

Perbandingan Pengaruh *Water Coolant* dan *Water Soluble Oil Coolant* Terhadap Kekasaran Permukaan AISI 1045 dan untuk Meminimalisir Kerusakan Pahat dalam Proses Pembubutan

Arief Suditomo

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559
E-mail : suditomo1@gmail.com

ABSTRAK

Pada proses pemesinan CNC bubut terdapat pengaplikasian *coolant*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh *Coolant* terhadap kekasaran permukaan material dan untuk meminimalisir kerusakan pahat. Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen, menggunakan material benda kerja AISI 1045 dan *insert* pahat bubut DNMG 150408XQ CA5525. Pengujian yang dilakukan dengan membubut material AISI 1045 dengan pemotongan *dry*, menggunakan *coolant water*, dan menggunakan *water soluble oil*. Parameter Pemotongan yang digunakan adalah dengan vc 160 m/min, $feeding$ 0,25 mm/rev. Hasil dari penelitian ini adalah setelah Pemotongan selama 10,48 menit, *Coolant* dengan menggunakan *water soluble oil* lebih baik dalam meminimalisir kerusakan pahat yang menghasilkan *flank wear* sebesar 66,07 μ m, sementara paling besar *flank wear* terjadi pada kondisi Pemotongan *Dry* yaitu sebesar 103,62 μ m. Sehingga *coolant water soluble oil* dapat meminimalisir kerusakan pahat sebesar 36,24% dibandingkan *coolant water* sebesar 22,14%. Sementara pengaruh *Coolant* terhadap kekasaran material AISI 1045, *Coolant water soluble oil* mampu menjaga nilai kekasaran material lebih kecil yaitu dengan rata-rata dari 4 spesimen yaitu sebesar 2,789 μ m sementara pada Pemotongan *Dry* 2,99 μ m dan menggunakan *Coolant water* sebesar 2,810 μ m. Sehingga *coolant water soluble oil* lebih baik dalam meminimalisir kerusakan pahat serta untuk kebutuhan nilai kekasaran permukaan yang kecil pada material AISI 1045 apabila dibandingkan dengan pemotongan *dry* dan *coolant water*.

Kata Kunci

Pemotongan dry, water coolant, water soluble oil coolant

1. PENDAHULUAN

Proses pemesinan bubut merupakan salah satu proses manufaktur yang mengerjakan benda kerja silinder. Pada proses pembubutan memerlukan parameter pemotongan antara lain kecepatan potong (vc), kecepatan pemakanan (f), dan kecepatan spindle (rpm). Ketika proses pembubutan juga dapat diterapkan kondisi pemotongan menggunakan *coolant* dengan tujuan agar alat potong yang digunakan dapat bertahan lebih lama dan juga dapat mempengaruhi kualitas produk yang dikerjakan dalam proses pembubutan.

Penggunaan *coolant* pada proses pemesinan dapat memberikan efek terhadap alat potong dan benda kerja yang sedang dikerjakan. Pengaruhnya antara lain adalah dapat memperpanjang umur pahat, mengurangi deformasi benda kerja yang diakibatkan suhu yang tinggi, permukaan benda kerja yang dihasilkan dapat memiliki nilai kekasaran yang lebih kecil atau halus, dan membantu membersihkan geram saat proses pemotongan berlangsung [1]. Penggunaan *coolant* pada mesin bubut *cnc* menggunakan metode *flooding*. Macam-macam *coolant* yang digunakan dalam proses pemesinan antara lain, *straight oil*, *synthetic*, *water soluble oil*, *semi sintetic cutting oil*. [1]

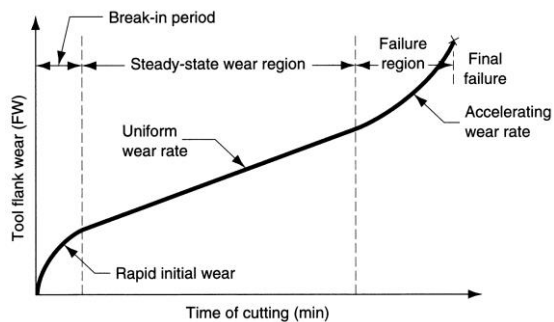
Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan kondisi pemotongan *dry cutting* dengan *wet cutting*

dengan 2 macam *coolant* yang digunakan dalam kondisi *wet cutting*, yaitu *coolant water* dan *coolant water soluble oil* terhadap upaya meminimalisir kerusakan pahat Kyocera *insert caribide* DNMG 150408XQ CA5525 dan menentukan kondisi pemotongan yang baik dalam membantu memperkecil nilai kekasaran permukaan material uji AISI 1045 dari ketiga kondisi pemotongan yaitu *dry cutting*, *wet cutting coolant water*, dan *wet cutting water soluble oil*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

