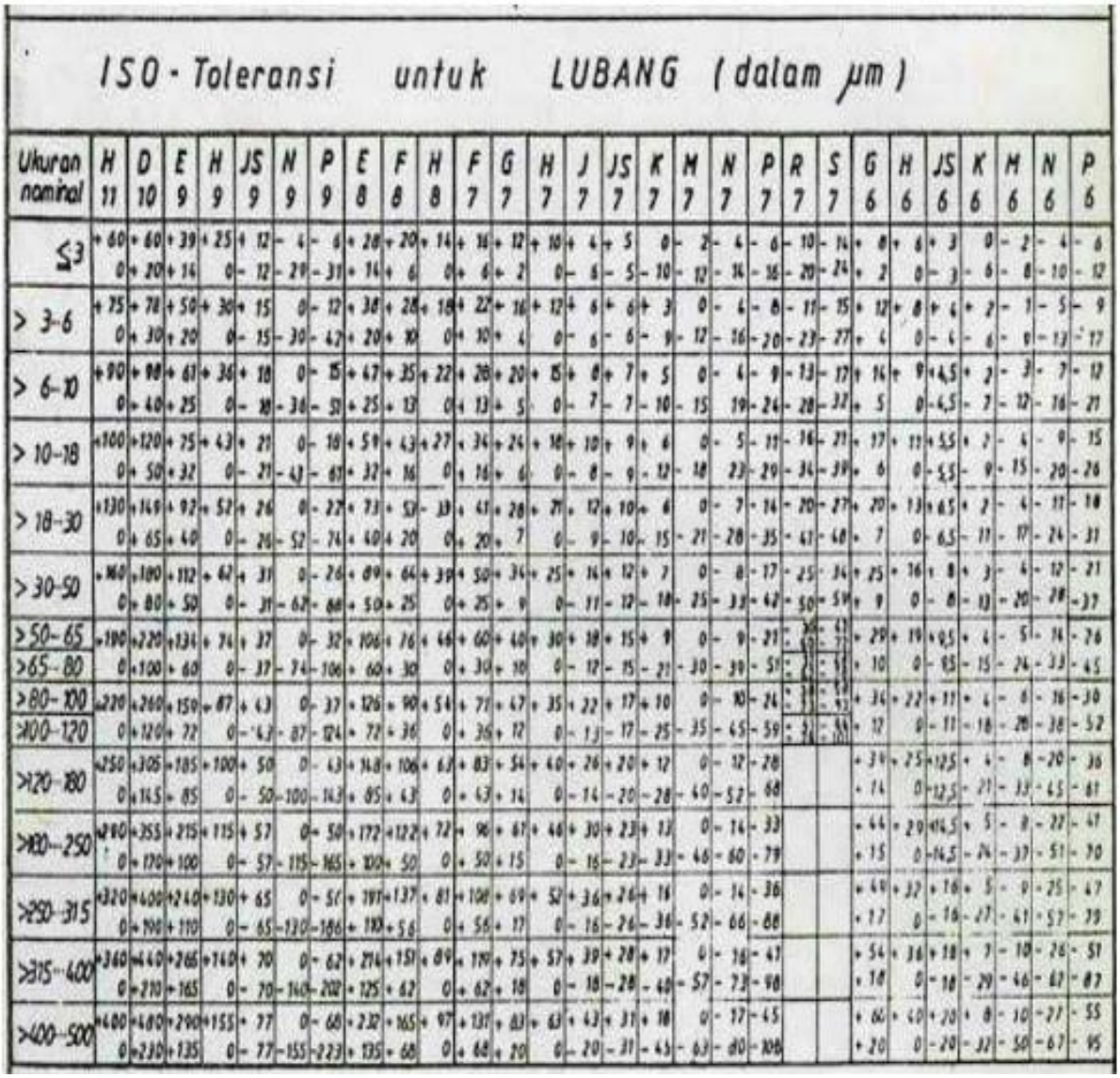
Suaian yang terjadi ada beberapa macam, tergantung daerah toleransi dari poros, maupun lubang yang dipakai sebagai basis pemberian toleransi. Kemungkinan jenis toleransi adalah sebagai berikut:

a. Suaian Longgar, yaitu bila bagian yang berpasangan pada waktu dipasang mempunyai kelonggaran yang pasti.
b. Suaian transisi ini akan terjadi dua kemungkinan, yaitu bias terjadi kesesakan kecil maupun kelonggaran kecil.
c. Suaian Sesak pada pemasangan ini selalu dalam keadaan sesak.

