

ANALISA PENGARUH KECEPATAN *FEEDING* TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN *DRAW BAR* MESIN *MILLING ACIERA* DENGAN PROSES *CNC TURNING*

ISYA PRAKOSO

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta

E-mail: Isya.Prakoso@yahoo.co.id

Abstrak -- Dalam industri manufaktur terdapat banyak yang menggunakan proses pemesinan seperti: mesin *milling*, mesin *turning*, mesin *frais*, dan lain-lain. Di dalam mesin *milling* merk *Aciera* terdapat part yang sering rusak yaitu *Draw Bar* yang berfungsi untuk memasang dan mengencangkan *arbor* pada kepala mesin. Pembuatan *Draw Bar* pada dasarnya dilakukan dengan proses *turning CNC*. Untuk mendapatkan *Draw Bar* sesuai produk yang aslinya, penulis mencoba melakukan penelitian untuk membuat *Draw Bar* dimulai dengan pemilihan material yang kekerasannya sama atau mendekati kekerasan *Draw Bar* aslinya dan proses pemesinan dengan melakukan variasi perubahan *feed rate* (kecepatan pemakanan) menggunakan mesin *CNC turning type* Tornado 100. Dari hasil analisis pengaruh *feed rate* terhadap kekasaran permukaan pada proses pembubutan *Draw Bar* menggunakan mesin *CNC turning* menunjukkan bahwa adanya pengaruh yang signifikan antara perubahan *feed rate* dengan hasil kekasaran permukaan *Draw Bar* dari hasil pengujian (eksperimen). Nilai hasil uji kekasaran yang di dapat adalah $1.91 \mu\text{m}$ dengan putaran *spindle* = 2400 RPM dan *feeding* 240 mm/menit. Dari hasil 21 uji coba kekasaran berarti semakin tinggi *feed rate* maka kekasaran permukaan *Draw Bar* yang dihasilkan akan semakin kasar. Hasil pengujian menggunakan *surface roughness tester*, pada bagian *Draw Bar* menunjukkan hasil permukaan pada *part original* nya adalah $1.90 \mu\text{m}$.

Kata kunci: *Draw Bar*, Mesin *CNC Turning*, *Feed Rate* dan Kekasaran Permukaan

Abstract -- In manufacturing industries, there are various machinery processes for instance *milling machine*, *turning machine*, *frais machine* and etc. Inside *Aciera* *milling machine* there is one part that often break called *Draw Bar*. *Draw Bar* is used to install and tightened *arbor* to machine heads. *Draw Bar* machine is built using the process of *turning CNC*. In order to obtain the replication, writers have done research on processing building *Draw Bar* from scratch by choosing materials that has identical hardness as the original *Draw Bar*. Later the research is continued to the machinery process of doing various *feed rates* using *CNC* different *turning type* of Tornado 100 machine. On the analysis result of the *feed rate* influence on *surface roughness draw bar turning process by cnc machine* shows the significant effect between *feed rate* changes and the result of the *surface roughness* from the experiments. The result value of the roughness testing is $1.91 \mu\text{m}$ with *spindle speed* = 2400 Rpm and *feeding speed* = 240 mm/minute. From the result on 21 roughness testing means that more high the *feed rate* then roughness the surface. The test result by *surface roughness tester* on *draw bar* shows the *surface roughness* on its original part it's $1.90 \mu\text{m}$.

Keyword: *Draw Bar*, Mesin *CNC Turning*, *Feed Rate* dan Kekasaran Permukaan

1. PENDAHULUAN

Dengan kemajuan teknologi yang berkembang tak ubahnya seiring dengan berkembangnya industri manufaktur selaku pembuat atau produsen. Dalam mengembangkan teknologi yang berkualitas industri manufaktur melakukan pengembangan dalam proses produksinya.

