

A. Zubaidi,
I. Syafa'at^{*)},
Darmanto

Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Wahid Hasyim
Semarang
Jl Menoreh Tengah X/22
Semarang

^{*)} e-mail:
i.syafaat@gmail.com

ANALISIS PENGARUH KECEPATAN PUTAR DAN KECEPATAN PEMAKANAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL FCD 40 PADA MESIN BUBUT CNC

Dengan perkembangannya teknologi CNC (Computer Numerical Control), sebuah industri yang bergerak dibidang engineering yang memerlukan tingkat kepresisian dimensi dengan toleransi yang kritis dalam membuat sebuah produk, maka CNC lebih dipilih untuk mencapai maksud dan tujuan tersebut karena CNC lebih mempunyai keunggulan daripada mesin konvensional karena CNC tidak banyak seting, tool bergerak secara otomatis, pergerakan mesin dapat dimonitor, sehingga dalam pengerjaan sebuah material dengan variasi kecepatan pemakanan dan variasi kecepatan putar (rpm) dapat dikontrol melalui monitor.

Berkenaan dengan ini penulis mencoba melakukan analisis terhadap kekasaran permukaan material FCD 40 dengan melakukan pembubutan 5 spesimen dengan variasi feeding (0,05; 0,10; 0,10; 0,20 dan 0,25mm/rev) dengan diameter 30 mm dan 5 spesimen dengan variasi rpm (700, 800, 900, 1000 dan 1100) dengan diameter 25 mm, sedangkan pahat yang digunakan insert CNMG 120408N-UX tanpa pendingin.

Pengukuran kekasaran material menggunakan alat surface tester TR100 dengan mengambil 12 titik daerah pengecekan yang berbeda per spesimen, data yang didapat adalah hasil rata-rata dari harga Ra dan Rt/Rz. Kesimpulan yang didapat bahwa terjadi peningkatan harga Ra dan Rt/Rz lebih dari 10% dengan penambahan 0.05rev/min pada variasi feeding, sedangkan pada variasi rpm terjadi penurunan akan tetapi tidak lebih dari 10% per 100 rpm.

Kata kunci: *kekasaran permukaan, feeding, FCD40*

Pendahuluan Latar Belakang

Sebuah perusahaan yang bergerak di bidang *Engineering* menyediakan mesin-mesin untuk proses produksi baik yang bekerja secara manual maupun CNC (*Computer Numerical Control*). Karena suatu tuntutan yang harus dipenuhi dalam bidang *engineering* seperti dimensi dengan toleransi yang sangat kritis, maka mesin CNC banyak dipilih oleh perusahaan karena mempunyai kelebihan dari pada mesin manual/ konvensional yaitu lebih teliti dan lebih cepat dalam proses permesinan baik dari segi kuantitas maupun kualitas.

Penelitian dengan variasi *feeding* kecepatan putar sebelumnya telah dilakukan oleh Ninuk Jonoadji dan Joni Dewanto (1999), dengan baja S45C dan kecepatan putar 50 – 4500 rpm, peneliti lain yaitu Ichlas Nur & Andriyanto (2009), material produk berbahan ST 37, adapun variasi kecepatan putarnya adalah (440, 560 dan 740 rpm)

dengan *feeding* (0,098; 0,112; dan 0,168 mm/rev). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi keunggulan CNC dibandingkan mesin konvensional diantaranya adalah: tidak banyak setting, tool berpindah secara otomatis sesuai program yang diminta, pada mesin bubut memakai *chuck* hidrolik/pneumatis, pergerakan mesin dapat dimonitor pada layar komputer, tingkat *error* kecil, dan efisiensi waktu.

Rumusan Masalah

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, suatu hasil produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi, khususnya pada proses produksi yang menggunakan mesin-mesin perkakas seperti mesin skrap, mesin frais (*milling*), mesin bubut (*turning*), mesin bor (*drilling*) dan lain-lain. Adanya mesin perkakas CNC, pembuatan komponen mesin akan semakin efisien dan dengan ketelitian yang tinggi.

