

RANCANG BANGUN MESIN SANDER 3IN1 (DISC, BELT, SPINDLE)

Romy Miftach Abdillah ^{1*}, Fais Hamzah ², Tri Andi Setiawan ³

Program studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Negara Indonesia ^{1*}

Program studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Negara Indonesia ²

Program studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Negara Indonesia ³

Email: romymiftach02@gmail.com¹

Abstract – The development of the metal industry cannot be separated from the utilization of supporting tools. The function of the supporting tools is to support processing time and improve product quality. In the process of making casting products, there is pattern making, namely the stages of making a replica of the product to be produced. Currently, the pattern-making process is still done manually and using conventional tools. It can take a lot of time and often the result of the pattern doesn't meet tolerance requirements. Constantly changing pattern geometry requires several sander machines to support the process, such as a disc sander to form a flat surface geometry, a spindle sander to form a radius surface geometry, and a belt sander to form the surface of objects that have a large surface area. Therefore, a combination sander machine is needed. This study uses the Ulrich method. The stages in the Ulrich method are identification of needs, determining the design concept based on the company's needs, determining the selected design, then doing the manufacturing process and testing the tool. Based on the design, design concept number 2 was chosen to actualize a product. In testing this machine is able to carry out the process of sanding pieces of wood for the bearing housing pump pattern for 38 minutes 44 seconds with a total budget of Rp. 5,454,000,-.

Keyword: Pattern, Casting, Ulrich Method, Sander, Manufacturing Process

NOMENCLATURE

| | |
|------------------------|----------------------------------|
| T | = Momen puntir atau torsi (N.mm) |
| P | = Daya motor (Watt) |
| N | = Putaran poros (rpm) |
| Ts | = Tegangan statis sabuk (N) |
| Pa | = Daya motor rencana (kW) |
| σ_{ijin} | = Tegangan yang diizinkan (Mpa) |
| M_{max} | = Momen Maksimum (Kg.mm) |
| ds | = Diameter poros (mm) |
| L_H | = Umur bearing |

1. PENDAHULUAN

Pengecoran adalah suatu proses penuangan materi cair seperti logam atau plastik yang dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan membeku di dalam cetakan tersebut, dan kemudian dikeluarkan atau dipecah-pecah untuk dijadikan komponen [6]. Pada proses pengecoran logam sebelum sampai tahap peleburan dan penuangan logam yang dapat menghasilkan sebuah produk, ada beberapa proses yang sangat penting dalam tahap-tahap pengecoran logam. Yaitu, Pembuatan pola (*Pattern Making*), pembuatan Cetakan (*Moulding Making*), Peleburan dan Penuangan Logam (*Pouring Metal*), dan *Post Processing*.

Perkembangan industri *casting* tidak lepas dari penggunaan alat pendukung dalam pembuatan produk *casting*. Fungsi alat pendukung dalam produk *casting* adalah untuk

mempermudah dan mempercepat proses dalam menciptakan produk *casting*. Tahapan dari pembuatan sebuah produk *casting* melewati pembuatan pola (*pattern making*) yang merupakan teknik awal pembuatan replika dari produk yang nantinya akan dibuat cetakan (*moulding*).

Geometri *pattern* yang terus berubah membutuhkan beberapa mesin *sander* untuk menunjang pengerjaannya, seperti *disc sander* untuk membentuk geometri bidang datar, *spindle sander* untuk membentuk geometri bidang radius, dan *belt sander* untuk menghaluskan permukaan benda yang memiliki permukaan luas. Dengan adanya beberapa mesin *sander* tersebut maka pengerjaan *pattern* diharapkan menjadi lebih cepat dan efisien namun pastinya menghabiskan biaya besar untuk pembelian beberapa mesin yang dibutuhkan. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penulis mengajukan perancangan bangun mesin *sander 3in1 (disc, belt, spindle)*. Dengan penggabungan 3(tiga) alat menjadi 1(satu) tersebut maka dapat memangkas biaya pembelian 3(tiga) mesin dan perancangan bangun tersebut diharapkan dapat mengoptimalkan kualitas sekaligus mempercepat waktu pembuatan *pattern* dari produk.

