

OPTIMASI BIAYA PROSES KARENA VARIASI KECEPATAN DAN KEDALAMAN POTONG PADA POROS AISI-1040 MENGGUNAKAN MESIN BUBUT KNUTH DM-1000A

Jolly Victor Aseng¹⁾, Jotje Rantung²⁾, Rudy Poeng³⁾
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi

ABSTRAK

Penelitian ini untuk mengoptimasikan biaya proses dengan kecepatan potong dan kedalaman potong yang bervariasi pada mesin bubut. Untuk mendapatkan hasil penelitian ini, dilakukan pengujian pada material baja poros AISI 1040 berdiameter 25 mm dan panjang 150 mm berjumlah 27 benda uji sebagai benda kerja proses pembubutan. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan waktu pemotongan dan biaya yang optimum pada proses pembubutan benda kerja tersebut.

Dari hasil perhitungan didapatkan semakin besar putaran potong, maka akan menurunkan biaya total produksi, sedangkan kedalaman potong tidak mempengaruhi biaya total produksi. Waktu pemesinan rata-rata yang optimum adalah **3,153** menit/benda uji dan biaya total produksi termurah adalah **Rp5.653,00** /benda uji. Dari hasil optimasi sasaran meminimalkan biaya total produksi terpenuhi pada kondisi pemotongan putaran 1600 rpm dan kedalaman potong 1,00 mm memerlukan biaya total produksi sebesar **Rp16.960,00** dari 27 benda uji yang dilakukan proses pemotongan.

Kata kunci: **Optimasi , Mesin bubut, Waktu pemotongan, BiayaProduksi**

ABSTRACT

This research was aimed to optimize a lathing cost by varying the cutting speed and cutting depth. A test was performed on 27 steel shaft AISI-1040 test objects with diameter of 25 mm and 150 mm long each, in order to obtain the optimum cutting time and cost in a lathing process.

It was found that higher the cutting speed, the lower the total production cost, while the cutting depth does not affect the total production cost. The optimum average machining time is 3.153 minute/test object and the lowest total production cost is Rp.5,653/test object. The optimization made the target to minimize the total production cost was reached in cutting speed of 1600 rpm and cutting depth of 1,00 mm, with total production cost of the lathing process of the 27 test objects as much as Rp.16,960

Keyword: Optimization, Lathe, Cutting time, Production cost

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada proses pemesinan, penentuan penyetelan parameter proses yang tepat untuk mencapai respon yang optimum sangat penting dilakukan secara efektif. Hal ini bertujuan untuk mengurangi proses coba-coba sehingga waktu dan biaya proses pemesinan dapat diminimalkan. Material baja poros yang dijumpai dipasaran, yaitu baja yang biasa digunakan sebagai komponen peralatan dan mesin industri.

Kecepatan potong dan kedalaman potong merupakan salah satu karakteristik kinerja pemesinan pada proses bubut yang umumnya dijadikan respon karena berkaitan dengan sifat mampu mesin. Teori dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menyatakan bahwa pada proses bubut material baja kecepatan potong dan kedalaman potong mempunyai korelasi yang kuat dengan parameter-parameter proses pemesinan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilatar belakangi adanya keinginan dilakukan optimasi proses pemesinan bubut pada baja poros AISI 1040 dengan kecepatan potong dan kedalaman potong yang bervariasi, sehingga diperoleh biaya proses yang optimum.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana me-

lakukan optimasi biaya proses pada material baja poros AISI 1040 dengan parameter pemesinan bervariasi.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan waktu pemotongan dari hasil pengujian dengan putaran dan kedalaman potong yang bervariasi.
2. Mendapatkan biaya yang optimum pada proses pembubutan benda kerja baja poros AISI 1040.

1.4 Batasan Masalah

1. Mesin perkakas yang digunakan dalam pengujian ini yaitu mesin bubut yang digunakan yaitu KNUTH DM 1000 A yang ada di Laboratorium Manufaktur Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi (Unsrat).
2. Pengujian proses pemotongan dilakukan pada 27 benda uji dengan menggunakan material baja poros AISI 1040.
3. Pahat potong yang digunakan adalah jenis *carbide* dan keausan mata potong pahat diabaikan.
4. Parameter pemesinan dengan kondisi pemotongan putaran dan kedalaman potong bervariasi, sedangkan gerak pemakanan konstan.
5. Waktu proses setiap pembubutan benda kerja berdasarkan pengukuran langsung dengan menggunakan alat ukur waktu (*Stop-watch*).

