

Perancangan Peralatan Bantu Pembuatan Roda Gigi Lurus dan Roda Gigi Payung Guna Meningkatkan Fungsi Mesin Bubut

Andi Susilo*, Muhamad Iksan, Subono

Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret Surakarta

Abstrak

Proses pembuatan roda gigi umumnya dilakukan dengan menggunakan mesin freis, terutama apada industri permesinan atau perusahaan besar yang memiliki fasilitas mesin yang lengkap. Untuk bengkel industri kecil, hal itu tidak memungkinkan untuk dilakukan, karena keterbatasan dana dalam pengadaan mesin. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini berupaya memberikan pemecahan masalah yaitu dengan membuat alat bantu untuk membuat roda gigi pada mesin bubut V13. Dengan memodifikasi dan menambah alat bantu pada mesin bubut akan dapat berfungsi untuk membuat roda gigi lurus dan payung dengan ukuran 20,50⁰. Pada prinsipnya alat bantu tersebut dipasang pada eretan bagian atas mesin bubut maximat V13, sedangkan posisi pemegang pisau potong roda gigi didukung oleh pencekam dan kepala lepas. Cara kerja pisau potong (cutter) diputar dengan spindel utama mesin bubut maximat V13, sedangkan gerak pemakanan dilakukan oleh alat bantu yang ada pada eretan mesin bubut maximat V13.

Keywords : roda gigi, mesin bubut, mesin bubut maximat V13, alat bantu, eretan mesin bubut maximat V13.

1. Pendahuluan

Roda gigi biasanya dibuat dengan menggunakan mesin *fries*. Industri kecil bengkel produksi biasanya hanya memiliki mesin bubut saja. Hal ini disebabkan karena secara ekonomis, harga mesin bubut jauh lebih murah dibandingkan dengan harga mesin *freis*. Industri kecil tidak dapat membuat roda gigi dengan menggunakan mesin bubut yang dimiliki, maka diperlukan sebuah pemikiran untuk menggabungkan fungsi mesin bubut dan mesin *freis*, sehingga mesin bubut dapat berfungsi untuk membuat roda gigi. Hal ini dapat dilakukan dengan penambahan alat bantu pada mesin bubut. Alat bantu yang telah dibuat sebelumnya masih memiliki beberapa kekurangan. Kekurangan pada alat bantu sebelumnya masih ditemukan kekurangmampuan dalam menahan getaran pada saat proses pembuatan roda gigi, sehingga akan mempengaruhi kualitas roda gigi yang dihasilkan. Alat bantu ini hanya mampu membuat roda gigi lurus, disebabkan tidak memiliki sumbu putar pada rel gerak. Dengan demikian, perlu ada pemikiran untuk menambah multi guna mesin bubut dengan penambahan peralatan bantu yang dapat digunakan untuk membuat roda gigi lurus dan payung dengan ukuran 20,50⁰.

Secara umum prinsip kerja dari alat bantu pembuatan roda gigi lurus dan payung yang dirancang yaitu pencekaman benda kerja pada *chuck* kepala pembagi yang berhubungan dengan landasan gerak sehingga dapat bergerak naik dan turun serta berputar sesuai sudut yang diinginkan dengan cara memutar tangkai pemutar pada rel tetap. Dalam menentukan jumlah profil gigi pada roda gigi lurus dan payung dengan cara memutar jarum pembagi pada pelat pembagi yang berhubungan dengan kepala pembagi. Pada saat proses pembuatan roda gigi,

