

ANALISIS DEFLEKSI BENDA KERJA DITINJAU DARI KEDALAMAN POTONG PADA PROSES BUBUT

Yeremia M. Sianturi¹⁾, Stenly Tangkuman²⁾, Irfan Rondonuwu³⁾

Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi
Jln. Kampus UNSRAT Bahu, Manado

ABSTRAK

Penelitian ini memiliki dua tujuan. Tujuan penelitian yang pertama, untuk memperoleh hubungan defleksi benda kerja terhadap gaya potong dan jarak cekam. Tujuan penelitian yang kedua, adalah, melakukan analisis meliputi parameter kedalaman pemotongan dan variasi laju putaran pemotongan yaitu 300 rpm dan 1600 rpm. Hasil penelitian yang pertama, adalah bahwa semakin dalam kedalaman potong semakin besar defleksi yang bisa terjadi. Hasil penelitian yang kedua, adalah perbedaan nilai defleksi terhadap variasi laju putaran pemotongan. Nilai defleksi benda kerja, menunjukkan penurunan yang kecil pada kecepatan putar 300 rpm terhadap 1600 rpm. Namun, secara statistik nilai defleksi adalah konstan, karena nilainya memiliki variasi yang kecil. Penelitian ini menunjukkan bahwa, pada kecepatan putar pemotongan yang rendah, defleksi yang dihasilkan besar jika dibandingkan dengan kecepatan putar pemotongan yang tinggi. Berdasarkan nilai defleksi, putaran pembubutan yang direkomendasikan adalah 1600 rpm.

ABSTRACT

The purpose of this research is to obtain relations of workpiece's deflection toward cutting force related to gripping distance, and to analyze deflection towards parameters of the depth cutting and cutting rotation velocity at 300 rpm and 1600 rpm. The first result, is the deflection of workpiece is getting larger by the depth of cutting is increases. The second result, is the difference of deflection towards cutting rotation velocity variations. Number of workpiece's deflection, showed small reduction at 300 rpm towards 1600 rpm. However, deflections numbers remain constant showed by the statistics data, because of the small variation. This research showed that, at the low cutting velocity the workpiece's deflection is larger compare to high cutting velocity. Refer to deflection number, the recommended cutting velocity is 1600 rpm.

Keywords: *Depth of cutting, Deflection of workpiece, The lathe*

I. PENDAHULUAN

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang mempunyai gerakan utama berputar yang berfungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara meraut benda kerja tersebut dengan suatu pahat potong, posisi benda kerja berputar sesuai dengan sumbu mesin dan pahat bergerak ke kanan / kiri searah sumbu mesin bubut untuk melakukan pemotongan atau pemakanan.

Ketika pemotongan pada proses pembubutan mulai berlangsung, gaya potong akan membesar. Dengan membesar gaya potong, tegangan geser akan melampaui batas elastis (*yield*) sehingga terjadi deformasi plastis yang mengakibatkan terbentuknya geram.

Dengan terjadinya deformasi pada benda kerja tersebut maka akan terjadi defleksi akibat gaya potong. Defleksi pada ujung bebas benda kerja akan terus membesar seiring dengan pergerakan linier mata potong. Hal ini akan mengakibatkan amplitude getaran sehingga akan menimbulkan suara yang melengking yang berasal dari pahat yang memotong benda kerja sehingga pahat menjadi aus, kualitas permukaan benda kerja rendah, laju produksi berkurang dan mempercepat keausan komponen

mesin bubut.

Penelitian pada mesin bubut telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT), skripsi tentang pengaruh variasi parameter terhadap gaya pemotongan (Hindom. S, 2015). Dalam melanjutkan penelitian tersebut dan untuk mengetahui batas kedalaman potong yang dihubungkan dengan kestabilan dari kondisi mesin bubut, maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisis defleksi meliputi parameter kedalaman pemotongan dan putaran pemotongan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang diuraikan di atas, maka perumusan dalam penelitian ini adalah bagaimana analisis defleksi meliputi kedalaman pemotongan dan putaran pemotongan.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Defleksi

Defleksi adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada balok atau batang.