6. Komponen waktu bebas berda-sarkan dan asumsi menggunakan referensi Rochim, 1993 Proses Pemesinan.
7. Kondisi pemotongan tanpa pendingin

II. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Proses Pemesinan

Proses pemotongan logam merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk suatu produk dari logam (komponen mesin) dengan cara memotong. Dalam istilah teknik proses ini sering disebut dengan nama Proses Pemotongan Logam (*Metal Cutting Process*) atau Proses Pemesinan (*Machining Process*). Oleh karena itu, untuk menghindari kesalahpahaman mengenai istilah maka kita sebut saja dengan nama yang terakhir yaitu proses pemesinan.

Proses pemesinan seperti proses bubut, pengeboran atau frais pada dasarnya merupakan suatu proses pembuangan sebagian bahan benda kerja dimana pada proses pemotongannya akan dihasilkan geram (*chip*) yang merupakan bagian benda kerja yang akan dibuang. Pahat potong bergerak sepanjang benda kerja dengan kecepatan dan kedalaman pemotongan. Gerak relatif pahat terhadap benda kerja dapat dipisahkan menjadi dua macam komponen gerakan yaitu gerak potong (*cutting movement*) dan gerak makan (*feeding movement*). Menurut jenis

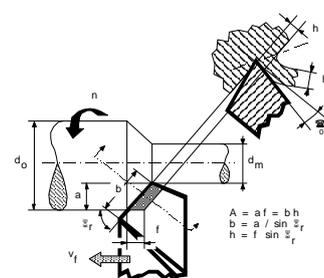
kombinasi dari gerak potong dan gerak makan maka proses pemesinan dikelompokkan menjadi tujuh macam proses yang berlainan yaitu (lihat tabel 2.1):

Tabel 2.1 Klasifikasi proses pemesinan menurut jenis gerakan relatif pahat / terhadap benda kerja (Rochim, 1993)

Jenis proses	Gerak potong	Gerak makan
Bubut	benda kerja rotasi	pahat rotasi
Gundil	pahat rotasi	pahat rotasi
Frais	pahat rotasi	benda kerja rotasi
Gerinda rata	pahat rotasi	benda kerja
Gerinda silindris	pahat rotasi	benda kerja 1&2
Dekaprepa (a) Dekap (b)	g. benda kerja & pahat rotasi	g. pahat & benda kerja rotasi
Pawat dan Gergaj	pahat rotasi	

2.2 Mesin Bubut

Bubut (*turning*) adalah suatu proses permesinan atau pengerjaan dengan cara menghilangkan /pengambilan tatal dari bahan/benda kerja, dimana pahat sebagai alat potongnya yang gerakannya berputar.



Gambar 2.1 Mesin Bubut dan Proses Bubut (Rochim, 1993)



Gambar 2.2 Mesin Bubut KNUTH DM-1000A

2.3 Pengertian Optimasi

Secara matematis optimasi adalah cara mendapatkan harga ekstrim baik maksimum maupun minimum dari suatu fungsi tertentu dengan faktor-faktor kendalanya. Perumusan umum permasalahan optimasi sebagai fungsi obyektif adalah sebagai berikut: (Singiresu, 2009)

$$f(x) = \alpha_1 f_1(x) + \alpha_2 f_2(x) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana, α_1 dan α_2 merupakan konstanta yang nilainya menunjukkan kepentingan relatif dari suatu fungsi.

2.4 Komponen Waktu Produksi

1. Komponen waktu yang dipengaruhi variabel proses.

- Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{\ell_t}{n \cdot f} \text{ (menit/produk) } \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana,

ℓ_t = panjang pemesinan
(mm)

n = putaran spindel (rpm)

f = gerak makan (mm/r)

- Waktu penggantian pahat

$$t_{dT} = t_d \cdot \frac{t_c}{T} \text{ (menit/produk) } \dots (2.3)$$

Dimana,

t_d = waktu pemasangan pahat
(menit)

untuk mengganti pahat karbida sisipan diperlukan waktu sekitar 0,5 menit

T = umur pahat (menit)

untuk umur pahat karbida sisipan adalah 40 menit.

