

Pengaruh Geometri Pahat, Tebal Pemakanan Dan Jenis Pahat Terhadap Keausan Dan Kualitas Kekasaran Permukaan Hasil Proses Pembubutan Benda Kerja Baja Aisi 1045 Menggunakan Mesin Cnc Qtn 100 U

Joko Waluyo ^{1a}, Taufiq Hidayat ², Supri Budi Kurnianto³

^a Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Received : 29-12-2020

-

Reviewed : 30-12-2020

-

Online Published : 31-12-2020

Abstract

In the manufacturing industry the use turning machine has increased significantly, considering that the resulting production has a much better level of quality than conventional lathes.

In the CNC machining process parameters greatly affect the quality of surface roughness and the wear tools used in the machining process. The aim of this research is to obtain optimum surface quality and minimal tool smoothness with CNMG and DNMG tool materials. The parameter of the tool angle used are 80° and 55° with a thickness of 1 mm, 0,5 mm and a cutting speed of 300 m/minute and feeding 0,25 mm/rotation.

The result of the research that the optimum surface roughness values for CNMG and DNMG tool materials were 2,33 µm and 5,01 µm for cutting with a thickness of 1 mm and for cutting with a thickness of 0,5 mm the roughness value was 1,44 µm and 2,33 µm.

Tool wear with CNMG material with tool angle geometry 80° the amount of wear for cutting with a thickness of 1 mm and 0,5mm is 0,016 mm and 0,024mm, for tool 55° with DNMG material, the cutting thickness of 1mm and 0,5 mm is 0,023 and 0,035 mm.

Keywords: cutting thicknees, wear surface quality, AISI stell and cutting speed

Abstrak

Dalam industri manufaktur penggunaan mesin CNC turning mengalami peningkatan yang cukup besar mengingat produksi yang dihasilkan memiliki tingkat kualitas yang jauh lebih baik dibandingkan mesin bubut konvensional.

Dalam proses pemesinan mesin bubut CNC parameter pemotongan sangat berpengaruh terhadap kualitas kekasaran permukaan dan keausan pahat yang digunakan pada proses pemesinan.

Pelaksanaan untuk proses pembubutannya benda uji, foto makro dan keausan pahat penelitiannya dilaksanakan di laboratorium *Computer Numirecal Control (CNC)* dengan alamat jalan Idewa Nyoman Oka 32 Yogyakarta.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kualitas permukaan yang optimum dan keausan pahat yang minimal dengan menggunakan bahan pahat CNMG dan DNMG dengan parameter sudut pahat 80° dan 55° dengan tebal pemotongan dan kecepatan pemotongan 300 meter/menit dengan tebal pemakanan 1 mm, 05 mm serta feeding 0,25 mm/putaran.

Hasil penelitian nilai kekasaran permukaan yang optimum untuk bahan pahat dari bahan CNMG dan DNMG besarnya adalah 2,33 µm dan 5,01 µm untuk pemotongan dengan tebal 1 mm dan untuk pemotongan dengan tebal 0,5 mm besarnya nilai kekasaran adalah 1,44 µm dan 2,33µm.

Keausan pahat dengan bahan CNMG geometri sudut pahat 80° besarnya keausan untuk pemotongan dengan tebal 1mm dan 0,5 mm adalah 0,016 mm dan 0,024 mm untuk sudut pahat 55° dengan bahan DNMG tebal pemotongan 1 mm dan 0,5 mm besarnya adalah 0,023 dan 0,035 mm.