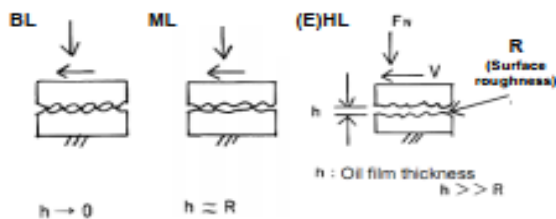
Mekanisme kerusakan pada pahat bubut dapat diakibatkan oleh berbagai faktor yang secara inti dibagi menjadi 2 yaitu mekanisme yang dominan dengan kecepatan rendah dan kecepatan tinggi. Proses terjadinya kerusakan pada pahat dimulai dari pertumbuhan yang relative cepat sesaat setelah pahat digunakan, diikuti dengan pertumbuhan yang linear setaraf dengan bertambahnya waktu pemotongan, kemudian pertumbuhan yang cepat terjadi lagi yang menandakan batas umur pahat maksimal. [2]

Mekanisme pertumbuhan kerusakan pahat dapat dijelaskan seperti pada gambar grafik berikut dimana, *flankwear* digunakan sebagai jenis kerusakan yang dapat diukur sebagai fungsi waktu pemotongan. [2]



Gambar 2.1 Grafik pertumbuhan kerusakan pahat [2]

Cairan pendingin atau coolant dapat mempengaruhi lebar sempitnya daerah pelekatan antara permukaan pahat dengan material yang dipotong. Dalam ilmu tribologi mempelajari tentang gesekan, keausan, dan pelumasan pada fenomena interaksi antara 2 permukaan benda. Dalam penelitian yang dilakukan oleh *Stribeck* sebelumnya menjelaskan bahwa terdapat 3 jenis daerah pelumasan atau biasa disebut rejim dalam interaksi antara 2 permukaan. [2]

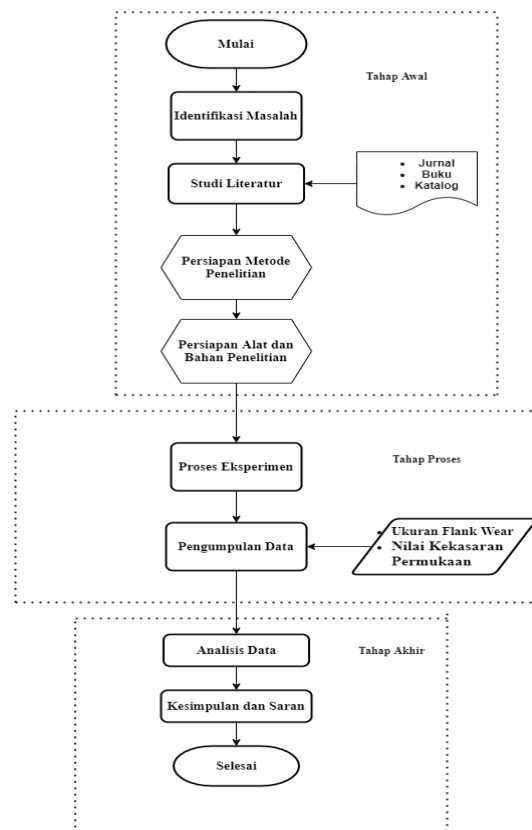


Gambar 2.2 Gambar asperiti ketiga rejim [3]