2. Komponen waktu bebas

(nonproduktif).

$$t_a = t_{LW} + t_{AT} + t_{RT} + t_{UW} + \frac{t_S}{N} \text{ (menit/produk) } \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana,

t_{LW} = waktu pemasangan benda kerja, 0,2 menit/produk bila digunakan *three jaw chuck* biasa.

t_{AT} = waktu penyiapan, sekitar 0,08 menit/produk.

t_{RT} = waktu pengakhiran, sekitar 0,05 menit/produk.

t_{UW} = waktu pengambilan produk, 0,06 s.d. 0,1 menit/ produk (sekitar setengah harga t_{LW}).

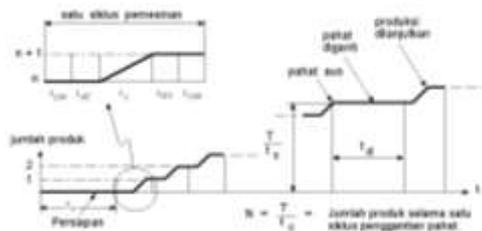
t_s = waktu penyiapan mesin dan peralatan bantu lainnya sekitar 60 menit.

N = jumlah produk.

Dengan demikian waktu pemesinan perproduk rata-rata adalah:

$$t_m = t_c + t_{dT} + t_a \text{ (menit/produk)} \dots\dots\dots(2.5)$$

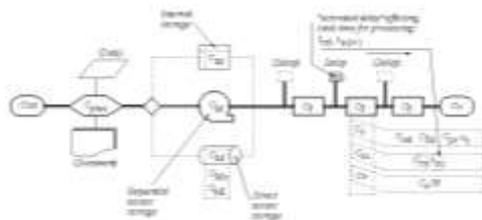
Untuk lebih jelasnya komponen waktu produksi untuk setiap langkah proses, dapat dilihat seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Komponen waktu untuk mengerjakan produk (Rochim, 1993)

2.5 Komponen Biaya Produksi

Diagram alir biaya dasar, merupakan ilustrasi penentuan biaya produksi per unit produk, seperti diperlihatkan pada gambar 2.4. (Rochim, 1993)



Gambar 2.4 Diagram alir biaya dasar (Rochim, 1993)

$$C_u = C_M + C_{plan} + \sum C_p \text{ (Rp/produk)} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana,

C_M = Biaya material (Rp/produk)

C_{plan} = Biayapersediaan/perencanaan produksi; dapat pula dimasukkkan biaya perancangan produk (bila produk yang bersangkutan dirancang sendiri)

$\sum C_p$ = Biaya salah satu proses produksi (Rp/produk)

III.METODOLOGIPENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penulisan ini dilakukan di Laboratorium Manu-faktur Teknik Mesin Jurusan Teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi (Unsrat). Dan waktu pelaksanaan mulai 05 September sampai 05 November 2014.

3.2 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah baja poros AISI 1040. Sedangkan peralatan yang di-gunakan, yaitu:

1. Mesin Bubut KNUTH DM 1000 A dan perlengkapannya
2. Jangka sorong
3. Gergaji mesin/Gergaji tangan
4. Mistar baja 30 cm
5. Jam ukur waktu.

3.3 Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir prosedur penelitian

3.4 Pengolahan Data

1. Persiapan Pengujian

Persiapan-persiapan yang diperlukan pada waktu melakukan penelitian haruslah dipersiapkan dengan matang, Yang bertujuan agar mengurangi terjadinya kesalah-an dan waktu yang digunakan menjadi efektif dan efisien.

2. Mesin Perkakas

Pada pengujian ini mesin perka-kas yang digunakan adalah mesin bubut konvensional yang terdapat di Laboratorium Manufaktur Teknik Mesin Unsrat. Adapun jenis dari mesin bubut tersebut adalah KNUTH DM 1000 A.

3. Benda Kerja

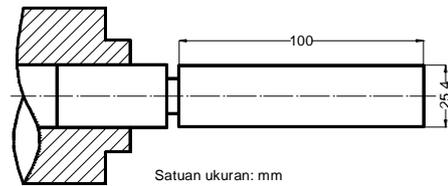
Dalam penelitian ini benda kerja yang digunakan adalah:

Material : Baja Poros AISI 1040

Bentuk : Silindris

Diameter : 25,4 mm

Panjang : 100 mm.



