ANALISA PERHITUNGAN BIAYA PEMBUBUTAN BAJA AISI 4340 MENGGUNAKAN PAHAT KERAMIK

Sobron Yamin Lubis, Rosehan, Denny Handoko, Wahyudi Komala
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
e-mail: Sobron_lbs@yahoo.com

ABSTRACT

Calculating the machining cost is the most important factor in making the product. Machining costs for each machine tools are often estimated from the total cost of the factory in accordance with conventional methods used for management industry. Total income and expenses of the factory cost can be obtained, but the operating status of different machine tool. It can be stated that the cost of machining is accurate for each part can not be estimated in practice. Therefore, research should be carried out on the calculation cost of turning AISI 4340 steel using ceramic cutting tool to determine the machining cost of metal cutting production. This study, ceramic cutting tools in varying the rake Angle, it aims to determine the magnitude and power and cutting force associated with machining time and tool life. The data are then substituted into the equation of machining costs per piece. Five variations of the cutting tool angle (rake angle) is used to analyze the influence of rake angle on the machining process. This research carried out by experiments using a CNC lathe turning. In the machining process using a metal rake angle variation influences the machining length that occurs, which produces a positive rake angle boundary value tool wear (VB) is set longer than the other rake angle. Machining time and cutting length provide significant impact on the machining cost per piece. On the rake angle 3 ^{o} and 6^o, tool wear of cutting tools value achieved in the 26 minutes, the length of cut obtained is 2600 mm and machining cost is Rp 21.534/piece.

Keywords: *Alloy steel, the machining cost, cnc lathes, ceramic cutting tools, carbide cutting toos.*

ABSTRAK

Perhitungan biaya pemesinan merupakan faktor paling penting dalam pembuatan produk. Biaya pemesinan untuk setiap peralatan mesin sering diperkirakan dari total biaya pabrik sesuai dengan metode konvensional yang digunakan untuk manajemen industri. Total pendapatan dan pengeluaran pabrik dapat diperoleh, namun status operasi peralatan mesin berbeda. Hal ini dapat dikatakan bahwa biaya pemesinan yang akurat untuk setiap bagian tidak dapat diperkirakan secara nyata. Oleh karena itu kajian perhitungan biaya pembubutan Baja AISI 4340 dengan menggunakan mata pahat keramik perlu dilakukan untuk mengetahui biaya permesinan yang diperlukan dalam suatu produksi pemotongan logam.Pada penelitian ini mata pahat keramik di variasikan terhadap rake angle,hal ini bertujuan untuk mengetahui besaran gaya dan daya potong serta dihubungkan dengan umur pahat dan waktu pemesinan. Data-data tersebut kemudian disubtitusikan kedalam persamaan biaya permesinan perkomponen. Lima variasi sudut potong mata pahat (rake angle) digunakan untuk menganalisa pengaruhnya terhadap proses permesinan. Pada proses permesinan logam menggunakan variasi rake angle memberi pengaruh terhadap panjang permesinan yang terjadi, dimana rake angle positif menghasilkan batas nilai keausan mata pahat (V_B) yang ditetapkan lebih lama dibandingkan dengan rake angle lainnya. Waktu permesinan dan panjang pemotongan memberi pengaruh yang berarti terhadap perhitungan biaya permesinan perkomponen. Pada rake angle +3^o dan + 6^o, nilai keausan mata pahat dicapai pada waktu 26 menit, panjang pemotongan yang dihasilkan adalah sebesar 2600 mm dan biaya pemesinan sebesar Rp 21.534/komponen.

Kata kunci: *Alloy steel, biaya pemesinan, mesin bubut cnc, mata pahat keramik, mata pahat karbida*

PENDAHULUAN

Logam yang dihasilkan dari proses pengecoran memerlukan proses lanjut untuk membentuk profil permukaanya agar sesuai dengan yang dirancang. Proses pembentukan logam dengan menghilangkan sebagian logam pada bagian permukaan dapat dilakukan dengan menggunakan mesin-mesin perkakas. Proses tersebut dikenal dengan proses pemesinan. Proses pemesinan merupakan

proses pembentukan logam yang paling umum digunakan dalam industry manufaktur.

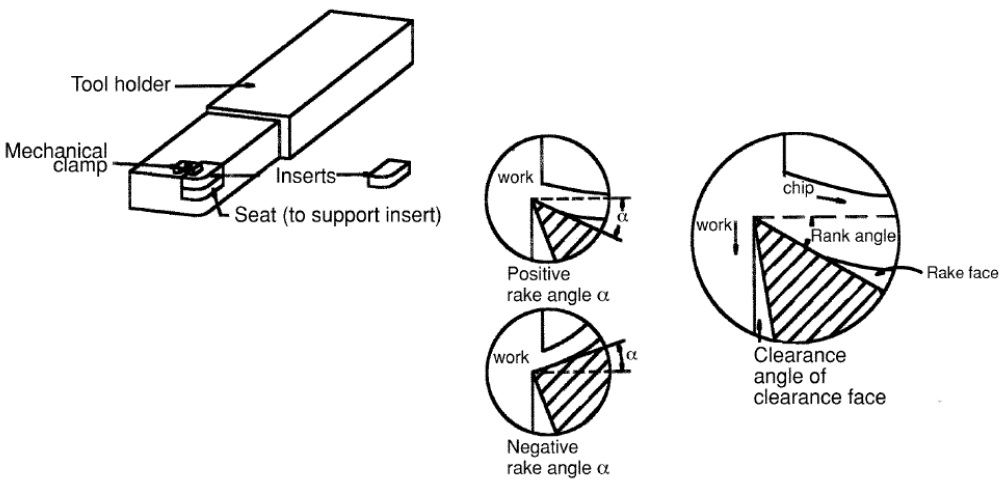
Proses pemesinan logam dapat dikatagorikan kepada dua kelompok yaitu proses pemesinan konvensional dan non konvensional. Pada proses pemesinan konvensional pembentukan logam dilakukan menggunakan mesin perkakas yang menghasilkan serpihan sisa dari pemotongan tersebut, sedangkan non konvensional proses pemesinan yang tidak menghasilkan serpihan,

