

STUDY PERBANDING BIAYA PEMESINAN PADA PROSES DRILLING MENGGUNAKAN PAHAT HSS DAN KARBIDA

Sobron Lubis¹⁾, Steven Darmawan²⁾, Alifya Putri Askolani³⁾, Silvi Ariyanti⁴⁾

^{1,2,3)} Jurusan Teknologi Industri – Prodi Teknik Mesin,

Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara

Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta Barat 11440, Indonesia

Phone: (021)5672548, Fax: (021)5655521

⁴⁾Prodi Teknik Industri-Fak. Teknik - Universitas Mercu Buana

Jl. Meruya Selatan – Jakarta Barat

sobronl@ft.untar.ac.id

Abstrak

Pada proses pembuatan suatu produk, terdapat beberapa hal penting yang perlu diperhatikan, seperti perhitungan waktu pemesinan, umur pahat serta biaya produksi. Waktu pemesinan memberi pengaruh terhadap perhitungan biaya pemesinan. Perbedaan parameter potong merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi waktu pemesinan serta tingkat kecepatan keausan mata pahat. Semakin mata pahat cepat mengalami keausan maka mata pahat tersebut akan mengalami penggantian sehingga biaya pada mata pahat akan semakin tinggi, dan juga mempengaruhi biaya produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan biaya produksi pada proses drilling dengan menggunakan dua jenis mata pahat yaitu HSS dan Karbida. Penelitian dilakukan dengan melakukan variasi parameter pemotongan dan pengamatan keausan yang terjadi pada kedua mata pahat dan mengukur waktu pemotongan yang dicapai, kemudian melakukan perhitungan biaya produksi dengan menggunakan persamaan biaya permesinan. Dari hasil penelitian dapat dinyatakan bahwa perbedaan parameter pemotongan sangat mempengaruhi waktu pemesinan serta biaya produksi. Pada jenis pahat HSS 1 sampai HSS 3 waktu pemesinan yang didapat 114,17 menit dengan biaya produksi Rp. 844.900, 103,36 menit dengan biaya produksi Rp. 935.200, 95,87 menit dengan biaya produksi Rp. 1.033.900 dan pada jenis pahat karbida 1 sampai karbida 3 waktu pemesinan yang diperoleh 109,18 menit dengan biaya produksi Rp. 1.052.900, 93,33 menit dengan biaya produksi Rp. 1.105.000, 80,8 menit dengan biaya produksi Rp. 1.169.500.

Kata Kunci: Proses drilling, parameter pemesinan, biaya pemesinan

Abstract

In the process of making a product, there are several important things that need to be considered, such as the calculation of machining time, tool life and production costs. Machining time has an influence on the calculation of machining costs. The difference in cutting parameters is one of the factors that can affect the machining time and the rate of wear and tear of cutting tools. The faster cutting tools wear out, the cutting tools will be replaced so that the cost of cutting tools will be higher, and also affect production costs. The purpose of this study was to determine the comparison of production costs in the drilling process using two types of cutting tools, namely HSS and Carbide.

The research was conducted by varying the cutting parameters and observing the wear and tear that occurred on both cutting tools and measuring the cutting time achieved, then calculating production costs using the machining cost equation. From the results of the study it can be stated that the difference in cutting parameters greatly affects the machining time and production costs. On the type of chisel HSS 1 to HSS 3 machining time obtained 114.17 minutes with a production cost of Rp. 844.900, 103.36 minutes with a production cost of Rp. 935.200, 95.87 minutes with a production cost of Rp. 1.033.900 and on the carbide tool type 1 to carbide 3 machining time obtained 109.18 minutes with a production cost of Rp. 1.052.900, 93.33 minutes with a production cost of Rp. 1.105.000, 80.8 minutes with a production cost of Rp. 1,169,500. Production costs using HSS cutting tools are lower than carbide cutting tools.