Bagi teknisi di bidang pengerjaan logam dan mahasiswa pada jurusan teknik mesin, mesin bubut telah dikenal fungsi dan perannya untuk membuat komponen dari bermacam-macam mesin. Pada dasarnya setiap pekerjaan mesin mempunyai persyaratan kualitas permukaan (kekasaran permukaan) yang berbeda-beda, tergantung dari fungsinya. Kualitas permukaan hasil pembubutan dapat dilihat dari kekasaran permukaannya. Makin halus permukaannya makin baik pula kualitasnya, sehingga cukup beralasan juga apabila kekasaran permukaan hasil pembubutan diperhatikan dan dicari solusi untuk mendapatkan yang sehalus mungkin.

Batasan Masalah

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan pada pengerjaan logam dengan menggunakan mesin bubut, antara lain kecepatan potong, ketebalan pemakanan, kondisi mesin, bahan benda kerja, bentuk ujung pahat mata potong, pendinginan dan operator. Dalam hal ini saya akan mencoba melakukan penelitian dan uji coba terhadap tingkat kekasaran material pada proses pembubutan dengan variasi putaran spindel (rpm) dan variasi gerak makan (*feeding*). Pada penelitian ini keausan pahat/insert tidak diperhitungkan. Adapun spesimen yang diproses adalah besi cor FCD 40 .

Tujuan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini penulis mempunyai tujuan yaitu : Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kecepatan putar spindel (rpm) dan kecepatan pemakanan terhadap tingkat kekasaran permukaan material FCD 40 serta perbedaan bentuk geram pada proses pembubutan CNC

Manfaat Hasil Penelitian

Adapun dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi teman-teman mahasiswa, dan masyarakat pada umumnya dalam pembuatan komponen mesin dengan menggunakan jenis material FCD 40.

Tinjauan Pustaka

Mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*)

Awal lahirnya mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) bermula dari 1952 yang dikembangkan oleh John Pearson dari Institut Teknologi Massachusetts, atas nama Angkatan Udara Amerika Serikat. Semula proyek tersebut diperuntukkan untuk membuat benda kerja khusus

yang rumit. Pada tahun 1973, mesin CNC masih sangat mahal sehingga masih sedikit perusahaan yang mempunyai keberanian dalam memelopori investasi dalam teknologi ini. Untuk perkembangan selanjutnya otomatisasi pada proses produksi dengan mesin perkakas diawali pemanfaatan kontrol secara numerik. NC (*Numerik Control*) dan pada tahap berikutnya teknologi komputer digunakan sebagai sistem pengendali data numerik yang dikenal dengan teknologi CNC (*Computer Numerically Controlled*). Dari tahun 1975, produksi mesin CNC mulai berkembang pesat. Perkembangan ini dipacu oleh perkembangan mikroprosesor, sehingga volume unit pengendali dapat lebih ringkas. (Kuspriyanto, 2011).

Dari segi pemanfaatannya, mesin perkakas CNC dapat dibagi menjadi 2 yaitu (Aditama, 2010) : Mesin CNC *Training unit (TU)*, yaitu digunakan untuk sarana pendidikan dan mesin CNC *Produktion Unit (PU)*, yaitu digunakan untuk memproduksi benda kerja/komponen .

Dari segi jenisnya, mesin perkakas CNC dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu: mesin CNC *bubut* dengan 2 *axis*, mesin *frais* CNC dengan 3 *axis* dan kombinasi keduanya.

Jenis Mesin CNC

Secara garis besar, mesin CNC dibagi dalam 2 (dua) macam, yaitu :mesin bubut CNC dan mesin *frais/milling* CNC salah satu contoh mesin bubut CNC adalah Mazatrol Slant Turn 35 seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin Bubut CNC Mazatrol ST 35

Sedangkan untuk mesin *milling/frais* contohnya adalah mesin *frais* Emco seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Mesin Frais CNC Emco

Bagian Utama Mesin Bubut CNC

Pada mesin bubut CNC mempunyai bagian yang sama dengan mesin bubut konvensional baik segi bentuk maupun fungsinya, hanya saja pada mesin bubut CNC pergerakan bagian mesin bisa dioperasikan secara manual juga bisa dengan program dan pergerakannya dapat dipantau lewat monitor. Berikut ini adalah bagian Utama mesin bubut diantaranya adalah berikut ini: Eretan (*Support*), Rumah Alat Potong, Cekam (*Chuck*) Kepala Lepas (*Tailstock*), Meja Mesin (*Sliding Bed*), Motor Penggerak Utama, *Step Motor*, dan Bagian Pengendali atau Kontrol

Cara Mengoperasikan Mesin CNC

Secara garis besar dari karakteristik cara mengoperasikan mesin CNC dapat dilakukan dengan dua macam cara, yaitu :

a. Sistem Absolut

Pada sistem ini titik awal penempatan alat potong yang digunakan sebagai acuan adalah menetapkan titik referensi yang berlaku tetap selama proses operasi mesin berlangsung.

b. Sistem Incremental

Pada sistem ini titik awal penempatan yang digunakan sebagai acuan adalah selalu berpindah sesuai dengan titik actual yang dinyatakan terakhir.