Perkembangan material logam dewasa ini maju dengan pesat, terutama peningkatan pada kekerasan dan kekuatannya seperti material baja AISI 4340. Baja yang dikeraskan sangat luas digunakan didalam industry otomotive seperti digunakan untuk roda gigi, bearing pembuatan *tool* dan *die* [1]. Untuk melakukan pemotongan terhadap material tersebut memerlukan perkakas yang tangguh agar mampu melakukan pemotongan logam tersebut.

Proses pemesinan logam tidak dapat dipisahkan terhadap penggunaan mata pahat potong. Sifat-sifat mata pahat potong memberi spesifikasi tersendiri terhadap parameter pemotongan yang akan digunakan. Pertimbangan yang umum dilakukan dalam pemilihan mata pahat adalah bergantung kepada jenis benda kerja yang hendak dipotong dan proses pemotongan yang akan digunakan. Dalam penelitian ini, mata pahat yang digunakan adalah jenis keramik. Mata pahat keramik memiliki kemampuan yang lebih baik didalam pemesinan kecepatan tinggi dan pemesinan logam keras yang memiliki kekerasan yang tinggi dibandingkan dengan mata pahat HSS dan karbida. Keramik sangat keras, tahan terhadap abrasive dan memiliki kestabilan kimia [3].

Menurut Ali Riza dalam penelitiannya menyatakan bahwa *feed rate* adalah efektif terhadap penurunan umur pahat dengan meningkatnya kecepatan potong di dalam semua kondisi pemotongan, tetapi umur pahat yang panjang dapat dicapai dengan menggunakan mata pahat CBN/Tin [2].

Mata pahat memiliki geometri yang berbeda sesuai dengan bentuk dan kondisi pemotongan yang akan dilakukan. Posisi geometri mata pahat (*rake angle*) dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Geometri Mata Pahat [5]

Dalam proses produksi, perhitungan biaya pemesinan merupakan suatu yang penting. Perhitungan biaya pemesinan melibatkan beberapa variable yang terkait dengan proses pemesinan, Peralatan yang digunakan, energy listrik, biaya tenaga kerja, serta waktu produktif dan non produktif pada proses permesinan. Perubahan yang terjadi selama proses pemesinan memberi dampak terhadap perubahan kondisi pemesinan yang berlangsung dan tentunya akan memberi efek terhadap perhitungan biaya pemesinan.

Secara umum di dalam industry modern, manufactur yang baik adalah pengeluaran biaya produksi yang rendah dengan kualitas produk yang baik dan waktu produksi yang singkat. Untuk mencapai objektif tersebut dapat di lakukan dengan sistem manufaktur yang otomasi dan fleksible, beberapa workshop yang kecil dan besar telah menggunakan system tersebut [6].

Adanya standard perhitungan biaya dalam pembuatan produk dapat membantu para Manajer untuk menentukan biaya produksi. Perhitungan biaya pemesinan dapat dilakukan dengan menggunakan suatu persamaan yang disampaikan oleh Knight [7]. Jumlah biaya (C_t) proses pemesinan logam perkomponen dapat ditentukan dengan menjumlahkan biaya-biaya yang diperlukan ketika proses pemesinan tersebut sebagaimana disampaikan di dalam persamaan berikut [7] :

$$C_t = \sum_{i=1}^{8} C_i \qquad \text{..... (1)}$$

Perincian tentang unsur-unsur biaya diterangkan di bawah ini.

Biaya gaji pekerja,

$C_1 = c_1 (T_m + \Sigma t_n)$ …..….(2)

Keterangan:

c_1 : Gaji pekerja, Rp/min

T_m: Waktu proses pemesinan, min.

Σt_n : Jumlah waktu kerja non produktif, min

Biaya mata pahat,

$$C_2 = c_1 t_s N_s = c_1 t_s \left(\frac{T_m}{T_l} \right) \qquad \text{…… (3)}$$

Keterangan :

C_2 : Biaya mata pahat, Rp

t_s : Waktu yang diperlukan untuk penggantian mata pahat, min.

N_s : Jumlah pergantian mata pahat sewaktu proses pemesinan

T_l : Umur mata pahat, min

Biaya pengasahan pahat,

$$C_3 = c_2 t_a N_s = c_2 t_a \left(\frac{T_m}{T_l} \right) \qquad \text{…… (4)}$$

Keterangan:

C_3 : Ongkos pengasahan mata pahat, Rp

c_2 : Gaji pekerja untuk pengasahan mata pahat, Rp /min

t_a : Waktu untuk memotong dan mengasah mata pahat, min.