Secara umum mesin-mesin yang digunakan dalam industri manufaktur tidak banyak mengalami perubahan yang sangat signifikan dalam proses produksinya. Mesin *milling* adalah suatu mesin perkakas yang menghasilkan sebuah bidang datar dimana pisau berputar dan

benda bergerak melakukan langkah pemakanan.

Sedangkan proses *milling* adalah suatu proses permesinan yang pada umumnya menghasilkan bentuk bidang datar (bidang datar ini terbentuk karena pergerakan dari meja mesin) dimana proses pengurangan material benda kerja terjadi karena adanya kontak antara alat potong (*cutter*) yang berputar pada *spindle* dengan benda kerja yang tercekam pada meja mesin. Mesin *milling* jika dikolaborasikan dengan suatu alat bantu atau alat potong

pembentuk khusus, akan dapat menghasilkan beberapa bentuk-bentukan lain yang sesuai dengan tuntutan produksi, misal: Uliran, Spiral, Roda gigi, Cam, *Drum Scale*, Poros bintang, Poros cacing dan lain-lain.

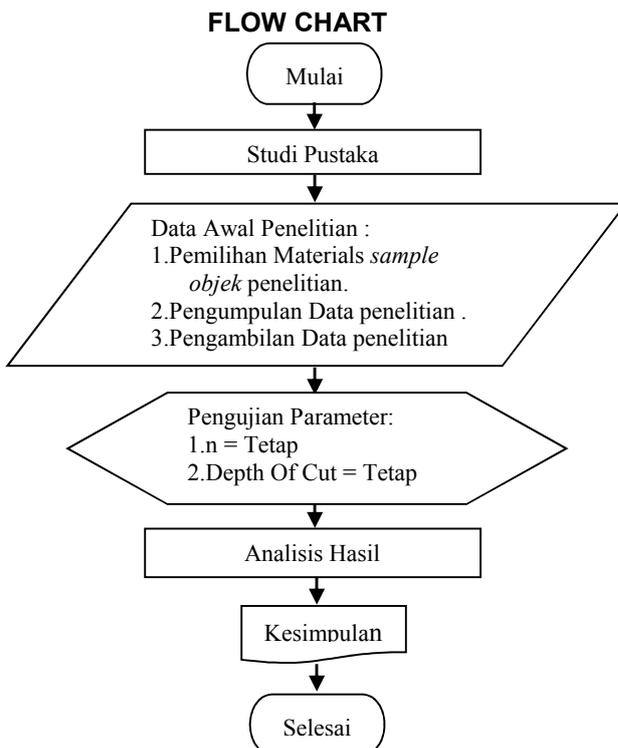
Dalam bagian mesin milling terdapat komponen yang sering rusak yaitu pada bagian *Draw Bar*. *Draw Bar* merupakan poros untuk memasang dan mengencangkan *arbor* pada kepala mesin.

Untuk mendapatkan *Draw bar* tersebut dan membutuhkan waktu yang lama karena memesan langsung ke pabriknya. Oleh karena itu digunakan adalah mesin bubut untuk membuat *Draw Bar* tersebut. Mesin bubut merupakan salah satu mesin yang sangat diandalkan oleh industri manufaktur dalam membuat berbagai produknya. Mesin ini dapat memenuhi kebutuhan produksi untuk berbagai produk dengan bentuk yang kompleks. Seperti memproduksi perkakas-perkakas penting yaitu komponen yang memiliki tuntutan kualitas yang tinggi baik secara geometri maupun tingkat kekasaran permukaan hasil pemotongannya.

Pada proses pemotongan, mesin bubut mempunyai tiga gerakan utama yaitu gerakan berputarnya benda kerja/*spindle* (*main motion*), kecepatan gerak potong (*feed motion*) dan kedalaman potong (*adjusting motion / depth of cut*).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan antara *feeding* dengan kekasaran permukaan pada proses pembubutan *Draw Bar*.



2.1 Penjelasan Diagram Alir

Diagram alir adalah diagram yang menggambarkan bagaimana jalankan program mulai dari awal hingga akhir. Setiap diagram alir harus mempunyai titik awal dan titik akhir. Diagram alir dibentuk dengan memanfaatkan simbol-simbol tertentu.