Putaran Spindel dan Kecepatan Pemakanan

Menurut *Amstead* (1979) kecepatan potong dapat dicari dengan Persamaan (2.1) yaitu :

$$C_s = \frac{\pi \times D_c \times n}{1000} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- C_s = cutting speed m/min
- n = revolution/min (RPM)
- D_c = diameter mm

Sementara itu dengan cara yang sama untuk mencari kecepatan putar spindel dapat dicari dengan Persamaan 2.2. yaitu:

$$n = \frac{C_s \times 1000}{\pi \times D_c} \dots\dots\dots(2)$$

- C_s = cutting speed m/min
- n = revolution/min (rpm)
- D_c = diameter mm

Pada pahat karbida mempunyai standar umum dengan kecepatan potong V_c 75-150 m/min dan gerak makan f (*feeding*) 0,15-0,25 mm/rev seperti dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Umum V_c (Kecepatan Potong/*Cutting Speed*) dan Gerak Makan f (Tarmawan, 1999)

V_c (HSS)	V_c (Carbida)	V_c (Cooled Carbida)
10-25 m/min	75-150 m/min	150-250 m/min
f (HSS)	f (Carbida)	f (Cooled Carbida)
0,05-0,15 mm/rev	0,15-0,25 mm/rev	0,2-0,35 mm/rev

Faktor - faktor yang mempengaruhi harga kecepatan potong :

- a. Bahan benda kerja atau *raw material*
- b. Jenis alat potong
- c. Kedalaman penyayatan
- d. Kecepatan penyayatan atau asutan

Menurut Syamsir (1989) kualitas permukaan potong tergantung pada kondisi pemotongan, misalnya kecepatan potong rendah dengan *feed* dan *depth of cut* yang besar akan menghasilkan permukaan kasar (*roughing*) sebaliknya kecepatan potong tinggi dengan *feed* dan *depth of cut* kecil menghasilkan permukaan yang halus. Adapun kecepatan makan dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 2.3.

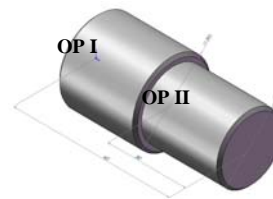
$$V_f = f \times n \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- V_f = kecepatan makan, mm/min
- f = gerak makan (*feed*) mm/ rev
- n = putaran spindel rotasi/min (rpm)

Proses Pembubutan

Dalam proses pembubutan terlebih dahulu kita persiapkan rencana gambar lengkap dengan dimensi spesimen/materialnya. Untuk selanjutnya lebih jelas proses pengerjaannya akan dibagi menjadi 2 bagian proses pengerjaan yaitu proses operasi I (OP I) untuk variasi *feeding* rpm tetap dan proses operasi II (OP II) variasi rpm *feeding* tetap seperti dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pembagian Proses Pengerjaan

Besi Cor/ tuang

Berdasarkan kandungan karbonnya, besi dibedakan menjadi (Wahyuono, 2004) :

1. besi baja yaitu besi yang mengandung unsur karbon (C) kurang dari 2%.
2. besi cor/ tuang yaitu besi dengan kandungan unsur karbon (C) antara 2%-4% atau lebih.

Struktur dasar Besi cor terdiri dari: grafit, ferit, sementit dan perlit. Struktur utamanya disebut matriks, dan struktur dasar matriks terdiri dari ferit, sementit, dan perlit. Ferit dalam besi cor adalah ferit-silisium yang mempunyai sifat liat. Sementit bersifat sangat keras dan tahan aus. Perlit adalah struktur yang berbentuk lapisan ferit dan sementit sehingga sifat perlit adalah ulet sekaligus tahan aus. Grafit adalah satu bentuk kristal karbon yang lunak dan rapuh. Dalam struktur besi cor 85% kandungan karbonnya berupa grafit. Grafit tersebut mempunyai bentuk dan ukuran potongan yang bermacam-macam, yaitu halus dan besar, serpih serta bergumpal atau bulat. Keadaan potongan-potongan grafit inilah yang memberi pengaruh besar terhadap sifat mekanis besi cor (Wahyuono, 2004).