Terdapat 3 daerah pelumasan yang dapat terjadi yaitu, *Boundary Lubrication (BL)* dimana pada daerah ini interaksi antara 2 permukaan secara langsung dan dapat menyebabkan kerusakan atau keausan pada pahat akibat gesekan 2 permukaan secara langsung tanpa adanya perantara, *Mixed Lubrication (ML)* pada daerah jenis ini terdapat cairan atau pelumas yang menerima sebagian beban gesekan yang terjadi antara 2 permukaan yang bergesekan dan sebagian bebannya lagi ditanggung oleh puncak kekasaran permukaan benda, kemudian *Hydrodynamic Lubrication (HL)* pada daerah jenis ini tidak terjadi kontak secara langsung antara 2 permukaan benda sehingga semua beban gesekan ditanggung oleh cairan pelumas. [3]

Penggunaan cairan pendingin atau *coolant* dalam proses pembubutan memiliki peran khusus yaitu selain untuk meminimalisir kerusakan, mampu membantu memperhalus permukaan material benda kerja yang dipotong. Karena secara umum dapat disebutkan bahwa peran dari *coolant* adalah untuk melumasi dan mendinginkan. [4]

3. METODELOGI PENELITIAN

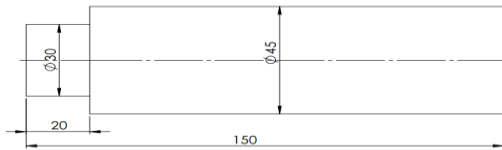


Gambar 3.1 Flowchart proses penelitian

Metodologi dalam penelitian ini dapat dijelaskan dalam flowchart diatas dengan objek penelitian adalah untuk melihat pertumbuhan kerusakan yang terjadi pada pahat yang digunakan dan juga nilai kekasaran yang dihasilkan dari pemotongan material AISI 1045. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental. Pada tahap awal dilakukan proses persiapan penelitian dengan mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan sebagai berikut:

- 3 buah pahat *Kyocera insert carbide DNMG150408XQ CA5525*
- *Tool Holder MDJLN 2020K15*
- Mesin *CNC Bubut Emco Turn GSK 980TD*
- Mikroskop Binokuler *OLYMPUS BX51M*
- Mitutoyo *SJ-410*
- *Coolant water* sebanyak 200 liter
- *Coolant Water Soluble Oil* dengan perbandingan 1 : 20 komposisi 10 liter *cutting oil* dicampur dengan 200 liter air.
- Sampel yang digunakan adalah sebanyak 12 spesimen material Baja Silinder AISI 1045 dengan 4 spesimen di setiap kondisi pemotongan yang berbeda.

Sebelum tahapan proses dilakukan, dibuat bagian pengecaman pada material spesimen yang akan digunakan.

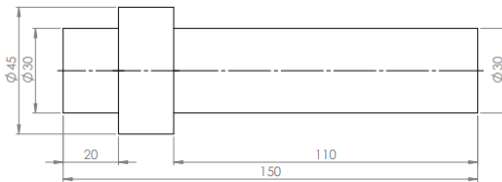


Gambar 3.2 Spesimen uji

Pada tahap proses penelitian digunakan beberapa parameter untuk mendapatkan hasil yang diinginkan antara lain :

- Penelitian ini dilakukan dengan 3 kondisi pemotongan sebagai variable bebas pada penelitian ini yaitu : *dry cutting*, menggunakan *coolant water* dan *coolant water soluble oil*. Penggunaan cairan pendingin dengan metode *flooding*.
- Dan sebagai variable tetap dari penelitian ini dalam kecepatan potong 160m/min untuk 3 kondisi pemotongan yang dilakukan. Kedalaman pemotongan aktual 1 mm. Gerak pemakanan (*feeding*) 0.25 mm/put

Proses penelitian berlangsung dengan memotong spesimen benda kerja yang sudah siap dengan gambar kerja sebagai berikut:



Gambar 3.3 Benda kerja yang akan dipotong

Setiap spesimen dalam proses pemotongan menggunakan siklus pemotongan G71 menghabiskan waktu pemotongan selama :

Tabel 3.1 Waktu Pemotongan

Spesimen	Waktu Pemotongan (min)
1	2,62
2	2,62
3	2,62
4	2,62
Total Waktu Pahat Bekerja	10,48