Deformasi pada balok secara sangat mudah dapat dijelaskan berdasarkan defleksi balok dari posisinya sebelum mengalami pembebanan. Defleksi diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi deformasi. Konfigurasi yang diasumsikan dengan deformasi permukaan netral dikenal sebagai kurva elastic dari balok. Hal-hal yang mempengaruhi terjadinya defleksi yaitu:

1. Kekakuan batang,
2. Besar kecilnya gaya yang diberikan,
3. Jenis tumpuan yang diberikan,
4. Jenis beban yang terjadi pada batang.

Ada beberapa metode yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan-persoalan defleksi antara lain:

1. Metode integrasi ganda (*double integration*)
2. Metode luas bidang momen (*momen area method*)
3. Metode energy
4. Serta metode superposisi.

2.2 Modulus Elastisitas Material dan Penampang Inersia

2.2.1 Modulus Elastisitas Material

Modulus elastisitas sering disebut sebagai Modulus Young yang merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan aksial dalam

deformasi yang elastis, sehingga modulus elastisitas menunjukkan kecenderungan suatu material untuk berubah bentuk dan kembali lagi ke bentuk semula bila diberi beban. Modulus elastis (E) dinyatakan dengan rumus:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \text{ (N/m}^2\text{)}$$

2.2.2 Momen Inersia Penampang

Momen inersia suatu luasan elemen terhadap suatu sumbu di dalam bidang luasan diberikan dengan produk luasan elemen dan kuadrat jarak (tegak lurus) antara elemen dengan sumbu. Pada penelitian ini penampang benda kerja adalah penampang lingkaran.

2.3 Mesin Bubut

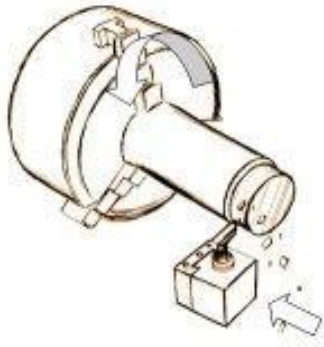
Mesin bubut merupakan salah satu jenis mesin perkakas. Prinsip kerja pada proses turning atau lebih dikenal dengan proses bubut adalah proses penghilangan bagian dari benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu.

2.3.1 Pemasangan Benda Kerja pada Mesin Bubut

Pemasangan benda kerja pada mesin bubut dapat dilakukan dengan berbagai cara sesuai dengan bentuk benda serta tujuan pembentukan yang dihasilkan melalui proses pembubutan tersebut

Cara pemasangan benda kerja pada mesin bubut, adalah:

1. Benda kerja dengan sistem cekam, untuk pemasangan benda kerja pada mesin bubut dengan benda kerja yang pendek.



Gambar 1. Proses bubut (Rochim, 2007)

2.3.2 Kecepatan Potong dan Gaya Potong

Benda kerja dipegang oleh pencekam yang dipasang di ujung poros utama (spindel). Dengan mengatur lengan pengatur, yang terdapat pada kepala diam, putaran poros utama (n) dapat dipilih.

Gerak makan (f) yang tersedia pada mesin bubut bermacam-macam dan menurut tingkatan yang telah distandarkan. Kecepatan potong pembubutan dapat dihitung dengan persamaan:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

Dimana:

d = Diameter benda kerja (mm)

n = putaran (rpm).

Jika Daya potong diketahui dapat ditentukan gaya potong dengan kecepatan potong (kecepatan pahat relatif terhadap benda kerja). Adapun gaya potong tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$F_c = \frac{N_c \cdot (60)}{v}$$

Dimana:

N_c = Daya potong (W).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi (Unsrat). Dan waktu pelaksanaan mulai 25 Juli sampai dengan 25 September 2020.