Menurut (Shigley, 1999) Besi cor/ tuang yang daktil (*ductile cast iron*) dan berbintik (*nodular cast iron*) pada dasarnya adalah sama dengan dengan besi tuang yang tahan tempa, karena keduanya mengandung grafit dalam bentuk butir bulat. Begitu pula besi tuang dalam kondisi penuangan menunjukkan sifat yang sangat dekat dengan besi tuang yang bisa ditempa, dan berdasarkan standar JIS G 5502 besi cor Nodular mempunyai kekuatan tarik seperti dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelas dan Kekuatan Tarik Besi Cor Nodular /(*Ductile Cast Iron*) (Sularso, 1979)

Kelas	Simbol	Kekuatan tarik (kg/mm ²)
1	FCD 40	40
2	FCD 45	45
3	FCD 50	50
4	FCD 60	60
5	FCD 70	70

Adapun prosentase komposisi besi daktil seperti dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Unsur Besi Cor Noduler/ Daktil (*Ductile Cast Iron*) (Wirjosumarto, 1996)

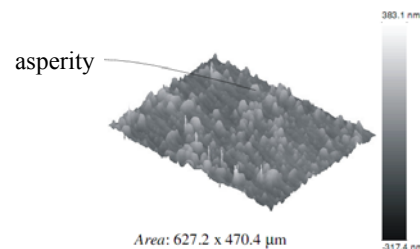
Jenis unsur	Prosentase %
Karbon	3,3-3,9
Silisium	2,2- 2,9
Mangan	0,2- 0,6
Fosfor	0,02-0,1
Belerang	0,0- 0,015

Kekasaran Permukaan dan Pengukuran

Yang dimaksud dengan “permukaan” adalah batas yang memisahkan benda padat dengan sekelilingnya (Rochim, 2001). Jika ditinjau dengan skala kecil pada dasarnya konfigurasi permukaan suatu elemen mesin (produk) juga merupakan suatu karakteristik geometrik, yang dalam hal ini termasuk golongan *mikrogeometrik*. Sementara itu, yang tergolong *makrogeometri* adalah permukaan secara keseluruhan yang membuat bentuk atau rupa yang spesifik misalnya permukaan: poros, lubang, sisi, dan sebagainya.

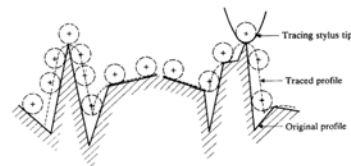
Permukaan dan Profil

Permukaan sebuah benda jika diamati dengan mikroskop dengan pembesaran lebih dari 1000 kali, maka akan tampak bahwa permukaan sebuah benda mempunyai profil seperti pada Gambar 2.4.



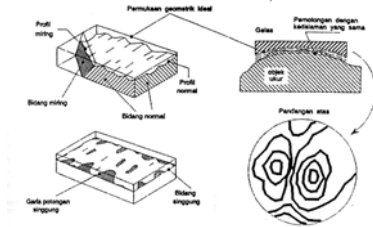
Gambar 4. Profil Kekasaran Permukaan Sebuah Benda (Jamari, 2006)

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa jarum *stylus* tidak dapat menjangkau lembah terdalam dari permukaan sebuah benda.



Gambar 5. Keterbatasan *stylus* Menjangkau LembahTerdalam (Bhushan, 2001)

Khusus untuk pemotongan normal dan serong, garis hasil pemotongannya disebut profil, lihat Gambar 6.