Kata kunci: tebal pemakanan, keausan, kualitas permukaan, baja AISI dan kecepatan potong

PENDAHULUAN

Proses pemesinan *Computer Numerical Control (CNC)* dimulai dari dengan membuat desain obyek menggunakan software yang berbasis *Computer Aided desain (CAD)* selanjutnya dilakukan proses manufacturing dengan menggunakan software berbasis *Computer Aided Manufacturing (CAM)* yaitu sebuah teknologi aplikasi yang menggunakan perangkat lunak komputer dan mesin untuk memfasilitasi dan optimasi proses manufaktur. *Computer Aided Manufacturing (CAM)* sering digunakan bersama dengan *Computer Aided Design (CAD)*. Perangkat lunak berupa integrasi bersama CAD dan CAM disebut sebagai

CAD/CAM software sebagai contoh Master Cam. Selain persyaratan bahan, *Computer Aided Manufacturing (CAM)* modern meliputi kontrol real-time dan robotika. Simulasi proses cutting/pembentukan benda kerja dalam software CAD/CAM dapat disimulasikan. Kualitas pembubutan benda kerja menggunakan mesin CNC tergantung antara posisi benda kerja, alat pemotong, parameter proses pemotongan dan parameter permesinannya. (Budiman Hendri) Hal ini dapat dicapai jika perlengkapan mesin CNC memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan gaya pemotongan, kekakuan terhadap deformasi bahan dan kemampuan *CNC Controlernya* merupakan jantung mesin CNC yang

mengendalikan sebagian fungsi mesin CNC. Komponen mesin CNC Controller .

Sinyal yang dibuat menggunakan computer dan bekerjasama dengan perangkat lunak NC dalam pengendalian motor yang sesuai. Dalam Proses pemesinan secara manual maupun CNC (*Computer Numerical Control*), tentu mampu melakukan proses permesinan secara cepat dan skala yang benar dan spesifikasi geometri yang diharapkan. Untuk itu diperlukan sebuah mesin yang mampu memenuhi semua tuntutan dalam industri manufaktur. Salah satunya adalah mesin CNC turning. Dalam industri manufaktur, penggunaan mesin CNC turning mengalami peningkatan yang cukup besar mengingat produksi yang dihasilkan memiliki tingkat kualitas yang jauh lebih baik dibandingkan mesin bubut konvensional.

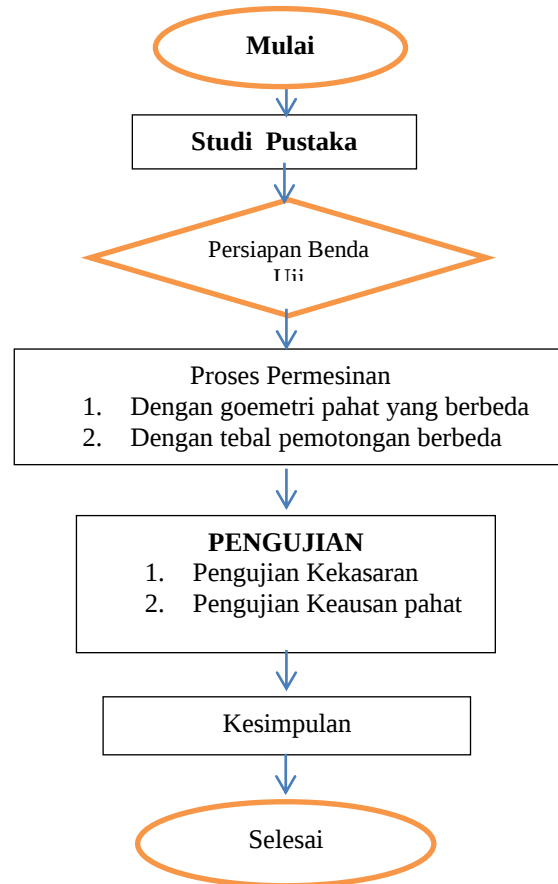
Saat ini dalam proses penggunaan pemesinan terutama mesin bubut CNC untuk operasinya perlu diperhatikan geometri pahat terhadap pembubutan benda kerja. Geometri pahat yang digunakan untuk pembubutan atau penyayatan terhadap benda kerja menjadi prioritas utama agar supaya pahat tidak mudah aus dan pahat berumur panjang (Prianto eko) Untuk mendapatkan kualitas kekasaran permukaan sesuai dengan yang diharapkan dan keausan pahat yang minim pada saat proses pembubutan hal yang perlu diperhatikan antara lain sudut pemotongan pahat, kecepatan pemotongan, tebal pemotongan. Serta bahan pahat yang digunakan (Farokhi Muhamad)