* *Correspondence* : E-mail : andy_muhandis@yahoo.com

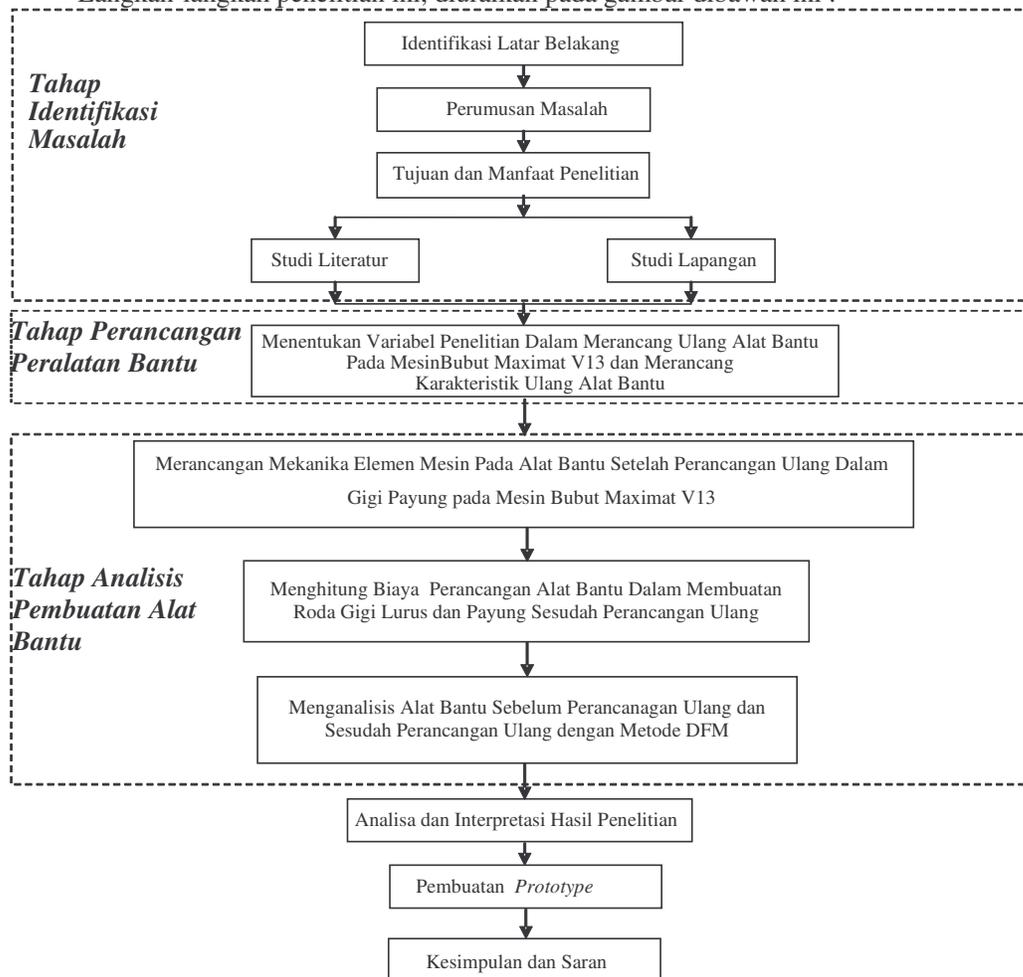
benda kerja dalam keadaan diam, sedangkan pahat pemotong berputar dibawah benda kerja dengan arah melintang.

Proses produksi dalam pembuatan roda gigi payung pada alat bantu yang dirancang ulang dengan menggunakan pendekatan metode *design for manufacturing* (DFM), agar dapat mengurangi biaya manufaktur, memperbaiki kualitas produk, waktu pengembangan, dan biaya pengembangan. Hal ini dilakukan agar biaya perancangan ulang tidak menjadi lebih mahal dibanding dengan biaya yang telah dikeluarkan pada perancangan alat bantu sebelumnya.

Perumusan permasalahan penelitian ini adalah bagaimana merancang ulang alat bantu pada mesin bubut Maximat V13 berdasarkan metode *design for manufacturing* (DFM) yang berdasarkan parameter pengoperasiannya, agar dapat digunakan untuk membuat roda gigi lurus dan payung dengan ukuran $20,50^0$. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi alat bantu sebelum perancangan ulang dalam membuat roda gigi lurus berdasarkan mekanika elemen mesin, merancang alat bantu setelah perancangan ulang dalam membuat roda gigi lurus dan payung berdasarkan mekanika elemen mesin, menghitung biaya proses produksi pembuatan alat bantu sebelum perancangan ulang dan setelah perancangan ulang berdasarkan ongkos pembuatan alat bantu, dan menganalisisnya dengan metode *design for manufacturing* (DFM).