Setiap kali pemotongan 1 spesimen berakhir, dilakukan proses pengukuran *flank wear* dan juga nilai kekasaran permukaan pada material spesimen yang telah dipotong. Proses tersebut dilakukan pada 3 kondisi pemotongan

yang telah ditentukan dan setiap kondisi pemotongan menggunakan 1 buah jenis pahat yang telah ditentukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan proses pemotongan, dilakukan proses pengukuran kerusakan pada pahat DNM150408XQ CA5525 menggunakan Mikroskop Binokuler Olympus BX51M dan juga pengukuran nilai kekasaran permukaan material AISI 1045 menggunakan Mitutoyo SJ-410. Berikut adalah hasil dari pengukuran yang telah dilakukan.

4.1 Kondisi pemotongan *dry*

- Kerusakan pada pahat dengan kondisi pemotongan *dry*

Tabel 4.1 Kerusakan pahat pada kondisi pemotongan *dry*

Kondisi Pemotongan <i>Dry</i>			
Spesimen	Waktu kumulatif penggunaan pahat (min)	Vb (µm)	ΔVb (µm)
1	2,62	42,79	42,79
2	5,24	63,06	20,27
3	7,86	82,58	19,52
4	10,48	103,62	21,03

Dari hasil pengukuran yang didapat berdasarkan data diatas, ketika pahat digunakan selama 10,48 menit untuk pemotongan material AISI 1045 menghasilkan *flank wear* (*VB*) sebesar 103,62 µm dalam pemotongan kondisi kering menggunakan parameter pemotongan VC 160 m/min , $f = 0,2$ mm/rev , dan kedalaman pemotongan sebesar 1 mm.

- Nilai kekasaran permukaan AISI 1045 hasil kondisi pemotongan *dry*

Tabel 4.2 Nilai kekasaran hasil pemotongan pada kondisi pemotongan *dry*

Nilai Kekasaran dengan Pemotongan <i>Dry</i> (µm)				
Spesimen	Ra1	Ra2	Ra3	Ra
1	2,772	2,784	2,784	2,780
2	2,977	2,973	2,999	2,983
3	3,053	3,011	3,025	3,030
4	3,143	3,169	3,193	3,168
Nilai Ra rata-rata				2,990

Dari hasil eksperimen dengan kondisi pemotongan kering, didapat hasil seperti tabel diatas. Terlihat nilai kekasaran terus meningkat semakin kasar dari setiap spesimennya. Nilai kekasaran permukaan material AISI

1045 paling besar terjadi ketika pahat telah digunakan hingga pemotongan spesimen ke 4 yaitu sebesar 3,168 μm . Sementara pertambahan nilai kekasaran terbesar adalah ketika spesimen 1 ke spesimen 2 dengan selisih 0,203 μm .

4.2 Kondisi pemotongan menggunakan coolant water

- Kerusakan pada pahat dengan kondisi pemotongan menggunakan coolant water

Tabel 4.3 Kerusakan pahat pada kondisi pemotongan menggunakan coolant water

Kondisi Pemotongan dengan Coolant Water			
Spesimen	Waktu kumulatif penggunaan pahat (min)	Vb (μm)	ΔVb (μm)
1	2,62	39,79	39,79
2	5,24	51,10	11,31
3	7,86	66,07	14,97
4	10,48	80,68	14,61

Dari hasil pengukuran yang didapat berdasarkan data diatas, ketika pahat digunakan selama 10,48 menit untuk pemotongan material AISI 1045 menghasilkan flank wear (VB) sebesar 80,68 μm dalam pemotongan kondisi kering menggunakan parameter pemotongan VC 160 m/min , $f = 0,2$ mm/rev , dan kedalaman pemotongan sebesar 1 mm. dibandingkan dengan kondisi pemotongan dry dapat dihitung efisiensi coolant water dalam meminimalisir kerusakan pada pahat.

