



Pengaruh Variasi Parameter Proses Pembubutan Poros untuk Menghasilkan Kondisi Pemotongan Ekonomik dan Kondisi Pemotongan Produktif

Edo Sunardi¹, Sobron Yamin Lubis², Rosehan³

Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara Jakarta^(1,2,3)

DOI: 10.31004/jutin.v6i1.16414

• Corresponding author:

[edo.515190009@stu.untar.ac.id] [rosehan@ft.untar.ac.id] [sobronl@ft.untar.ac.id]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Variasi Parameter,
Pembubutan Poros,
Pemotongan Ekonomik,
Pemotongan Produktif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara dalam menentukan parameter proses pembubutan poros yang optimal agar menghasilkan biaya produksi minimal dan jumlah produksi maksimal, kemudian untuk mengetahui nilai parameter proses pembubutan poros yang optimal agar menghasilkan biaya produksi minimal dan jumlah produksi maksimal dalam penelitian ini. Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental yang dimulai dengan pembuatan gambar kerja poros sampai dengan proses pembubutan. Berdasarkan hasil data pengujian yang diperoleh menunjukkan bahwa, maka kesimpulan yang didapatkan, antara lain: Semakin besar nilai kecepatan potong yang digunakan, maka akan mempersingkat waktu pemesinan. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan contoh menggunakan feed yang sama yaitu 0,25 mm/r. Semakin besar nilai feed yang digunakan, maka akan mempersingkat waktu pemesinan. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan contoh menggunakan kecepatan potong yang sama yaitu 180 m/min. Pada penggunaan parameter kecepatan potong roughing 180 m/min dan kecepatan potong finishing 251 m/min. Semakin besar nilai kecepatan potong yang digunakan, maka nilai kekasaran permukaan semakin rendah

Abstract

Keywords:

*CParameter Variation,
Shaft Turning,
Economical Cutting,
Productive Cutting.*

This study aims to find out how to determine the optimal shaft turning process parameters to produce minimum production costs and maximum production quantities, then to determine the optimal shaft turning process parameter values to produce minimum production costs and maximum production quantities in this study. In this study, an experimental research method was used which began with making working drawings of the shaft up to the turning process. Based on the results of the test data obtained, it shows that , the conclusions obtained include: The greater the value of the cutting speed used, the machining time will shorten. This can be proven by an example using the same feed, namely 0.25 mm/r. The greater the value of the feed used, the machining time will be shortened. This can be proven by an example using the same cutting speed of 180 m/min. In the use of the parameter roughing cutting speed of 180 m/min and finishing cutting speed of 251 m/min. The greater the value of the cutting speed used, the lower the surface roughness value.

1. PENDAHULUAN

Proses pemesinan merupakan proses manufaktur yang memiliki proses utama yaitu menghilangkan sebagian material dari suatu material dasar (Kurniawan, 2017), sehingga memenuhi bentuk dan ukuran serta kualitas yang diinginkan (Abdillah, 2019). Salah satu proses pemesinan yang banyak dilakukan yaitu proses pembubutan (Faradiba, 2020). Proses pembubutan merupakan proses permesinan untuk menghasilkan benda-benda berbentuk silindris dengan cara melakukan proses pemakanan dengan cara memutar benda kerja kemudian dilakukan proses pemotongan menggunakan pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja (Groover, 2020). Salah satu komponen yang banyak diproduksi menggunakan mesin bubut yaitu poros (Sherly et al., 2021). Poros merupakan komponen mesin yang berputar yang berfungsi meneruskan putaran dari satu komponen ke komponen yang lain (Sularso & Suga, 2004).

Oleh karena hal tersebut, maka perencanaan kondisi proses pemesinan perlu ditunjang dengan data mengenai biaya operasi, biaya pahat, dan data parameter pemesinan agar kondisi proses pemesinan berjalan sesuai dengan tujuan sebaik mungkin (optimum) (Sularso & Suga, 2004). Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia, kata optimasi atau optimalisasi berasal dari kata dasar optimal yang memiliki arti terbaik (Hara et al., 2016), tertinggi, serta yang paling menguntungkan, sehingga kata optimasi atau optimalisasi yaitu suatu tindakan, metodologi, atau proses untuk membuat desain, sistem, atau keputusan agar lebih sempurna, fungsional (MIJIBARAHMAN, n.d.), atau efektif (Rochim, 1993b). Pada optimasi proses pemesinan perlu memperhatikan juga mengenai faktor-faktor kendala seperti gaya dan daya pemotongan, umur pahat (Mustafik, 2020), kekasaran permukaan produk yang dihasilkan, serta keterbatasan variabel mesin yang bisa diatur seperti kecepatan putaran spindle dan kecepatan pemakanan (Rochim, 1993a).

