



PENGARUH VARIASI PUTARAN SPINDLE TERHADAP WAKTU DAN BIAYA PROSES PRODUKSI PENINGGI *SHOCK BREAKER* DEPAN PADA MESIN CNC TU-2A DENGAN MATERIAL ALUMINIUM 6061

Eli Novita Sari^{a*}, Yusfi Ihza Rizaldi^b, Siti Duratun Nasiqiati Rosady^c, M.Fauzi Soutlon^b

^a Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi

^b Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Billfath

^c Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

*E-mail koresponden: rizaldiihza@gmail.com

ABSTRACT

The development of science and technology is in balance with the development of industrial technology. The development of this technology is evidenced by the invention of the CNC machine which is a machine tool that is controlled using a numerical control system. The purpose of this study was to find the effect of variations in spindle rotation on the time and cost of the production process for increasing the front shock breaker on a TU-2A CNC machine with 6061 aluminum material. and conclusion. From the results of this study it can be concluded that: (1) There is an influence of variations in spindle rotation, namely at 1,700, 2,200 and 2,700 rpm the resulting production time for increasing the front shock breaker is 25.87, 25.9 and 26.03 minutes/product, respectively. (2) There is an effect of variations in spindle rotation, namely at 1,700, 2,200 and 2,700 rpm, the production cost of increasing the front shock breaker respectively is Rp. 230,347,- ; Rp. 230.368,-; Rp. 230,388,- /product. (3) Variation of spindle rotation that results in the lowest production time and costs is work with a spindle rotation of 1,700 rpm, which is 25.87 minutes/product and costs Rp. 230,347,- / product.

Keywords: Heightening shock breaker, spindle rotation, total time and cost

Abstrak

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi berimbang dengan perkembangan teknologi industri. Perkembangan teknologi ini dibuktikan dengan ditemukannya mesin CNC yang merupakan mesin perkakas yang dikendalikan menggunakan sistem kontrol numerik. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari pengaruh variasi putaran spindle terhadap waktu dan biaya proses produksi peninggi shock breaker depan pada mesin cnc tu-2a dengan material aluminium 6061. Langkah pertama penelitian ini adalah studi literatur kemudian menyiapkan alat dan bahan kemudian membuat program CNC lalu pengambilan data dan penarikan kesimpulan. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: (1) Ada pengaruh variasi putaran spindle, yaitu pada putaran 1.700, 2.200 dan 2.700 rpm dihasilkan waktu produksi peninggi shock breaker depan secara berturut-turut adalah 25.87, 25.9 dan 26.03 menit/produk. (2) Ada pengaruh variasi putaran spindle, yaitu pada putaran 1.700, 2.200 dan 2.700 rpm dihasilkan biaya produksi peninggi shock breaker depan secara berturut-turut adalah Rp. 230.347,-; Rp. 230.368,-; Rp. 230.388,- / produk. (3) Variasi putaran spindle yang menghasilkan waktu dan biaya produksi paling rendah adalah pengerjaan dengan putaran spindel 1.700 rpm, yaitu waktu selama 25.87 menit/produk dan biaya sebanyak Rp. 230.347,- / produk.

Kata kunci: Peninggi *shock breaker*, putaran *spindle*, total waktu dan biaya

1. PENDAHULUAN

Penemuan mesin CNC menjadi bukti perkembangan teknologi di dunia manufaktur. CNC merupakan mesin perkakas terbaru yang pengoperasiannya di kenalikan oleh program komputer dengan kontrol sistem numerik [1]. Berdasarkan segi ekonomi, pembiayaan mesin CNC ini dipengaruhi oleh konsumsi material, biaya produksi dan biaya yang sifatnya tidak langsung. Selain itu perhitungan biaya jual dan biaya produksi juga harus diperhitungkan secara matang. Penggunaan mesin CNC juga harus mempertimbangkan beberapa hal, diantaranya adalah fungsi, kemampuan dan kemudahan bentuk, serta pembebanan [2].

Bahan yang dipilih pada penelitian ini adalah Aluminium 6061. Aluminium 6061 biasanya digunakan untuk kontruksi umum pesawat, kontruksi kapal, frame sepeda, dan suku cadang otomotif (Indomakmur Inti Lestari). Fokus dari penelitian ini adalah mencari pengaruh putaran spindle terhadap waktu dan biaya proses produksi peninggi shock breaker depan pada mesin CNC TU 2A dengan material aluminium 6061.