Massa Jenis Water : 997 Kg/m³

Volume water yang digunakan : 200 Liter

Efisiensi Coolant water

$$= \frac{VB \text{ kering} - VB \text{ air}}{VB \text{ Kering}} \times 100\% \quad (1)$$

$$= \frac{103,62 - 80,68}{103,62} \times 100\%$$

$$= 22,14 \%$$

- Nilai kekasaran permukaan AISI 1045 hasil pemotongan menggunakan coolant water

Tabel 4.4 Nilai kakasaran permukaan hasil pada kondisi pemotongan menggunakan coolant water

Nilai Kekasaran dengan Pemotongan Coolant Water (μm)				
Spesimen	Ra1	Ra2	Ra3	Ra
1	2,593	2,563	2,645	2,600

2	2,752	2,758	2,758	2,756
3	2,846	2,816	2,862	2,841
4	2,983	3,079	3,06	3,041
Nilai Ra rata-rata				2,810

Dari hasil eksperimen dengan kondisi pemotongan menggunakan coolant water, didapat hasil seperti tabel dan grafik diatas. Terlihat nilai kekasaran terus meningkat semakin kasar dari setiap spesimennya. Nilai kekasaran permukaan material AISI 1045 paling besar terjadi ketika pahat telah digunakan hingga pemotongan spesimen ke 4 yaitu sebesar 3,041 μm . Sementara pertambahan nilai kekasaran terbesar adalah ketika spesimen 3 ke spesimen 4 dengan selisih 0,2 μm . Hal tersebut dapat terjadi akibat sifat air yang dapat mengakibatkan korosi secara cepat pada logam AISI 1045 sehingga dapat mempengaruhi nilai kekasaran pada saat pengukuran berlangsung.

4.3 Kondisi pemotongan menggunakan water coolant soluble oil

- Kerusakan pahat pada kondisi pemotongan menggunakan coolant water soluble oil

Tabel 4.5 Kerusakan pahat pada kondisi pemotongan menggunakan coolant water soluble oil

Kondisi Pemotongan Kering dengan Coolant Water Soluble Oil			
Spesimen	Waktu kumulatif penggunaan pahat (min)	Vb (μm)	ΔVb (μm)
1	2,62	38,29	38,29
2	5,24	49,55	11,26
3	7,86	59,31	9,76
4	10,48	66,07	6,76

Dari hasil pengukuran yang didapat berdasarkan data diatas, ketika pahat digunakan selama 10,48 menit untuk pemotongan material AISI 1045 menghasilkan flank wear (VB) sebesar 66,07 μm dalam pemotongan kondisi kering menggunakan parameter pemotongan VC 160 m/min , $f = 0,2$ mm/rev , dan kedalaman pemotongan sebesar 1 mm.

Komposisi Coolant water soluble oil ini memiliki komposisi campuran antara water dengan cutting oil sebagai berikut :

Massa jenis cutting oil syntilo 9930 : 1.050 Kg/m³

Volume cutting oil yang digunakan : 10 Liter

Massa Jenis Water : 997 Kg/m³

Volume *water* yang digunakan : 200 Liter

Dengan komposisi tersebut kita dapat menghitung massa jenis campuran atau *water soluble oil* yang dibuat sebagai berikut :

Konsentrasi *cutting oil* dalam campuran

$$= \frac{10}{210} \times 100\%$$

$$= 4.76 \%$$

Konsentrasi *water* dalam campuran

$$= \frac{200}{210} \times 100\%$$

$$= 95.24 \%$$

Massa jenis campuran

$$= \frac{\left(\frac{4.76}{50} \times 1.050 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) + \left(\frac{95.24}{50} \times 997 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{2} \quad (2)$$

$$= 999.52 \text{ Kg/m}^3$$

Efisiensi *Coolant water soluble oil*

$$= \frac{VB \text{ kering} - VB \text{ water soluble oil}}{VB \text{ Kering}} \times 100\% \quad (3)$$

$$= \frac{103,62 - 66,07}{103,62} \times 100\%$$

$$= 36,24 \%$$

- Nilai kekasaran permukaan AISI 1045 hasil kondisi pemotongan menggunakan *coolant water soluble oil*