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- untuk mendapatkan kualitas permukaan yang optimum terhadap geometri pahat dengan sudut potong 95° dengan sudut pahat 80° dan sudut potong 95° dengan sudut pahat 55° .
- untuk mendapatkan kualitas permukaan yang optimum terhadap kedalaman pemakanan 1mm dan 0,5 mm.
- untuk mendapatkan keausan pahat yang minim terhadap geometri pahat dengan sudut potong 95° dengan sudut pahat 80° dan sudut potong 95° dengan sudut pahat 55°

METODE

Secara garis besar tahapan penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir Penelitian
Persiapan Bahan Penelitian

Bahan material terlebih dahulu harus dipotong menggunakan mesin gergaji dengan arah bolak balik hal ini bertujuan agar tidak terjadi perubahan struktur mikronya dengan ukuran benda uji 150 mm. Adapun pemotongan benda uji seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Proses pemotongan menggunakan mesin gergaji

Bahan material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja *American Iron and Steel Institute (AISI)* dengan panjang 150 mm dan berdiameter awal 25,4 mm, panjang pembubutan 100 mm dibubut 2 x pemotongan dengan diameter akhir 23,4 mm. Adapun dimensi benda uji seperti pada gambar 3



Gambar 3. Benda uji

Adapun sifat mekanik dari bahan AISI 1045 adalah sebagai berikut kekerasan bahan besarnya adalah 190 HB, mempunyai tegangan luluh 43,44 (kg/mm²) dan besarnya tegangan tarik maksimum adalah 67, 74 kg/mm² serta mempunyai modulus elastisitas yang besarnya 20 Gpa. Adapun secara spesifik sifat mekanik dari bahan AISI 1045 seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Sifat mekanik baja AISI 1045.

Sifat Mekanik	Baja AISI 1045
Kekerasan	- 190 HB - 30,5 HRC
Tegangan Luluh (σ_y)	43,44 (kg/mm ²)
Tegangan Maksimal (σ_u)	67,74 (kg/mm ²)
Young's Modulus (GPa)	20 Gpa

(Sumber : Bhinneka Bajas, 2016)

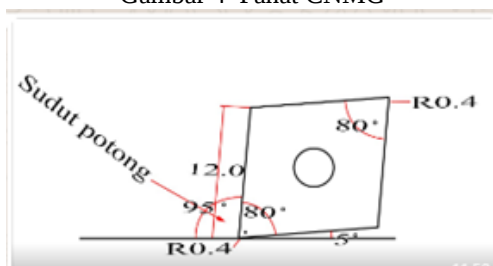
Komposisi kimia dari bahan baja 1045 adalah C 0,4 – 0,45 % , Si 0,1 – 0,3% , Mn 0,6 – 0,9%, dan Mo 0,025% serta besarnya fosfor maximum 0,04%

Bahan pahat

Pahat yang digunakan adalah pahat karbida insert dengan tipe CNMG 12-04-04-WF, produksi SANDVIK dan tipe DNMG 15-06-04-NF, produksi ISCAR.



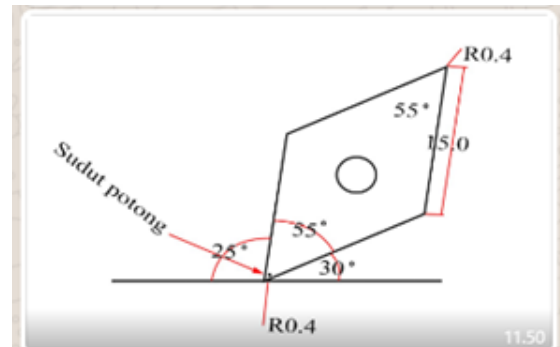
Gambar 4 Pahat CNMG



Gambar 5 geometri pahat CNMG



Gambar 6 Pahat DNMG



Gambar 7 Geometri pahat DNMG

Pembubutan

Mesin bubut yang digunakan dalam penelitian adalah CNC QTN 100 U adapun parameter pemotongan yang digunakan adalah :

Kecepatan potong (V_c) = 300 meter/menit

Panjang pembubutan = 100 mm, Feeding = 0,25 mm/putaran serta tebal pemotongan 0,5 mm dan 1 mm.