Gambar 3.2 Dimensi benda kerja

4. Pahat Potong

Pahat yang digunakan dalam pengujian ini adalah dari jenis *Carbide*. Geometri pahat diatur dan di jaga sebagai berikut:

Sudut potong utama (κ_r) : 90^0

Sudut geram (γ_o) : 15^0

5. Kondisi Pemotongan

Kondisi pemotongan adalah se-perti pada tabel 3.2, berikut ini:

Tabel 3.2 Kondisi pemotongan dalam pengujian

No	Parameter Pemessian		
	Putaran, n (rpm)	Kedalaman Pemotongan, a (mm)	Gerak Pemakanan, f (mm/rev)
1	300	0,25	0,11
2	700	0,50	0,11
3	1600	1,00	0,11

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

4.1.1 Data Hasil Pengujian Proses Pemotongan

Pengujian yang dilakukan yaitu mengukur waktu pemotongan tersebut

dengan menggunakan alat *stopwatch* pada 27 benda kerja uji (27 proses pemotongan), untuk variasi parameter pemesinan dengan kondisi pemotongan putaran, kedalaman potong yang berbeda dan gerak pemakanan tetap. Hasil pengujian waktu pemotongan yang dimaksud dalam detik, seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data hasil pengujian waktu pemotongan dalam detik

Waktu Pemotongan (detik)				
No	Putaran (rpm)	Kedalaman Pemotongan (mm)		
		0,25	0,50	1,00
1	300	159	157	158
		158	157	158
		158	156	158
2	700	68	67	68
		68	67	67
		67	67	68
3	1600	30	29	29
		30	30	30
		30	30	30

4.1.2 Waktu Pemesinan Rata-rata

Waktu pemesinan rata-rata, seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Waktu pemesinan rata-rata

Waktu Pemesinan Rata-rata, t_w (menit/benda uji)				
No	Kedalaman Potong (mm)	Putaran (rpm)		
		300	700	1600
1	0,25	5,324	3,794	3,158
2	0,50	5,296	3,783	3,153
3	1,00	5,318	3,794	3,153

4.2 Hasil Pengolahan Data

4.2.1 Biaya Total Produksi

Biaya total produksi, seperti pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Biaya total produksi

Biaya Total Produksi, C_p (Rp/benda uji)				
No	Kedalaman Potong (mm)	Putaran (rpm)		
		300	700	1600
1	0,25	6846	6006	5656
2	0,50	6831	5999	5653
3	1,00	6843	6006	5653

4.2.1 Optimasi Biaya Total Pro-duksi

Hasil optimasi biaya total pro-duksi dapat dilihat pada tabel 4.4.

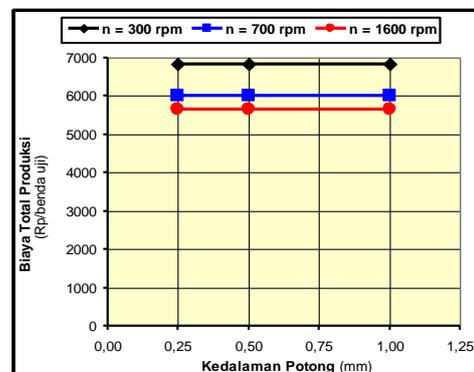
Tabel 4.4 Optimasi Biaya Total Produksi

Kondisi Pemotongan	Jumlah Benda Uji	Biaya Total Produksi (Rp/benda uji)		Optimasi Biaya Total Produksi (Rp)	
		Variasi Putaran	Variasi Kedalaman Potong	Variasi Putaran	Variasi Kedalaman Potong
1	3	6846	6846	20536	20638
2	3	6831	6006	20492	19017
3	3	6843	6006	20529	18869
4	3	6006	6031	18017	20492
5	3	5999	5999	17998	17998
6	3	6006	5653	18017	16960
7	3	5656	6843	16969	20529
8	3	5653	6006	16960	19017
9	3	5653	5653	16960	16960
Jumlah	27	55493	55493	166488	166488

4.3 Pembahasan

Pembahasan yang dilakukan dalam optimasi biaya proses dengan pengaruhnya kecepatan potong dan kedalaman potong pada mesin bubut KNUTH DM 1000 A dengan mate-rial baja poros AISI 1040, yaitu seba-gai berikut:

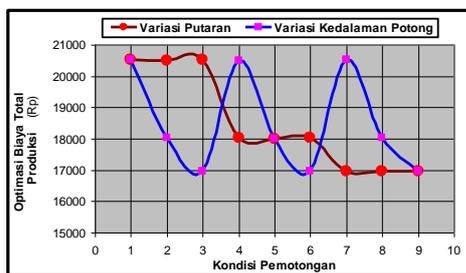
1. Berdasarkan Tabel 4.3, maka da-pat dibuat grafik kurva putaran, dengan kedalaman potong terha-dap biaya total produksi seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Kedalaman potong terhadap biaya total produksi

Dari gambar 4.1, terlihat bahwa kedalaman potong tidak mempengaruhi perubahan biaya total produksi, akan tetapi putaran mempengaruhi biaya total produksi. Dengan demikian hasil ini menunjukkan semakin besar putaran, maka akan menurunkan biaya total produksi.

2. Berdasarkan tabel 4.4, maka dapat dibuatkan grafik kondisi pemotongan terhadap optimasi biaya total produksi dengan kurva variasi putaran dan kedalaman potong, seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Kondisi pemotongan terhadap optimasi biaya total produksi

Dari gambar 4.2, dapat dijelaskan bahwa jumlah optimasi:

Untuk variasi putaran

- Kondisi pemotongan pertama dengan putaran 300 rpm dan kedalaman potong 0,25 mm memerlukan biaya total produksi Rp20.538,00.

- Kondisi pemotongan kedua dengan putaran 300 rpm dan kedalaman potong 0,50 mm memerlukan biaya total produksi Rp20.492,00.
- Kondisi pemotongan ketiga dengan putaran 300 rpm dan kedalaman potong 1,00 mm memerlukan biaya total produksi Rp20.529,00.
- Kondisi pemotongan keempat dengan putaran 700 rpm dan kedalaman potong 0,25 mm memerlukan biaya total produksi Rp18.017,00.
- Kondisi pemotongan kelima dengan putaran 700 rpm dan kedalaman potong 0,50 mm memerlukan biaya total produksi Rp17.998,00.
- Kondisi pemotongan keenam dengan putaran 700 rpm dan kedalaman potong 1,00 mm memerlukan biaya total produksi Rp18.017,00.
- Kondisi pemotongan ketujuh dengan putaran 1600 rpm dan kedalaman potong 0,25 mm memerlukan biaya total produksi Rp16.969,00.
- Kondisi pemotongan kedelapan dengan putaran 1600 rpm dan kedalaman potong 0,50 mm memerlukan biaya total produksi Rp16.960,00.
- Kondisi pemotongan kesembilan dengan putaran 1600 rpm dan kedalaman potong 1,00 mm memerlukan biaya total produksi Rp16.960,00.

kedalaman potong 1,00 mm memerlukan biaya total produksi Rp16.960,00.

Untuk variasi kedalaman po-tong

- Kondisi pemotongan pertama dengan kedalaman potong 0,25 mm dan putaran 300 rpm memerlukan biaya total produksi Rp20.538,00.
- Kondisi pemotongan kedua dengan kedalaman potong 0,25 mm dan putaran 700 rpm memerlukan biaya total produksi Rp18.017,00.
- Kondisi pemotongan ketiga dengan kedalaman potong 0,25 mm dan putaran 1600 rpm memerlukan biaya total produksi Rp16.969,00.
- Kondisi pemotongan keempat dengan kedalaman potong 0,50 mm dan putaran 300 rpm memerlukan biaya total produksi Rp20.492,00.
- Kondisi pemotongan kelima dengan kedalaman potong 0,50 mm dan putaran 700 rpm memerlukan biaya total produksi Rp17.998,00.
- Kondisi pemotongan keenam dengan kedalaman potong 0,50 mm dan putaran 1600 rpm memerlukan biaya total produksi Rp16.960,00.
- Kondisi pemotongan ketujuh dengan kedalaman potong 1,00 mm dan putaran 300 rpm memerlukan biaya total produksi Rp20.529,00.
- Kondisi pemotongan kedelapan dengan kedalaman po-tong 1,00

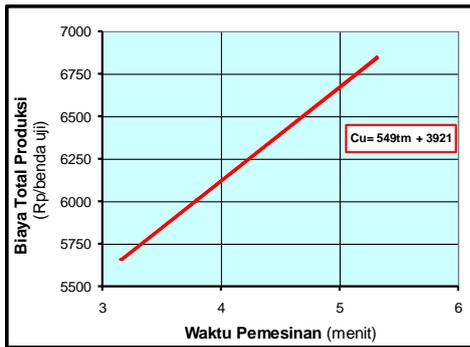
mm dan putaran 700 rpm memerlukan biaya total produksi Rp18.017,00.