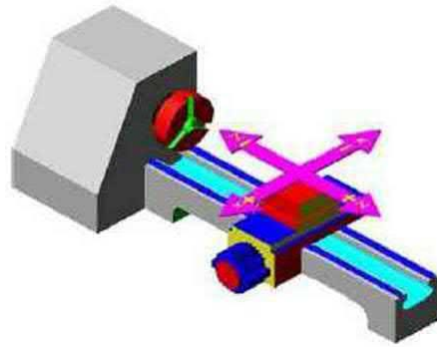
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin *Computer Numerical Control* (CNC)

CNC merupakan salah satu mesin perkakas yang sistem kontrolnya berbasis komputer dan dapat memahami kode G (*G code*) dan N yang mengatur sistem peralatan mesin. Meskipun mesin CNC mampu membaca bahasa numerik, namun mesin CNC tetap membutuhkan operator untuk menjalankannya [3]. Mesin CNC dibagi menjadi 2 yaitu CNC *Training Unit* dan mesin CNC *Production Unit* [4].

Sistem persumbuan yang digunakan mesin CNC adalah sistem koordinat cartesius (searah jarum jam). Arah gerakan dan lambang pada mesin bubut dapat dilihat pada **Gambar 1**.

- Sumbu X : arah gerakan melintang tegak lurus terhadap sumbu putar.
- Sumbu Z : arah gerakan memanjang yang sejajar sumbu putar.



Gambar 1. Mekanisme arah gerakan Mesin Bubut

2.2 Parameter Perautan

2.2.1 Kecepatan putar *Spindle*

Cara untuk mendapatkan kekasaran permukaan yang rendah, proses pembubutan dilakukan dengan kecepatan *spindle* yang tinggi, gerak pemakanan yang kecil, dan kedalaman pemakanan yang kecil, sedangkan untuk mendapatkan kekasaran permukaan yang tinggi dilakukan proses pembubutan dengan kecepatan *spindle* yang rendah, gerakan pemakanan yang besar dan kedalaman pemakanan yang besar pula [4]. Secara mudah rumus kecepatan potong adalah sebagai berikut [5]:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (1)$$

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} \quad (2)$$

Keterangan :

v = kecepatan potong dalam mm/menit

d = diameter dalam mm

n = bilangan putaran/kecepatan putar dalam putaran/menit (rpm)

$\pi = 3,14$ (konstanta lingkaran)

2.2.2 Gerak Makan, *f* (*feed*)

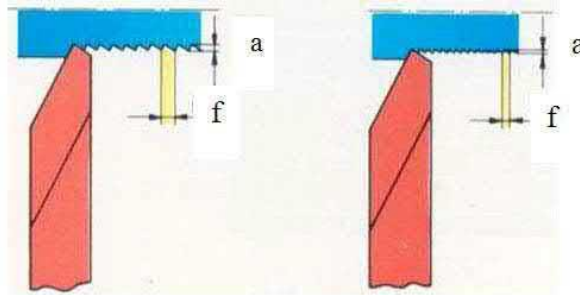
Gambar 7 merupakan gambar makan yaitu jarak yang ditempuh pahat setiap benda kerja berputar satu kali sehingga satuan F [6]. Nilai rata-rata kecepatan gerak pemakanan :

$$F = f \times n \quad (3)$$

F : kecepatan gerak pemakanan (mm/min)

f : gerak makan atau bergesernya pahat (mm/rev)

n : putaran mesin/kecepatan spindle (rpm)



Gambar 7. Gerak makan (f) dan kedalaman potong (a)

2.2.3 Kedalaman Potong (*depth of cut*)

Kedalaman potong adalah tebal bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja, atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong [7].

$$a = \frac{d_o - d_m}{2} \quad (4)$$

Keterangan:

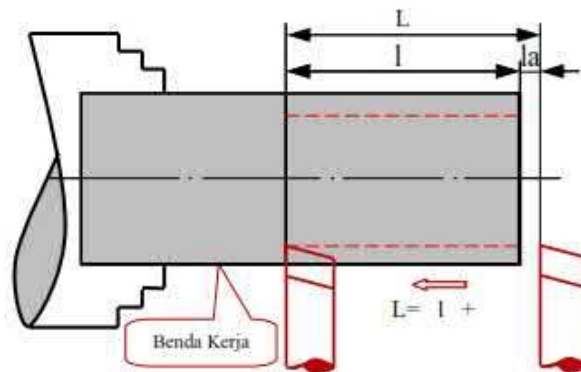
a : kedalaman potong (mm)

d_o : diameter awal (mm)

d_m : diameter akhir (mm)

2.2.4 Waktu Pemesinan Bubut (t_m)

Perhitungan waktu pembuatan produk perlu dihitung untuk perencanaan kegiatan produksi agar berjalan lebih efisien.



Gambar 8. Panjang Langkah Pembubutan Rata

Pada Gambar 8. menunjukkan panjang pembubutan muka ditambah start awal pahat (l_a), untuk nilai kecepatan pemakanan (F), panjang total pembubutan (L), dengan mengacu pada uraian sebelumnya, yaitu:

$$F = f \cdot n \quad (5)$$

Keterangan:

$L = d^2 + l_a$ (mm)

$F = f \cdot n$ (mm/menit)

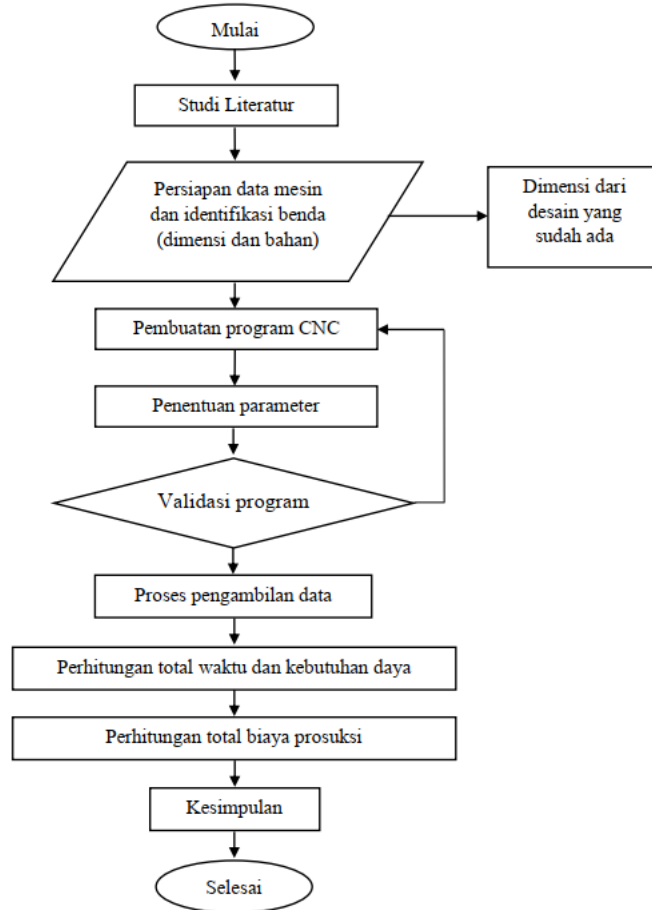
2.3 Aluminium

Alumunium adalah logam ringan mempunyai hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat yang baik lainnya seperti ketahanan korosi. Kekuatan mekaniknya sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, memberikan sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah.

Material ini digunakan di dalam bidang yang luas, bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, dan konstruksi [8].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 9. Diagram alir penelitian

3.2 Alat dan Bahan

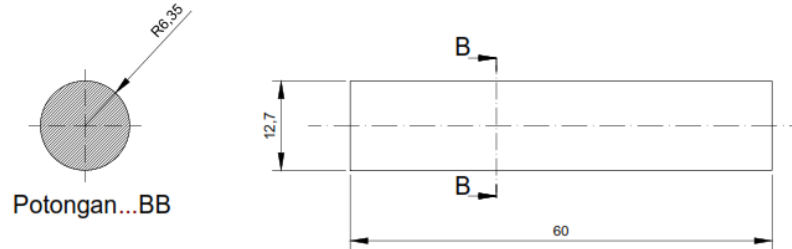
3.2.1 Data alat

1. Jangka Sorong
Spesifikasi Jangka Sorong
 - a) *Type* : 0.02 MM
 - b) *Accuracy* : +/- 0.07 MM.
 - c) *Graduation* : 0.02 MM.
 - d) *Jaw Depth* : 40 MM.
 - e) *Material* : *Stainless Steel*.
 - f) *Maximum Measurement*: 0-150 MM.
2. *Stopwatch*
Stopwatch yang digunakan adalah stopwatch di smartphone realme 5i
3. CNC TU 2A MTU 150