Berkaitan dengan faktor-faktor kendala tersebut, salah satu cara untuk menurunkan biaya produksi dan meningkatkan kecepatan produksi yaitu menurunkan waktu pemotongan (t_c) dengan cara memperbesar gerak makan (f) dan kecepatan potong (v) (Thamrin et al., 2018), namun dalam hal tersebut perlu dipertimbangkan terhadap penurunan umur pahat. Apabila umur pahat semakin pendek dan semakin sering diganti, maka pada suatu kondisi tertentu produktivitas tidak mungkin ditingkatkan lagi, melainkan semakin turun. Kemudian juga semakin sering pahat diganti/diasah maka biaya pemakaian pahat akan semakin tinggi, sehingga pada suatu kondisi tertentu biaya produksi tidak lagi semakin turun, melainkan membesar kembali (Budiman & Richard, 2007). Dalam hal tersebut menunjukkan sebuah gambaran bahwa ada suatu kondisi pemotongan yang menghasilkan produktivitas tertinggi dan biaya produksi terendah (Tschätsch & Reichelt, 2009).

2. METODE

A. Metode Penelitian

Pada penelitian ini, metode penelitian yang digunakan yaitu metode penelitian eksperimental yang dimulai dengan pembuatan gambar kerja poros sampai dengan proses pembubutan (Ritonga, 2023).

B. Waktu Dan Lokasi

Tempat pelaksanaan penelitian yaitu di Pusat Pengembangan Kompetensi Pendidik, Tenaga Kependidikan, dan Kejuruan (P2KPTK2) Jakarta Barat yang beralamat di Jl. Kerajinan No. 42 Jakarta Barat dan waktu penelitian dilaksanakan pada Maret-Juli 2022.

C. Alat Dan Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain:

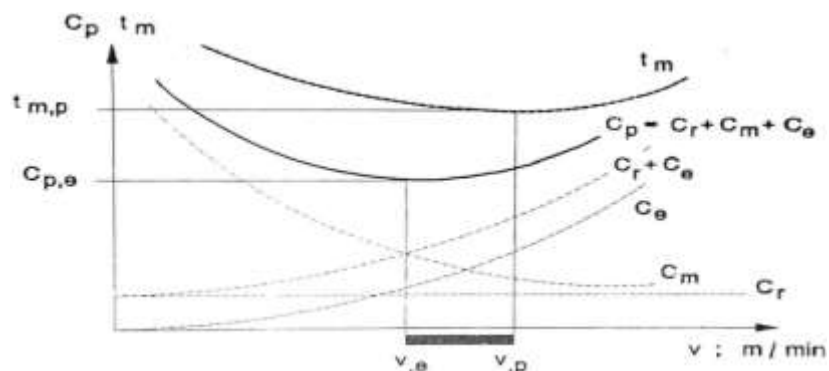
- a. Pahat Insert Carbide.
Pahat insert carbide yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pahat merek ISCAR dengan tipe TNMG160408-GN IC8250.
- b. Baja VCN 150
Material yang digunakan dalam proses pembubutan poros pada penelitian ini yaitu VCN 150 dengan diameter 40 mm dan panjang 100 mm.

Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Hardware
Pertama Mesin Bubut CNC, digunakan dalam melakukan proses pembubutan terhadap benda kerja menjadi bentuk poros. Mesin bubut CNC yang digunakan pada penelitian ini yaitu Siemens T-6. Kedua Alat Pengukur Kekasaran Permukaan, digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan benda kerja yang telah dilakukan proses pembubutan. Ketiga Jangka Sorong, digunakan untuk mengukur dimensi benda kerja seperti panjang dan diameter.
- b. Software
Aplikasi Fusion 360, digunakan dalam pembuatan gambar kerja poros.