Pengurangan nilai mata pahat,

$$C_4 = N_s \frac{C_s}{N_t} = \left(\frac{T_m}{T_l} \right) \left(\frac{C_s}{N_t} \right) \qquad \text{…….. (5)}$$

Keterangan:

C_4 : Penyusutan nilai mata pahat

N_t : Jumlah pengasahan mata pahat

C_s : Nilai mata pahat, Rp

Biaya penyusutan nilai mesin perkakas, C_5

$$= \frac{C_{mu} \left(T_m + \sum tn \right)}{F_t} \qquad \text{…….. (6)}$$

Keterangan:

C_5 : Biaya penyusutan harga mesin perkakas

C_{mu} : Harga mesin perkakas ditambah dengan biaya perawatan

M_t : Umur mesin perkakas, min

$= Y_t \, W \, Z \, Sd \, h \, 60,$ menit ……. (7)

Keterangan:

Y_t : Umur mesin perkakas produktif, Tahun

W : Jumlah minggu kerja dalam satu tahun

Z : Jumlah hari kerja dalam satu minggu

S_d : Jumlah shift dalam satu hari

h : Jumlah jam kerja dalam satu shift.

Biaya penyusutan nilai mesin gerinda,

$$C_6 = \left(\frac{C_{ma}}{F_{ta}}\right) t_a N_s = \left(\frac{C_{ma}}{F_{ta}}\right) t_a \left(\frac{T_m}{T_l}\right) \quad \text{....(8)}$$

Keterangan:
C_6 : Penyusutan nilai mesin gerinda.
C_{ma} : Harga mesin gerinda dan perawatan, Rp
F_{ta} : Umur mesin gerinda dan mata gerinda

Biaya listrik mesin perkakas,

$$C_7 = P\left(\frac{T_m}{60}\right) c_3 \quad \text{..... (9)}$$

Keterangan:
C_7 : Energi listrik yang digunakan mesin perkakas.
C_3 : Biaya energi listrik yang digunakan, Rp/kWh
P : Energi listrik yang digunakan pada proses pemesinan

$$= \frac{F V_c}{6\,x\,10^4 \eta} \quad \text{(kW) ..... (10)}$$

Keterangan:
F : Unit tangential dari gaya potong, N
V_c : Kecepatan pemotongan, m/min
η : Effisiensi mesin perkakas

Biaya energi listik mesin gerinda,

$$C_8 = P_a \left(\frac{t_a}{60}\right) N_s c_3 = P_a \left(\frac{t_a}{60}\right)\left(\frac{T_m}{T_l}\right) c_3 \quad \text{... (11)}$$

Keterangan:
C_8 : Biaya energi listrik yang digunakan mesin gerinda.
P_a : Energi listrik yang digunakan mesin gerinda, kW

Maka jumlah biaya pemesinan perkomponen diperoleh dengan memasukkan unsur-unsur diatas

$$C_t = c_1\left(T_m + \sum t_n\right) + c_1 t_s \left(\frac{T_m}{T_l}\right) + c_2 t_a \left(\frac{T_m}{T_l}\right) + \left(\frac{C_s}{N_t}\right)\left(\frac{T_m}{T_l}\right) + \left(\frac{C_{mu}}{F_t}\right)\left(T_m + \sum t_n\right) +$$

$$+ \left(\frac{C_{ma}}{F_{ta}}\right) t_a \left(\frac{T_m}{T_l}\right) + P\left(\frac{T_m}{60}\right) c_3 + P_a \left(\frac{t_a}{60}\right)\left(\frac{T_m}{T_l}\right) c_3$$

……..(12)

Apabila mata pahat yang digunakan adalah jenis insert maka nilai, $C_3 = C_6 = C_8 = 0$. Maka persamaan (12) diringkaskan menjadi:

$$C_t = c_1\left(T_m + \sum t_n\right) + c_1 t_s \left(\frac{T_m}{T_l}\right) + \left(\frac{C_s}{N_t}\right)\left(\frac{T_m}{T_l}\right) + \left(\frac{C_{mu}}{F_t}\right)\left(T_m + \sum t_n\right) + P\left(\frac{T_m}{60}\right) c_3$$

…….(13)

Sehingga persamaan tersebut menjadi:

$$Ct = T_m\left(c_1 + \frac{C_{mu}}{F_t}\right) + \left(\frac{T_m}{T_l}\right)\left(c_1 t_s + \frac{C_s}{N_t}\right) + \frac{P c_3 T_m}{60} + \left(c_1 + \frac{C_{mu}}{F_t}\right)\sum t_n$$

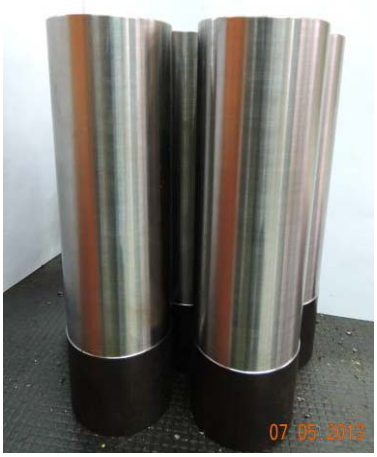
……..(14) [7].