3.2.2 Data bahan

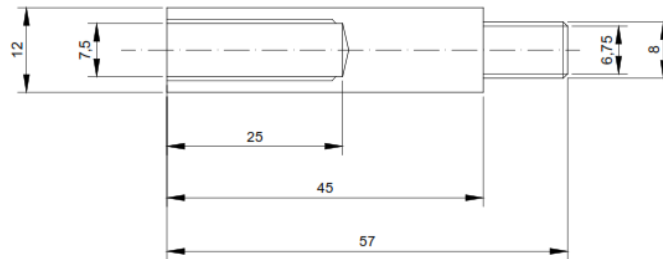
1. Aluminium 6061
Spesifikasi Aluminium 6061

- a) Mempunyai titik lebur 660 °C
- b) Kekuatan tarik 123,56 MPa
- c) Massa jenis 2.70 g/cc,
- d) Konduktifitas termal pada 25°C



Gambar 11. Raw material dalam satuan milimeter

3.2.4 Desain dan dimensi benda kerja yang akan di proses



Gambar 12. desain dan dimensi benda kerja dalam satuan millimeter

3.2.5 Pembuatan program CNC

Pembuatan program CNC berkoordinasi dengan *toolman* mesin CNC SMK YPM 12 Tuban

3.5 Penentuan parameter

Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- 1) Variabel tetap
 - a. Kedalaman pemakanan 0,5 mm
 - b. Kecepatan pemakanan 35 mm/menit
 - 2) Variable bebas
 - a. Kecepatan putar *spindle* yang digunakan adalah 1.700, 2.200 dan 2.700 rpm.
 - 3) Variable kontrol
 - a. Mesin CNC TU 2A MTU 150
 - b. Benda kerja aluminium 6061 dengan dimensi diameter : 12,7 mm dan Panjang (L) : 60 mm
 - c. Jangka sorong
- Diasumsikan terkalibrasi.

3.6 Validasi program

Tahap ini merupakan tahap penentuan program yang hasil simulasinya berjalan dengan baik pada mesin CNC TU 2A MTU 150. Beberapa variasi yang telah di tentukan menghasilkan output waktu yang berbeda.

3.7 Proses pengambilan data

Tahap ini adalah dimana benda kerja di proses di mesin CNC dan di ambil datanya menggunakan data yang yang tertampil di layar mesin CNC dan *stopwatch smartphone*.

3.8 Perhitungan waktu total dan kebutuhan daya

Waktu total proses produksi merupakan keseluruhan waktu proses pengerjaan dengan hasil paling optimal dan juga waktu permesinan non-produktif. Setelah mendapatkan waktu yang optimal, dihitung juga kebutuhan daya untuk pengerjaan benda di CNC TU 2A MTU 150.

3.9 Perhitungan biaya total proses produksi

Langkah penghitungan biaya produksi adalah mengkonversi total daya menjadi cost dengan mempertimbangkan aspek-aspek lain yang memicu timbulnya biaya tambahan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data harga benda kerja, UMR, peralatan, dan tarif listrik

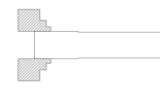




Data harga yang dibutuhkan untuk proses produksi peninggi shock breaker adapun perinciannya adalah sebagai berikut:

- Harga aluminium 6061 diameter satu inch panjang 10cm = Rp. 16.000,-
- Harga mata pahat rata *insert* karbida = Rp. 25.000,-
Harga mata pahat insert ulir karbida = Rp. 29.325,-
Harga mata pahat pahat bor besi = Rp. 36.800,-
- Upah minimum regional Tuban = Rp. 2.539.000,-
- Tarif listrik golongan 53kva = Rp. 1.444,70,-/KWH