Keywords: drilling process, machining parameter, machining cost

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia industrimesin perkakas pada dasarnya alat tersebut dapat membantu menyelesaikan sebuah pekerjaan yang berhubungan

dengan logam atau plat, terdapat berbagai jenis mesin perkakas antara lain: mesin bubut, mesin frais, mesin milling, gergaji, gerinda, dan lain-lain. Dalam melakukan proses pemesinan untuk menghasilkan suatu produk, biaya produksi dan juga pengaruh parameter pemesinan merupakan

sebuah faktor yang harus diperhatikan, seperti kecepatan potong, gerak makan, dan waktu pemotongan, umumnya setiap perusahaan tentu menginginkan keuntungan yang signifikan. Oleh karena itu perlu adanya suatu pemahaman tentang teori biaya produksi agar dapat memperhitungkan biaya-biaya yang dikeluarkan dalam menghasilkan suatu produk. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui optimasi parameter pemotongan yang ekonomis pada proses drilling. Proses drilling dilakukan dengan menggunakan menggunakan dua jenis mata pahat yang berbeda yaitu HSS dan Karbida, material yang digunakan baja S 45 C .

II. DASAR TEORI

Proses gurdi dapat didefinisikan sebagai kerja dari rata-rata pada sebuah titik lingkaran pada pahat potong.. *Feeding Speed* dapat didefinisikan sebagai jarak dari benda kerja ke putaran dari spindel. Kedalaman potong merupakan kedalaman

chips yang diambil pada saat proses penggurdian. Waktu pemotongan merupakan waktu yang dihasilkan untuk menghasilkan suatu produk. Geram atau *chips* merupakan hasil dari potongan material oleh mata pahat. Elemen dasar dari proses gurdi adalah sebagai berikut:

- Kecepatan potong:
$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} ; \text{m/min} \quad (1)$$
- Gerak makan per mata potong:
$$Fz = \frac{vf}{(n \cdot z)} ; z = 2; \text{mm/rev} \quad (2)$$
- Kedalaman potong:
$$a = \frac{d}{2}; \text{mm} \quad (3)$$
- Waktu pemotongan:
$$t_c = \frac{L}{v_f}; \text{min} \quad (4)$$

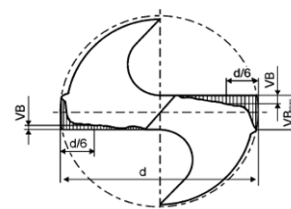
Tabel 1. Katalog Parameter Drilling

Workpeice material	Surface speed (m/min)	Drill diameter			
		Feed, mm/rev		Speed, r/min	
		1.5 mm	12.5 mm	1.5 mm	12.5 mm
Alluminium alloys	30-120	0.025	0.30	6400-25.00	800-3000
Magnesium alloys	45-120	0.025	0.30	9600-25.000	1100-3000
Copper alloys	15-60	0.025	0.25	3200-12.000	400-1500
Steels	20-30	0.025	0.30	4300-6400	500-800
Stainless steel	10-20	0.025	0.18	2100-4300	250-500
Titanium alloys	6-20	0.010	0.15	1300-4300	150-500
Cast irons	20-60	0.025	0.30	4300-12.000	500-1500
Thermoplastics	30-60	0.025	0.13	6400-12000	800-1500
Thermosets	20-60	0.025	0.10	4100-12000	500-1500

2.1 Kriteria Keausan Mata Pahat

Pada dasarnya, semakin besar gaya gesekan antara mata pahat dengan benda kerja, maka akan semakin besar pula tingkat keausan dan kerusakannya yang akan terjadi. Apabila mata pahat itu tetap digunakan maka akan berdampak kepada kerusakan mata pahat tersebut, mesin perkakas yang digunakan, benda kerja yang dikerjakan dan juga dapat membahayakan operator. Untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan maka ditetapkan suatu batas keausan yang dianggap sebagai suatu batas kritis dimana pahat tidak dapat lagi digunakan. Pada proses pemotongan keausan pahat dapat terjadi pada bidang utama pahat atau yang kemudian disebut dengan keausan tepi (*flank wear*) dan keausan yang terjadi pada bidang geram disebut dengan keausan kawah (*creater wear*). Keausan tepi merupakan keausan yang sering terjadi pada mata pahat yang disimbolkan dengan VB. Keausan tepi ini merupakan sisi samping pada mata pahat, dimana terletak pada sisi tepi potong utama. Keausan tepi ini terjadi karena ujung bagian mata pahat bersentuhan langsung dengan benda kerja dan

menahan gaya pemotongan, keausan ini bermula dari bagian tepi sisi potong dan akan terus melebar.