D. Teknik Pengumpulan Dan Pengambilan Data

Pengambilan data akan dilakukan pada saat proses pembubutan dengan mevariasikan parameter pembubutan seperti kecepatan pemotongan (v) dan gerak makan (f). Penentuan parameter pembubutan mengacu berdasarkan buku katalog terkait mata pahat carbide yang digunakan. Setelah didapatkan parameter pembubutan dari buku katalog, maka dilakukan perhitungan untuk mencari parameter pembubutan untuk kondisi ekonomik (menghasilkan biaya produksi minimal) dan parameter pembubutan untuk kondisi produktif (menghasilkan produk sebanyak mungkin dengan waktu seminimal mungkin). Kemudian apabila sudah didapatkan parameter pembubutan untuk kondisi ekonomik dan kondisi produktif seperti pada Gambar 3.2, maka antara rentang parameter pembubutan untuk kondisi ekonomik dan kondisi produktif (daerah optimum) akan dibagi menjadi beberapa variasi parameter seperti kecepatan potong (v) dan gerak makan (f) yang akan diterapkan pada saat proses pembubutan.

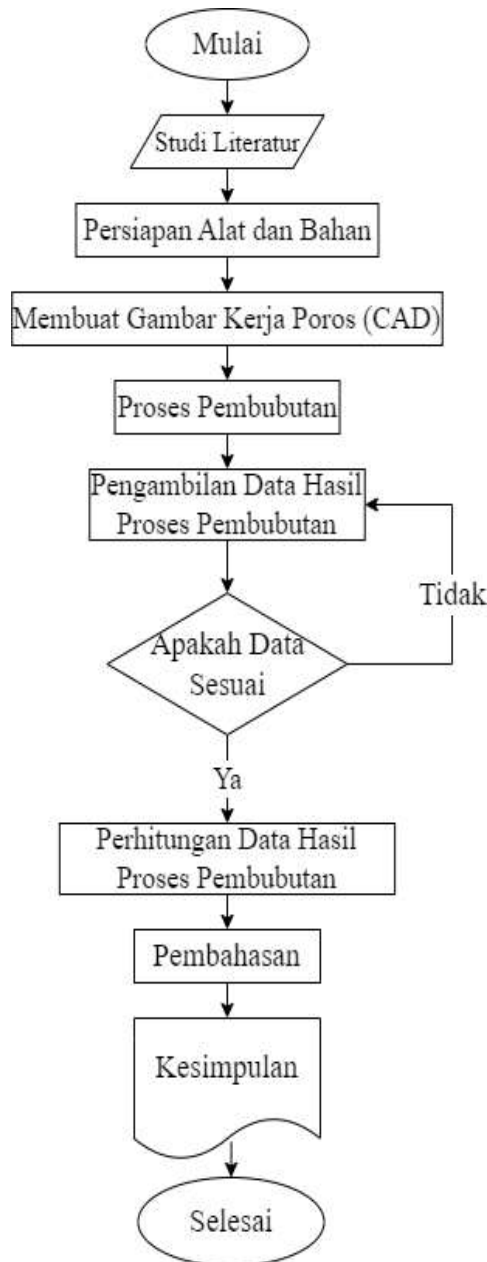


Gambar 1 Grafik mengenai Optimum Cutting Speed (Rochim, 1993b)

Pada saat melakukan proses pembubutan, dilakukan pengambilan data yaitu waktu permesinan pada masing-masing variasi parameter pembubutan. Kemudian dilanjutkan dengan mengukur kekasaran permukaan benda kerja yang telah dilakukan proses pembubutan untuk melihat kualitas kekasaran permukaan masing-masing benda kerja berdasarkan variasi parameter proses pembubutan.

E. Teknik Analisis Data

Diagram alir dibuat agar penelitian dapat berjalan secara teratur dalam mencapai tujuan penelitian. Berikut di bawah ini merupakan diagram alir penelitian



Gambar 2 Proses Penelitian

3. PEMBAHASAN

- a. Pembubutan poros yang optimal agar menghasilkan biaya produksi minimal dan jumlah produksi maksimal

Proses pembubutan poros terdiri atas 10 benda kerja dengan melakukan variasi terhadap kecepatan potong sebanyak 5 kecepatan potong (V_c) yaitu mulai dari 140 m/min hingga 251 m/min dan 2 feed (f) yaitu 0.25 mm/r dan 0.35 mm/r. Dari masing-masing proses pembubutan yang dilakukan akan diperoleh waktu pemesinan, kemudian waktu pemesinan yang diperoleh tersebut akan digunakan pada analisis biaya pemesinan dan jumlah produk yang dihasilkan.