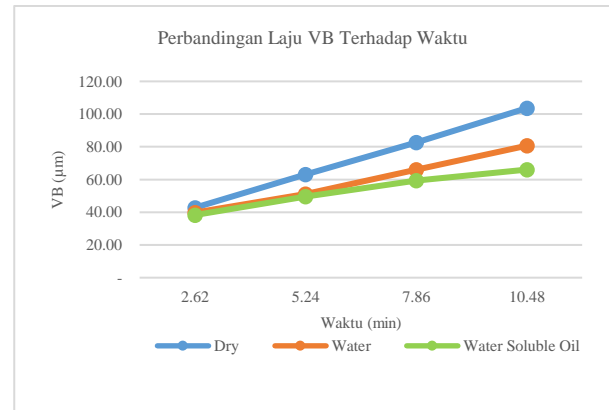
Tabel 4.6 Nilai kekasaran permukaan AISI 1045 pada hasil kondisi pemotongan menggunakan *coolant water soluble oil*

Nilai Kekasaran dengan Pemotongan <i>Coolant Water Soluble Oil</i> (µm)				
Spesimen	Ra1	Ra2	Ra3	Ra
1	2,54	2,546	2,546	2,544
2	2,901	2,832	2,847	2,860
3	2,848	2,837	2,927	2,871
4	2,89	2,897	2,859	2,882
Nilai Ra rata-rata				2,789

Dari hasil eksperimen dengan kondisi pemotongan kering, didapat hasil seperti tabel dan grafik diatas. Terlihat nilai kekasaran terus meningkat semakin kasar dari setiap spesimennya. Nilai kekasaran permukaan material AISI 1045 paling besar terjadi ketika pahat telah digunakan hingga pemotongan spesimen ke 4 yaitu sebesar 2,882 µm. Sementara pertambahan nilai kekasaran terbesar adalah ketika spesimen 1 ke spesimen 2 dengan selisih 0,316 µm.

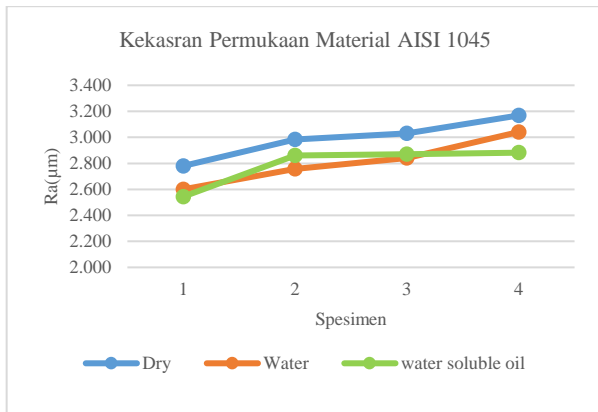
4.4 Perbandingan dari ketiga kondisi pemotongan

Dari data yang didapat dari pengukuran kerusakan *flank wear* menggunakan mikroskop binokuler Olympus BX51M pada ketiga kondisi pemotongan yang dilakukan maka dibuat grafik untuk membandingkan pengaruh *coolant* untuk meminimalisir kerusakan pada pahat DNMG 150408XQ CA5525 sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik perbandingan pertumbuhan kerusakan pada pahat

Grafik diatas merupakan hasil dari data selisih dari setiap pertambahan ukuran *flank wear* pada pahat setiap kali Pemotongan spesimen. Pemotongan spesimen ke 1 pada setiap kondisi Pemotongan yang menghasilkan *flank wear* yang signifikan dikarenakan Pemotongan 1 yang dilakukan pada pahat termasuk ke tahap *break in period* yang dimana *flank wear* akan membesar secara cepat. Dari hasil eksperimen yang dilakukan pada penelitian *Break in period* terbesar terjadi ketika kondisi Pemotongan *Dry* yaitu sebesar 42,79 µm. Sementara penggunaan *Coolant* dapat memperkecil *flank wear* pada tahap *berak in period*, pada penggunaan *Coolant water* ukuran *flank wear* yang tercipta sebesar 39,79µm lebih kecil 3µm dibandingkan dengan kondisi kering. Dan penggunaan cairan *water soluble oil* adalah kondisi yang dapat memperkecil uaran *flank wear* lebih baik daripada air, dengan menggunakan *Coolant water soluble oil* ukuran *flank wear* pada tahap *break in period* ini sebesar 38,29 µm lebih kecil 4,5 µm dibandingkan dengan kondisi Pemotongan *Dry*.