2.2 Bahan Dan Alat Penelitian

Dalam hal ini, material yang digunakan untuk membuat *Draw Bar* sesuai dengan originalnya adalah material logam atau metal. Untuk mengetahui tingkat kekerasan *Draw Bar* tersebut maka perlu dilakukan uji *hardness tester*.



Gambar 2.1 Hasil Uji *Hardness Tester Part Original* (30.8 HRC)



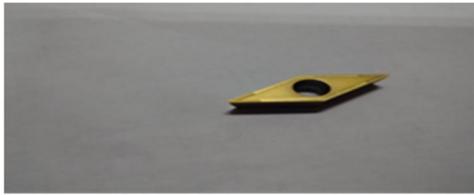
Gambar 2.2 Hasil Test Material SS400 adalah 49.1 HRA



Gambar 2.3 Hasil Test Material SCM4 adalah 30.2 HRC

Alat Penelitian yang digunakan sesuai kebutuhan seperti *Dial Caliper*, *Hardness Tester*, *Profile Projector*, *Surface Roughness Tester*.

1 Carbide Insert Navi



Gambar 2.4 Pahat Carbide Insert

2 Dial caliper

Dial caliper sering juga disebut sigmat atau jangka sorong adalah sebuah alat ukur yang dapat dipakai untuk mengukur diameter luar, diameter dalam, ketebalan dan kedalaman celah.



Gambar 2.5 Dial Caliper

Uji kekerasan (*Hardness tester*) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional force*) dan dinilai dari ukuran sifat mekanis material yang diperoleh dari deformasi plastis (deformasi yang diberikan dan setelah dilepaskan, tidak kembali ke bentuk semula akibat indentasi oleh suatu benda sebagai alat uji).

Tabel 2.1 Uji *Hardness Tester* Beberapa Material

Material	Hasil uji kekerasan (HRC)			Rata-rata
S45C	6.6 HRC	5.9 HRC	8.4 HRC	6.97 HRC
SS400	49.1 HRA	48.1 HRA	50.9 HRA	49.37 HRA
SCM4	30.2 HRC	29.4 HRC	29.1 HRC	29.57 HRC

3 Profile Projector

Profile Projector adalah perangkat pengukuran optikal yang memperbesar permukaan objek kerja dan diproyeksikan dalam skala linier/

sirkular. *Profile projector* memperbesar profil benda kerja ke dalam sebuah layar menggunakan tipe pencahayaan *diascopic illumination*. *Dimension* benda kerja dapat diukur langsung dari layar atau dibandingkan dengan referensi standar perbesaran. Agar akurat, saat pengukuran jangan mengubah sudut pandang (perspektif) objek.



Gambar 2.6 Profile Projector

1. Perhitungan Kekerasan Material

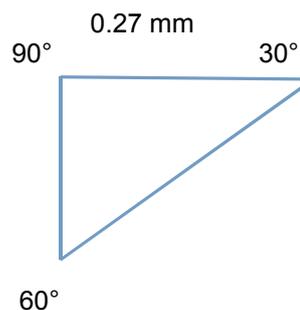
Berdasarkan rumus:
 $Indentation\ depth = 100 - HRC = t\ units$
 $= 100 - 30.8\ HRC = 69.2\ units$
 $= 69.2 \times 0.002\ mm = 0.14\ mm.$
 Berdasarkan rumus:
 $RHN = 100 - 500\ t$
 $= 100 - 500 \times 0.14\ mm$
 $= 100 - 70$
 $= 30\ HRC$

2. Perhitungan berdasarkan *profile projector*



Gambar 2.7 Hasil Profil Proyektor

Hasil profile projector = 0.540 mm / 2 = 0.27 mm.



$$\begin{aligned} \frac{0.27}{\sin 60} &= \frac{X}{\sin 30} \\ X \cdot 0.867 &= 0.5 \times 0.27 \\ X \cdot 0.867 &= 0.135 \\ X &= 0.16 \text{ mm.} \end{aligned}$$

e. Surface Roughness Tester

Surface Roughness Tester merupakan alat pengukuran kekasaran permukaan. Setiap permukaan komponen dari suatu benda mempunyai beberapa bentuk yang bervariasi menurut strukturnya maupun dari hasil proses produksinya.