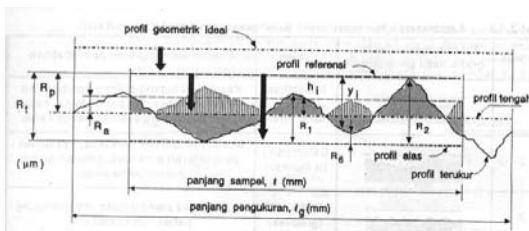


Gambar 6. Orerintasi Bidang Potong terhadap Permukaan dengan Geometrik Ideal yang Digunakan untuk Menganalisis Permukaan (Rochim, 2001)

Parameter Kekasaran Permukaan

Pada Gambar 7 dengan penambahan keterangan mengenai beberapa istilah profil yang penting yaitu:

1. Profil geometrik ideal (*geometrically ideal profile*)
2. Profil terukur (*measured profile*)
3. Profil referensi/ acuan/ puncak (*reference profile*) Profil akar/ alas (*root profile*).
4. Profil tengah (*center profile*)



Gambar 7. Posisi Profil Referensi/Acuan/ Puncak, Profil Tengah dan Profil Akar/Alas terhadap Profil Terukur, untuk Satu Panjang Sampel (Rochim, 2001).

Kedalaman kekasaran tunggal (*Single Roughness depth R_z*) adalah jarak vertikal diantara puncak tertinggi dan lembah paling dalam dalam sampling panjang. Kedalaman kekasaran rata-rata R_z (*Mean Roughness depth*) adalah perhitungan harga rata-rata kedalaman kekasaran tunggal (R_z) secara berderet dari sempel panjang Kekasaran rata-rata R_a (*Roughness average*) adalah perhitungan rata-rata nilai mutlak kekasaran penampang ordinat (DIN ISO 4287, ASME B46.1)

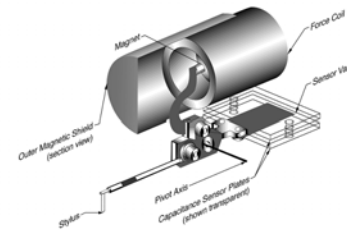
Keterangan : Pada standar DIN ISO 4287, ASME B46.1 Kedalaman kekasaran rata-rata dilambangkan dengan R_z sedangkan pada Gambar

7 (Rochim, 2001). Kedalaman Kekasaran rata-rata dilambangkan dengan R_t .

Pada saat ini teknologi pemeriksaan permukaan benda kerja/ komponen mesin telah ditemukan beberapa cara untuk mengetahui tingkat kekasaran permukaan komponen. Beberapa metode pengukuran yang dapat digunakan (Ristanto, 2006) adalah sebagai berikut :

1. *Inspection by touch comparison.*
2. *Magnifer with illuminator,*
3. *The interference microscope,*
4. *With profilometer,*

Pada metode penelitian ini alat ukur yang digunakan adalah *surfacerester* dengan menggunakan jarum stylus sebagai media peraba sebagai contoh secara mekanis dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 8. Ketepatan Stylus ketika Melakukan Pengukuran pada Posisi Vertikal (Anonymous, 1996)

Pada Gambar 8 menunjukkan sebuah konstruksi alat ukur kekasaran permukaan dimana ujung *stylus* mempunyai dimensi yang tidak mungkin menjangkau dasar lembah

Metodologi Penelitian

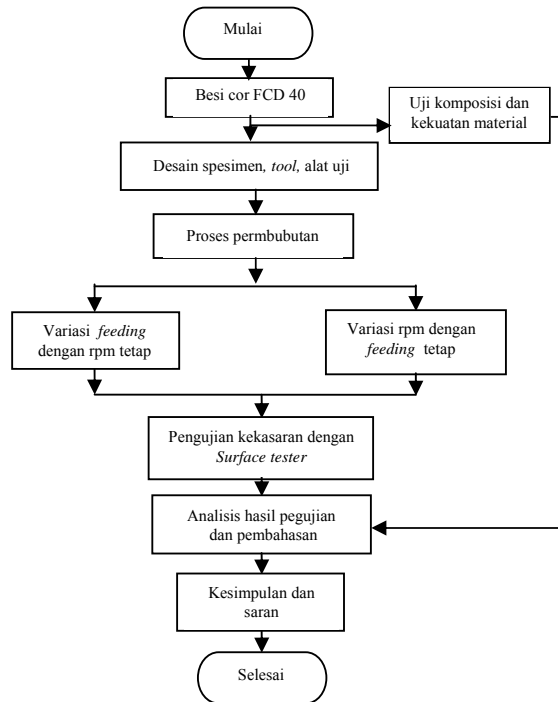
Metode penelitian merupakan suatu cara yang digunakan dalam penelitian sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

Desain Eksperimen

Desain eksperimen merupakan langkah-langkah yang perlu diambil sebelum eksperimen dilakukan agar data yang diperlukan dapat diperoleh sehingga akan membawa hasil dan kesimpulan yang berlaku untuk persoalan yang akan dibahas. Adapun langkah-langkahnya seperti pada Gambar 9. Diagram Alir (*Flow Chart*).