Untuk setiap jenis benda kerja yang dibubut memerlukan suatu kombinasi parameter pemotongan yang sesuai agar produk yang dihasilkan memiliki kwalitas yang baik dan waktu produksi yang relative singkat dan tentunya biaya yang relative rendah. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan yang bertujuan untuk menghitung biaya pembubutan logam baja AISI 4340 yang di potong menggunakan mata pahat keramik.

METODE PENELITIAN

1. Bahan

Untuk melaksanakan penelitian khususnya tentang Analisa Perhitungan Biaya Pembubutan Baja AISI 4340 Menggunakan Pahat Keramik dilakukan dengan metode eskperimen. Benda kerja yang digunakan Baja AISI 4340 *round bar* diameter 55 mm dan panjang 145 mm. Adapun benda kerja tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Benda Kerja AISI 4340

Bahan baja AISI 4340 memiliki unsur dan komposisi kimia sebagai berikut:

Unsur kimia	Persentase (%)
C	0,355
Si	0,179
Mn	0,654
P	0,007
S	0,0117
Cr	1,589
Ni	1,615
Mo	0,253
Al	0,024
Cu	0,174

Sifat-sifat yang dimiliki bahan benda kerja tersebut antara lain:

Kekerasan	318 BHN
Tensile Strength	1082 N/mm^2
Yield Strength	986 N/mm^2
Elongation	16,0 %
Fleduction of area	60 N/mm^2

1.1 Mata Pahat

Dalam penelitian ini dua jenis mata pahat digunakan yaitu bahan mata pahat keramik dan karbida. Penggunaan bahan mata pahat karbida adalah untuk memotong logam-logam keras yang tidak mampu dipotong oleh pahat HSS, sedangkan pahat keramik memiliki sifat yang tahan terhadap suhu tinggi dan memiliki kekerasan yang tinggi sehingga mampu melakukan pemotongan logam keras tanpa menggunakan cairan pendingin. Type mata pahat keramik yang digunakan berdasarkan standart ISO yaitu TNGA 160408 T IN 22 dan mata pahat karbida TNMG 160408-PP.

Geometri dari kedua jenis mata pahat tersebut disampaikan pada gambar berikut:

(a) Pahat Karbida

(b) Pahat Keramik

Gambar 3. Mata Pahat Bubut

1.2 Tool Holder

Mata pahat yang digunakan berbentuk insert (sisipan) sehingga untuk melakukan pemotongan, maka mata pahat tersebut diikatkan pada pemegang mata pahat (*tool holder*). Pemilihan pemegang mata pahat harus sesuai dengan geometri mata pahat yang digunakan. Pemegang mata pahat yang digunakan adalah *type* PTGNR 2020 K16 sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut:

Gambar 4. *Tool Holder*

2. Peralatan

2.1 Mesin Bubut

Pengujian kemampuan pemotongan mata pahat dilakukan menggunakan mesin bubut CNC dengan spesifikasi sebagai berikut:

Mazak Type Quick Turn 8N
Buatan : Jepang
Swing maksimum : 300 mm
Jarak antar center : 290 mm
Putaran spindle maksimum : 5000 r/min
Daya motor : 7,5 kW (pada putaran 750 r/min – 5000 r/min)
Torsi maksimum (T) : 9,0 kgf.m (pada putaran 60 r/min -750 r/min)
Kontrol : Mazatrol Plus

Adapun mesin bubut CNC tersebut ditunjukan pada Gambar 5:

Gambar 5. Mesin Bubut CNC

2.2 Surface Test

Pengukuran kekasaran permukaan benda kerja dilakukan dengan menggunakan alat ukur kekasaran permukaan *surface test Mitutoyo*. Alat ukur tersebut ditunjukkan pada Gambar 6.

Gambar 6. Alat Ukur Kekasaran Permukaan (*surface test*)

3. Prosedur Percobaan

Benda kerja baja AISI 4340 *round bar* yang telah dipotong dengan panjang 145 mm dan diameter 55 mm kemudian di letakkan pada pencekam mesin bubut CNC. Mata pahat keramik sisipan (*insert*) yang digunakan dilekatkan pada pemegang mata pahat (*tool holder*). Kemudian *tool holder* dipasangkan pada *sadle* mesin bubut. Selanjutnya menentukan parameter pemotongan yang digunakan, parameter pemotongan ditentukan berdasarkan jenis pahat, benda kerja dan mesin yang digunakan, hal tersebut dapat diketahui melalui tabel yang tertera pada *kataloq* mata pahat yang digunakan.