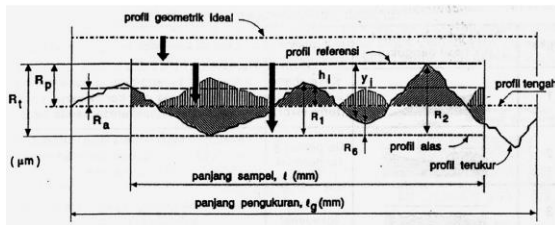


Gambar 6. Pembubutan

Parameter yang digunakan dalam proses pembubutan dalam penelitian ini adalah kecepatan pemakanan (C_s), feeding (f) = 0,25 mm/putaran, kedalaman pemakanan (a) 0,5 mm, 1mm dan putaran spindel (n) yang dipilih 3916 rpm dan 4083 rpm.

Pengujian

Proses permesinan kualitas kekasaran permukaan yang paling umum adalah harga kekasaran rata-rata aritmatik (R_a) yaitu, sebagai standar kualitas permukaan dari hasil pemotongan maksimum yang diijinkan. Dimana posisi R_a dan parameter kekasaran yang lain, bentuk profil panjang sampel dan panjang pengukuran yang dilakukan oleh mesin-mesin ukur kekasaran permukaan dapat dilihat seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Parameter dalam profil permukaan

Pengujian kekasaran permukaan menggunakan *Surface Roughness tester*. *Surface Roughness tester* sebagai alat pengukuran kekasaran kualitas permukaan yang diperoleh dari sinyal pergerakan stylus berbentuk diamond yang bergerak sepanjang garis lurus pada permukaan sebagai indikator pengukuran kekasaran permukaan benda uji.



Gambar 8. Surface roughness tester

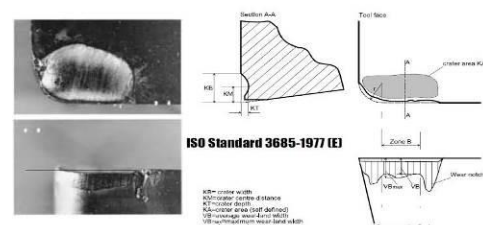
Tabel 2. Angka kekasaran menurut ISO

Kekasaran R_a (μm)	Kelas kekasaran	Panjang Sampel (μm)
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	2,5
6,3	N9	
3,2	N8	0,8
1,6	N7	
0,8	N6	
0,4	N5	
0,2	N4	0,25
0,1	N3	
0,05	N2	
0,025	N1	0,08

Pengujian keausan

Selama proses pembentukan geram berlangsung, pahat dapat mengalami kegagalan dari fungsinya yang normal karena berbagai sebab antara lain:

- Keausan yang secara bertahap membesar (tumbuh) pada bidang aktif pahat.
- Retak yang menjalar sehingga menimbulkan patahan pada mata pahat potong.
- Deformasi plastik yang akan mengubah bentuk /geometri pahat. Jenis kerusakan yang terakhir di atas jelas yang disebabkan tekanan temperatur yang tinggi pada bidang aktif pahat dimana kekerasan dan kekuatan material pahat akan turun bersama naiknya temperatur.



Gambar 8. Keausan pahat

Jenis kerusakan deformasi plastik jelas disebabkan kenaikan temperatur yang tinggi pada bidang aktif pahat dimana kekerasan dan kekuatan material pahat akan turun bersama naiknya temperatur. Kerusakan dan keausan pahat merupakan gabungan beberapa faktor yaitu gabungan dari proses abrasif, proses kimiawi dan proses adhesi

Hasil penelitian dan pembahasan

Gaya yang dihasilkan pada proses pembubutan.