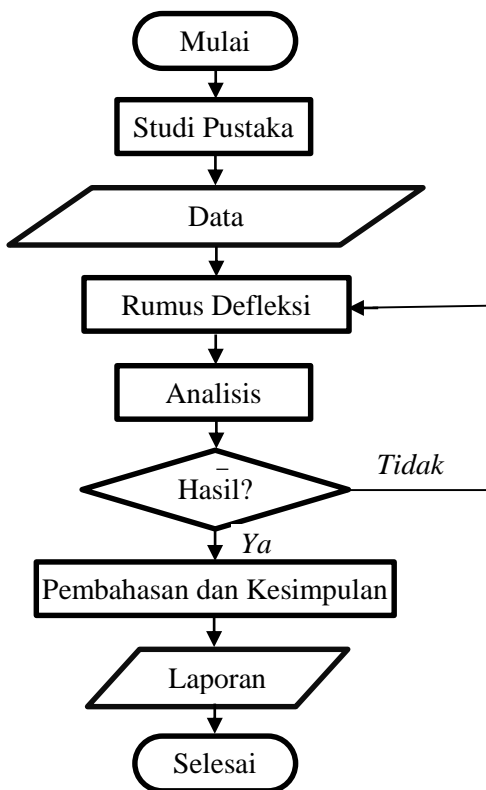
3.2 Bahan dan Peralatan

Dalam penelitian ini tidak melakukan eksperimen, tetapi melakukan analisis yang berdasarkan pada literatur.

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis dan struktur

pelaksanaannya dengan prosedur penelitian berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3.4 Pengolahan Data

3.4.1 Sumber Data

Sumber data yang diperoleh dalam penulisan ini adalah data sekunder yang digunakan. Data tersebut sebagai berikut:

Jenis material benda kerja = S 45 C

Diameter benda kerja (d) = 25 mm

Panjang pembubutan (L) = 100 mm

Modulus elastis

benda kerja (E) = 200000 N/mm²

Kedalaman potong (a) = 0,25 mm

= 0,50 mm

= 1,00 mm

Putaran (n) = 300 rpm

= 1600 rpm

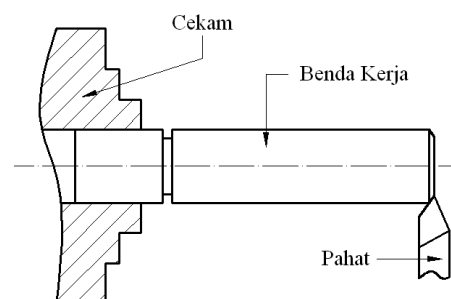
Daya potong, dari hasil pengujian diperoleh seperti pada Tabel 1.

DAYA POTONG (W)			
No	Kedalaman Potong (a)	Putaran (n)	
		300	1600
1	0,25	836	1210
2	0,50	865	1254
3	1,00	851	1386

Tabel 1. Daya potong hasil pengujian

3.4.2 Pembubutan dan Pemasangan Benda Kerja

Proses bubut yang dilakukan dalam penelitian ini dengan kondisi pemasangan benda kerja dengan sistem cekam untuk membuat poros sederhana, seperti diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemasangan benda kerja sistem cekam

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

4.1.1 Perhitungan Kecepatan dan Gaya Potong

Perhitungan pemotongan dalam penelitian ini, akan menentukan kecepatan potong dan gaya potong pada pembubutan benda kerja.

- Kecepatan potong

Dari persamaan (2.4):

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

Dapat dihitung:

- Putaran 300 rpm

$$v = \frac{\pi \cdot (25) \cdot (300)}{1000}$$

$$= 23,562 \text{ m/menit}$$

- Putaran 1600 rpm

$$v = \frac{\pi \cdot (25) \cdot (1600)}{1000}$$

$$= 125,664 \text{ m/menit}$$

- Gaya potong

Dari persamaan (2.5):

$$F_c = \frac{N_c \cdot (60)}{v}$$

Dapat dihitung:

- Putaran 300 rpm dengan kedalaman potong 0,25 mm

$$F_c = \frac{(836) \cdot (60)}{(23,562)}$$

$$= 2128,857 \text{ N}$$

- Putaran 1600 rpm dengan kedalaman potong 0,25 mm

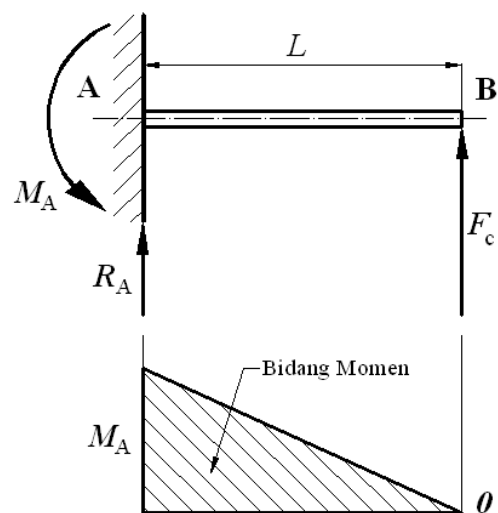
$$F_c = \frac{(1210) \cdot (60)}{(125,664)}$$

$$= 577,732 \text{ N}$$

Hasil perhitungan gaya potong putaran 300 rpm dan 1600 rpm untuk kedalaman potong lainnya dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

4.1.2 Diagram benda bebas dan Momen Inersia Penampang Benda Kerja

Pembubutan benda kerja poros sederhana, sistem pembebanan yang akan dilakukan analisis seperti tampak pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram benda bebas Benda Kerja dan Bidang Momen

Dengan menggunakan persamaan dari Tabel 2.1 untuk

penampang lingkaran, maka momen inersia penampang benda kerja, dapat dihitung:

$$\begin{aligned} I &= \frac{\pi}{64} d^4 \\ &= \frac{\pi}{64} \cdot (24^4) \\ &= 19174,760 \text{ mm}^4. \end{aligned}$$

4.2 Hasil Pengolahan Data

4.2.1 Defleksi pada Benda Kerja

Dari Gambar 4.1, bahwa gaya reaksi di titik A (R_A) sama dengan gaya potong (F_c) maka momen reaksi di titik A dapat dihitung:

$$M_A = -F_c \cdot L$$

Sedangkan momen reaksi dengan jarak x :

$$M_x = -F_c \cdot x$$

Dari persamaan (2.1) untuk menyelesaikan defleksi pada poros dengan metode integrasi ganda diketahui:

$$EI \left(\frac{dy}{dx} \right) = \frac{1}{2} F_c \cdot x^2 + C_1 \text{ Karena}$$

$\frac{dy}{dx} = \theta$, maka:

$$EI\theta(x) = \frac{1}{2} F_c \cdot x^2 + C_1$$

Harga C_1 dan C_2 diperoleh dari kondisi batas untuk $x = L$, kondisi tersebut adalah $\theta_A(x = L) = 0$ dan $y_A(x = L) = 0$

. Maka dengan menggunakan persamaan (4.2) yaitu dengan $x = L$ dapat ditentukan konstanta C_1 :

$$EI\theta(x) = \frac{1}{2} F_c \cdot x^2 + C_1$$

$$EI(0) = \frac{1}{2} F_c \cdot (L^2) + C_1$$

$$C_1 = -\frac{1}{2} F_c \cdot L^2$$

Kemudian integrasi sekali lagi terhadap x untuk persamaan (4.1), diperoleh

$$EI y = \frac{1}{6} F_c \cdot x^3 + C_1 x + C_2$$

Masukkan konstanta C_1 pada persamaan (4.3):

$$EI y = \frac{1}{6} F_c \cdot x^3 - \frac{1}{2} F_c \cdot L^2 x + C_2$$

Dengan $y_A(x = L) = 0$ dan $x = L$ dapat ditentukan konstanta C_2 :

$$C_2 = \frac{1}{3} F_c \cdot L^3$$

Masukkan konstanta C_2 pada persamaan (4.4):

$$EI y = \frac{1}{6} F_c \cdot x^3 - \frac{1}{2} F_c \cdot L^2 x + \frac{1}{3} F_c \cdot L^3$$