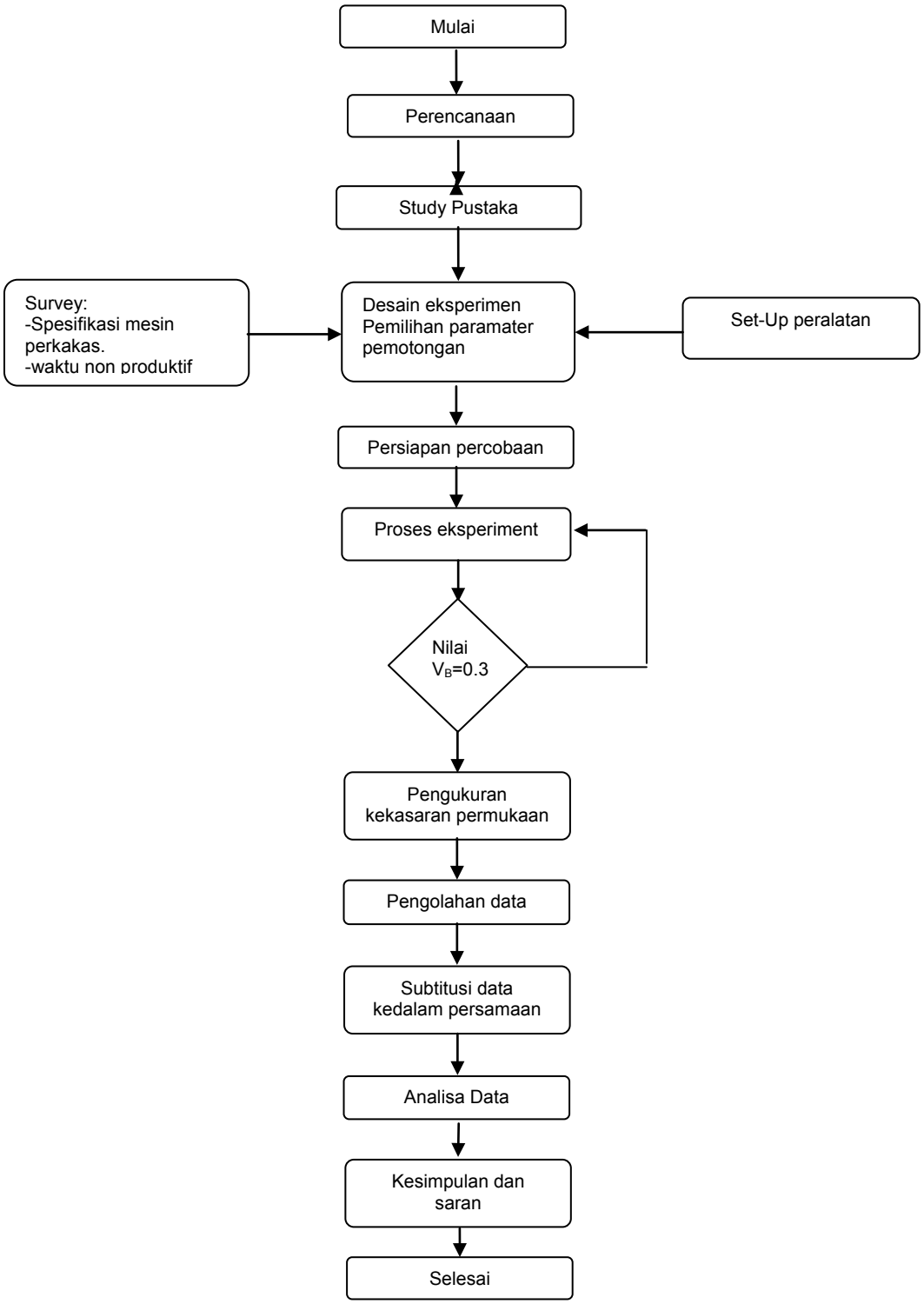
Kombinasi parameter pemotongan tersebut yaitu:

Kecepatan pemotongan : 250 m/min
Kedalaman potong : 0,50 mm
Hantaran pemotongan : 0.05 mm/put.

Waktu permesinan ditentukan berdasarkan batas kemampuan mata pahat melakukan pemotongan sehingga mata pahat mengalami keausan. Pada langkah awal mata pahat digeserkan mendekati permukaan benda kerja dan selanjutnya spindel diaktifkan (berputar). Kemudian proses pembubutan dijalankan dengan menggerakkan mata pahat menyentuh permukaan benda kerja sepanjang 120 mm. Pemesinan dijalankan sehingga dua menit pertama, Selanjutnya pemesinan dihentikan dan sudut mata pahat yang berinteraksi dengan benda kerja difoto untuk melihat menganalisa keausan yang terjadi pada permukaan mata pahat. Waktu dan panjang pemotongan dicatat. Nilai keausan mata pahat ditentukan berdasarkan kriteria keausan mata pahat maksimum yaitu 0,3 mm untuk nilai keausan sisi (V_B) [2]. Dalam eksperimen ini apabila pada pengukuran mata pahat nilai keausan berada dibawah limit tersebut, maka mata pahat dipasangkan kembali pada pemegang mata pahat untuk digunakan pada permesinan berikutnya.