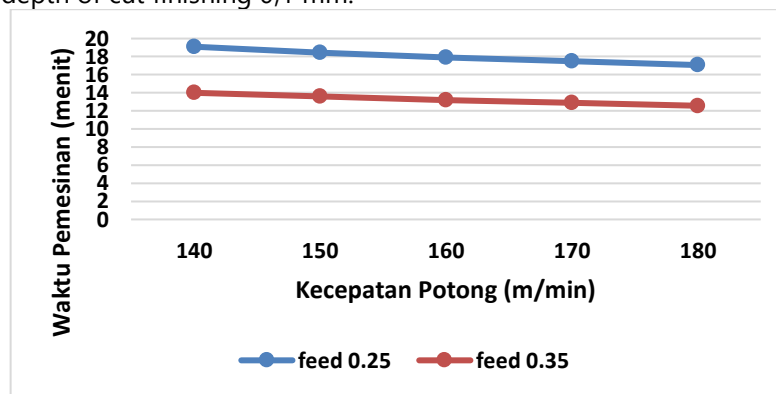


Hasil Pembubutan Poros



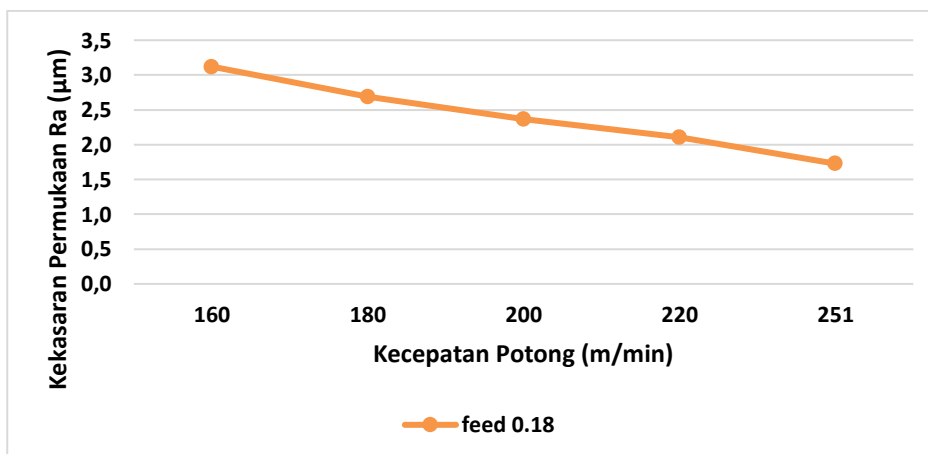
Benda Kerja Hasil Pembubutan

Berdasarkan pengambilan data pada proses pembubutan poros yang telah dilakukan, dapat terlihat apabila semakin besar nilai kecepatan potong (V_c) yang digunakan maka akan mempersingkat waktu pemesinan, kemudian apabila semakin besar nilai feed (f) yang digunakan maka waktu pemesinan juga semakin singkat. Waktu proses pembubutan poros yang paling singkat terdapat pada benda kerja ke-10 dengan waktu total 12 menit 34 detik menggunakan parameter kecepatan potong roughing 180 m/min, kecepatan potong finishing 251 m/min, feed roughing 0,35 mm/r, feed finishing 0,18 mm/r, depth of cut roughing 0,5 mm, dan depth of cut finishing 0,1 mm.



Grafik Hubungan Kecepatan Potong dan *Feed* terhadap Waktu Pemesinan

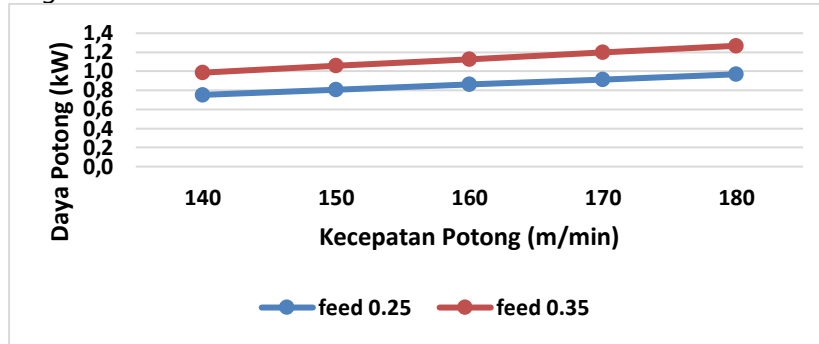
Berdasarkan pengambilan data pada proses pembubutan poros yang telah dilakukan, dapat terlihat apabila semakin besar nilai kecepatan potong (V_c) yang digunakan maka akan menyebabkan nilai kekasaran permukaan menjadi semakin rendah. Nilai kekasaran permukaan terendah terdapat pada rata-rata nilai kekasaran permukaan benda kerja 5 dan 10 dengan nilai R_a 1,727 μm menggunakan parameter kecepatan potong 251 m/min, feed 0,18 mm/r, dan depth of cut 0,1 mm.