Surface Roughness Tester didefinisikan sebagai ketidak halusan bentuk yang menyertai proses produksi yang disebabkan oleh pengerjaan mesin. Nilai kekasaran dinyatakan dalam *Roughness Average* (Ra). Ra merupakan *parameter* kekasaran yang paling banyak dipakai secara internasional. Ra didefinisikan sebagai rata-rata aritmatika dan penyimpangan mutlak profil kekasaran dari garis tengah rata-rata.



Gambar 2.8 Mesin Penguji kekerasan (*hardness tester*)

2.3 Prosedur

2.3.1 Machining

Machining adalah proses pembuatan benda kerja dengan menghilangkan material yang tidak diinginkan dari benda kerja dalam bentuk chip.

2.3.2 Pengujian / Pengukuran

Pengujian kekasaran permukaan pada benda kerja dilakukan untuk mengetahui nilai kekasaran *draw bar* apakah ada pengaruh antara perubahan nilai *feed rate* dengan permukaan benda kerja yang dihasilkan dari

proses pemesinan. Alat untuk mengukur Ra adalah roughness tester.

2.4. Analisis Hasil

Dalam melakukan analisis hasil dari data yang telah diolah, penulis menggunakan metode Anova Satu Faktor Untuk membuktikan hasil pengaruh *Cutting technology* antara *feeding* dengan nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan pada proses pembubutan *Draw Bar* menggunakan mesin *CNC turning*.

2.5. Kesimpulan

Dari uraian metode penelitian diatas, untuk mencapai hasil yang optimal maka alur penelitian tersebut harus dapat berjalan sesuai dengan urutannya.

3. ANALISA

Untuk mengetahui material yang sesuai dengan *part original* maka dilakukan pengujian sebagai berikut:

3.1 Menentukan Parameter Setting

Sebelum melakukan pengujian tingkat kekasaran permukaan berdasarkan putaran *spindle* (*spindle speed*) kedalaman potong (*depth of cut*) dan kecepatan gerak potong (*feed rate*) pada proses bubut, perlu dilakukan perhitungan *parameter setting* untuk mendapatkan parameter yang sesuai. Berikut perhitungan untuk putaran *spindle* (material specimen SCM 4 memiliki *cutting speeds* 140 - 320 m/min dengan menggunakan alat potong *carbide* jenis *insert tip*):

3.1.1 Kedalaman Potong (*Depth of Cut*)

Nilai dari kedalaman pemotongan finishing ditetapkan 0.2 mm.

3.1.2 Menentukan Putaran *Spindle* (RPM)

Berdasarkan tabel *cutting speed* dapat diperoleh besar putaran *spindle* (*spindle speed*) dengan persamaan (2.1) dalam satuan rpm:

$$n = \frac{160 \times 1000}{\pi \times (28 + 15.5) / 2}$$

$$n = 2342 \text{ rpm,}$$

dibulatkan menjadi $n = 2400 \text{ rpm.}$

3.1.3 Menentukan Kecepatan Potong (*Feeding*)

Nilai $f_r = (0.05 - 0.24)$

dalam satuan mm / menit.

Maka di tetapkan nilai $f_r = 0.1$ mm.

$Feeding = 0.1 \times 2400$ (rpm)

= 240 mm/ menit.