Penelitian ini dimulai dengan pengecoran material FCD 40 dan diambil sempel untuk diuji di laboratorium untuk mengetahui komposisi diuji tarik diuji kekerasannya dengan memakai uji kekerasan. Setelah proses pengujian selesai dan

material sudah memenuhi standar proses selanjutnya adalah mempersiapkan meterial untuk diproses pembubutan baik dengan variasi *feeding* dengan rpm tetap maupun dengan variasi rpm dengan *feeding* tetap dan kemudian baru proses pengambilan data dengan mengukur tingkat kekasaran permukaan.



Gambar 9. Flow Chart Proses Eksperimen

Spesimen FCD 40

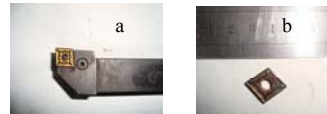
Spesimen yang akan dibuat adalah besi cor daktile (FCD 40) yang diambil dari hasil pengecoran yang sebelumnya telah dilakukan pengujian komposisi material melalui alat spektrometer, pengujian secara mekanik yang meliputi uji kekerasan (*Hardness*), uji tekan/tarik dan lain lain. Material yang diuji adalah material konsumen yang mempunyai nomor kode B2A8D4, Hal ini setara dengan setandar ASTM A-536 (*Ductile Iron Cast*) *Tensile 60 Mpa, Yield 40 Mpa, Elongation 18%* dan setara dengan JIS FCD 40.

Subyek Penelitian

Subyek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah besi tuang/cor jenis FCD 40 dengan ukuran awal diameter 40 mm, panjang 65 mm berjumlah 5 batang, kemudisn diproses seperti Gambar 3.

Dimensi Benda Kerja dan Pahat Bubut

Untuk operasi I kita buat 5 spesimen dengan variasi *feeding* yaitu dimulai dari 0,05; 0,1; 0,15; 0,20; 0,25; dengan kecepatan putar 1000 rpm tetap Kemudian untuk operasi II membuat 5 spesimen dengan variasi kecepatan putar 700, 800, 900, 1000, 1100, dan *feeding* tetap, pahat yang digunakan insert CNMG120408N-UX seperti Gambar 10, alat ukur yang digunakan *surface tester* TR 100



Gambar 10. (a) Tool Holder dan Insert, (b) Insert/Bahan Pahat Bubut (General Catalogue Sumitomo, 2008) .

Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dengan melakukan proses pengujian langkah-langkahnya sebagai berikut: Persiapan alat dan bahan, pengujian, pembuatan spesimen, pengujian.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian spesimen

Spesimen yang akan dibuat penelitian sebelumnya telah dilakukan pengujian baik dari segi kimia maupun mekanik lihat Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Mekanik Material FCD 40

Spesifikasi Spesimen FCD 40	Hardness (HB)	Tensile (Kg/mm ²)	Yield (Kg/mm ²)	Elongasi an %
Actual	146-156	43,11	29.84	22

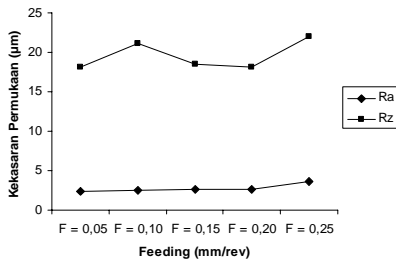
Hasil Pengujian Variasi Kecepatan Putar (Rpm) dan Variasi Feeding

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan alat *surface tester* TR 100 didapat data seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Data Rata-Rata Pengukuran Kekasaran Permukaan pada 5 Spesimen dengan Variasi *Feeding* dan Rpm Tetap

Feeding (mm/rev)	Ra (µm)	Rz (µm)
F = 0,05	2,33	18,1
F = 0,10	2,47	21,1
F = 0,15	2,61	18,5
F = 0,20	2,68	18,1
F = 0,25	3,65	22,0

Dari Tabel 4. dapat dibuat sebuah grafik garis perbandingan antara kekasaran permukaan R_a dan R_z seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.1. dimana \blacklozenge menunjukkan harga R_a dan \blacksquare menunjukkan harga R_z .