Gambar 1. Keausan Tepi (VB)

Tabel 2. Batasan Keausan Maksimum Umur Pahat

Pahat	Benda Kerja	V_B (mm)
HSS	Baja dan Besi	0,3 – 0,8
	Tuang	
Karbida	Baja	0,2 – 0,6
	Besi Tuang dan Non Ferrous	0,4 – 0,6
Keramik	Baja dan Besi	0,3
	Tuang	

2.2 Waktu Pemesinan

Pada proses pemesinan, dapat dihitung masing-masing biaya produksi untuk mengetahui

perbandingan dari kedua jenis material pahat yang berbeda dengan parameter pemesinan yang bervariasi. Untuk menghitung waktu pemesinan hal yang harus diperhatikan adalah parameter pemotongan, setelah itu dapat dihitung waktu pemesinan. Waktu pemesinan terdiri dari beberapa bagian yaitu waktu pemotongan *real* (t_c), waktu non produktif (t_a), dan waktu pemesinan per produk untuk rata-rata (t_m).

2.3 Biaya Pahat (Ce)

Dalam biaya pahat ada berbagai cara untuk menentukannya yaitu dengan mengetahui biaya dari pahat per potong dan sebagian dari umur pahat, Untuk menghitung dari biaya pahat tersebut menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C_e = c_e \cdot T \tag{5}$$

Dimana c_e merupakan biaya pahat dari per mata pahat; Rp/mata pahat dan T adalah umur dari pahat tersebut.

2.4 Biaya Pemesinan (Cm)

Biaya pemesinan dapat dihitung dengan waktu pemesinan rata-rata dari pendapatan per produknya seperti persatuan waktu; menit yang mempengaruhi oleh laju kecepatan produksi. Dalam menentukan biaya pemesinan rumus yang dapat digunakan antara lain:

$$C_m = c_m + t_m \tag{6}$$

Dimana pada c_m merupakan sebuah biaya pada operasi mesin seperti operator; Rp/produk dan t_m adalah waktu dari pemesinan tersebut.; min/produk.

2.5 Biaya Material (C_M)

Biaya material terdapat harga pembelian langsung dan tak langsung (*indirect / overhead cost of material*) yang merupakan biaya khusus bagi material sewaktu masih berupa bahan dan setelah menjadi produk, untuk menghitung biaya material tersebut menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C_M = C_{Mo} + C_{Mi} \tag{7}$$

C_{Mo} = harga pembelian; Rp / produk dan C_{Mi} = merupakan biaya tak langsung; Rp / produk.

Biaya Produksi (Cp)

Biaya produksi merupakan biaya penyiapan untuk membuat suatu produk, peralatan, pemesinan dan juga biaya pahat. Proses pemesinan yang digunakan untuk mengetahui perbandingan biaya dari parameter dan juga mata pahat yang digunakan tersebut menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C_p = C_m + C_e \tag{8}$$

C_m = biaya pemesinan; Rp / produk dan C_e adalah biaya pahat; Rp / produk.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental untuk mengetahui batasan waktu pemesinan dari penggunaan dua jenis mata pahat tersebut. Pemesinan dilakukan dengan menggunakan mesin CNC *milling*. Parameter yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Pemotongan

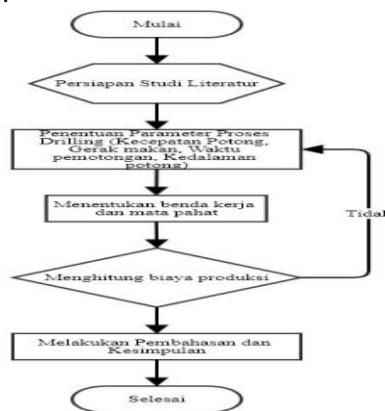
Kecepatan Potong (m/menit)	Feed (mm/rev)	Depth of cut(mm)	Spindle (r/min)
20	30	16	910
25	38	16	1140
30	46	16	1365

Bahan dan Peralatan

Peralatan yang digunakan yaitu mesin milling cnc, mikroskop digital, Sedangkan bahan benda kerja adalah Baja S45 C, Mata *drill* HSS7 mm, Mata *drill* karbida 7 mm. Dalam penelitian ini parameter yang digunakan divariasikan menjadi 3 yaitu : Kecepatan potong : 20 m/min, 25 m/min, 30 m/min, Feed : 30 mm/rev, 38 mm/rev, 30 mm/rev, Putaran spindle: 910 r/min, 1140 r/min, 1365 r/min Kedalaman potong : 16 mm,

Kemudian untuk memudahkan perhitungan waktu dan juga biaya produksi maka diasumsikan menjadi pembuatan 100 lubang untuk masing masing pahat.