Berdasarkan perhitungan diatas kecepatan *feeding* yang didapat adalah 240 mm/menit, maka penulis mengambil variable *feeding* yaitu: 3 (tiga) ke atas dan 3(tiga) ke bawah. Dengan putaran *spindle* tetap yaitu 2400 rpm dan Kedalaman pemotongan tetap yaitu 0.2 mm. Berdasarkan pada persamaan (2.3) dalam satuan mm / menit.

$$t_c = \frac{212mm}{240mm/menit}$$

= 0.88 mm / menit

3.1.4 Menentukan Waktu Pemotongan

Pada proses *finishing*, maka untuk masing-masing nilai f (*feeding*) diatas dilakukan percobaan sebanyak 3 benda kerja, jadi total benda kerja keseluruhan adalah sebanyak 21 pcs, dengan rincian sebagai berikut :

$f_1 = 150$ mm/putaran → 3 benda kerja

$f_2 = 180$ mm/putaran → 3 benda kerja

$f_3 = 210$ mm/putaran → 3 benda kerja

$f_4 = 240$ mm/putaran → 3 benda kerja

$f_5 = 270$ mm/putaran → 3 benda kerja

$f_6 = 300$ mm/putaran → 3 benda kerja

$f_7 = 330$ mm/putaran → 3 benda kerja

Tabel 3.1 Level Variasi Nilai Feeding

Feeding	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7
(f)	(f ₁)	(f ₂)	(f ₃)	(f ₄)	(f ₅)	(f ₆)	(f ₇)
Satuan	150	180	210	240	270	300	330
(mm / mnt)							

3.2 Menentukan Kekasaran Rata-Rata

Berdasarkan pada persamaan (2.4)

1. Ra untuk $f = 150$ mm/menit

$$Ra = 1.90/3$$

$$= 0.64 \mu m$$

2. Ra untuk $f = 180$ mm/menit

$$Ra = 3.66/3$$

$$= 1.22 \mu m$$

3. Ra untuk $f = 210$ mm/menit

$$Ra = 4.73/3$$

$$= 1.58 \mu m$$

4. Ra untuk $f = 240$ mm/menit

$$Ra = 5.72/3$$

$$= 1.91 \mu m$$

5. Ra untuk $f = 270$ mm/menit

$$Ra = 7.29/3$$

$$= 2.43 \mu m.$$

6. Ra untuk $f = 300$ mm/menit

$$Ra = 9.10/3$$

$$= 3.03 \mu m.$$

7. Ra untuk $f = 330$ mm/menit

$$Ra = 12.58/3$$

$$= 4.19 \mu m.$$

No	Rpm	Feeding (mm/menit)	Ra (μm)
1	2400	150	0.64
2	2400	180	1.22
3	2400	210	1.58
4	2400	240	1.91
5	2400	270	2.43
6	2400	300	3.03
7	2400	330	4.19

Uji tabel kontingensi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Hipotesis

Ho : Persentasi nilai kekasaran adalah sama dengan *part original* .

H1 : Persentasi nilai kekasaran adalah tidak sama dengan *part original*.

2. $X = 0,05$.

Berdasarkan table.

3. Dalam uji ini yang digunakan adalah distribusi probabilitas chi-kuadrat, χ^2 . Tabel kontingensi di atas memiliki 3 baris ($r=3$) dan 21 kolom.

4. ($c=21$), maka $df = v = (r-1) (c-1) = (3-1)(21-1) = 40$.

5. Batas-batas daerah penolakan/ batas kritis uji. Dari table χ^2 untuk $x = 0,05$; $dv = 40$; diperoleh $\chi^2 = 55,758$.