2. Metode Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini, diuraikan pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Metodologi penelitian

Perancangan Karakteristik Peralatan Bantu

Menentukan variabel penelitian dalam merancang ulang alat bantu. Dalam menentukan variabel penelitian dalam merancang ulang alat bantu ini adalah mengukur aspek kuantitatif pada mesin bubut Maximat V13 yang terdiri dari jarak antara kepala tetap (*headstock*) dan kepala lepas (*tailstock*), mengukur lebar eretan bagian atas mesin, mengukur putaran kepala tetap (*headstock*), dan landasan pada bagian eretan sudut.

1. Merancang Karakteristik Alat Bantu Dalam Membuat Roda Gigi Payung Pada Mesin Bubut Maximat V13.

Berdasarkan hasil identifikasi parameter kuantitatif alat bantu sebelum perancangan, maka merancang karakteristik alat bantu ini adalah menentukan dimensi rangka alat bantu dalam membuat roda gigi payung yang disesuaikan dengan eretan bagian atas mesin bubut, menentukan mekanisme gerak landasan *gearbox* pada alat bantu agar mampu membuat sudut pemakanan roda gigi payung, menentukan dimensi pelat pembagi dan teknik pembuatannya pada alat bantu, dan menentukan mekanisme gerak landasan melintang, memanjang dan vertikal dengan menggunakan transmisi alur serta poros berulir pada alat bantu.

2. Analisis Pembuatan alat bantu

a. Merancangan Mekanika Elemen Mesin Pada Alat Bantu Sebelum Perancangan Ulang Dan Setelah Perancangan Ulang Dalam Membuat Roda Gigi Payung pada Mesin Bubut Maximat V13.

Dalam merancang alat bantu yang akan ditempatkan pada bagian eretan atas mesin bubut Maximat V13, dimulai dengan menghitung semua mekanika elemen mesin pada bagian-bagian komponen alat bantu yang didasarkan dari perancangan karakteristik alat bantu. Perhitungan mekanika elemen mesin ini dilakukan pada perancangan ulang alat bantu sebelum perancangan dan setelah perancangan dalam membuat roda gigi payung, agar diperoleh gerak kesesuaian mekanika gaya, tegangan dan momen pada saat operasional dilaksanakan dengan alat bantu terhadap mesin bubut Maximat V13.

b. Menghitung Biaya Perancangan Alat Bantu Dalam Membuat Roda Gigi Payung Sebelum Perancang Ulang dan Sesudah Perancang Ulang. Berdasarkan analisis perancangan ulang alat bantu baik sebelum perancangan ataupun sesudah perancangan, selanjutnya dilakukan perhitungan atas biaya proses pembuatan alat bantu dalam membuat roda gigi payung sebelum perancangan dan sesudah perancangan, sehingga mendapatkan perbandingan biaya proses pembuatan alat bantu yang lebih murah.

c. Menganalisis Alat Bantu Sebelum Dan Sesudah Perancangan Ulang dengan Metode *design for manufacturing* (DFM). Dalam menganalisis perancangan ulang alat bantu sebelum perancangan dan sesudah perancangan dengan metode *design for manufacturing* (DFM) yang terdiri dari 5 langkah yaitu memperkirakan biaya manufaktur, mengurangi biaya komponen, mengurangi biaya perakitan, mengurangi biaya pendukung produksi, dan mempertimbangkan pengaruh keputusan *design for manufacturing* (DFM) pada faktor-faktor karakteristik alat bantu yang dirancang ulang.

3. Analisis Intrepetasi Hasil

Pada bab analisis dan interpretasi hasil ini menjelaskan hasil pengolahan data terhadap perancangan ulang alat bantu dalam membuat roda gigi payung baik sebelum perancangan dan setelah perancangan.