2. METODOLOGI

2.1 Metode Ulrich

Pada penelitian ini menggunakan kaidah

metode *Ulrich*. Tahap awal yaitu dengan menyusun daftar kebutuhan produk, lalu dilanjutkan dengan membuat 3 konsep desain. Setelah membuat 3 konsep desain, nantinya akan dipilih 1 konsep desain dengan nilai tertinggi untuk diwujudkan menjadi sebuah produk.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kajian Produk Existing

Alat *combination sander* yang sudah ada dipasaran umumnya hanya gabungan dari 2 (dua) alat *sander*. Seperti gabungan dari *spindle - disc sander* dan gabungan dari *belt - disc sander*. Pada Tabel 3.1 merupakan spesifikasi dari produk *existing* yang sudah ada di pasaran sebagai berikut:

Tabel 1: Spesifikasi Produk Existing

| <i>Spindle - Disc Sander</i> | <i>Belt - Disc Sander</i> |
|---|--|
| Motor : 1HP, single-phase, 1725 rpm | Motor : 1HP, single-phase, 3450 rpm |
| Disc diameter : 12 inch | Disc diameter : 12 inch |
| Size of spindle : Ø25,4 × 127 mm | Size of belt : 6 × 48 inch |
| Size of table disc sander : 430 × 254 mm | Size of table disc sander : 406 × 178 mm |
| Size of table spindle sander : 355 × 355 mm | Size of table belt sander : 305 × 178 mm |
| Table disc sander tilting range : 0° - 45° | Table disc sander tilting range : 0° - 45° |
| Overall dimension : 810 × 460 × 1190 mm | Overall dimension : 810 × 406 × 737 mm |
| Approximate shipping weight : 82 kg | Approximate shipping weight : 67 kg |
| Price : Rp 14.742.780,00 | Price : Rp 13.735.956,00 |

Sumber: (Grizzly Industrial)

3.2 Penyusunan Daftar Kebutuhan

Daftar kebutuhan diperoleh dari hasil identifikasi kebutuhan perusahaan melalui wawancara dengan pihak terkait. Diskusi dilakukan pada Operator dan *Supervisor New Product Development*. Tujuan dari diskusi ini untuk membahas masalah yang ada serta merumuskan daftar kebutuhan perusahaan yang nantinya akan dijadikan acuan dalam pembuatan produk. Pada Tabel 3.2 merupakan daftar kebutuhan yang dijadikan sebagai acuan dalam rancang bangun mesin *sander 3in1*.

Tabel 2: Daftar Kebutuhan

| Daftar Kebutuhan | | |
|------------------|---|------------------|
| S / H | Aspek | Penanggung Jawab |
| S S H | Operasional | Semua Tim |
| | a. Mudah digunakan | |
| | b. Pengoperasian sederhana | |
| H | c. Ergonomis | |
| S H H | Fungsional | Semua Tim |
| | a. Dapat berjalan sesuai perencanaan | |
| | b. Mampu mengakomodir kebutuhan pekerjaan | |

| | | |
|-------------|---|----------------|
| | c. Mampu mempermudah & mempercepat <i>cycle time</i> pengembangan produk baru | |
| S S S | Manufaktur | Tim Manufaktur |
| | a. Dapat dirakit | |
| | b. Proses manufakturnya mudah | |
| | c. Komponen mudah dicari di <i>marketplace</i> | |
| S | Ekonomis | Tim Desain |
| | a. Produk yang berkualitas namun ekonomis | |
| H H | Keamanan | Tim Desain |
| | a. Tidak cepat rusak | |
| | b. Meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja | |

3.3 Pembuatan Konsep Desain

Pada penelitian ini akan dibuat 3 konsep desain mesin *sander*. Daftar kebutuhan produk yang telah dibuat dipakai sebagai acuan dalam pembuatan konsep desain. Dari 3 konsep desain yang telah dibuat akan dipilih 1 konsep desain yang akan diwujudkan menjadi sebuah produk.

3.4 Analisis Kekuatan Rangka

Analisa kekuatan rangka dilakukan untuk mengetahui bagaimana kekuatan rangka dari konsep alat yang sudah dirancang. Analisa kekuatan ini dilakukan dengan bantuan simulasi *software Autodesk Fusion 360*, simulasi ini akan mendapatkan nilai tegangan maksimum yang terjadi pada rangka. Dari hasil simulasi yang dilakukan pada rangka setelah mengalami pembebanan, rangka dinyatakan aman jika *stress* maksimum pada rangka lebih kecil dari *allowable stress*. Perhitungan *allowable stress* menggunakan persamaan berikut.

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_y}{(Sf \cdot k)}$$

Diketahui :

$$\sigma_y = 250 \text{ Mpa (material ASTM A36)}$$

$$Sf = 2 \text{ (untuk beban statis)}$$

$$K = 1 \text{ (faktor koreksi material)}$$

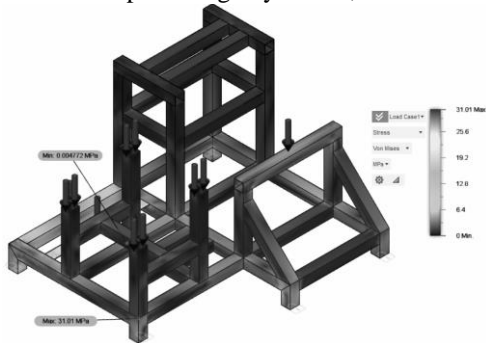
Sehingga :

$$\sigma_{ijin} = \frac{250}{(2 \cdot 1)} = 125 \text{ Mpa}$$

Analisa rangka yang dilakukan akan menggunakan 3 titik pembebanan yaitu pada tumpuan motor listrik, tumpuan *disc sander*, dan tumpuan *belt sander*. Pada tumpuan motor listrik dikenakan *force* sebesar 127,53 N ; pada tumpuan *disc sander* dikenakan *force* sebesar 147,15 N ; dan pada tumpuan *belt sander* dikenakan *force* sebesar 98,10 N. Berikut merupakan hasil analisa kekuatan rangka pada tiap konsep desain.