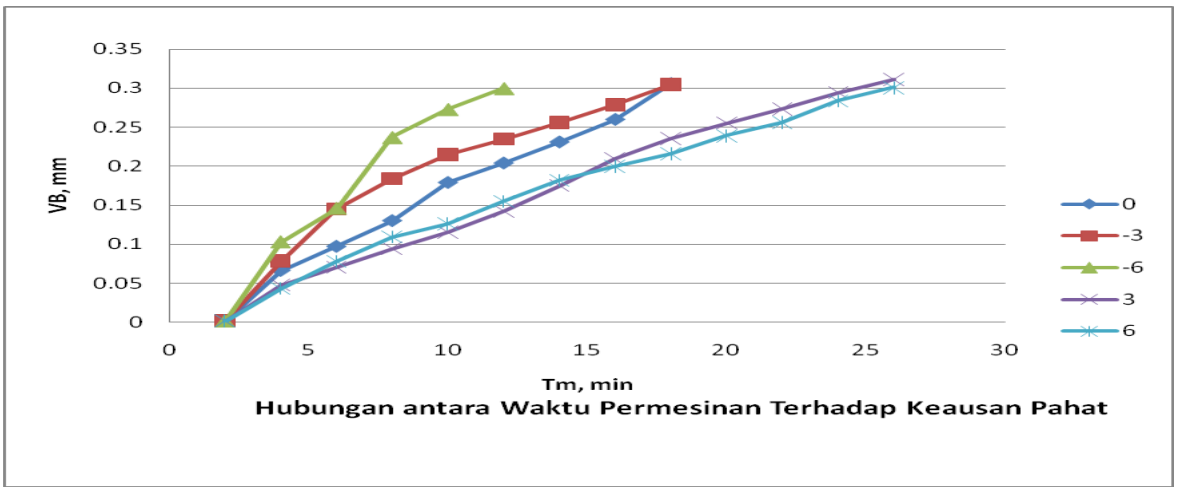
Benda kerja diuji kekasaran permukaannya. Apabila nilai keausan mata pahat telah mencapai kriteria nilai keausan pahat yang telah ditetapkan, berarti mata pahat tidak dapat digunakan lagi untuk pemotongan berikutnya, dan proses pemesinan harus dihentikan, untuk proses pemotongan berikutnya dilakukan dengan menggunakan mata pahat yang baru. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran tersebut kemudian dimasukkan kedalam tabel dan disubtitusikan kedalam persamaan biaya pemesinan untuk

menghitung dan menganalisa biaya pemesinan perkomponen. Secara umum metode penelitian yang dilakukan disampaikan dalam gambar 7



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

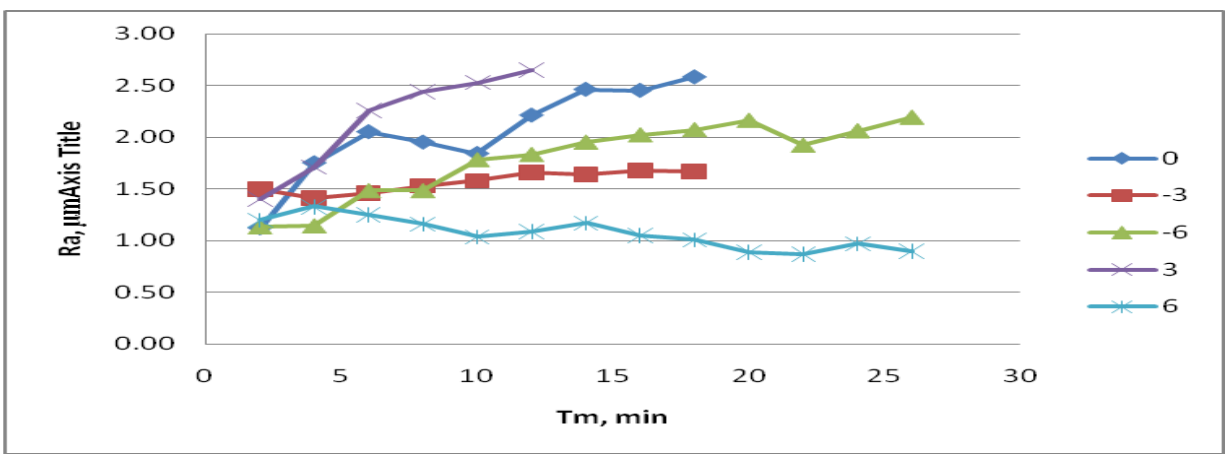
HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Waktu Pemesinan Terhadap Keausan Pahat

Dari gambar 8 dapat diketahui bahwa peningkatan waktu pemesinan memberi efek terhadap peningkatan nilai keausan, hal ini terjadi oleh karena bidang kontak mata pahat dan benda kerja mengalami gesekan secara kontinu. Seiring dengan perubahan diameter benda kerja yang makin kecil maka kecepatan potong menjadi meningkat, dan tentunya gesekan menjadi lebih tinggi sehingga panas yang dihasilkan juga meningkat. Peningkatan panas pada bidang kontak mata pahat memberi efek terhadap sudut potong mata pahat, secara bertahap terjadi keausan pada bidang tepi mata pahat tersebut. Kriteria keausan mata pahat ditetapkan sebesar 0.3 mm, dari grafik 8 dapat diketahui nilai keausan V_B sebesar 0,3 mm diperoleh pada *rake angle* 0^o,-3^o,-6^o dan waktu pemesinan antara 10 18 menit, sedangkan pada *rake angle* pahat $+3^o$, $+6^o$ nilai keausan diperoleh pada waktu pemesinan 26 menit. Dalam hal ini *rake angle* (+) menghasilkan waktu pemesinan yang lebih panjang.