Panas yang dihasilkan pada proses pembubutan dipengaruhi oleh besarnya gaya potong dan kecepatan yang terdapat pada gaya pemotongan yaitu gaya radial (gaya pada kedalaman pemotongan), gaya tangensial (gaya pada kecepatan potong) dan gaya longitudinal (gaya pemakanan). Faktor yang mempengaruhi gaya potong antara lain kedalaman potong (dept of cut), gerak pemakanan (feed rate) dan kecepatan potong (cutting speed), gaya-gaya yang bekerja dapat pula ditentukan dengan menggunakan rumus $F_v = K \cdot t \cdot S^m$ = (kg) adalah banyaknya gaya atau energy yang dibutuhkan untuk memindahkan satu unit volume dari logam disebut gaya potong spesifik atau energy pemotongan spesifik (spesifik cutting energy). Besarnya gaya pemakanan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$F_v = K \cdot t \cdot S^m$ = (kg) di dalam hal ini :

K= konstanta bahan

t = tebal pemotongan

S = feed (mm/putaran)

M= 0,75 bahan baja

Berdasar tabel konstanta bahan apabila tegangan tarik bahan 67,74 (kg/mm²), maka besarnya K= 170 untuk pembubutan dengan tebal 0,5 mm sehingga besarnya gaya potong $F_v = 170 \cdot 0,5 \cdot 0,25^{0,75} = 30$ Kg, dan untuk pembubutan dengan tebal 1 mm besarnya gaya potong $F_v = 170 \cdot 1,0 \cdot 0,25^{0,75} = 60$ kg. Besarnya tenaga yang dihasilkan pada proses pembubutan dengan tebal 0,5 mm dan 1 mm, adalah $(N_c) = 30 \cdot 300 / 60,75 = 0,2$ Pk, dan $(N_c) = 60 \cdot 300 / 60,75 = 0,4$ Pk

Pengaruh kedalaman pemakanan pahat CNMG dan DNMG terhadap kualitas kekasaran permukaan

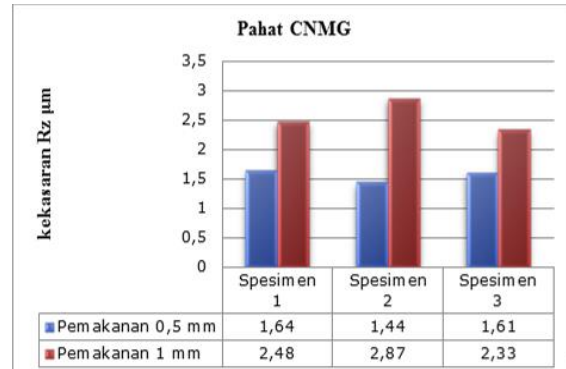
Dalam proses permesinan pada pengerjaan akhir untuk menentukan permukaan obyek dilakukan dengan proses bubut dapat dilihat pada tabel 3 kualitas permukaan yang dihasilkan pada tebal pemotongan 1 mm dan 0,5 mm didapat hasil sebagai berikut yang ditunjukkan dengan nilai kekasaran rata-rata pada tebal pemotongan 1 mm yang ditunjukkan dengan nilai R_z kekasaran rata-rata optimum