Gambar 4.2 Perbandingan nilai kekasaran permukaan material AISI 1045

Grafik tersebut dapat menjelaskan bahwa pertambahan paling besar nilai kekasaran permukaan material AISI 1045 terjadi pada spesimen 1 ke spesimen ke 2 dengan kondisi Pemotongan *Dry* dan dengan *Coolant water soluble oil*. Hal tersebut terjadi dikarenakan pahat telah digunakan pada Pemotongan spesimen 1 yang membuat nilai *flank wear* pada pahat sangat besar karena merupakan tahap *break in period* umur pahat, sehingga ketika melakukan Pemotongan spesimen 2 nilai VB dapat mempengaruhi nilai kekasaran permukaan material AISI 1045. Berbeda dengan penggunaan *Coolant* air, pertambahan nilai kekasaran permukaan paling besar terjadi ketika spesimen 3 ke spesimen 4, ini bisa terjadi karena ada kemungkinan pengaruh dari sifat *water* yang yang korosif yang sangat cepat sehingga membuat korosi pada material AISI 1045 yang dipotong.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah pada kondisi pemotongan *dry cutting* kerusakan pahat yang terjadi setelah memotong material selama 10,48 menit adalah sebesar 103,62μm sedangkan dengan kondisi pemotongan wet cutting coolant water menghasilkan 80,68μm dan dengan coolant water soluble oil menghasilkan kerusakan sebesar 66,07μm. sehingga kondisi pemotongan wet cutting mampu meminimalisir kerusakan pada pahat insert carbide DNMG 150408XQ CA5525 ketika memotong material AISI 1045. Dari hasil penelitian yang dilakukan nilai persentase dalam meminimalisir kerusakan pada pahat *insert carbide* DNMG 150408XQ CA5525 dari penggunaan *coolant water soluble oil* sebesar 36,24% sedangkan pada kondisi pemotongan menggunakan

coolant water nilai persentase dalam meminimalisirnya adalah sebesar 22,14%. Dengan adanya *Coolant* daerah pelumasan menjadi *mixed lubrication* dimana terdapat *Coolant* yang mampu masuk kedalam daerah kontak antara pahat dan permukaan material sehingga sebagian beban kontak ditanggung oleh *Coolant*. Dari kedua *coolant* yang digunakan dalam penelitian ini, *coolant water soluble oil* lebih baik dari *coolant water* dalam meminimalisir kerusakan pada pahat *insert carbide* DNMG 150408XQ CA5525.

Pada penelitian yang dilakukan untuk menentukan kondisi pemotongan yang baik dalam membantu memperkecil nilai kekasaran permukaan pada material AISI 1045 adalah kondisi pemotongan menggunakan *water soluble oil* dengan nilai rata-rata kekasaran permukaan sebesar 2,789μm, sementara dengan *coolant water* sebesar 2,810μm dan rata-rata nilai kekasaran permukaan paling besar terjadi pada kondisi pemotongan *dry* dengan nilai kekasaran sebesar 2,990μm. Sehingga *water soluble oil* lebih baik dibandingkan dengan pemotongan dengan *coolant water* dan *dry* pada proses pemessinan cnc bubut.

Saran untuk penelitian selanjutnya yang sejenis sebagai berikut :

1. Penambahan parameter proses bubut kecepatan pemotongan dan *feeding* yang bervariasi agar mengetahui pengaruhnya terhadap tingkat kerusakan pahat dan nilai kekasaran permukaan material yang terjadi pada kondisi *dry cutting* dan *wet cutting*.
2. Menggunakan jenis *coolant* yang berbeda seperti *coolant synthetic* maupun *coolant semi synthetic* pada proses pemessinan cnc bubut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widarto, B. S. Wijnarka and P. , Teknik Permesinan, Jakarta: Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, 2008.
- [2] T. Rochim, Perkakas dan Sistem Pemerkakasan, Bandung: Jurusan Teknik Mesin ITB, 2007.
- [3] I. Syafa'at, "Tribologi, Daerah Pelumasan dan Keausan," 2008.
- [4] F. Abda'u and A. M. Sakti, "Pengaruh Jenis Pahat, Jenis Pendinginan Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kerataan Dan Kekasaran Permukaan Baja St 42 Pada Proses Bubut Rata Muka,," vol. 03, pp. 23 - 32, 2014.