Kemudian hubungan antara waktu pemesinan dan nilai kekasaran permukaan benda kerja dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hubungan Antara Waktu Pemesinan Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan

Berdasarkan Gambar 9 diketahui bahwa nilai kekasaran permukaan pada umumnya mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan waktu pemesinan, Hal ini terkait dengan faktor peningkatan gesekan yang terjadi pada mata pahat yang semakin

lama semakin tinggi sehingga menyebabkan terjadinya keausan pada mata pahat tersebut. Mata pahat yang memiliki *rake angle* 0, -3,-6, +3 pada proses pemesinan tersebut nilai kekasaran yang dihasilkan mengalami kenaikan. Namun pada *rake angle* + 6 nilai kekasaran permukaan benda kerja mengalami penurunan. Hal ini terjadi oleh karena mata pahat belum mengalami keausan sehingga masih memiliki sudut ketajaman yang baik untuk melakukan pemotongan benda kerja. Goresan yang dihasilkan lebih halus dibandingkan menggunakan *rake angle* lainnya.

Perhitungan Biaya Pemesinan

Berdasarkan beberapa data yang diperoleh dari proses pemesinan, dan kemudian data tersebut di substitusikan kedalam persamaan perhitungan biaya pemesinan, maka biaya perkomponen yang dihitung dengan persamaan tersebut disampaikan pada table dibawah ini.

Jenis mata pahat: keramik

Rake angle : $+6^o$

Tabel.1 Hasil Perhitungan Biaya Pemesinan Perkomponen.

No	L_t (mm)	D_m, (mm)	T_m (min)	Biaya per-komponen (Rp)
1	200	52	02	2000
2	400	50	04	3625
3	600	48	06	5250
4	800	46	08	6875
5	1000	44	10	8500
6	1200	42	12	10126
7	1400	40	14	11751
8	1600	38	16	13376
9	1800	36	18	15002
10	2000	34	20	16650
11	2200	32	22	18283
12	2400	30	24	19903
13	2600	28	26	21534

L_t adalah panjang pemotongan, D_m: diameter benda kerja, T_m: waktu pemesinan,

Dari hasil perhitungan yang dilakukan dapat diketahui bahwa terdapat korelasi diantara peningkatan waktu permesinan terhadap penambahan biaya pemesinan pada proses pemotongan baja. Semakin lama waktu pemesinan yang d igunakan maka biaya pemesinan akan semakin bertambah. Pada proses pemesinan ketika mata pahat mulai melakukan pemotongan, maka memerlukan gaya potong dan daya pemotongan, Semakin tinggi kekerasan benda kerja yang digunakan, tentunya mata pahat memerlukan gaya yang lebih untuk memotong logam tersebut. Sehingga memerlukan energy (*power*) yang sesuai dengan kebutuhan tersebut. Peningkatan gaya potong diiringi dengan peningkatan konsumsi energy yang digunakan tentunya akan mempengaruhi terhadap biaya energy listrik yang digunakan.

Pada proses pembubutan menggunakan mesin bubut CNC apabila diameter benda kerja semakin kecil, maka motor (*spindle*) akan berputar semakin tinggi, hal tersebut berdampak kepada peningkatan penggunaan arus listrik disamping itu peningkatan tersebut pada proses pemotongan akan menimbulkan gesekan yang tinggi dan tentunya akan menghasilkan panas yang tinggi, secara perlahan akan mengakibatkan sudut bidang kontak mata pahat akan menjadi aus dan akhirnya rusak, untuk itu perlu dilakukan pergantian mata pahat, pergantian mata pahat ini berdampak kepada peningkatan waktu non produktif dan biaya mata pahat. Karena jika mata pahat makin sering berganti akan berdampak kepada waktu dan biaya pemesinan.oleh karena itu diperlukan sudut mata pahat yang baik agar ketajaman mata pahat tetap terjaga sehingga gaya dan daya pemotongan tidak mengalami kenaikan yang sangat drastis.

Pada penelitian ini sudut pahat yang dilakukan perubahan adalah pada *rake angle*. Variasi *rake angle* yang

digunakan yaitu -3°,-6°,0°, +3°,+6° . Dari pengujian dan perhitungan yang dilalukan diketahui bahwa pada *rake angle* (0°) kecepatan pemotongan 250 m/min dengan kedalaman pemotongan 0.5 mm, kecepatan pemakanan mengalami kenaikan seiring dengan terjadinya pengurangan diameter benda kerja. Pada waktu pemesinan mencapai 16 menit mata pahat tersebut mencapai nilai keausan (V_B). Kemudian permukaan benda kerja pada proses pemotongan ini diukur dan nilai kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan adalah sebesar 2,66 μm.

Pada *rake angle* (-3°), secara bertahap kecepatan pemakanan dinaikan, hal ini bertujuan untuk mempersingkat waktu pemotongan. Dari pengujian yang dilakukan diketahui bahwasanya nilai keausan mata pahat terjadi pada pemesinan telah berjalan selama 18 menit, pada pemesinan ini, nilai kekasaran permukaan benda kerja lebih rendah dibandingkan menggunakan rake angle sebelumnya.

Pada *rake angle* (+3°) kecepatan pemotongan dan kedalaman pemotongan sama dengan *rake angle* sebelumnya, mata pahat mampu melakukan pemotongan sehingga mencapai waktu 26 menit, ini menunjukan bahwa mata pahat mampu menerima daya potong yang besar ketika melakukan pemotongan baja keras tersebut. Nilai kekasaran permukaan yang terkecil sebesar 1,34 μm terjadi pada kondisi waktu pemesinan 22 menit dan nilai keausan mata pahat adalah 0,27 mm. Pada saat ini mata pahat belum mencapai nilai keausan yang telah ditetapkan.