Dari table nilai suaian lubang maka toleransi yang ditetapkan pada penelitian kali ini sebagai berikut.

$$D = \text{Ø } 16\ H7$$
$$= \text{Ø } 16\ ^{+0.021}_{0.00}$$

Tabel 3. Toleransi Kesesuaian Lubang



ISO - Toleransi untuk LUBANG (dalam μm)

Ukuran nominal	H 11	D 10	E 9	H 9	JS 9	N 9	P 9	E 8	F 8	H 8	F 7	G 7	H 7	J 7	JS 7	K 7	M 7	N 7	P 7	R 7	S 7	G 6	H 6	JS 6	K 6	M 6	N 6	P 6
≤3	+60 0	+60 +20	+39 +14	+25 0	+12 -12	-4 -29	-6 -31	+28 +14	+20 +6	+14 0	+16 +6	+12 +2	+10 0	+4 -6	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	+8 +2	+6 0	+3 -3	0 -6	-2 -8	-4 -10	-6 -12
> 3-6	+75 0	+78 +30	+50 +20	+30 0	+15 -15	0 -30	-12 -42	+38 +20	+28 +10	+18 0	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	+12 +4	+8 0	+4 -4	+2 -6	-1 -9	-5 -13	-9 -17
> 6-10	+90 0	+98 +40	+61 +25	+36 0	+18 -18	0 -36	-15 -51	+47 +25	+35 +13	+22 0	+28 +13	+20 +5	+15 0	+8 -7	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	+14 +5	+9 0	+4,5 -4,5	+2 -7	-3 -12	-7 -16	-12 -21
> 10-18	+100 0	+120 +50	+75 +32	+43 0	+21 -21	0 -43	-18 -61	+59 +32	+43 +16	+27 0	+34 +16	+24 +6	+18 0	+10 -8	+9 -9	+6 -12	0 -18	-5 -23	-11 -29	-16 -34	-21 -39	+17 +6	+11 0	+5,5 -5,5	+2 -9	-4 -15	-9 -20	-15 -26
> 18-30	+130 0	+149 +65	+92 +40	+52 0	+26 -26	0 -52	-22 -74	+73 +40	+53 +20	+33 0	+41 +20	+28 +7	+21 0	+12 -9	+10 -10	+6 -15	0 -21	-7 -28	-14 -35	-20 -41	-27 -48	+20 +7	+13 0	+6,5 -6,5	+2 -11	-4 -17	-11 -24	-18 -31
> 30-50	+160 0	+180 +80	+112 +50	+62 0	+31 -31	0 -62	-26 -88	+89 +50	+64 +25	+39 0	+50 +25	+34 +9	+25 0	+14 -11	+12 -12	+7 -18	0 -25	-8 -33	-17 -42	-25 -50	-34 -59	+25 +9	+16 0	+8 -8	+3 -13	-4 -20	-12 -28	-21 -37
> 50-65	+190	+220	+134	+74	+37	0	-32	+106	+76	+46	+60	+40	+30	+18	+15	+9	0	-9	-21	-30	-42	+29	+19	+9,5	+4	-5	-14	-26
> 65-80	0	+100	+60	0	-37	-74	-106	+60	+30	0	+30	+10	0	-12	-15	-21	-30	-39	-51	-60	-72	+10	0	-9,5	-15	-24	-33	-45
> 80-100	+220	+260	+159	+87	+43	0	-37	+126	+90	+54	+71	+47	+35	+22	+17	+10	0	-10	-24	-38	-58	+34	+22	+11	+4	-6	-16	-30
>100-120	0	+120	+72	0	-43	-87	-124	+72	+36	0	+36	+12	0	-13	-17	-25	-35	-45	-59	-73	-93	+12	0	-11	-18	-28	-38	-52
>120-180	+250	+305	+185	+100	+50	0	-43	+148	+106	+63	+83	+54	+40	+26	+20	+12	0	-12	-28	-48	-77	+34	+25	+12,5	+4	-8	-20	-36
	0	+145	+85	0	-50	-100	-143	+85	+43	0	+63	+14	0	-14	-20	-28	-40	-52	-68	-88	-117	+14	0	-12,5	+21	-33	-45	-61
>180-250	+290	+355	+215	+115	+57	0	-50	+172	+122	+72	+96	+61	+46	+30	+23	+13	0	-14	-33	-53	-93	+44	+29	+14,5	+5	-8	-22	-41
	0	+170	+100	0	-57	-115	-165	+100	+50	0	+50	+15	0	-16	-23	-33	-46	-60	-79	-106	-151	+15	0	-14,5	+24	-37	-51	-70
>250-315	+320	+400	+240	+130	+65	0	-55	+191	+137	+81	+108	+69	+52	+36	+26	+16	0	-14	-36	-58	-101	+49	+32	+16	+5	-9	-25	-47
	0	+190	+110	0	-65	-130	-186	+110	+56	0	+56	+17	0	-16	-26	-36	-52	-66	-88	-126	-169	+17	0	-16	+27	-41	-57	-79
>315-400	+360	+440	+265	+140	+70	0	-62	+214	+151	+89	+119	+75	+57	+39	+28	+17	0	-16	-41	-66	-113	+54	+36	+18	+7	-10	-26	-51
	0	+210	+165	0	-70	-140	-202	+125	+62	0	+62	+18	0	-18	-28	-40	-57	-73	-98	-144	-190	+18	0	-18	-29	-46	-62	-87
>400-500	+400	+480	+290	+155	+77	0	-68	+232	+165	+97	+131	+83	+63	+43	+31	+18	0	-17	-45	-73	-125	+60	+40	+20	+8	-10	-27	-55
	0	+230	+135	0	-77	-155	-223	+135	+68	0	+68	+20	0	-20	-31	-45	-63	-80	-108	-166	-223	+20	0	-20	-32	-50	-67	-95