4.2 Langkah pengerjaan

Proses pembuatan peninggi *shock breaker* depan dilakukan proses pemesinan pada mesin bubut, seperti diuraikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Uraian langkah pengerjaan

Langkah	Uraian	Gambar
1	Pembubutan rata	
2	Pembubutan bertingkat	
3	Pembuatan ulir	
4	Drilling dan boring benda kerja	
5	Pembuatan ulir dalam	

4.3 Perhitungan waktu produksi

4.3.1 Waktu produktif

Jumlah hasil perhitungan waktu proses pemseinan pada benda kerja seperti pada **Tabel 4.2**

Tabel 4. waktu produktif

No	Langkah waktu produktif	Waktu pemotongan (menit) pada putaran <i>spindle</i> (rpm)		
		1700 (rpm)	2200 (rpm)	2700 (rpm)
	Bubut rata			
1	Pembubutan rata	2.25	2.28	2.31

2	Pembubutan bertingkat	6	6.05	6.1
Bubut ulir		50(rpm)		
3	Pembuatan ulir	1.27	1.27	1.27
4	Drilling dan boring benda kerja	1.9	1.9	1.9
5	Pembuatan ulir dalam	2.73	2.73	2.73
Total (menit/benda kerja)		14.25	14.33	14.41

4.3.2 Waktu non produktif(t_a)

Waktu nonproduktif memiliki persamaan sebagai berikut

$$t_a = t_{LW} + t_{AT} + t_{RT} + t_{UW} + \frac{t_s}{n_t} \quad (13)$$

t_a = Waktu Non Produktif (min/produk)

t_{LW} = Waktu Pemasangan Benda Kerja (min/produk)

t_{AT} = Waktu Penyiapan(*setting zero point*) (min/produk)

t_{RT} = Waktu Pengakhiran (min/produk)

t_{UW} = Waktu Pengambilan Produk (min/produk)

$\frac{t_s}{n_t}$ = Penyiapan Mesin Beserta Perlengkapannya(menyalakan mesin dan pasang pahat)(min/produk)

Maka:

$$\begin{aligned} t_a &= (15 \times 2) + (128 \times 2) + (8 \times 2) + (5 \times 2) + (385/1) \\ &= 697 \text{ detik/produk} \\ &= 11,62 \text{ menit/produk} \end{aligned}$$

Jadi waktu total produksi adalah seperti yang ditampilkan di Tabel 5

Tabel 5. waktu total produksi

	1700 rpm (min/produk)	2200 rpm (min/produk)	2700 rpm (min/produk)
Waktu produktif	14.25	14.33	14.41
Waktu nonproduktif	11.62	11.62	11.62
Waktu total	25.87	25.95	26.03

Dari tabel diatas, semakin tinggi putaran *spindle* maka semakin lama proses pememnsinan tersebut, walaupun tidak terlalu besar jaraknya.

4.4 Perhitungan biaya produksi

Perhitungan yang ditampilkan menggunakan putaran *spindel* 1.700 rpm

4.4.1 Biaya material(C_M)

Material yang digunakan adalah aluminium 6061 berukuran diameter 0,5 inch dan panjang 6 cm. Diketahui dari lampiran harga aluminium 6061 berukuran diameter satu inch dan panjang 10 cm Rp. 16.000,- Setiap cm harganya Rp. 1.600,- diasumsikan bahwa diameter 0,5 inch harganya setengah dari harga satu inch. Jadi aluminium 6061 berukuran diameter 0,5 inch dengan panjang satu cm Rp. 800,-. Jika 6 cm maka Rp. 4.800,- / benda kerja. Kemudian di masukkan ke persamaan biaya material

$$\begin{aligned} C_M &= C_{MO} + C_{MI} \\ C_M &= (\text{Rp. } 4.800,-) + (\text{Rp. } 30.000,-) \\ C_M &= \text{Rp. } 34.800,- / \text{ produk} \end{aligned}$$

4.4.2 Biaya produksi(C_p)

Ongkos produksi (satu proses di antara beberapa urutan proses yang erat berkesinambungan) dapat di perinci menjadi ongkos penyiapan dan peralatan, ongkos pemrosesan dan ongkos bahan habis.