Pada perhitungan biaya pemesinan perkomponen sebahagian data percobaan pemesinan yang diperoleh kemudian disubstitusikan kedalam suatu persamaan perhitungan biaya pemesinan.

Pada proses pemesinan menggunakan mata pahat keramik dengan rake angle 0°, -3°, mampu melakukan pemotongan benda kerja pada kecepatan pemotongan 250 m/min, kedalaman pemotongan sebesar 0.5 mm, Mata pahat melakukan pemotongan hingga mencapai waktu 18 menit dan panjang pemotongan yang dihasilkan yaitu 1800 mm, adapun biaya pemesinan adalah sebesar Rp 15.022/komponen.

Pada *rake angle* -6° diperoleh bahwa mata pahat hanya mampu melakukan pemotongan sehingga 12 menit dan panjang pemotongan adalah sebesar 1180 mm, dan biaya pemesian diperoleh sebesar Rp 10129/komponen.

Pada *rake angle* +3° dan + 6° Mata pahat mampu melakukan pemotongan benda kerja sehingga mencapai 26 menit dan panjang pemotongan yang dihasilkan adalah sebesar 2600 mm dan biaya pemesinan yang diperoleh sebesar Rp 21534/komponen.

Dari penelitian ini diketahui bahwasanya faktor *rake angle* mata pahat memberi pengaruh terhadap panjang pemotongan dan waktu permesinan yang dilakukan, secara langsung, waktu permesinan memberi pengaruh terhadap perubahan biaya permesinan. Perbedaan *rake angle* memberi pengaruh terhadap nilai keausan yang terjadi pada bidang kontak antara mata pahat dan benda kerja. *Rake angle* positif memiliki waktu pemotongan yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis *rake angle negative* untuk kedua jenis mata pahat yaitu keramik dan karbida. Perbedaan biaya pemesinan perkomponen antara mata pahat dan karbida terletak pada nilai awal mata pahat yang digunakan. Proses pemotongan dengan menggunakan mata pahat karbida diketahui biaya pemesinan lebih rendah dibandingkan menggunakan mata pahat keramik.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan perhitungan biaya permesinan serta analisa yang dilakukan maka dapat dibuat kesimpulan:

1. Peningkatan waktu pemesinan memberi efek terhadap perubahan nilai keausan mata pahat, keausan mata

pahat terjadi lebih awal pada *rake angle negative*

2. Kekasaran permukaan benda kerja meningkat seiring dengan peningkatan waktu pemesinan.
3. Pada proses pemesinan logam menggunakan variasi *rake angle* memberi pengaruh terhadap panjang pemesinan yang terjadi, oleh kerana *rake angle* positif menghasilkan batas nilai keausan mata pahat (V_B) yang ditetapkan lebih lama dibandingkan dengan *rake angle* lainnya.
4. Waktu pemesinan dan panjang pemotongan memberi pengaruh yang berarti terhadap perhitungan biaya pemesinan perkomponen.
5. Pada *rake angle* $+3^o$ dan $+ 6^o$, nilai keausan mata pahat dicapai pada waktu 26 menit, panjang pemotongan yang dihasilkan adalah sebesar 2600 mm dan biaya pemesinan sebesar Rp 21534/komponen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Publikasi Ilmiah Universitas Tarumanagara yang telah membiayai penelitian ini untuk semester genap tahun akademik 2012/2013

DAFTAR PUSTAKA

[1] Arbizu, I.P & Perez C.J.L., *Jornal Material Process Technology.* 2003, 143-144.PP 390-396.

[2] Ali Riza Motorcu, *Tool Life Performance, Wear Mechanisme and Surface Roughness Characteristic When Turning Austenised and Quenched AISI 5210 Bearing Steel With Ceramics and CNN/TiC Cutting Tools.* Journal of Engineering & Material Sciences. Vol.8 April 2011. PP 137-146.

[3] Aruna.M,. Dhanalaksmi.V., Mohan.S. *Wear Analysis of Ceramic Ceramic Cutting Tools in Finish Turning of Inconel 718.* International Jurnal of Engineering Science and Technology. Vol. 2, 2010 (9).

[4] Bothrooyd, G., *Fundamentals of Metal Machining and Machine Tools.* Mc.Graw Hill Company. Singapore. 1989.

[5] Edward Trent & Paul Wright, *Metal Cutting,* Fourth Edition. Butterworth-Heineman 225 Wildwood Avenue Woburn, MA 01801 2041. USA. 2000.

[6] Fuides.B.,Bontabba.S.,Fuides.M.,Aov c ci.H., Yallase. M.S., *Cutting Tools Flank Wear and Productivity Investigation in Straight Turning of X38CrMoV5-1 (50 HRc).* International Journal of Applied Engineering and Technology. Vol. 2. Januari-March. 2013.

[7] Knight, J. et al., *Improved Model to Determine Tool Life and Optimum Cutting Speed for Minimum Machining Cost. Advanced in Manufacturing Technology IX.* Proceeding of the Eleventh National Conference on Manufacturing Research. Leicester, 12 -14 September 1995: De Montfort University.