Gambar 11. Grafik Rata-Rata R_a dan R_z pada Variasi *Feeding* dengan Rpm Tetap

Pada Gambar 11 harga R_z/R_t mengalami variasi penyimpangan yaitu tidak lebih 5% dari R_z rata-rata yang disebabkan efek geram material tidak bisa lepas secara sempurna karena pahat aus.

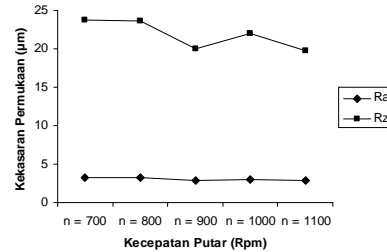
Pembubutan Spesimen dengan *Feeding* 0,15 mm/rev dan Variasi Rpm

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu pembubutan spesimen dengan *feeding* 0,15 mm/rev (tetap) dengan variasi kecepatan putar didapat data rata-rata harga kekasaran permukaan baik R_a maupun R_z seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5. Pada penelitian jarak interfal kecepatan putar adalah 100 rpm yang dimulai dengan kecepatan terendah adalah 700 rpm sedangkan kecepatan putar tertinggi adalah 1100 rpm.

Tabel 5. Hasil Data Rata-Rata Pengukuran Kekasaran Permukaan pada 5 Spesimen dengan Variasi Rpm dan *Feeding* Tetap

Kecepatan Putar (Rpm)	Ra (µm)	Rz (µm)
n = 700	3,19	23,7
n = 800	3,24	23,6
n = 900	2,83	20,0
n = 1000	2,97	22,0
n = 1100	2,87	19,7

Dari Tabel 5. dapat dibuat sebuah grafik garis perbandingan antara kekasaran permukaan R_a dan R_z seperti yang dapat dilihat pada Gambar 12. dimana \blacklozenge menunjukkan harga R_a dan \blacksquare menunjukkan harga R_z .



Gambar 12. Grafik Rata-Rata R_a dan R_z Pada Variasi Rpm dengan *Feeding* Tetap.

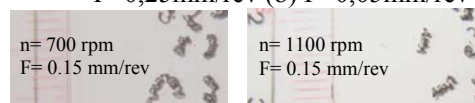
Pada Gambar 12. menunjukkan grafik garis perbandingan antara variasi harga kekasaran permukaan R_a dan R_z pada hasil penelitian 5 spesimen dengan variasi kecepatan putar (rpm) dan *feeding* tetap

Bentuk Geram

Ketika kita melakukan pengerjaan permesinan sebuah material baik pada proses *turning* (bubut), *milling*, skrap, maupun *drilling* pasti akan menghasilkan geram. Geram yang dihasilkan akan berbeda satu dengan yang lainnya dari masing-masing proses, hal ini terjadi karena bentuk mata potong pahat, jenis material, kecepatan potong, kedalaman potong (*deep of cut*), kecepatan makan, putaran spindel berbeda, dan masih banyak lagi faktor yang menyebabkan geram yang dihasilkan berbeda lihat Gambar 13 dan 14, dalam hal ini penulis hanya membatasi dua faktor yaitu bentuk geram yang dihasilkan karena perbedaan variasi pemakanan (*feeding*) dan perbedaan kecepatan putar spindel (rpm) sedangkan material yang kerjakan, kedalaman pemakanan, dan pahat yang digunakan sama.



Gambar 13. Perbedaan bentuk dan Ukuran Geram Karena Beda Kecepatan Pemakanan (a) F=0,25mm/rev (b) F=0,05mm/rev



Gambar 14. Bentuk Geram Variasi Kecepatan Putar dengan *Feeding* Tetap

Pada Gambar 13. dapat diamati bahwa jelas terjadi perbedaan yang menyolok baik dari besar atau panjang geram yang dihasilkan .