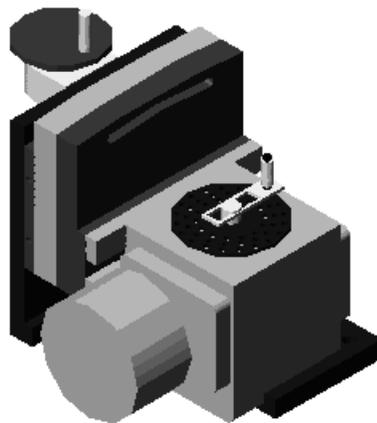
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil yang akan dicapai penelitian ini adalah desain ulang peralatan bantu untuk pembuatan roda gigi lurus dan roda gigi payung dengan ukuran $20,50^0$ guna meningkatkan fungsi mesin bubut Maximat V13. Identifikasi parameter kuantitatif alat bantu sesudah perancangan ulang dalam pembuatan roda gigi lurus dan roda payung yang menjadi dasar dalam penentuan langkah-langkah penelitian. Sedangkan data aspek kuantitatif alat bantu sesudah perancangan ulang dalam pembuatan roda gigi lurus dan roda payung dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Komponen Peralatan Bantu Sesudah Perancangan Ulang

01.	Ukuran baut pengatur	: ϕ 20 x 20 mm
02.	Ukuran tangkai pemutar	: ϕ 14 x 60 mm
03.	Ukuran poros pemegang pisau	: ϕ 37 x 353 mm
04.	Ukuran pelat pembagi	: ϕ 122 x 8 mm
	Diameter lingkaran lubang pembagi ϕ 104	: jumlah lubang 40
	Diameter lingkaran lubang pembagi ϕ 92	: jumlah lubang 39
	Diameter lingkaran lubang pembagi ϕ 80	: jumlah lubang 33
	Diameter lingkaran lubang pembagi ϕ 68	: jumlah lubang 27
05.	Ukuran jarum pembagi	: ϕ 12 x 103 mm
06.	Ukuran engkol pembagi	: (10 x 22 x 91) mm
07.	Ukuran penunjuk	: (14 x 44 x 80) mm
08.	Ukuran kepala pembagi	: (110 x 122 x 150) mm
09.	Ukuran bantalan poros berulir	: (32 x 44 x 44) mm
10.	Ukuran rel tetap	: (26 x 112 x 247) mm
11.	Ukuran rel gerak 1	: (17 x 127 x 241) mm
12.	Ukuran rel gerak 2	: (27 x 112 x 149) mm
13.	Ukuran mur poros berulir	: (32 x 42 x 62) mm
14.	Ukuran landasan <i>gearbox</i>	: (27 x 127 x 241) mm
15.	Ukuran landasan tetap	: (31 x 122 x 162) mm
16.	Ukuran poros berulir	: ϕ 26 x 272 mm
17.	Tinggi peralatan bantu	: 269 mm
18.	Panjang peralatan bantu	: 160 mm
19.	Lebar peralatan bantu	: 120 mm
20.	Motor yang digunakan pada mesin bubut	: 3 HP

Bagian-bagian komponen alat bantu sebelum perancangan seperti dilihat pada gambar di bawah ini



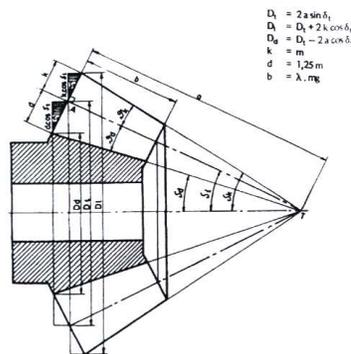
Gambar 2. Alat bantu pembuatan roda gigi lurus dan roda gigi payung

Perancangan ulang alat bantu setelah perancangan dalam membuat roda gigi lurus dan roda payung terdiri dari pemilihan bahan alat bantu sebelum perancangan dan analisis perhitungan mekanika elemen mesin pada alat bantu dan. Proses pembuatan roda gigi payung dapat dilakukan dengan alat bantu setelah perancangan ulang, dan dengan mesin *freis*. Perbedaan proses pembuatan roda gigi lurus dan roda payung dengan alat bantu setelah perancangan ulang, dengan mesin *freis* terdapat pada langkah kerja dan perhitungan biaya produksi roda gigi.