Pada $x = 0$ diperoleh defleksi benda kerja pembubutan:

$$EI y_B = \frac{1}{6} F_c \cdot (0)^3 - \frac{1}{2} F_c \cdot L^2 (0) + \frac{1}{3} F_c \cdot L^3$$

$$y_B = \frac{F_c \cdot L^3}{3 \cdot EI}$$

Berdasarkan Rumus (4.5) dan (4.6), didapatkan hal-hal sebagai berikut

1. Semakin besar kedalaman potong, defleksi semakin besar.
2. Semakin kecil jarak x, semakin kecil defleksi.

Dapat dihitung:

- o Putaran 300 rpm dengan kedalaman potong 0,25 mm

$$y_B = \frac{(2128,857) \cdot (100)^3}{3 \cdot (200000) \cdot (19174,760)} = 0,185 \text{ mm}$$

- o Putaran 1600 rpm dengan kedalaman potong 0,25 mm

$$y_B = \frac{(577,732) \cdot (100)^3}{3 \cdot (200000) \cdot (19174,760)} = 0,050 \text{ mm.}$$

Hasil perhitungan defleksi putaran 300 rpm dan 1600 rpm untuk kedalaman potong lainnya dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Variasi kedalaman potong terhadap defleksi benda kerja pada proses bubut putaran 300 rpm

No	Kedalaman Potong a (mm)	Daya Potong N_c (W)	Gaya Potong F_c (N)	Defleksi y_B (mm)
1	0,25	836	2128,857	0,185
2	0,50	865	2203,553	0,192

3	1,00	851	2166,205	0,188
---	------	-----	----------	-------

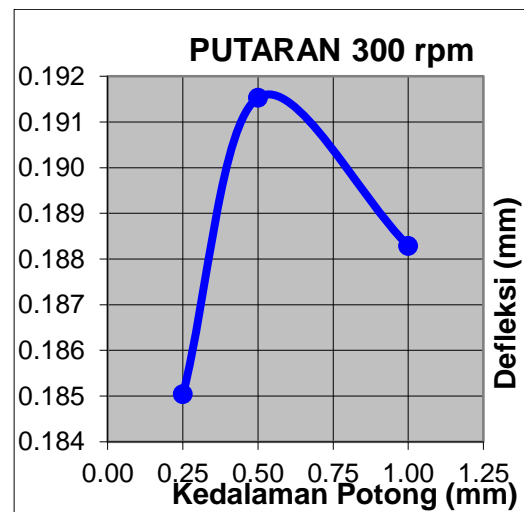
Tabel 3. Variasi kedalaman potong terhadap defleksi benda kerja pada proses bubut putaran 1600 rpm

No	Kedalaman Potong a (mm)	Daya Potong N_c (W)	Gaya Potong F_c (N)	Defleksi y_B (mm)
1	0,25	1210	577,732	0,050
2	0,50	1254	598,741	0,052
3	1,00	1386	661,766	0,058

4.2.2 Pengaruh Kedalaman Potong Terhadap Defleksi Benda Kerja

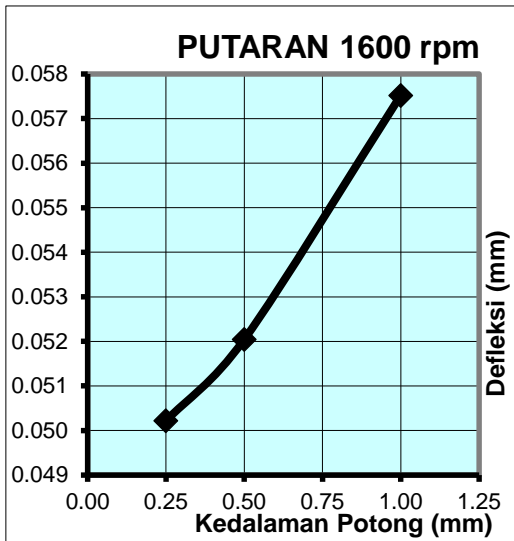
Hubungan kedalaman potong dengan defleksi benda kerja proses bubut, sebagai berikut:

1. Putaran 300 rpm



Gambar 5. Grafik kedalaman potong terhadap defleksi putaran 300 rpm

2. Putaran 1600 rpm



Gambar 6. Grafik kedalaman potong terhadap defleksi putaran 1600 rpm

Dari Gambar 5 dan 6 memperlihatkan baik pada putaran 300 rpm maupun putaran 1600 rpm pengaruh kedalaman potong terhadap defleksi benda kerja pada proses bubut. Pada kedalaman potong yang besar defleksi benda kerja pada proses bubut meningkat.