Prosedure penelitian disampaikan pada diagram alir berikut :



Gambar 2. Flowchart Diagram Penelitian

II.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran Keausan Mata pahat dan Waktu Pemotongan

Kecepatan Potong : 20 m/menit,
 feed : 30 mm/rev
 Spindel : 910 r/min,
 Diameter Spindel : 7 mm

Tabel 4. Nilai Keausan dan Waktu Pemotongan (HSS 1)

No. Pemotongan	Keausan Tepi (mm)	Waktu Pemotongan (menit)
1	0,06	0,97
2	0,08	1,93
3	0,10	2,90
4	0,12	3,87
5	0,15	4,83
6	0,18	5,80
7	0,21	6,78
8	0,25	7,73
9	0,29	8,70
10	0,34	9,67
11	0,40	10,63
12	0,47	11,60
13	0,55	12,57
14	0,64	13,53
15	0,77	14,50

Kecepatan Potong : 25 m/menit,
 Feed : 38 mm/rev
 Spindel : 1140 r/min,
 Diameter Spindel : 7 mm

Tabel 5. Nilai Keausan dan Waktu Pemotongan (HSS 2)

No. Pemotongan	Keausan Tepi (mm)	Waktu Pemotongan (menit)
1	0,08	0,78
2	0,10	1,57
3	0,12	2,35
4	0,15	3,13
5	0,18	3,92
6	0,22	4,70
7	0,27	5,48
8	0,34	6,27
9	0,43	7,05
10	0,54	7,83
11	0,68	8,62

Kecepatan Potong : 30 m/menit,
 Feed : 46 mm/rev
 Spindel : 1365 r/min,
 Diameter Spindel : 7 mm

Tabel 6. Nilai Keausan dan Waktu Pemotongan (HSS 3)

No. Pemotongan	Keausan Tepi (mm)	Waktu Pemotongan (menit)
1	0,10	0,63
2	0,13	1,26
3	0,17	1,90
4	0,23	2,53
5	0,31	3,17
6	0,43	3,80
7	0,54	4,43
8	0,60	5,07

Kecepatan Potong : 20 m/menit,
 Feed : 30 mm/rev
 Spindel : 910 r/min,
 Diameter Spindel : 7 mm

Tabel 7. Nilai Keausan dan Waktu Pemotongan (Karbida 1)

No. Pemotongan	Keausan Tepi (mm)	Waktu Pemotongan (menit)
1	0,03	0,97
2	0,04	1,93
3	0,05	2,90
4	0,06	3,87
5	0,07	4,83
6	0,08	5,80
7	0,09	6,78
8	0,10	7,73
9	0,12	8,70
10	0,14	9,67
11	0,16	10,63
12	0,18	11,60
13	0,20	12,57
14	0,23	13,53
15	0,26	14,50
16	0,29	15,47
17	0,33	16,43
18	0,37	17,40
19	0,41	18,37
20	0,46	19,33
21	0,51	20,30
22	0,58	21,27

Kecepatan Potong : 25 m/menit,
 Feed : 38 mm/rev
 Spindel : 1140r/min,
 Diameter Spindel : 7 mm

Tabel 8. Nilai Keausan dan Waktu Pemotongan (Karbida 2)

No. Pemotongan	Keausan Tepi (mm)	Waktu Pemotongan (menit)
1	0,04	0,78
2	0,05	1,57
3	0,06	2,35
4	0,07	3,13

5	0,08	3,92
6	0,10	4,70
7	0,12	5,48
8	0,14	6,27
9	0,16	7,05
10	0,19	7,83
11	0,22	8,62
12	0,25	9,40
13	0,29	10,18
14	0,34	10,97
15	0,38	11,75
16	0,43	12,53
17	0,48	13,32
18	0,56	14,10

Kecepatan Potong : 30 m/menit,
 Feed : 46 mm/rev
 Spindel : 1365 r/min,
 Diameter Spindel : 7 mm