Bentuk dan Ukuran Geram pada Variasi Gerak makan (*Feeding*)

Pada proses pembubutan yang telah dilakukan penulis ketika dilakukan penambahan harga *feeding* dengan kecepatan putar (rpm) tetap didapat beberapa bentuk geram yang berberda baik dari segi bentuk maupun ukuran. Untuk *feeding* 0,25 rev/min mempunyai ukuran panjang dan lebar yang lebih besar dibandingkan geram dengan *feeding* 0,05 rev/min, hal ini terjadi karena *feeding* rendah, lebar dan tebal geram lebih tipis sehingga dimungkinkan geram lebih cepat patah lihat Gambar 13.

Bentuk dan Ukuran Geram pada Variasi Kecepatan Putar (rpm)

Seperti pada proses pembubutan dengan variasi *feeding*, perlakuan perbedaan kecepatan putar dengan *feeding* tetap juga terjadi perbedaan bentuk dan ukuran, dengan menaikkan 100 rpm setiap proses, geram yang dihasilkan semakin kecil hal ini terjadi karena geram banyak yang patah lihat Gambar 14.

Penutup

Kesimpulan

Dari hasil analisis dapat diambil kesimpulan:

1. Harga *feeding* berpengaruh pada tingkat kekasaran permukaan, semakin besar harga *feeding* semakin besar tingkat kekasarannya.
2. Kecepatan putar juga mempengaruhi tingkat kekasaran semakin cepat putarannya maka semakin rendah tingkat kekasarannya
3. Harga *feeding* mempengaruhi ukuran geram semakin besar harga *feeding* maka geram yang dihasilkan semakin besar. Kecepatan putar mempengaruhi ukuran geram semakin cepat putarannya dengan *feeding* tetap maka geram yang dihasilkan semakin kecil .

Saran

Untuk mendapatkan hasil permukaan yang halus pada pengerjaan pembubutan maka harga *feeding* diperkecil, dalam hal ini untuk memakai harga *feeding* antara 0,15 mm/rev sampai 0,20 mm/rev , radius pahat diperkecil sedangkan kecepatan putar antara 900 rpm sampai 1100 rpm atau disesuaikan dengan tingkat kecepatan potong pahat, serta perhatikan keausan pahat.

Untuk lebih lanjut penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan pahat yang berbeda radiusnya, atau dengan memberikan variasi kedalaman potong dan memakai pendingin sehingga akan didapatkan hasil yang dapat dibandingkan dengan hasil penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Amstead, B.H., 1981, *Teknologi Mekanik*, Erlangga, Jakarta
- Anonymous, 1996b, *Tencor P-12 Disk Profiler Reference*, Tencor Instruments, Milpitas, CA.
- Bhushan, 2001, *Surface Roughness Analysis and Measurement Techniques*, The Ohio State University
- General Catalogue, 2008, *Performance Cutting Tool 'at the cutting edge'*, Sumitomo Hard Metal, Japan.
- Jamari. (2006), *Running-in of Rolling Contacts*, PhD Thesis, University of Twente, Enschede, The Netherlands.
- Jonoadji, N., Dewanto, J., 1999, *Pengaruh Parameter Potong dan Geometri Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut*, Jurnal, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra.
- Kuspriyanto, 2011, *Mesin Cnc*, Jurnal Departemen Teknologi Elektro Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung. kuspriyanto@yahoo.com.
- Nur, I., Andriyanto., 2009, *Pengaruh Variabel Pemotongan Terhadap Kualitas Permukaan Produk dalam Meningkatkan Produktifitas*, Jurnal, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang.
- Rochim, T., 2001, *Spesifikasi, Metrologi, Dan Kontrol Kualitas Geometri*, Itb, Bandung.
- Shigley, J.E., 1999, *Perencanaan Teknik Mesin*, Erlangga, Jakarta.
- Sularso, 1979, *Dasar Perencanaan Mesin Dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Syamsir, 1986, *Dasar-dasar Perencanaan Perkakas*. Rajawali Mas, Jakarta.
- Tarmawan, 1999, *Buku Panduan Operator Machining*, Departement Of Training, PT Texmaco Perkasa Engineering kaliwungu, Kendal
- Turning Productivity Wiper Tool Sandvik Coromant*, Sweden Sanvikens Tryckeri, Sweden.
- Wahyuono, E., 2004, *Pengaruh Inokulasi Terhadap Ketangguhan Besi Cor Nodular*, Skripsi, Teknik Mesin, Fakutas Teknik, Unwahas, Semarang.