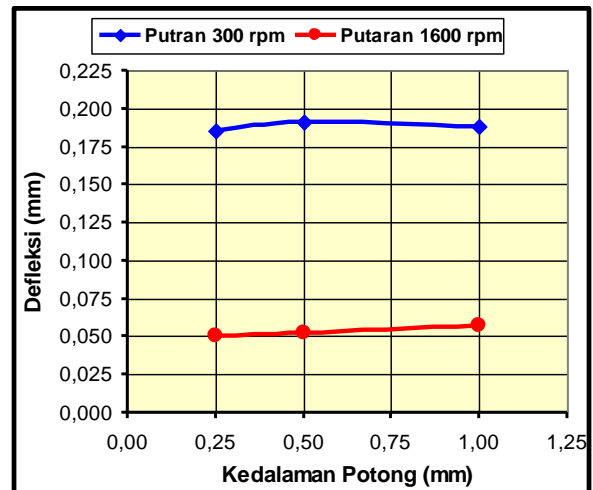
4.2.3 Pengaruh Perbedaan Putaran Terhadap Defleksi Benda Kerja

Data pada Tabel 2 dan Tabel 3 digabungkan dengan presentase perbedaan defleksi benda kerja untuk putaran 300 rpm dengan 1600 rpm, diperlihatkan pada Tabel 4..

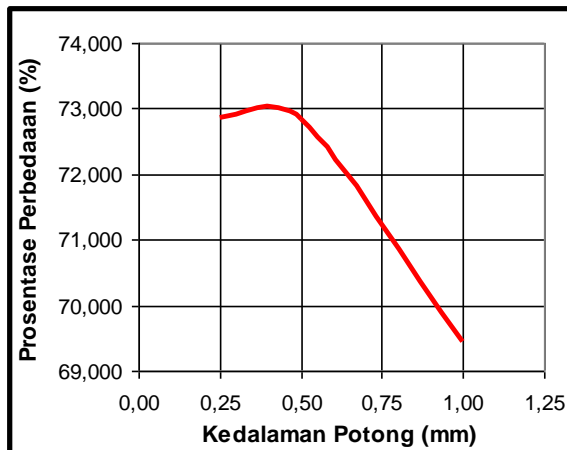
Tabel 4. Presentase perbedaan defleksi benda kerja

Kedalaman Potong a (mm)	Defleksi y_B (mm)		Presentase Perbedaan (%)
	Putaran 300 rpm	Putaran 1600 rpm	
0,25	0,185	0,050	72,862
0,50	0,192	0,052	72,828
1,00	0,188	0,058	69,450

Dari Tabel 4. dapat dibuatkan grafik hubungan perbedaan putaran dengan defleksi benda kerja pada proses bubut, seperti diperlihatkan pada Gambar 7 dan presentase perbedaannya pada Gambar 8.



Gambar 7. Grafik perbedaan putaran terhadap defleksi benda kerja



Gambar 8. Grafik presentase perbedaan defleksi benda kerja

Dari Gambar 8, terlihat bahwa perbedaan defleksi benda kerja pada proses bubut, Secara numerik ada penurunan sedikit, tapi secara statistik ada kemungkinan konstan (sekitar 72%) karena nilai variasi kecil, perlu penelitian lanjut tentang hal ini.

4.3 Pembahasan

Pembahasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut. Pengaruhnya variasi kedalaman potong, baik untuk putaran 300 rpm maupun 1600 rpm terhadap defleksi benda kerja pada proses bubut. Kedalaman potong membesar defleksi benda kerja meningkat.