Grafik hubungan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan

b. Perhitungan Kecepatan Potong Kondisi Ekonomik dan Produktif

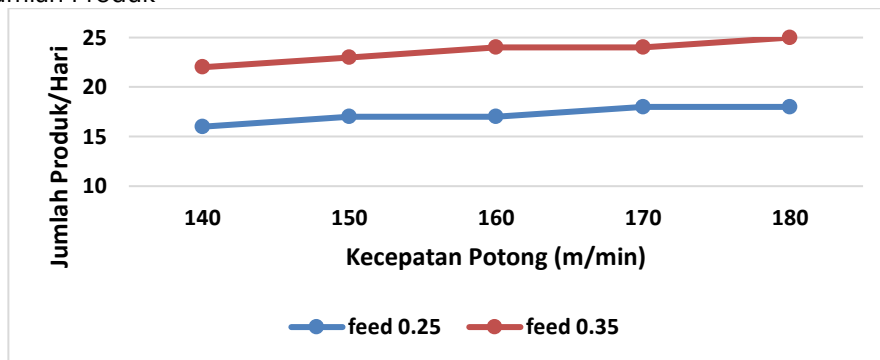
- Perhitungan Daya Potong



Grafik hubungan kecepatan potong terhadap daya potong

Terlihat bahwa apabila nilai kecepatan potong yang digunakan semakin besar maka daya potong yang terjadi semakin besar. Kemudian semakin besar nilai feed yang digunakan maka daya potong yang terjadi juga semakin besar. Dalam hal ini menunjukkan bahwa besar kecepatan potong dan feed berbanding lurus dengan daya potong (Suhendi & Yoto, 2019).

- Perhitungan Jumlah Produk



Grafik hubungan kecepatan potong dan *feed* terhadap jumlah produk/hari

Terlihat bahwa semakin besar nilai kecepatan potong yang digunakan maka jumlah produk yang dapat diproduksi dalam satu hari semakin banyak. Kemudian semakin besar nilai feed yang digunakan maka jumlah produk yang dapat diproduksi dalam satu hari juga semakin banyak (Abdulloh, n.d.). Hal tersebut disebabkan karena nilai kecepatan potong dan feed berbanding terbalik dengan waktu pemesinan, sehingga apabila nilai kecepatan potong dan feed yang digunakan semakin besar maka waktu pemesinan akan semakin singkat. Oleh karena itu, maka jumlah produk yang dapat diproduksi dalam satu hari juga akan semakin banyak. Kemudian dapat juga disimpulkan bahwa pada kecepatan potong 180 m/min (roughing) yang diposisikan sebagai kecepatan potong kondisi produktif yang berfokus pada jumlah produksi yang maksimal ternyata telah sesuai karena menghasilkan jumlah produk terbanyak yaitu 18 produk/hari menggunakan feed 0,25 mm/r dan 25 produk/hari menggunakan feed 0,35 mm/r (Gazali & Rachman, 2018).

- Perhitungan Biaya

Dari 10 benda kerja yang menggunakan parameter pemesinan yang berbeda-beda, dilakukan perhitungan untuk mengetahui biaya produksi pada masing-masing benda kerja.

- Perhitungan Biaya Listrik

Harga listrik per kWh = diasumsikan untuk golongan industri besar dengan daya lebih dari 30.000 kVA yaitu sebesar Rp 996,74/kWh (*Tarif Adjustment*, n.d.)

- Perhitungan Biaya Mesin

Diasumsikan jika mesin beroperasi dalam waktu 25 tahun.