1. Pembuatan roda gigi lurus dan payung pada alat bantu perancangan ulang

Proses pembuatan roda gigi lurus dan roda payung pada peralatan bantu, memerlukan beberapa perhitungan-perhitungan.

Perhitungan waktu roda gigi payung



Gambar 4. Perancangan profil roda gigi payung

Perhitungan waktu pembuatan roda gigi payung menurut ketentuan Umar Sukrisno, 1984, sebagai berikut:

1. Bubut muka $\phi 50$, panjang pembubutan, yaitu:

$$\begin{aligned}
 L &= r + la + ln \\
 &= 25 + 5 + 2 \\
 &= 32 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Putaran yang digunakan, bahan ST 37, $V_c = 25$, yaitu:

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot D} \\
 &= \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 50} = 159,2 \text{ rpm} \approx 260 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan, yaitu:

$$\begin{aligned}
 t_f &= \frac{L}{f \cdot n} \\
 &= \frac{32}{0,5 \cdot 260} = 0,24 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

2. Bubut memanjang dengan tebal pemakanan 1 mm sampai diperoleh ukuran ϕ 48 x 12 mm, panjang pembubutan, yaitu:

$$\begin{aligned} L &= l + la + ln \\ &= 12 + 5 + 0 \\ &= 17 \text{ mm} \end{aligned}$$

putaran yang digunakan pada bahan ST 37, $V_c = 25$, yaitu:

$$\begin{aligned} n &= \frac{1000.V_c}{\pi.D} \\ &= \frac{1000.25}{3,14.50} \\ &= 159,2 \text{ rpm} \approx 260 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan, yaitu:

$$\begin{aligned} tf &= \frac{L}{f . n} \\ &= \frac{17}{0,5.260} \\ &= 0,13 \text{ menit} \end{aligned}$$

Untuk 2 kali pemakanan waktu yang diperlukan 0,26 menit

3. Benda di balik (5 menit)
4. Bubut muka ϕ 50, panjang pembubutan, yaitu:

$$\begin{aligned} L &= r + la + ln \\ &= 25 + 5 + 2 \\ &= 32 \text{ mm} \end{aligned}$$

Putaran yang digunakan, bahan ST 37, $V_c = 25$, yaitu:

$$\begin{aligned} n &= \frac{1000.V_c}{\pi.D} \\ &= \frac{1000.25}{3,14 . 50} = 159,2 \text{ rpm} \approx 260 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan, yaitu:

$$\begin{aligned} tf &= \frac{L}{f . n} \\ &= \frac{32}{0,5.260} = 0,24 \text{ menit} \end{aligned}$$

5. Pembubutan chemper

$$\begin{aligned} tr &= \frac{l\sqrt{2}}{f . n} \\ &= \frac{30.\sqrt{2}}{0,5.260} \\ &= 0,32 \text{ menit} \end{aligned}$$

6. Memasang bor pada kepala lepas (5 menit)
7. Melakukan pengeboran pada permukaan benda kerja hingga tembus dengan kedalaman 15 mm, panjang pengeboran, yaitu:

$$\begin{aligned} L &= 1 + 0,3 D \\ &= 15 + 0,3.50 \\ &= 30 \text{ mm} \end{aligned}$$

putaran yang digunakan pada bahan ST 37, $V_c = 25$, yaitu:

$$\begin{aligned} n &= \frac{1000.V_c}{\pi.D} \\ &= \frac{1000.25}{3,14.18} \\ &= 442 \text{ rpm} \approx 700 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan, yaitu:

$$\begin{aligned} t_f &= \frac{L}{f \cdot n} \\ &= \frac{30}{0,5 \cdot 700} = 0,08 \text{ menit} \end{aligned}$$

8. Benda dipindahkan pada mesin skrap untuk membuat spie atau alur pasak dalam (5 menit)
9. Pemasangan benda kerja pada mesin skrap (3 menit)
10. Setting pahat dengan benda (3 menit)
11. Penyekrapan benda kerja dengan panjang permesinan 22 mm

$$\begin{aligned} v &= \frac{np.l(1+Rs)}{1000.2} \\ &= \frac{50.40(1+0,5)}{1000.2} \\ &= 1,5 \text{ m/menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_c &= \frac{w}{vf} \\ &= \frac{1}{0,5 \cdot 80} \\ &= 0,025 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$6x = 0,15 \text{ menit}$$