$$C_p = C_r + C_m + C_e \quad (14)$$

C_p = Ongkos produksi ; Rp/produk
 C_r = Ongkos penyiapan dan peralatan ; Rp/produk
 C_m = Ongkos pemesinan ; Rp/produk
 C_e = Ongkos pahat ; Rp/produk

4.4.3 Ongkos penyiapan alat khusus(C_r)

Pada ongkos peralatan khusus yang diperlukan hanya pembuatan program cnc.

$$C_r = (C_{set} + C_{fix} + C_{pr}) / n_t \quad (15)$$

C_r = Ongkos penyiapan dan peralatan khusus ; Rp
 C_{set} = Ongkos pengaturan/setting mesin ; Rp
 C_{fix} = Ongkos perkakas bantu cekam (fixture) ; Rp
 C_{pr} = Ongkos penyiapan design CAD (hanya berlaku bagi mesin perkakas NC) ; Rp
 n_t = Jumlah produk yang dibuat ; pcs

$$C_r = (0 + 0 + (\text{Rp. } 50.000,-))/1$$

$$C_r = \text{Rp. } 50.000,- / \text{ produk}$$

4.4.4 Biaya pemesinan(C_m)

Biaya pemesinan ada dua komponen yaitu:

$$C_m = c_m \cdot t_m \quad (15)$$

C_m = Ongkos pemesinan : Rp/produk
 c_m = Ongkos operasi mesin (beban dari mesin, operator,) persatuan waktu ; Rp/min
 t_m = Waktu pemesinan ; min/produk

Upah minimum regional Tuban adalah Rp. 2.540.000,-/bulan, maka
 $2.540.000 / 25 = \text{Rp. } 102.000,-/\text{hari}$
 $102.000 / 8 = \text{Rp. } 12.750,-/\text{jam}$
 $12.750 / 60 = \text{Rp. } 212,5,-/\text{menit}$

Listrik yang digunakan di Lab cnc SMK YPM 12 tuban adalah 53KVA dan termasuk ke golongan B-2 TR 6.600 VA – 200 KVA. Tarif listrik adalah Rp. 1.444,70,-/KWH.
 Jika mesin cnc TU 2A membutuhkan listrik 1KVA = 0,8KW., maka $0.8 \text{ KW} \times (\text{Rp. } 1.444,70,-) / 60 = \text{Rp. } 19,26,- / \text{ menit}$

Lalu di substitusikan ke persamaan biaya pemesinan(C_m)

$$C_m = ((\text{Rp. } 212,5,-) + (\text{Rp. } 19,26,-)) \times (25.87 \text{ menit})$$

$$C_m = \text{Rp. } 5.995,- / \text{ produk}$$

Kemudian dari hasil C_r dan C_m di substitusikan ke persamaan biaya produksi(C_p)

$$C_p = C_r + C_m + C_e$$

$$C_p = (\text{Rp. } 50.000,-) + (\text{Rp. } 5.995,-) + ((\text{Rp. } 25.000,-) + (\text{Rp. } 29.325,-) + (\text{Rp. } 36.800,-) + (\text{Rp. } 30.000,-))$$

$$C_p = \text{Rp. } 177.120,- / \text{ produk}$$

4.4.5 Biaya total produksi(C_u)

Kemudian di substitusikan ke persamaan biaya total produksi.

$$C_u = C_M + C_{plan} + \sum C_p$$

$$C_u = C_M + (0.08 \times C_u) + \sum C_p$$

$$C_u (1-0.08) = C_M + \sum C_p$$

$$C_u = \frac{C_M + \sum C_p}{(1-0.08)}$$

$$C_u = \frac{(Rp.34.800,-) + (Rp.177.120,-)}{(1-0.08)}$$

$$C_u = \mathbf{Rp. 230.347,- / produk}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan data pada **Tabel 5.** sebagai berikut:

Tabel 5. Biaya total produksi

Putaran <i>spindle</i> (Rpm)	Biaya produksi (Rp/produk)
1.700	230.347,-
2.200	230.368,-
2.700	230.388,-

4.5 Asumsi biaya per produk jika produksi massal(50pcs)

Jika produk yang akan di produksi sebanyak 50 pcs menggunakan putaran *spindle* 1.700 rpm, maka biaya per produknya adalah sebagai berikut:

4.5.1 biaya material(C_M)

$$C_M = C_{MO} + (C_{MI} / n_t)$$

$$C_M = (Rp. 4.800,-) + (Rp. 30.000,- / 50)$$

$$C_M = \mathbf{Rp. 5.300,- / produk}$$

4.5.2 Biaya penyiapan alat khusus(C_r)

$$C_r = (C_{set} + C_{fix} + C_{pr}) / n_t$$

$$C_r = (0 + 0 + (Rp. 50.000,-)) / 50$$

$$C_r = \mathbf{Rp. 1000,- / produk}$$

4.5.3 Biaya pemesinan(C_m)

Biaya pemesinan tetap sama yaitu: Rp. 5.995,- / produk

4.5.4 Biaya produksi(C_p)

$$C_p = C_r + C_m + (C_e / n_t)$$

$$C_p = (Rp. 1000,-) + (Rp. 5.995,-) + (((Rp. 25.000,-) + (Rp. 29.325,-) + R(p. 36.800,-) + (Rp, 30.000,-)) / 50)$$

$$(Rp. 1.000,-) + (Rp. 5.995,-) + (Rp. 2.422,-)$$

$$C_p = \mathbf{Rp. 9.417,- / produk}$$

4.5.5 Biaya total produksi(C_u)

$$C_u = C_M + C_{plan} + \sum C_p$$

$$C_u = C_M + (0.08 \times C_u) + \sum C_p$$

$$C_u (1-0.08) = C_M + \sum C_p$$

$$C_u = \frac{C_M + \sum C_p}{(1-0.08)}$$

$$C_u = \frac{(Rp. 5.300,-) + (Rp. 9.417,-)}{(1-0.08)}$$

$$C_u = \mathbf{Rp. 15.997,- / produk}$$

4.6 Pembahasan

Perhitungan waktu dan biaya pada proses produksi peninggi *shock breaker* depan pembahasannya sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan yang dilakukan diperoleh waktu total proses produksi yang dipengaruhi oleh komponen waktu produktif dan non produktif. Hasil komponen waktu tersebut adalah sebagai berikut:
 - a. Waktu produktif
Waktu produktif adalah waktu yang dipengaruhi variable proses(Taufiq Rochim2007). Pada variasi putaran *spindle* 1.700, 2.200 dan 2.700 rpm secara berturut-turut di dapatkan waktu sebesar 14.25, 14.33 dan 14.41 menit/produk
 - b. Waktu non produktif
Waktu non produktif adalah waktu tidak produktif saat pengerjaan benda kerja(Taufiq Rochim 2007). Pada penelitian ini didapatkan waktu non produktif sebesar 11.62 menit/produk
 - c. Waktu total produksi
Pada penelitian ini waktu total produksi di dapatkan dengan menjumlahkan waktu produktif pada putaran *spindle* 1.700, 2.200, 2.700 rpm dan waktu non produktif hasilnya secara berturut-turut sebesar 25.87, 25.95 dan 26/03 menit/produk.
2. Hasil perhitungan yang dilakukan, diperoleh data biaya produk tersebut . Hasil data biaya tersebut adalah sebagai berikut:
 - a. Biaya material di dapatkan sebesar: Rp. 34.800,-/produk
 - b. Biaya penyiapan alat khusus di dapatkan sebesar: Rp. 50.000,-/produk
 - c. Biaya pemesinan dengan variasi putaran *spindle* 1.700, 2.200 dan 2.700 secara berturut-turut di dapatkan sebesar: Rp. 5.995,- Rp. 6.014,- Rp. 6.032,-/produk
 - d. Biaya produksi dengan variasi putaran *spindle* 1.700, 2.200 dan 2.700 secara berturut-turut di dapatkan sebesar: Rp. 177.120,- Rp. 177.139,- Rp. 177.159,-/produk
 - e. Biaya total produksi dengan variasi putaran *spindle* 1.700, 2.200 dan 2.700 secara berturut-turut di dapatkan sebesar: Rp. 230.347,- Rp. 230.368,- Rp. 230.388,-/produk.