Harga mesin bubut CNC diasumsikan = Rp 450.000.000

Biaya perawatan mesin bubut CNC = diasumsikan 40% dari harga mesin

= 40% . Rp 450.000.000

= Rp 180.000.000

1 tahun = 260 hari kerja

$$C_{\text{investasi mesin}} = \frac{C_{\text{pembelian mesin}} + C_{\text{perawatan}}}{25 \text{ tahun} \times 260 \text{ hari}}$$

$$= \frac{\text{Rp } 450.000.000 + \text{Rp } 180.000.000}{25 \text{ tahun} \times 260 \text{ hari}} = \text{Rp } 96.923/\text{hari}$$

$$C_{\text{mesin}} = \frac{C_{\text{investasi mesin}}}{\text{jumlah produk per hari}}$$

- Perhitungan Biaya Operator

UMR Jakarta = Rp 4.901.798/bulan

Total hari kerja selama 1 bulan = 22 hari

$$C_{\text{operator per hari}} = \frac{\text{UMR Jakarta}}{22 \text{ hari}} = \frac{\text{Rp } 4.901.798}{22 \text{ hari}} = \text{Rp } 222.809/\text{hari}$$

$$C_{\text{operator}} = \frac{C_{\text{operator per hari}}}{22 \text{ hari}}$$

- Perhitungan Biaya Pahat

Dalam menghitung biaya pahat, perlu dicari umur pahat pada masing-masing parameter pemesinan yang digunakan terlebih dahulu.

Umur Pahat:

$$v T^n = \frac{C_{TVB} \cdot VB^m}{h^p \cdot b^q}$$

v = Kecepatan potong (m/min), T = Umur pahat (menit), n = 0,3 (didapatkan dari Tabel 2.6), C_{TVB} = 324 m/min (didapatkan dari Tabel 2.6), VB = 0,3 mm ditetapkan sebagai batas keausan tepi pahat., h = 0,5 mm, p = 0,29 (didapatkan dari Tabel 2.6), b = 0,25 untuk *feed* 0,25 mm/r dan 0,35 untuk *feed* 0,35 mm/r, q = Pangkat untuk lebar pemotongan, harganya relatif tetap yaitu 0,1

- Perhitungan Biaya Bangunan

Luas bangunan = diasumsikan 250 m²

Harga bangunan dan tanah = diasumsikan Rp 3.000.000/m² (digunakan selama 25 tahun)

Persentase bunga, pajak, asuransi setiap tahun = diasumsikan 20 %

$$C_{\text{sewa bangunan}} = \frac{\text{luas bangunan} \times \text{harga bangunan \& tanah}}{\text{lama sewa bangunan}} \times \text{persentase b, p, a}$$

$$= \frac{250 \text{ m}^2 \times \text{Rp } 3.000.000/\text{m}^2}{25 \text{ tahun}} \times 120 \% = \text{Rp } 36.000.000/\text{tahun}$$

$$= \frac{\text{Rp } 36.000.000/\text{tahun}}{260 \text{ hari kerja}/\text{tahun}} = \text{Rp } 138.461,53/\text{hari}$$

$$C_{\text{bangunan}} = \frac{C_{\text{sewa bangunan}}}{\text{jumlah produk per hari}}$$

- Perhitungan Biaya Material

C_{M0} = Harga pembelian material baja VCN 150, yaitu Rp 45.000/item (Ø 40 mm dan panjang 100 mm)

C_{M1} = Biaya pengiriman material, diasumsikan 10 % harga material = 10 % x Rp 45.000 = Rp 4.500

$$C_{\text{Material}} = C_{M0} + C_{M1}$$

$$= \text{Rp } 45.000 + \text{Rp } 4.500$$

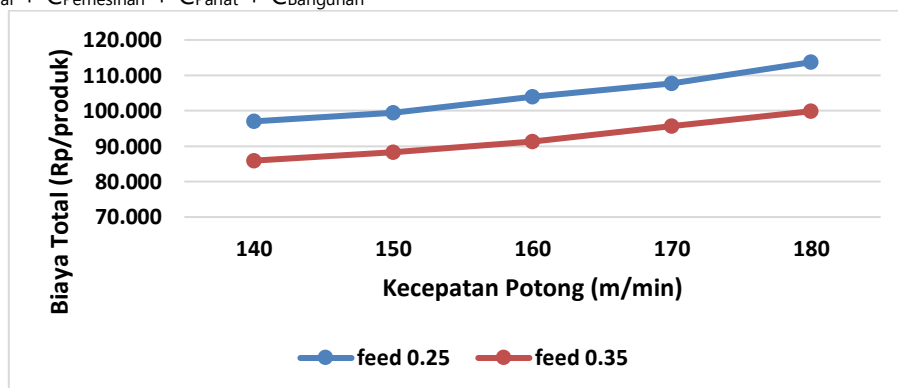
$$= \text{Rp } 49.500/\text{produk}$$

- Perhitungan Biaya Pemesinan

$$C_{\text{Pemesinan}} = C_{\text{listrik}} + C_{\text{mesin}} + C_{\text{operator}}$$