12. Benda kerja dipindahkan pada alat bantu untuk pembuatan gigi
13. Setting alat bantu dan pemasangan benda (15 menit)
14. Setting pahat untuk roda gigi (5 menit)
15. Pembuatan roda gigi payung dengan jumlah roda gigi 22 buah

Putaran yang digunakan, bahan ST 37, $V_c = 25$, yaitu:

$$n = \frac{1000.V_c}{\pi.D}$$

$$= \frac{1000.25}{3,14 \cdot 50} = 159,2 \text{ rpm} \approx 260 \text{ rpm}$$

Waktu yang diperlukan, yaitu:

$$tf = \frac{L}{f \cdot n}$$

$$= \frac{30}{0,5 \cdot 260} = 0,23 \text{ menit}$$

Jumlah roda gigi 22 buah, maka waktu keseluruhan yang diperlukan, yaitu:

$$tf = 22 \times 0,23 \text{ menit}$$

$$= 5,06 \text{ menit}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka waktu total pembuatan roda gigi payung,

Yaitu:

$$t_{total} = 0,24 + 0,26 + 5 + 0,24 + 0,32 + 5 + 0,08 + 5 + 3 + 3 + 0,15 + 15 + 5 + 5,06$$

$$= 47,35 \text{ menit}$$

$$= 0,8 \text{ jam}$$

c. Perhitungan biaya pembuatan roda gigi payung

Perhitungan biaya ditentukan berdasarkan waktu permesinan dikalikan dengan ongkos sewa mesin yang digunakan. Ongkos sewa mesin bubut dan mesin skrap, masing-masing sebesar Rp 10.000,00/ jam. Maka perhitungan biaya pembuatan roda gigi, yaitu:

1. Biaya pembuatan roda gigi = 0,8 jam x Rp 10.000,00
= Rp 8.000,00
 2. Biaya operator = 0,8 jam x Rp 5.000,00
= Rp 4.000,00
 3. Biaya bahan baku = Rp 15.000,00
- Total = Rp 8.000,00 + Rp 4.000,00 + Rp 15.000,00
= Rp 27.000,00

Berdasarkan analisa perancangan mekanika elemen mesin dan analisa perhitungan waktu dan biaya alat bantu sebelum dan sesudah perancangan ulang dalam membuat roda gigi payung dengan ukuran 20,50⁰ (diameter maksimal 20 cm dan sudut maksimal 50⁰) dengan metode *design for manufacturing* (DFM), maka hasil analisis perancangan mekanika elemen mesin pada alat bantu sebelum dan sesudah perancangan ulang dapat dilihat dalam tabel 5.1 dan hasil analisis biaya pembuatan alat bantu sebelum dan sesudah perancangan ulang dapat dilihat dalam tabel 5.2 di bawah ini.

Tabel 2. Analisis perancangan elemen mesin alat bantu

Aspek pembandingan	Alat bantu sebelum perancangan ulang	Alat bantu sesudah perancangan ulang
Jumlah komponen utama	23 komponen	16 komponen
Daya potong	0,08 HP	0,08 HP
Gaya potong	1061,76 N	1061,76 N
Lenturan poros pemegang pisau	0,0226 mm	0,0226 mm
Tegangan poros pemegang pisau	247,34 N/mm ²	247,34 N/mm ²
Tinggi pasak pada poros	6,52 mm	6,52 mm
Baut gearbox	-	M 16
Baut rel gerak	M 6	M 14
Baut rel tetap	M 12	M 10
Baut landasan tetap	M 12	M 10

Hasil analisis perancangan elemen mesin alat bantu sebelum dan sesudah perancangan ulang dalam membuat roda gigi payung ukuran 20,50⁰ dengan metode *design for manufacturing* (DFM), maka kualitas alat bantu sesudah perancangan ulang lebih baik dibanding dengan kualitas alat bantu sebelum perancangan ulang.