Tabel 9. Nilai Keausan dan Waktu Pemotongan (Karbida 3)

No. Pemotongan	Keausan Tepi (mm)	Waktu Pemotongan (menit)
1	0,05	0,63
2	0,06	1,26
3	0,07	1,90
4	0,09	2,53
5	0,11	3,17
6	0,14	3,80
7	0,17	4,43
8	0,20	5,07
9	0,24	5,70
10	0,28	6,30
11	0,32	6,97
12	0,37	7,60
13	0,42	8,23
14	0,48	8,87
15	0,54	9,50

- Hasil yang disampaikan pada Tabel. 4 diperoleh bahwa waktu pemotongan hingga mata pahat mencapai keausan adalah 14,5 menit dengan jumlah lubang sebanyak 15, untuk membuat 100 lubang membutuhkan waktu selama 96,67 menit dan jumlah mata pahat yang digunakan sebanyak 7.
- Berdasarkan Tabel 5 waktu diperoleh bahwa waktu yang dihasilkan sehingga mata pahat mengalami keausan adalah 8,62 menit dengan jumlah lubang sebanyak 11, untuk membuat 100 lubang membutuhkan waktu pemotongan sebesar 78,36 menit dan jumlah mata pahat yang digunakan sebanyak 10.
- Pada Tabel 6 diperoleh waktu pemotongan sampai pahat mencapai keausan adalah 5,07 menit dengan jumlah lubang sebanyak 8,

untuk membuat 100 lubang membutuhkan waktu pemotongan sebesar 63,37 menit dan mata pahat yang digunakan sebanyak 13.

- Pada Tabel 7 waktu pemotongan sampai pahat mencapai keausan adalah 21,27 menit dengan jumlah lubang sebanyak 22, untuk membuat 100 lubang membutuhkan waktu pemotongan sebesar 96,68 menit dan mata pahat yang digunakan sebanyak 5.
- Pada Tabel 8 waktu pemotongan sampai pahat mencapai keausan adalah 14,10 menit dengan jumlah lubang sebanyak 18, untuk membuat 100 lubang membutuhkan waktu pemotongan sebesar 78,33 menit dan mata pahat yang digunakan sejumlah 6.
- Pada Tabel 9 waktu pemotongan sampai pahat mencapai keausan adalah 9,50 menit dengan jumlah lubang sebanyak 15, untuk membuat 100 lubang membutuhkan waktu pemotongan sebesar 63,3 menit dan mata pahat yang digunakan sejumlah 7 pahat.

4.2 Waktu Proses Pemesinan

Tabel 10. Waktu Proses Pemesinan

No	Jenis Pekerjaan Operator	Waktu Pekerjaan (menit)
1	Pemasangan pahat pada mesin CNC	1
2	Penggantian mata pahat	1,5

- Pada parameter pemotongan HSS1, total waktu pemotongan 96,67 menit, untuk 100 lubang membutuhkan 7 pahat, waktu pekerjaan operator untuk 7 pahat 17,5 menit, maka total waktu proses pemesinan 114,17 menit.
- Pada parameter pemotongan HSS 2, total waktu pemotongan 78,36 menit, untuk 100 lubang membutuhkan 10 pahat, waktu pekerjaan operator untuk 10 pahat 25 menit, maka total waktu proses pemesinan 103,36 menit.
- Pada parameter pemotongan HSS3, total waktu pemotongan 63,37 menit, untuk 100 lubang membutuhkan 13 pahat, waktu pekerjaan operator untuk 13 pahat 32,5 menit, maka total waktu proses pemesinan 95,87 menit.
- Pada parameter pemotongan karbida 1, total waktu pemotongan 96,68 menit, untuk 100 lubang membutuhkan 5 pahat, waktu pekerjaan operator untuk 5 pahat 12,5 menit, maka total waktu proses pemesinan 109,18 menit.
- Pada parameter pemotongan karbida 2, total waktu pemotongan 78,33 menit, untuk 100

lubang membutuhkan 6 pahat, waktu pekerjaan operator untuk 6 pahat 15 menit, maka total waktu proses pemesinan 93,33 menit.

- Pada parameter pemotongan karbida 3, total waktu pemotongan 63,30 menit, untuk 100 lubang membutuhkan 7 pahat, waktu pekerjaan operator untuk 7 pahat 17,5 menit, maka total waktu proses pemesinan 80,8 menit.