Penelitian menggunakan program Contour Ramp

Dimensi End Mill = Ø10 dengan cutting speed ditentukan 0.1 mm/rpm (di ubah ke m/rpm). Maka, nilai Rpm yang akan di gunakan

$$n = \frac{1000.Vc}{\pi.D}$$

Dimana:
n = Kecepatan Spindle (Rpm)
Vc = Kecepatan potong (m/menit)
D = Diameter tools (mm)
π = Konstanta (3.14)

Kemudian masukan angka pada rumus:
N = 1000 x 100 3.14 x 10 = 3184,71 rpm
Jadi nilai Rpm yang digunakan ialah sebesar 3184,71 rpm

Setelah mengetahui kecepatan putar, selanjutnya kita masukan ke dalam table guna menjadi data variabel awal pengujian. Dan juga supaya menjadi acuan bukti penyamaan permasalahan dalam pengujian pengaruh macam-macam program terhadap

hasil produksi menggunakan End Mill Kobe di mesin CNC Milling.

Tabel 3. Data awal pengujian menggunakan program contour ramp

Jenis Pemograman	Jenis Material	Dimensi End Mill	Kecepatan Potong (Vc)	Kecepatan Spindle CNC
Contour Ramp	*Alpha Bronze*	Ø 10 mm	100 m/menit	3184.71 Rpm

Cycle Time Pengerjaan

= (CT_1 x n') + CT_P + CT_R

Dimana:

CT_1 = Cycle Time 1 Kali Penyayatan
n' = Banyak Penyayatan
CT_P = Cycle Time Feed Plane
CT_R = Cycle Time Retrack

Analisa Hasil Penelitian Contour Ramp

a. Perhitungan waktu pengerjaan (cycle time)

CT = L / Feed x Rpm

Ket.
CT = Cycle time
L = Keliling penyayatan
Feed = Kecepatan penyayatan
Rpm = Kecepatan putar

Dimana :