Tabel 3. Analisis biaya pembuatan alat bantu

Aspek pembandingan	Alat bantu sebelum perancangan ulang	Alat bantu sesudah perancangan ulang
Biaya manufaktur	Rp 1.604.000,00	Rp 1.200.000,00
Biaya bahan baku	Rp 1.431.000,00	Rp 817.800,00
Biaya komponen standar	Rp 1.590.000,00	Rp 2.150.000,00
Biaya perakitan	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00
Biaya komponen pendukung	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00
Biaya Pengecatan	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00
Biaya Perawatan	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00
Jumlah:	Rp 5.025.000,00	Rp 4.567.800,00

Hasil analisis biaya pembuatan alat bantu sebelum dan sesudah perancangan ulang dalam membuat roda gigi payung ukuran 20,50⁰ dengan metode *design for manufacturing* (DFM), maka diketahui biaya pembuatan alat bantu sesudah perancangan ulang lebih murah dibandingkan dengan biaya pembuatan alat bantu sebelum perancangan ulang. Dari hasil analisis perancangan elemen mesin dan biaya pembuatan alat bantu di atas dapat disimpulkan bahwa alat bantu sesudah perancangan ulang dapat direalisasikan dalam perencanaan selanjutnya.

4. Kesimpulan

Perancangan ulang alat bantu dalam membuat roda gigi payung pada mesin bubut Maximat V13 terdiri dari beberapa tahap. Kesimpulan yang dapat diambil dari proses perancangan ulang alat bantu dalam membuat roda gigi payung, yaitu:

1. Berdasarkan hasil identifikasi parameter kuantitatif dari alat bantu sebelum perancangan ulang pada mesin bubut Maximat V13, diperoleh ukuran dimensi alat bantu hasil perancangan ulang dengan panjang sebesar 314 mm, lebar sebesar 252 mm, dan tinggi sebesar 396 mm.
2. Berdasarkan evaluasi alat bantu sebelumnya, maka dilakukan perancangan pada landasan *gearbox*, sehingga dapat digunakan untuk membuat roda gigi payung.
3. Berdasarkan perhitungan mekanika elemen mesin pada alat bantu sebelum dan sesudah perancangan ulang, dapat diketahui bahwa alat bantu hasil perancangan ulang lebih mampu menahan getaran pada saat proses pembuatan roda gigi
4. Berdasarkan perhitungan biaya proses pembuatan alat bantu, maka dapat diketahui bahwa biaya pembuatan alat bantu sesudah perancangan ulang lebih murah dibanding dengan biaya pembuatan alat bantu sebelum perancangan ulang.
5. Berdasarkan analisis dengan metode *design for manufacturing* (DFM), dapat diketahui bahwa kualitas roda gigi payung yang dibuat pada alat bantu sesudah perancangan ulang lebih akurat dengan ukuran $15,45^0$ (diameter maksimal 15 cm dan sudut maksimal 45^0) dan presisi berdasarkan ukuran dan jumlah profil gigi dibanding dengan roda gigi hasil pembuatan pada alat bantu sebelumnya.

Daftar Pustaka

- Khurmi, RS dan JK Gupta. 1982. *A Text Book of Machine Design*. Eruasia Publising House Pvt : New Delhi.
- Muin, Syamsir Antropometri. 1989. *Dasar-dasar perancangan Perkakas dan Mesin-mesin perkakas*. CV Rajawali : Jakarta.
- Rochim, Taufiq. *Pengukuran Elemen Roda gigi*. Lab Metrologi Industri Jurusan Teknik Mesin ITB : Bandung.
- Rochim, Taufiq. 1993. *Teori dan Teknologi Proses Permesinan*, Higher Education Development Support Project.
- Stolk. Jac and Kros C. 1994. *Elemen Mesin1, Elemen Konstruksi dari Bangunan Mesin*. Erlangga : Jakarta.
- Anonim. *Instroction Book Service Parts, Maximat V13*, Bern Dieter, GE. 1988. *Engineering Design*. Mc Graw Hill Book Company : New York
- Subono. 2001. *Laporan Karya Alternatif Mahasiswa*. Semarang (unpublished)