besarnya 2,33 μm hasil ini didapat dari hasil penjumlahan $(2,61+2,47+1,91)/3$ dan untuk pemotongan dengan tebal 1 mm dengan menggunakan pahat jenis DNMG dengan tebal pemotongan 1 mm besarnya 6,36 μm hasil ini merupakan penjumlahan rata-rata dari $(6,37 + 6,37 + 6,33)/3 \mu\text{m}$, serta hasil pemotongan dengan tebal pemotongan 0,5 mm untuk kedua bahan pahat tersebut seperti terlihat pada tabel 4 kualitas permukaan yang dihasilkan pada tebal pemotongan 0,5 mm dimana kekasaran rata-rata (R_z) yang dihasilkan adalah 5,01 μm angka ini dihasilkan $(5,00 + 5,03 + 4,99) / 3$ dengan menggunakan pahat bahan DNMG, serta mempunyai nilai kekasaran 1,44 μm yang merupakan nilai rata-rata dari penjumlahan $(1,51 + 1,33 + 1,48)/3 \mu\text{m}$. Pada tabel 3 dan 4 pada pemotongan dengan tebal pemotongan 0,5 mm dan 1 mm pada bahan pahat CNMG nilai kekasaran lebih optimum bila dibandingkan dengan bahan pahat dari DNMG yang besarnya masing-masing 6,36 μm dan perbedaan nilai kekasaran ini disebabkan karena pada tebal pemotongan 0,5 mm dan 1 mm pahat DNMG pertumbuhan keausan tepinya lebih cepat terjadi bila dibandingkan dengan pahat dari bahan CNMG sehingga mengakibatkan hasil pembubutan dengan menggunakan pahat DNMG benda kerja yang dibubut menjadi lebih kasar, untuk pahat DNMG kekerasannya bahan pahat lebih rendah bila dibandingkan dengan bahan pahat DNMG karena bahan pahat CNMG material dengan menggunakan teknologi CBN (*Cubic Boron Nitride*) sehingga mempunyai kekerasan lebih baik bila dibandingkan dengan bahan DNMG sehingga tidak cepat aus pada proses pembubutan.

Tabel 3 Perbandingan Pemakanan Pahat CNMG dengan tebal pemotongan 0,5 mm dan 1 mm.

Jenis Pahat	Tebal Pemakanan	Sampel	Ra μm			Rz μm	Angka kelas kekasaran
			T1	T2	T3		
CNMG	0,5 mm	A.1	1,54	1,81	1,58	1,64	N8
		A.2	1,51	1,33	1,48	1,44	N7
		A.3	1,60	1,54	1,71	1,61	N7
CNMG	1 mm	B.1	2,11	2,83	2,50	2,48	N8
		B.2	2,99	2,97	2,64	2,87	N8
		B.3	2,61	2,47	1,91	2,33	N8

Dari tabel 3 angka kekasaran yang optimum pada sampel A2 pada pemotongan dg tebal 0,5 mm bahan pahat CNMG dimana angka kelas kekasarannya N7 dan pada tebal pemotongan 1 mm sampel B3 pada bahan pahat CNMG dimana angka kelas kekasarannya N8



Grafik1. Pengaruh Kedalaman Pemakanan menggunakan Pahat CNMG

Tabel 4 Perbandingan Pemakanan Pahat DNMG

Jenis Pahat	Tebal Pemakanan	Sampel	Ra μm			Rz μm	Angka kelas kekasaran
			T1	T2	T3		
DNMG	0,5 mm	C.1	6,86	6,96	6,87	6,89	N10
		C.2	6,37	6,37	6,33	6,36	N10
		C.3	6,64	6,71	7,05	6,8	N10
DNMG	1 mm	D.1	5,00	5,03	4,99	5,01	N9
		D.2	5,25	5,24	5,22	5,24	N9
		D.3	5,15	5,06	5,05	5,09	N9

Pengaruh Geometri pahat DNMG dan CNMG terhadap kekasaran permukaan

Pengaruh geometri pahat CNMG dengan untuk sudut potong 95° dg sudut pahat 80° dan sudut potong 95° dengan sudut pahat 55° DNMG menghasilkan kekasaran yang berbeda. Adapun hasil pembubutan dengan menggunakan sudut potong 95° dengan sudut pahat 55° untuk bahan pahat DNMG dan CNMG seperti terlihat pada tabel 5

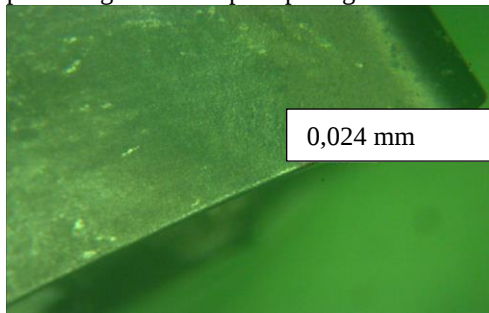
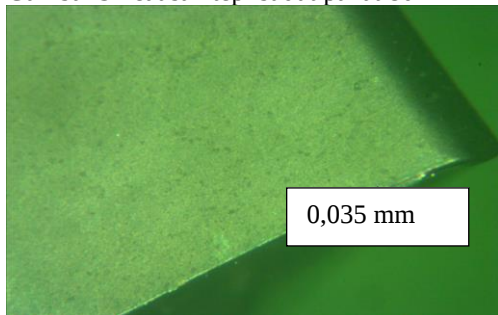
Tabel 5 Hasil pembubutan dengan geometri sudut potong 95° dengan sudut pahat 55° dari bahan pahat DNMG