- Perhitungan Biaya Total Produk

$$C_{\text{Produksi}} = C_{\text{Material}} + C_{\text{Pemesinan}} + C_{\text{Pahat}} + C_{\text{Bangunan}}$$



Grafik hubungan kecepatan potong dan *Feed* terhadap biaya total produk

Terlihat bahwa semakin besar nilai kecepatan potong yang digunakan maka biaya total produk yang dibuat semakin meningkat. Sedangkan semakin besar nilai feed yang digunakan maka biaya total produk yang dibuat semakin rendah. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa, besar kecepatan potong berbanding lurus dengan biaya total produk, sedangkan besar feed berbanding terbalik dengan biaya total produk. Kemudian dapat juga disimpulkan bahwa pada kecepatan potong 140 m/min yang diposisikan sebagai kecepatan potong kondisi ekonomik yang berfokus pada biaya produksi yang minimal ternyata telah sesuai karena menghasilkan biaya paling rendah yaitu Rp 97.008,27/produk menggunakan feed 0,25 mm/r dan Rp 85.931,28/produk menggunakan feed 0,35 mm/r.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan yaitu : 1. Semakin besar nilai kecepatan potong yang digunakan, maka akan mempersingkat waktu pemesinan. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan contoh menggunakan feed yang sama yaitu 0,25 mm/r, apabila menggunakan kecepatan potong 140 m/min menghasilkan waktu 19 menit 6 detik dan mengalami penurunan waktu pemesinan secara berkala hingga menghasilkan waktu 17 menit 4 detik pada kecepatan potong 180 m/min. 2. Semakin besar nilai feed yang digunakan, maka akan mempersingkat waktu pemesinan. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan contoh menggunakan kecepatan potong yang sama yaitu 180 m/min, apabila menggunakan feed 0,25 mm/r menghasilkan waktu 17 menit 4 detik, sedangkan jika menggunakan feed 0,35 mm/r menghasilkan waktu 12 menit 34 detik. 3. Pada penggunaan parameter kecepatan potong roughing 180 m/min dan kecepatan potong finishing 251 m/min yang diposisikan sebagai kecepatan potong produktif terbukti menghasilkan produk terbanyak, yaitu 18 produk/hari menggunakan feed 0,25 mm/r dan 25 produk/hari menggunakan feed 0,35 mm/r. 4. Semakin besar nilai kecepatan potong yang digunakan, maka nilai kekasaran permukaan semakin rendah. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan contoh menggunakan feed yang sama yaitu 0,18 mm/r, apabila menggunakan kecepatan potong 160 m/min menghasilkan kekasaran permukaan Ra 3,121 μm dan mengalami penurunan kekasaran permukaan secara berkala hingga menghasilkan kekasaran permukaan Ra 1,727 μm pada kecepatan potong 251 m/min. 5. Semakin besar nilai kecepatan potong yang digunakan, maka biaya produksi akan semakin besar. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan contoh menggunakan feed yang sama yaitu 0,25 mm/r, apabila menggunakan kecepatan potong 140 m/min menghasilkan biaya sebesar Rp 97.008,27/produk dan mengalami peningkatan secara berkala hingga menghasilkan biaya sebesar Rp 113.715,85/produk pada kecepatan potong 180 m/min. 6. Semakin besar nilai feed yang digunakan, maka biaya produksi akan semakin rendah. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan contoh menggunakan kecepatan potong yang sama yaitu 180 m/min, apabila menggunakan feed 0,25 mm/r menghasilkan biaya sebesar Rp 113.715,85/produk, sedangkan jika menggunakan feed 0,35 mm/r menghasilkan biaya sebesar Rp 99.871,11/produk. 7. Pada penggunaan parameter kecepatan potong roughing 140 m/min dan kecepatan potong finishing 160 m/min yang diposisikan sebagai kecepatan potong ekonomik terbukti menghasilkan biaya produksi terendah, yaitu Rp 97.008,27/produk menggunakan feed 0,25 mm/r dan Rp 85.931,28/produk menggunakan feed 0,35 mm/r. a.