Biaya Pahat (Ce)

Harga mata pahat untuk jenis HSS sebesar Rp.40.000 dan untuk jenis Karbida adalah Rp.100.000

Tabel 11. Biaya Pahat

Jenis Pahat	Parameter Pemotongan	Jumlah Pahat (buah)	Biaya Pahat (Rp)
HSS 7 mm	1	7	280.000
HSS 7 mm	2	10	400.000
HSS 7 mm	3	13	520.000
Karbida 7 mm	1	5	500.000
Karbida 7 mm	2	6	600.000
Karbida 7 mm	3	7	700.000

Biaya Pemesinan (Cm)

- Biaya Operator
Biaya perbulan operator untuk pengoperasian pemesinan ini adalah Rp. 4.500.000. Maka biaya harian operator untuk pemesinan ini adalah $\frac{Rp.150.000}{8 \text{ Jam}} = Rp. 18.750, /\text{Jam}$
- Biaya Tak Langsung
Biaya yang dibutuhkan untuk keperluan biaya gudang dan biaya listrik, biaya ini diambil 5-15% dari biaya operasional administrasi, gudang, listrik.
- Biaya Listrik
Dalam perhitungan biaya listrik beban yang dipakai adalah sebesar $200 \text{ V} \times 79 \text{ A} = 15,8 \text{ kW}$, kemudian $15,8 \text{ kW} \times 8 \text{ jam} = 126,4 \text{ kWh}$. Harga per kWh biaya beban sebesar Rp. 1.445 (1300 VA). Maka biaya beban secara keseluruhan adalah:
 $Rp. 1.445 \times 126,4 \text{ kWh} = Rp. 182.700$
Besarnya biaya tak langsung adalah $15\% \times Rp. 182.700 = Rp. 177.405$
- Pahat HSS 1 untuk membuat 100 lubang waktu pemesinan yang dibutuhkan sebesar 114,17 menit = 1,91 jam, biaya pemesinan untuk pahat hss 1 adalah $Rp. 177.405 \times 1,91 \text{ jam} = Rp. 338.900$.
- Pahat HSS 2 untuk membuat 100 lubang waktu pemesinan yang dibutuhkan sebesar 103,36 menit = 1,72 jam, biaya pemesinan untuk pahat hss 1 adalah $Rp. 177.405 \times 1,72 \text{ jam} = Rp. 305.200$.

- Pahat HSS 3 untuk membuat 100 lubang waktu pemesinan yang dibutuhkan sebesar 95,87 menit = 1,60 jam, biaya pemesinan untuk pahat hss 1 adalah $Rp. 177.405 \times 1,60 \text{ jam} = Rp. 283.900$.
- Pahat karbida 1 untuk membuat 100 lubang waktu pemesinan yang dibutuhkan sebesar 109,18 menit = 1,82 jam, biaya pemesinan untuk pahat karbida 1 adalah $Rp. 177.405 \times 1,82 \text{ jam} = Rp. 322.900$
- Pahat karbida 2 untuk membuat 100 lubang waktu pemesinan yang dibutuhkan sebesar 93,33 menit = 1,55 jam, biaya pemesinan untuk pahat karbida 2 adalah $Rp. 177.405 \times 1,55 \text{ jam} = Rp. 275.000$.
- Pahat karbida 3 untuk membuat 100 lubang waktu pemesinan yang dibutuhkan sebesar 80,8 menit = 1,35 jam, biaya pemesinan untuk pahat karbida 3 adalah $Rp. 177.405 \times 1,35 \text{ jam} = Rp. 239.500$.

Biaya Produksi (Cp)

Untuk mendapatkan hasil biaya produksi maka dapat dihitung biaya pahat ditambah dengan waktu pemesinan = biaya produksi.

Tabel 12. Biaya Produksi

Jenis Pahat	Biaya Produksi
HSS 1	Rp. 618.900
HSS 2	Rp. 705.200
HSS 3	Rp. 803.900
Karbida 1	Rp. 822.900
Karbida 2	Rp. 875.000
Karbida 3	Rp. 939.500

Biaya Material (C_M)

$$\begin{aligned}
 C_M &= C_{Mo} + C_{Mi} \\
 &= Rp. 150.000 + Rp. 80.000 \\
 &= Rp. 230.000
 \end{aligned}$$

Jadi untuk harga Rp. 150.000 merupakan harga modal untuk membeli bahan material dan harga Rp. 80.000 merupakan biaya tak langsung yang sudah meliputi biaya operasional, biaya listrik, biaya untuk jasa pekerja dan lain-lain.