Jenis Pahat	Tebal Pemakanan	Sampel	Ra μm			Rz μm	Angka kelas kekasaran
			T1	T2	T3		
CNMG	0,5 mm	A.1	1,54	1,81	1,58	1,64	N8
		A.2	1,51	1,33	1,48	1,44	N7
		A.3	1,60	1,54	1,71	1,61	N7
DNMG	0,5 mm	C.1	6,86	6,96	6,87	6,89	N10
		C.2	6,37	6,37	6,33	6,36	N10
		C.3	6,64	6,71	7,05	6,8	N10

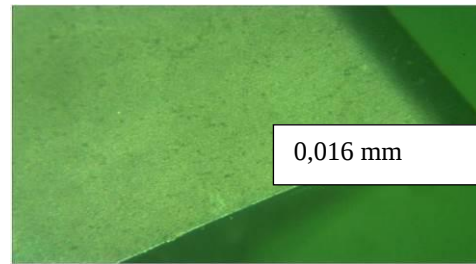
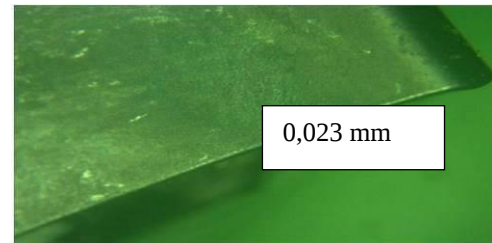
Tabel 6 Hasil pembubutan dengan geometri sudut potong 95° dengan sudut pahat 80° dari bahan pahat CNMG

Jenis Pahat	Tebal Pemakanan	Sampel	Ra μm			Rz μm	Angka kelas kekasaran
			T1	T2	T3		
CNMG	1 mm	B.1	2,11	2,83	2,50	2,48	N8
		B.2	2,99	2,97	2,64	2,87	N8
		B.3	2,61	2,47	1,91	2,33	N8
DNMG	1 mm	D.1	5,00	5,03	4,99	5,01	N9
		D.2	5,25	5,24	5,22	5,24	N9
		D.3	5,15	5,06	5,05	5,09	N9

Dari data-data tersebut di atas bahwa untuk sudut potong yang keausan dan kerusakan pahat dapat disimpulkan bahwa penyebab keausan dan kerusakan pahat merupakan suatu faktor yang dominan atau gabungan dari beberapa faktor penyebab antara lain proses abrasif, kimia, adhesi, difusi, oksidasi serta deformasi plastik akibat keretakan dan kelelahan sehingga dimana Hasil pembubutan dengan geometri sudut potong 95° dengan sudut pahat 80° pada pemotongan dengan tebal 1 mm dari bahan pahat CNMG kerusakan pahat relatif lebih baik yang besarnya keausan tepi 0,024 mm seperti pada gambar 9 bila dibandingkan dengan sudut potong 95° dengan sudut pahat 55° DNM dimana keausan tepinya 0,035 mm pada ketebalan pemotongan 1mm seperti pada gambar 10.

Gambar 9 keausan tepi sudut pahat 80° Gambar 10 keausan tepi sudut pahat 55°

Sehingga dari data-data tersebut di atas kekasaran permukaan untuk bahan pahat dengan sudut pahat 80° dan 55° untuk pemotongan dengan tebal 1 mm besarnya angka kekasaran 2,33 serta di angka kelas kekasaran N8, dan angka kekasaran rata-rata 5,01 serta di kelas kekasaran N9. perbedaan kekasaran ini disebabkan bahan yang digunakan mempunyai sifat fisis dan mekanis yang berbeda dimana bahan pahat CNMG mempunyai sifat fisis dan mekanis (kekerasan) yang lebih baik bila dibandingkan dengan bahan pahat DNM.