Tabel 6. Total waktu dan biaya produksi

Putaran <i>spindle</i> (Rpm)	Waktu total produksi (menit/produk)	Biaya produksi (Rp/produk)
1.700	25.87	230.347,-
2.200	25.95	230.368,-
2.700	26.03	230.388,-

- f. Asumsi biaya total produksi dengan putaran *spindle* 1.700 rpm jika produksi 50 pcs benda kerja maka biaya per produknya adalah Rp. 15.997,-/produk. Tabel 7. Perbandingan biaya antara produksi masal(50pcs) dan tidak masal(satu pcs).

Putaran <i>spindle</i> (Rpm)	Banyak benda yang akan di produksi (pcs)	Biaya produksi (Rp/produk)
1.700	50	15.997,-
1.700	1	230.347,-

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan waktu dan biaya pada proses produksi peninggi *shock breaker* depan dengan variasi putaran *spindle* 1.700, 2.200, 2.700 rpm dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu total produksi dengan variasi putaran *spindle* 1.700, 2.200, 2.700 rpm dan waktu total produksi hasilnya secara berturut-turut sebesar 25.87, 25.95 dan 26.03 menit/produk.
2. Biaya total produksi dengan variasi putaran *spindle* 1.700, 2.200 dan 2.700 secara berturut-turut di dapatkan sebesar: Rp. 230.347,- Rp. 230.368,- Rp. 230.388,-/produk.
3. Waktu paling rendah di dapatkan pada putaran *spindle* 1.700 rpm selama 25.87 menit/produk dan waktu paling tinggi di dapatkan pada putaran *spindle* 2.700 rpm selama 26.03 menit/produk
4. Biaya total produksi paling rendah di dapatkan pada putaran *spindle* 1.700 rpm sebesar Rp. Rp. 230.347,-/produk dan biaya total produksi paling tinggi di dapatkan pada putaran *spindle* 2.700 rpm sebesar Rp. 230.388,-/produk

5. Hasil asumsi jika produksi masal(50pcs), maka biayanya adalah Rp. 15.997,-/produk

5.2 Saran

Saran yang diberikan adalah:

1. Harapannya penelitian selanjutnya meneliti tentang variasi rpm yang lain.
2. Harapannya penelitian selanjutnya meneliti penggunaan mesin PU.
3. Harapannya penelitian selanjutnya meneliti variasi kecepatan makan terhadap biaya dan waktu produksi.
4. Harapannya penelitian selanjutnya meneliti tentang biaya penyusutan per tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kurniawan P. dan Arif M., "*Pengaruh Variasi Kedalaman Pemakanan Dan Kecepatan Putar Spindle Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Aluminium 6061 Pada Mesin Cnc Tu- 2a dengan Program Absolut G01*", Jurnal Teknik Mesin, 2014, 3(1):120-125.
- [2] Lesmono Indra, dan Yunus, "*Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Dan Kekerasan Permukaan Baja St. 42 Pada Proses Bubut Konvensional*", Jurnal Teknik Mesin, 2013, 1(3):48-55.
- [3] Mashudi Amir dan Susanti Nur, "*Pengaruh Media Pendingin Dan Kecepatan Putar Spindle Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Finishing Menggunakan Mesin Bubut Cnc Pu*", JPTM, 2010, 09(3):57-66.
- [4] Wibowo Aji, "*Pengaruh Variasi Kecepatan Putar Spindel Dan Bahan Pahat Terhadap Kehalusan Permukaan Baja Ems 45 Pada Mesin Cnc Tu-2a Dengan Program Absolut*", Skripsi, Program S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2010.
- [5] Prasetya Tri, "*Pengaruh Gerak Pemakanan Dan Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Logam Hasil Pembubutan Pada Material Baja HQ 760*", Skripsi, Program S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2010.
- [6] Purnomo Agi, "*Analisa Kekasaran Permukaan Aluminium Yang Dibubut Menggunakan Variasi Jenis Pahat*", Skripsi, Program S1 Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, Inderalaya, 2016.
- [7] Paridawati, "*Pengaruh Kecepatan Dan Sudut Potong Terhadap Kekasaran Benda Kerja Pada Mesin Bubut*", Bekasi: Jurnal Ilmiah teknik Mesin 3(1), 2015.
- [8] Wicaksosno Henu, "*Pengaruh Variasi Media Pendingin Dan Kecepatan Putar Spindle Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Finishing Menggunakan Mesin Bubut Cnc Pu Fanuc Series Oi Mate-Tc*", Skripsi, Program S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2017.