Pada tabel 2 dan tabel 3 ditunjukkan bahwa pada putaran rendah defleksi benda kerja pada proses bubut

lebih besar dari pada putaran tinggi, berdasarkan nilai defleksi, putaran pembubutan yang direkomendasikan adalah 1600 rpm.

Pada tabel 4 dan Gambar 8 didapati bahwa terdapat perbedaan defleksi benda kerja pada proses bubut, secara numerik ada penurunan sedikit, tapi secara statistik ada kemungkinan konstan (sekitar 72%) karena nilai variasi kecil, perlu penelitian lanjut tentang hal ini.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hubungan defleksi benda kerja terhadap gaya potong dan jarak dari pengecam telah diperoleh.
2. Analisis defleksi meliputi paratemer kedalaman pemotongan dan putaran pemotongan adalah sebagai berikut,
 - a) Pengaruhnya variasi kedalaman potong, baik untuk putaran 300 rpm maupun 1600 rpm terhadap defleksi benda kerja pada proses bubut. Kedalaman potong membesar defleksi benda kerja meningkat.
 - b) Perbedaan defleksi benda kerja pada putaran 300 rpm terhadap

putaran 1600 rpm, secara numerik ada penurunan sedikit, tapi secara statistik ada kemungkinan konstan (sekitar 72%) karena nilai variasi kecil, perlu penelitian lanjut tentang hal ini.

- c) Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada putaran rendah, defleksi benda kerja lebih besar dibandingkan dengan defleksi pada putaran tinggi.
- d) Berdasarkan nilai defleksi, putaran pembubutan yang direkomendasikan adalah 1600 rpm.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan lebih dari 12 data sehingga diperoleh hasil yang akurat secara statistik.
2. Sebaiknya dilakukan dengan beberapa jenis material, sehingga dapat diketahui perbandingan atau pengaruh jenis material terhadap defleksi benda kerja pada proses bubut.
3. Untuk pengembangan penelitian lebih lanjut dianjurkan menggunakan sistem pemasangan benda kerja lainnya sehingga dapat diketahui

pengaruhnya terhadap defleksi benda kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Hindom, S, Poeng, R, Lumintang, R, 2015. Pengaruh Variasi Parameter Proses Pemesinan Terhadap Gaya Potong pada Mesin Bubut KNUTH DM 1000 A, Jurnal Online Poros Teknik Mesin Unsrat Vol.4. No.1.
- Hutahaen, Y.R. 2014, Mekanika Kekuatan Material Tingkat Lanjut, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kiling, F, Tangkuman, S, Luntungan, H, 2016. Analisis Defleksi Akibat Beban Angin pada Bejana Tekan Vertikal di Kelurahan Sagerat Kota Bitung, Jurnal online poros Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, vol.5 no.2.
- Malendes, N, Tangkuman, S, Arungpadang, T, 2016. Analisis Kekuatan Poros Landing Gear Pesawat N-219, Jurnal online poros Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, vol.5 no.2.
- Mamoto, R, Tangkuman, S, Rembet, M, 2017. Metode Prediksi Berbasis Grey Model untuk Prognosis Perambatan Retak, Jurnal online poros Teknik Mesin Universitas

- Sam Ratulangi, vol.6 no.2.
- Manulang, E, Tangkuman, S, Maluegha, B, 2016. Analisis Tegangan pada Bejana Tekan Vertikal 13ZL100040291 DI PT. Aneka Gas Industri, Jurnal online poros Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, vol.5 no.2.
- Mustofa, G, Tangkuman, S, Luntungan, H, 2018. Simulasi Kinematika Mekanisme Lengan Backhoe Excavator, Jurnal online poros Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, vol.7 no.1.
- Poeng, R. 2014. Proses Pemesinan, Bahan Kuliah Proses Manufaktur II, Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Priambodo, B. 1981. Teknologi Mekanik, Erlangga Jakarta.
- Rochim, T. 2007. Klasifikasi Proses Gaya dan Daya Pemesinan, Institut Teknologi Bandung.
- Wahab, R, Tangkuman, S, Arungpadang, T, 2017. Analisis Kelelahan Axle Shaft Truk ISUZU ELF 125 PS, Jurnal online poros Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, vol.6 no.2.