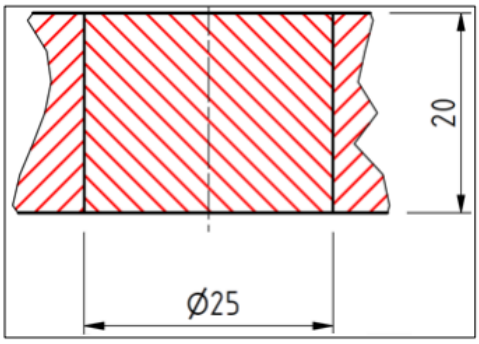
L = π x d

= 3.14 x 16

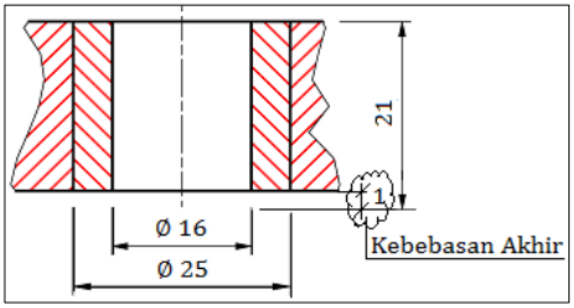
= 50.24 mm

Data penelitian menggunakan program Contour Ramp :

1. Material awal = Ø 25 mm x 20 mm
2. Material akhir = Ø 25 mm x Ø 16 mm x 20 mm
3. Panjang penyayatan = 21 mm (P.Material 20 mm + kebebasan 1 mm)
4. Feed Rate = 0.1 mm/putaran
5. Plunge Rate = 0.05 mm/putaran
6. Kecepatan putar = 3184.71 rpm
7. Depth Cut Sekali Penyayatan = 0.5 mm
8. L = 50.24 mm



Gambar 1. Kondisi Awal Material



Gambar 2. Kondisi Material Akhir

Perhitungan :

Banyak penyayatan

= Depth Cut keseluruhan : Depth Cut 1 kali penyayatan

= 21 / 0.5

= 42 kali penyayatan

Cycle time Feed Plane CTp

= Feed Plane Plunge Rate x rpm

$$= \frac{1}{1\ 0.05\ \text{mm/put x } 3184.71\text{rpm}}$$

= 0.00628 menit atau 0.378 detik

Cycle time 1 kali penyayatan.

CT1 = L / Feed Rate x rpm

$$= \frac{50.24\ \text{mm}}{0.10\ \text{mm/put x } 3184.71\ \text{rpm}}$$

= 0.1577 menit atau 9.465 detik

Cycle time Retrack. CTR

= Depth + Save Point Retrack Feed x rpm

= 21 + 50 mm 100 mm/put x 3184.71 rpm

= 0.000222 menit atau 0.0133 detik

Cycle time pengerjaan

= (CT1 x 42kali) + CTP + CTR

= (0.1577 x 42) + 0.00628 + 0.000222

= 6.629 menit atau 397.794 detik

Biaya Produksi Program Contour Ramp Satu Lubang

Biaya Produksi = Harga Mesin/Menit + Harga Material + 1/7 Harga End Mill

Dimana, dimisalkan untuk nilai:

X di dapat dari perhitungan sebagai berikut:

$$X = \frac{\text{Harga Operasi Mesin}}{60\ \text{Menit}} \text{ x Total Waktu Pengerjaan Program } \textit{Contour Ramp}$$

= 100.000/jam x 6.62 Menit 60 Menit

= Rp. 11.033

Y di dapat dari perhitungan sebagai berikut:

$$Y = \frac{\text{Harga Material per Kg}}{\text{Berat Material Yang Dikerjakan}}$$

= 250.000/Kg 3.14 x 25 x 20

= 250.000/Kg 1570mm^3

= 250.000/Kg 0.0157Kg

= Rp.15.923

Z di dapat dari perhitungan sebagai berikut:

Z = 1/7 x Harga End Mill

= 1/7 x Rp. 80.000

= Rp. 11.428

Dimana nilai 1/7 di dapat dari hasil presentase pengerjaan Contour Ramp

Jadi, Biaya produksi Program Contour Ramp

Bp/Pcs = Harga Mesin + Harga Material + 1/7 Harga End Mill

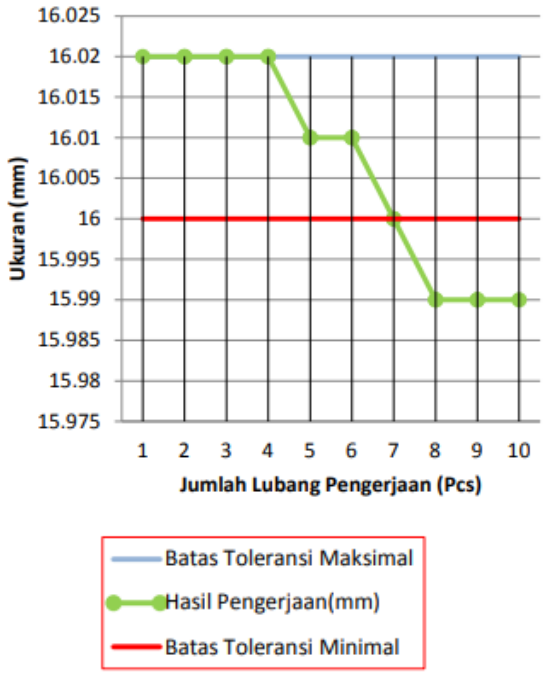
= Rp. 11.033 + Rp. 15.923 + Rp. 11.428

= Rp. 38.384/Pcs

Hasil pengerjaan Contour ramp sebagaimana table berikut

Pengerjaan Lubang ke-n	Hasil Dimensi (mm)	Pengamatan Proses Pengerjaan
1	Ø 16.02	Ukuran masih sesuai dengan toleransi yang ditetapkan dan tercapai suaian transisi terhadap pasangannya.
2	Ø 16.02	
3	Ø 16.02	
4	Ø 16.02	
5	Ø 16.01	Mulai ada penyimpangan yang membuat kesesakan kecil tetapi masih sesuai dengan toleransi.
6	Ø 16.01	
7	Ø 16.00	ukuran bertambah dan sudah batas akhir toleransi
8	Ø 15.99	Terjadi penyimpangan yang melebihi batas toleransi
9	Ø 15.99	Terjadi penyimpangan yang melebihi batas toleransi
10	Ø 15.99	Terjadi penyimpangan yang melebihi batas toleransi

Diagram Hasil Pengerjaan Program Contour Ramp



Pada pengerjaan lubang yang ke – 8 sudah terjadi penyimpangan ukuran yang melebihi batas toleransi H7 sebesar -0.01 mm sehingga pada pengerjaan menggunakan program contour ramp di dapat hasil 7 pcs yang sesuai dengan toleransi.

Penelitian menggunakan program Pocket Standart

Menentukan putaran spindle

Dimensi End Mill = Ø10 mm dengan cutting speed ditentukan 0.1 mm/rpm (di ubah ke m/rpm). Maka, nilai Rpm yang akan di gunakan.

$$n = \frac{1000.Vc}{\pi.D}$$

Dimana:

n = Kecepatan Spindle (Rpm)
Vc = Kecepatan potong (m/menit)
D = Diameter tools (mm)
π = Konstanta (3.14)

N = 1000 x 100 3.14 x 10

= 3184,71 rpm

Jadi nilai Rpm yang digunakan ialah sebesar 3184,71 rpm

Setelah mengetahui kecepatan putar, selanjutnya kita masukan ke dalam table guna menjadi data variabel awal pengujian. Dan juga supaya menjadi acuan bukti

penyamaan permasalahan dalam pengujian pengaruh macam-macam program terhadap hasil produksi menggunakan End Mill Kobe di mesin CNC Milling.

Tabel 4. Data awal pengujian menggunakan program pocket standart

Jenis Pemograman	Jenis Material	Dimensi End Mill	Kecepatan Potong (Vc)	Kecepatan Spindle CNC
Pocket Standart	*Alpha Bronze*	Ø 10 mm	100 m/menit	3184.71 Rpm

Cycle Time Pengerjaan
= ((CT1+2SR+ CTP) x n') + CTR

Dimana:
CT1 = Cycle Time 1 Kali Penyayatan
SR = Save Retrack 1 Kali Pocket
CTP = Cycle Time Feed Plane
n' = Banyak Penyayatan
CTR = Cycle Time Retrack