Tabel 13. Biaya Produksi Material

Jenis Pahat	Total Biaya (Rp)
HSS 1	848.900
HSS 2	935.200
HSS 3	1.033.900
Karbida 1	1.052.900
Karbida 2	1.105.000
Karbida 3	1.169.500

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan perhitungan dan pembahasan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Parameter pemesinan yang divariasikan memberikan pengaruh terhadap waktu pemesinan dan biaya proses pemesinan.
2. Dari hasil penelitian yang dilakukan jenis pahat karbida memiliki waktu pemesinan yang lebih hemat dibandingkan dengan jenis pahat HSS, dapat dilihat bahwa pada jenis pahat karbida memiliki waktu pemesinan 109,18 menit, 93,33 menit, 80,8 menit dan pada jenis pahat HSS 114,17 menit, 103,36 menit.
3. Dari hasil penelitian yang dilakukan jenis pahat karbida memiliki waktu pemesinan yang lebih hemat dibandingkan dengan jenis pahat HSS, dapat dilihat bahwa pada jenis pahat karbida memiliki waktu pemesinan 109,18 menit, 93,33 menit, 80,8 menit dan pada jenis pahat hss 114,17 menit, 103,36 menit.
4. Masing-masing biaya produksi pada jenis pahat HSS Rp. 844.900, Rp. 935.200, Rp. 1.033.900, sedangkan untuk jenis mata pahat karbida masing-masing Rp. 1.052.900, Rp. 1.105.000, Rp. 1.169.500.
5. Biaya produksi menggunakan mata pahat HSS lebih rendah dibandingkan dengan jenis mata pahat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Christian Aidy Mosey., Rudy Poeng. dan Johan C. Neyland, “Perhitungan waktu dan biaya Pada proses pemesinan benda uji tarik”, Jurnal Online Poros Teknik Mesin, Vol 4 Nomor 1, pp. 1-12.
- [2]. Groover, Mikell P., 2010, *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes and Systems*, 4th ed.
- [3]. Widarto, dkk. 2008, *Teknik Pemesinan*, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- [4]. Krar, 1997. *Definisi dari Kecepatan Potong, Gerak Makan, dan kedalaman Potong*.
- [5]. Azwinur, “Analisa Perhitungan Waktu dan Biaya Produksi pada Proses Drilling”, “Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe, Vol. II, No II, Oktober 2015, (01-06).
- [6]. Rochim Taufiq, 1993, *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*, ITB, Bandung.
- [7]. Rochim, T. 2002. *Optimisasi Proses Pemesinan, Laboratorium Teknik Produksi Mesin Institut Teknologi Bandung*.
- [8]. Hendri Budiman dan Richard. 2007, *Analisis Umur dan Keausan Pahat Karbida untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) dengan Metoda Variable Speed Machining Test*, Universitas Bung Hatta, Padang.
- [9]. Rendy Chandhika, 2010. *Prediksi Temperatur Pahat Pada Proses Penggurdian (Drilling) Baja AISI 1045 Dengan Menggunakan Metode Simulasi Berbasis Metode Elemen Hingga*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [10]. Kalpakjian Serope, Steven R. Schmid.1989, *Manufacturing Engineering & Technology*. Edisi ke-6. New Jersey: Prentice Hall.
- [11]. Tschatsch, H. 2009. *Applied Machining Technology*. Edisi ke-8. Springer. New York. USA.
- [12]. Surdia, T., Saito, S., 1985, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan Ke-3, PT. Padnya Paramita, Jakarta.
- [13]. <https://www.ssroundbar.com/roundbar-rodbar/carbonsteel-roundbar-carbonsteel-rodbar/rodbar-type-s45c-carbonsteel-roundbar/>
- [14]. Lubis, S., Darmawan, S., & Indra, B. 2020, (July). *Tool Wear Analysis of Coated Carbide Tools on Cutting Force in Machining Process of AISI 4140 Steel*. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 852, No. 1, p. 012083). IOP Publishing.