- Kondisi pemotongan kesembilan dengan kedalaman po-tong 1,00 mm dan putaran 1600 rpm memerlukan biaya total produksi Rp16.960,00.

3. Berdasarkan gambar 4.1 dan gambar 4.2, dapat dijelaskan bahwa:

- Biaya total produksi terendah yaitu pada putaran 1600 rpm. Jadi berdasarkan tabel 4.2 waktu pemesinan rata-rata yang optimum adalah 3,153 menit/benda uji. Sedangkan berdasarkan tabel 4.4 biaya total produksi termurah adalah Rp5.653,00/benda uji.
- Optimasi yang diperoleh untuk sasaran meminimalkan biaya total produksi terpenuhi pada kondisi pemotongan kesembilan dengan putaran 1600 rpm dan kedalaman potong 1,00 mm memerlukan biaya total produksi sebesar Rp16.960,00 dari 27 benda uji yang dilakukan proses pemotongan.

4. Hasil optimasi biaya proses yang dilakukan, maka dapat juga dibuatkan grafik waktu pemesinan rata-rata terhadap biaya total produksi, seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.2 Waktu pemesinan rata-rata terhadap biaya total produksi

Berdasarkan gambar ini menunjukkan bahwa penambahan waktu pemesinan akan menaikkan biaya total produksi, dengan kemiringan garis mengikuti regresi linear yang membentuk persamaan: $C_u = 549t_m + 3921$

- Biaya produksi yang paling rendah atau ekonomis, yang memberikan kondisi untuk menghasilkan benda kerja proses pembubutan semurah mungkin.
- Kecepatan produksi yang paling tinggi atau produktif, yang memberikan kondisi untuk menghasilkan benda kerja proses pembubutan secepat mungkin atau waktu produksi serendah mungkin.
- Kecepatan penghasilan keuntungan yang paling tinggi atau menguntungkan, yang memberikan kondisi untuk menghasilkan benda kerja proses pembubutan dengan keuntungan atau laba persatuan waktu sebesar mungkin.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- Waktu pemotongan hasil pengujian dengan putaran dan kedalaman potong yang bervariasi, diperoleh dari 27 kali pengujian pada benda uji sebagai benda kerja proses pembubutan dengan kondisi pemotongan yang berbeda.
- Dari hasil perhitungan didapatkan semakin besar putaran potong, maka akan menurunkan biaya total produksi, sedangkan kedalaman potong tidak mempengaruhi biaya total produksi. Waktu pemesinan rata-rata yang optimum adalah **3,153** menit/benda uji dan biaya total produksi termurah adalah **Rp5.653,00** /benda uji. Dari hasil optimasi sasaran meminimalkan biaya total produksi terpenuhi pada kondisi pemotongan putaran 1600 rpm dan kedalaman potong 1,00 mm memerlukan biaya total produksi sebesar **Rp16.960,00** dari 27 benda uji yang dilakukan proses pemotongan.

5.2 Saran

- Dapat dilakukan optimasi dengan menggunakan material yang berbeda sehingga dapat dikomparasikan untuk mendapatkan hasil yang optimum.
- Dapat melakukan pengujian proses pemotongan dengan menggunakan mesin perkakas lainnya sehingga dapat mengoptimalkan proses pemesinan

DAFTAR PUSTAKA

- Basselo, D. 2014. Optimasi Diameter Poros Terhadap Variasi Diameter Spoket pada Roda Belakang Sepeda Motor, Skripsi Universitas Sam Ratulangi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Manado.
- Priambodo, B. 1981. Teknologi Me-kanik, Erlangga Jakarta.
- Rochim, T. 1993. Proses Pemesinan Logam, Laboratorium Teknik Produksi Mesin Institut Tekno-logi Bandung.
- Ramadhan, Hamsi. A. 2013. Optimasi Parameter Pemesinan pada Mesin Sekrap Model L-450 Menggunakan Logaritma Gene-tika, Jurnal Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara.
- Singiresu, S.R. 2009 Engineering Optimization, Theory and Practice By Jhon Wiley & SONS INC.