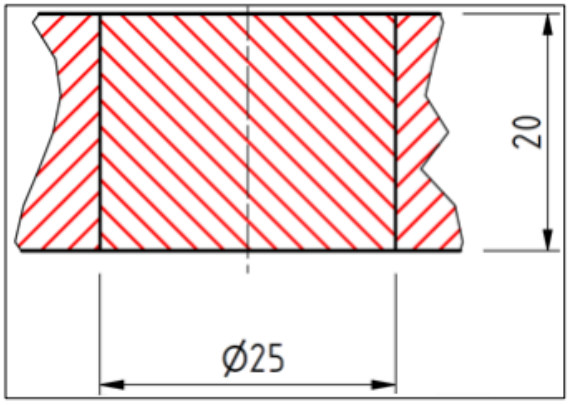
Analisa Hasil Penelitian Pocket Standart
Perhitungan waktu pengerjaan
(cycle time) CT = L / Feed x Rpm

CT = Cycle time
L = Keliling penyayatan
Feed = Kecepatan penyayatan
Rpm = Kecepatan putar

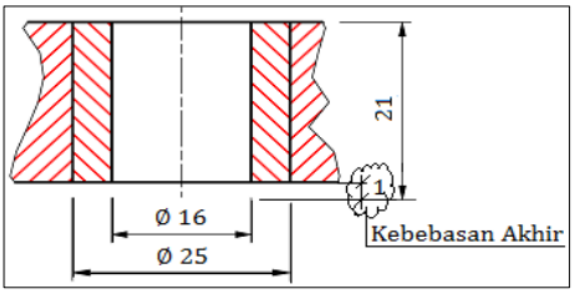
Dimana
L = π x d = 3.14 x 16 = = 50.24 mm

Data penelitian menggunakan program Pocket Standart:

1. Material awal = Ø 25 mm x 20 mm
2. Material akhir = Ø 25 mm x Ø 16 mm x 20 mm
3. Panjang penyayatan = 21 mm(P.Material 20 mm + kebebasan 1 mm)
4. Feed Rate = 0.1 mm/putaran
5. Plunge Rate = 0.05 mm/putaran
6. Kecepatan putar = 3184.71 rpm
7. Depth Cut Sekali Penyayatan = 0.5 mm
8. L = 50.24 mm



Gambar 3. Kondisi Awal Material



Gambar 4. Kondisi Akhir

Banyak penyayatan

= Depth Cut keseluruhan / Depth Cut 1 kali penyayatan

= 21 / 0.5

= 42 kali penyayatan

Cycle time Feed Plane

CTp = Feed Plane / Plunge Rate x rpm

= 1 / 0.05 x 3184.71

= 0.00628 menit atau 0.378 detik

Save Retrack 1 kali pocket

SR = Save Retrack / Retrack Rate x rpm

= 5 / 100 x 3184.71

= 0.0000157 menit atau 0.000942 detik

Cycle time 1 kali penyayatan.

CT_1 = L / Feed Rate x rpm

= 50.24 mm / 0.10 mm/put x 3184.71 rpm

= 0.160 menit atau 9.653 detik

Cycle time Retrack.

CT_R = Depth + Save Point /Retrack Rate x rpm

$$= \frac{21 + 50\ \text{mm}}{100\ \text{mm/put x}\ 3184.71\ \text{rpm}}$$

= 0.000222 menit atau 0.0133 detik

Cycle time pengerjaan

= ((CT1+2SR+ CTP) x 42kali) + CTR

= (0.160 x 42) + ((2x0.0000157)x 42) + (0.00628 x 42) + 0.000222

= 6.985 menit atau 419.118 detik

Biaya Produksi Program Pocket Standart Satu Lubang

Biaya Produksi = Harga Mesin/Menit + Harga Material + 1/10 Harga End Mill

Dimana, dimisalkan untuk nilai:

X di dapat dari perhitungan sebagai berikut:

X = Harga Operasi Mesin x Total Waktu Pengerjaan Program Pocket Standart / 60 Menit

= 100.000/jam x 6.98 Menit : 60 Menit

= Rp. 11.633

Y di dapat dari perhitungan sebagai berikut:

Y = Harga Material per Kg / Berat Material Yang Dikerjakan

$$= \frac{250.000/\text{Kg}}{3.14\ \text{x}\ 25\ \text{x}\ 20}$$

= 250.000/Kg / 1570mm3

= 250.000/Kg / 0.0157Kg

= Rp.15.923

Z di dapat dari perhitungan sebagai berikut:

Z = 1/10 x Harga End Mill

= 1/10 x Rp. 80.000

= Rp. 8.000

Dimana nilai 1/10 di dapat dari hasil presentase pengerjaan Pocket Standart

Jadi, Biaya produksi Program Pocket Standart

Bp/Pcs = Harga Mesin + Harga Material + 1/10 Harga End Mill

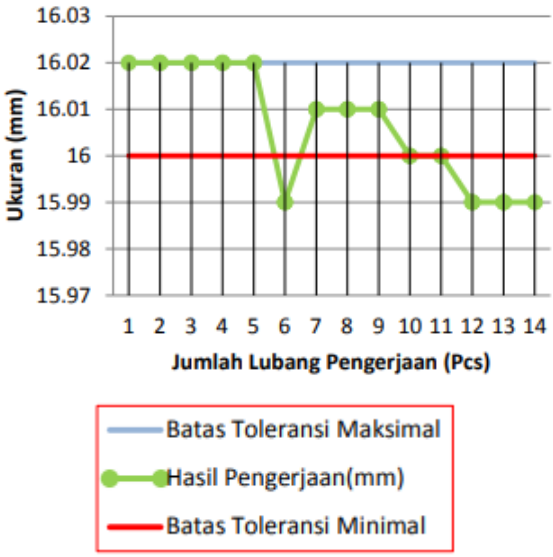
= Rp. 11.633 + Rp. 15.923 + Rp. 8.000

= Rp. 35.556/Pcs

Hasil pengerjaan pocket standart

Pengerjaan Lubang ke-n	**Hasil Dimensi (mm)**	**Pengamatan Proses Pengerjaan**
1	Ø 16.02	Ukuran masih sesuai dengan toleransi yang ditetapkan dan tercapai suaian transisi terhadap pasangannya.
2	Ø 16.02	
3	Ø 16.02	
4	Ø 16.02	
5	Ø 16.02	
6	Ø 15.99	Terjadi penyimpangan ukuran yang melebihi batas toleransi
7	Ø 16.01	Mulai ada penyimpangan yang membuat kesesakan kecil tetapi masih sesuai dengan toleransi.
8	Ø 16.01	
9	Ø 16.01	
10	16.02 - Ø 16.00	Terjadi Teper pada ukuran tetapi masih dalam batas toleransi
11	Ø 16.02 - Ø 16.00	
12	Ø 15.99	Terjadi penyimpangan yang melebihi batas toleransi.
13	Ø 15.99	
14	Ø 15.99	

Diagram Hasil Pengerjaan Program Pocket Standart



Pada pengerjaan lubang yang ke – 11 sudah terjadi penyimpangan ukuran yang melebihi batas toleransi H7 sebesar -0.01 mm tetapi pada pengerjaan yang ke – 6 juga terjadi penyimpangan ukuran toleransi yang disebabkan ada penumpukkan tatal sehingga pada pengerjaan menggunakan program Pocket Standart di dapat hasil 10 pcs yang sesuai dengan toleransi.Tetapi untuk pengerjaan yang ke – 6 jarang terjadi ada penyimpangan ukuran.

Tabel 5 Perbandingan Program Contour Ramp dan Pocket Standart

No	Uraian	Contour Ramp	Pocket Standart
1	Waktu Pengerjaan Satu Lubang	6.62 Menit/Pcs	6.98 Menit/Pcs
2	Hasil Sesuai Toleransi H7	7 Pcs	10 Pcs
3	Biaya Produksi	Rp. 38.384/Pcs	Rp. 35.556/Pcs