Tabel 3.2 Uji Coba Variasi Kecepatan *Feeding*

6. Aturan keputusan Tolak H_0 dan terima H_1 jika $RUX^2 > 55,758$. Jika tidak demikian terima H_0 .
7. Rasio Uji :

Perhitungan dilakukan dengan tabulasi berikut:

Tabel 3.3 Rasio Uji

Benda	O	E	O - E	(O-E) ²	(O-E) ² / E ²
1	1,84	1,84	0	0	-1,84
2	1,83	2,59	-0,76	0,58	-2,01
3	1,74	3,02	-1,28	1,64	-1,38
4	2,51	4,2	-1,69	2,86	-1,34
5	2,68	1,63	1,05	1,1	-0,53
6	2,41	1,11	1,3	1,69	0,58
7	3,15	0,7	2,45	6	5,3
8	2,9	1,98	0,92	0,85	-1,13
9	2,85	0,68	2,17	4,71	4,03
10	4,17	4,29	-0,12	0,01	-4,28
11	4,04	3,1	7,14	50,98	47,88
12	4,14	1,69	2,45	6	4,31
13	1,6	1,61	-0,01	0	-1,61
14	1,77	3,18	-1,41	1,99	-1,19
15	1,42	1,01	0,41	0	-1,01
16	1,03	4,35	-3,32	11,02	6,67
17	1,23	0,57	0,66	0	-0,57
18	1,01	2,45	-1,39	17,25	14,8
19	0,67	2,03	-1,33	1,77	-0,26
20	0,7	2,41	-1,71	2,92	0,51
21	0,68	1,51	-0,83	0	-1,51
Jumlah	134,98	134,98			39,61

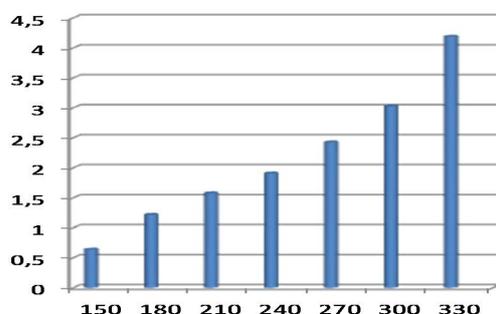
Sumber: (Prinsip-Prinsip Statistik Untuk teknik Dan Sains, Harinaldi,2002,hal.201)

$$RUX^2 = X^2 \text{ test} = \sum (O-E)^2 = 39.61$$

Pengambilan keputusan:

Karena $RUX_2 < 55,758$ maka H_0 diterima. Kesimpulannya adalah Persentasi nilai kekasaran adalah sama dengan *part original*.

Kekasaran ($Ra/\mu\text{m}$)



Gambar 3.1 Grafik Perbandingan *Feeding* Terhadap Kekasaran (Ra)

Dengan hasil uji beberapa kecepatan pemakanan berdasarkan perhitungan, maka kecepatan pemakanan yang sesuai adalah 240 mm/menit.

4. KESIMPULAN

1. Dapat menentukan material untuk membuat *Draw Bar* yaitu SCM 4.
2. Mendapatkan produk yang mendekati atau sama dengan produk kualitas aslinya yaitu dengan hasil kekasaran pada *part original* adalah 1.84 μm .

Setelah melakukan analisis hasil penelitian, yang mendekati kekasaran dari *part original* adalah 1.90 μm dengan *Parameter Pemotongan* sebagai berikut:

- Putaran *spindle* (n) = 2400 rpm
- Kedalaman pemotongan (*doc*) = 0.2 mm
- Kecepatan pengumpanan (F) = 240 mm/menit

Dari penelitian didapatkan juga bahwa untuk mendapatkan hasil kekasaran yang lebih halus, maka kecepatan *feed rate* nya semakin rendah. Sebaliknya apabila kecepatan *feed rate* nya semakin tinggi, maka hasilnya semakin kasar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Donald R. Askeland. The Science And Engineering Of Materials, Sixth Edition. University Of California.
2. Harinaldi. Prinsip – Prinsip Statistik Untuk Teknik Dan Sains. 2002. Ciracas. Jakarta.
1. James F. Shackelford. Materials Science For Engineers, Sixth Edition. 2000. University Of Missouri.
2. James Madison. CNC Machining Handbook. Industrial Press Inc.
5. Steven R. Schmid, Manufacturing Engineering And Technology, Prentice Hall International.