Gambar11 keausan tepi sudut pahat 80° Gambar12 keausan tepi sudut pahat 55°

Dari gambar 11 dan 12 data-data tersebut di atas kekasaran permukaan untuk bahan pahat dengan sudut pahat 80° dan 55° untuk pemotongan dengan tebal 0,5 mm besarnya angka kekasaran 1,44 serta di angka kelas kekasaran N7, dan angka kekasaran rata-rata 6,36 serta di kelas kekasaran N10 gaya pemotongan untuk tebal pemotongan kedua pahat tersebut besarnya adalah sama yaitu 30 kg perbedaan kekasaran karena kedua pahat tersebut mempunyai perbedaan bahan dimana bahan pahat dari bahan CNMG mempunyai sifat fisis dan mekanis (kekerasan) yang lebih baik sehingga pahat tersebut tidak mudah aus sehingga hasil pembubutannya mempunyai kekasaran yang lebih baik bila dibandingkan dengan bahan pahat DNM.

Pengaruh Gaya pahat DNMG dan CNMG terhadap kekasaran permukaan

Pengaruh gaya pemotongan terhadap kekasaran permukaan pada jenis material DNMG dan CNMG terhadap bahan yang dibubut baja AISI 1045. Hasil penelitian untuk pemotongan dengan tebal 0,5 mm dan tebal pemotongan 1mm untuk kedua bahan pahat potong CNMG dan DNMG besarnya gaya pemotongan adalah 30,05 kg dan 60,10 kg adapun besarnya kekasaran permukaan adalah 2,33 μm dan 5,01 μm perbedaan kekasaran permukaan pada pemotongan dengan ketebalan 1 mm ini karena keausan pahat dengan bahan pahat CNMG relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan bahan pahat DNMG yang besarnya masing-masing 0,024 mm dan 0,035 mm hal ini disebabkan karena bahan pahat dari bahan CNMG kemampuan untuk menahan gaya geser akibat pemotongan lebih baik bila dibandingkan dengan bahan DNMG.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh tebal pemakanan dan jenis bahan pahat terhadap kualitas kekasaran permukaan hasil proses pembubutan benda kerja AISI 1045 menggunakan mesin QTN 100 U adalah sebagai berikut:

1. Nilai kekasaran permukaan yang optimum untuk bahan pahat dari bahan CNMG besarnya adalah 2,33 μm dan 5,01 μm untuk pemotongan dengan tebal 1

- mm dan untuk pemotongan dengan tebal 0,5 mm besarnya nilai kekasaran adalah 1,44 μm dan 2,33 μm .
2. Kualitas permukaan yang optimum untuk tebal pemotongan 0,5 mm lebih baik bila dibandingkan dengan tebal pemotongan 1mm yang besarnya untuk bahan pahat CNMG besarnya kekasaran permukaan adalah 1,44 μm dan untuk bahan pahat DNMG besarnya nilai kekasaran adalah 6,36 μm
 3. Keausan pahat dengan geometri dengan sudut pahat 80° dan 55° relatif lebih kecil keausan tepinya yang besarnya adalah 0,024 μm dan 0,035 μm .

Daftar Pustaka

Eko Prianto, Herlambang, sigit Proses permesinan CNC dalam pembelajaran simulasi CNC Jurnal edukasi elektro Vol 1 No 1 tahun 2017.

Farokhi Muhamad Pengaruh kecepatan putar spidle (RPM) dan jenis sudut pahat pada proses pembubutan terhadap tingkat kekasaran benda kerja EMS 45. Jurnal Sains Teknol 2017.

Hendri budiman dan Richard, Analisa umur keausan pahat karbida untuk membubut baja paduan ASSAB 760 dengan metode variable speed machining test Jurnal Teknik Mesin vol 9, April 2007 31 -39.

Standar ISO 1302 : dan standar DIN 4768 :1981