5. SARAN

Berdasarkan kesimpulan yang didapatkan, apabila diinginkan proses produksi yang menghasilkan jumlah produk maksimal maka disarankan menggunakan parameter pemesinan kondisi produktif karena telah terbukti pada penelitian ini menghasilkan jumlah produk terbanyak. Sedangkan apabila diinginkan proses produksi yang menghasilkan biaya minimal maka disarankan menggunakan parameter pemesinan kondisi ekonomik karena telah terbukti pada penelitian ini menghasilkan biaya produksi terendah. Kemudian saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dapat dilakukan menggunakan material yang berbeda sehingga dapat dibandingkan agar mendapatkan hasil yang optimal. Selain itu, dapat dilakukan proses pembuatan produk yang berbeda serta menggunakan mesin perkakas yang berbeda.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, H. (2019). Pengaruh kecepatan spindle, kedalaman penyayatan, dan variasi campuran cairan pendingin terhadap kekasaran permukaan baja AISI 304 pada proses pembubutan menggunakan pahat insert karbida. Universitas Negeri Malang.
- Abdulloh, N. H. (n.d.). Manufaktur Mesin Pencampur Benih Bayam Tipe Mobile.
- Budiman, H., & Richard, R. (2007). Analisis Umur dan Keausan Pahat Karbida untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) dengan Metoda Variable Speed Machining Test. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 31–39.

- Faradiba, F. (2020). Buku Materi Pembelajaran Metode Pengukuran Fisika. Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan
- Gazali, E., & Rachman, F. F. (2018). Pengaruh Pembubutan Dengan Sistem Minimum Quantity Lubrication (MQL) Dan Dry Cutting Terhadap Kekasaran Permukaan Dan Konsumsi Daya Listrik Pada Baja Karbon Sedang. Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Groover, M. P. (2020). *Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems*. John Wiley & Sons.
- Hara, A., Gede, I. N., & Poeng, R. (2016). Pengaruh Pemoangan dengan dan Tanpa Cairan Pendingin Terhadap Daya Potong pada Proses Turning. *JURNAL POROS TEKNIK MESIN UNSRAT*, 5(2).
- Kurniawan, D. (2017). Analisis Perilaku Biaya: Suatu Studi Komparasi Konsep Teoretis Dan Praktik Pada Biaya Produksi (Manufacturing Cost). *Substansi: Sumber Artikel Akuntansi Auditing Dan Keuangan Vokasi*, 1(1), 1–24.
- MIJIBARAHMAN, M. (n.d.). Kumpulan Paper Teknik Mesin. Prosiding Seminar Nasional Teknik Tahun 2020 (SENASTIKA 2020).
- Mustafik, R. (2020). Pengaruh Kecepatan Pemakanan Dan Kecepatan Potong Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Baja Vcn 150 Proses Cnc Turning. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Ritonga, P. S. (2023). PENGARUH Kecepatan Potong Pada Proses Pembubutan Kering Baja St50 Menggunakan Pahat Karbida Berlapis (Tialn) Terhadap Kekasaran Permukaan. Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara.
- Rochim, T. (1993a). *Teori & teknologi proses pemesinan*. Jakarta: Higher Education Development Support Project.
- Rochim, T. (1993b). *Teori dan teknologi proses pemesinan*. Jakarta High. Educ. Dev. Support Proj.
- Sherly, A., Widia, N., & Putri, A. M. (2021). Analisis Biaya Tetap (Studi Kasus Pada Toko Pinochio Di Duri). *Research in Accounting Journal (RAJ)*, 1(2), 283–290.
- Suhendi, A., & Yoto, M. (2019). Pengaruh Kecepatan Spindle, Kedalaman Penyayatan, dan Variasi Campuran Cairan Pendingin Terhadap Keausan Pahat Insert Karbida pada Proses Pembubutan. *J. Tek. Mesin Dan Pembelajaran*, 2(2).
- Sularso & Suga, K. (2004). *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*. Jakarta: Pradya Paramita.
- Sularso, M., & Suga, K. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemeliharaan Elemen Mesin*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Tarif Adjustment. (n.d.).
- Thamrin, I., Astuti, A., Twista, M., & Fiqhi, A. (2018). Pemodelan Distribusi Temperatur Mata Pahat Pada Proses Pemesinan Bubut Dengan Variasi Sudut Potong Menggunakan Autodesk Inventor 2016. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 18(1), 45–52.
- Tschätsch, H., & Reichelt, A. (2009). Milling. In *Applied machining technology* (pp. 173–223). Springer.