PENUTUP

Berdasarkan dari penelitian penyayatan benda kerja dengan material Alpha Bronze menggunakan pemograman contour ramp dan pocket standart menggunakan tools end mill KOBE di kecepatan putar dan kecepatan penyayatan yang sama di dapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada saat pengerjaan menggunakan program contour ramp satu lubang diperoleh waktu 6.629 menit atau 397.794 detik. Hasil itu, lebih cepat dibandingkan dengan program pocket standart yang memperoleh waktu pengerjaan satu lubang 6.985 menit atau 419.118 detik.
2. Pada pengerjaan menggunakan contour ramp dan pocket standart dapat disimpulkan hasil ukuran suaian lebih stabil ketika menggunakan jenis pemograman contour ramp. Hal itu, dibuktikan dengan hasil ukuran suaian lebih runtun dari penyayatan ke 1 – 7 saat menggunakan contour ramp.
3. Sedangkan, pada saat menggunakan pocket standart ketika penyayatan benda kerja yang ke – 6 batas toleransi yang dikehendaki mulai melebar sehingga terjadi suaian sesak (interference fits) dengan ukuran sebesar 15.99 mm yang disebabkan oleh penumpukkan tatal akan tetapi, pada penyayatan ke – 7 ukuran

kembali pada batas toleransi yang dikehendaki sampai penyayatan ke – 11 sebelum akhirnya terjadi penyimpangan ukuran pada penyayatan ke 12 - 14

4. Dari analisa kedua program antara contour ramp dan pocket standart dapat disimpulkan bahwasanya yang lebih menguntungkan dari segi hasil produksi adalah program pocket standart. Hasil itu, dibuktikan dengan jumlah benda kerja yang dikerjakan dimana contour ramp mendapatkan hasil sebanyak 10 pcs dengan rincian 7 pcs masuk toleransi dan 3 pcs keluar dari batas toleransi sedangkan program pocket standart mendapatkan hasil sebanyak 14 pcs dengan rincian 10 pcs masuk toleransi dan 4 pcs keluar dari batas toleransi.
5. Di lihat dari segi nilai ke ekonomisan program Pocket Standart lebih unggul dengan nilai biaya produksi Rp. 35.556/Pcs harga itu lebih hemat Rp.2.828/Pcs dari program contour ramp yang mendapat nilai biaya produksi Rp. 38.384/Pcs.

DAFTAR PUSTAKA

Edem, I. F., & Mativenga, P. T. (2017). Modelling of energy demand from computer numerical control (CNC) toolpaths. *Journal of Cleaner Production*, *157*, 310–321.

Efendi, M. (2018). *STUDY EKSPERIMEN PEMROGRAMAN CNC MILLING TOP WELL TW-40-MCV DENGAN METODE ABSOLUTE DAN METODE INCREMENTAL*. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Erkorkmaz, K., Altintas, Y., & Yeung, C.-H. (2006). Virtual computer numerical control system. *CIRP Annals*, *55*(1), 399–402.

Kim, H., Jung, W.-K., Choi, I.-G., & Ahn, S.-H. (2019). A low-cost vision-based monitoring of computer numerical control (CNC) machine tools for small and medium-sized enterprises (SMEs). *Sensors*, *19*(20), 4506.

Kusumaningrum, I. (2013). Kaji Eksperimen Pengaruh Putaran Dan Feeding Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Milling-CNC. *Jurnal Intake: Jurnal Penelitian Ilmu Teknik Dan Terapan*, *4*(2), 54–61.

Ninggar, Y. A. W. (2019). *Analisis Desain Eksperimen Taguchi-RSM Pada Komponen Acetabular Cup Yang Optimal Menggunakan Mesin CNC*. UAJY.

Setyoadi, Y., & Latifah, K. (2015). Integrasi Software CAD-CAM dalam Sistem Operasi Mesin Bubut CNC. *Jurnal Informatika Upgris*, *1*(2 Desember).

Sudjono, I., Sunomo, S., Romlie, M., & Sunarto, Y. (2018). PENGEMBANGAN MODUL CNC PU-2A BERBASIS MASTERCAM

UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI MAHASISWA DALAM PRAKTIK MESIN BUBUT CNC. *Teknologi Dan Kejuruan: Jurnal Teknologi, Kejuruan Dan Pengajarannya*, *41*(1), 17–24.

Wijarnaka, B. S. (2013). *CADCAM untuk Mesin Bubut dan Frais CNC Menggunakan Mastercam 9 dan X3*. Deepublish.

.