1. Analisa konsep desain 1

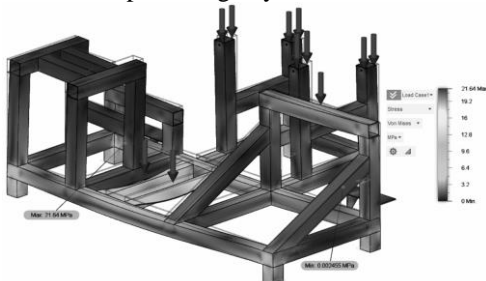
Pada Gambar 3.1 dapat dilihat hasil simulasi rangka konsep desain 1. Tegangan maksimum pada rangka yaitu 31,01 MPa.



Gambar 2 Simulasi Tegangan Rangka Konsep Desain 1

2. Analisa konsep desain 2

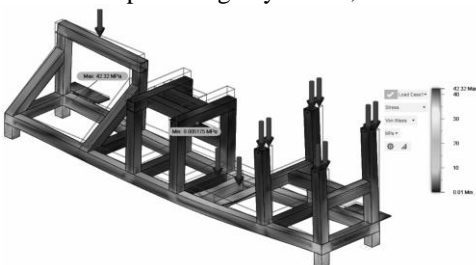
Pada Gambar 3.2 dapat dilihat hasil simulasi rangka konsep desain 2. Tegangan maksimum pada rangka yaitu 21,64 MPa.



Gambar 3 Simulasi Tegangan Rangka Konsep Desain 2

3. Analisa konsep desain 3

Pada Gambar 3.3 dapat dilihat hasil simulasi rangka konsep desain 3. Tegangan maksimum pada rangka yaitu 42,32 MPa.



Gambar 4 Simulasi Tegangan Rangka Konsep Desain 3

Setelah dilakukan simulasi, maka dapat disimpulkan ketiga konsep desain memiliki tegangan maksimum dibawah *allowable stress*. Sehingga rangka dari ketiga konsep desain dinyatakan aman.

3.5 Pemilihan Konsep

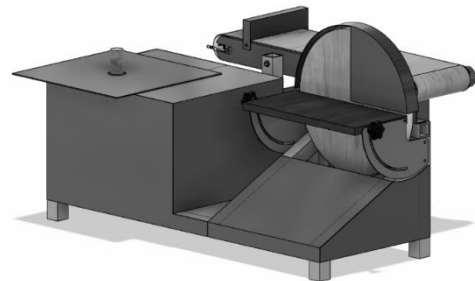
Konsep yang memiliki skor tertinggi maka akan dipilih untuk dimanufaktur menjadi sebuah produk. Pembobotan pada tiap kriteria merupakan hasil dari wawancara penulis dengan pihak industri terkait. Proses

penetapan konsep desain akan menggunakan model matriks penilaian konsep seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3 Matriks Penilaian Konsep

| Kriteria Seleksi | | Matriks Penilaian Konsep | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------|
| | | Konsep Produk dan Referensi | | | | | | | |
| | | Konsep 1 | | Konsep 2 | | Konsep 3 | | Referensi | |
| B o b o t | R a t e | Skor | R a t e | S k o r | R a t e | S k o r | R a t e | S k o r | |
| | Operasional | 20 % | 4 | 0,8 | 3 | 0,6 | 3 | 0,6 | 3 |
| Fungsional | 10 % | 3 | 0,3 | 3 | 0,3 | 4 | 0,4 | 3 | 0,3 |
| Manufaktur | 20 % | 4 | 0,6 | 4 | 0,8 | 3 | 0,6 | 3 | 0,6 |
| Biaya | 30 % | 3 | 1,2 | 5 | 1,5 | 4 | 1,2 | 3 | 0,9 |
| Keamanan | 20 % | 4 | 0,6 | 4 | 0,8 | 3 | 0,6 | 3 | 0,6 |
| Nilai Absolut | | 17 | 3,5 | 19 | 4 | 17 | 3,4 | 15 | 3,0 |
| Nilai Relatif (%) | | 25 | 25,2 | 27,9 | 28,8 | 25 | 24,5 | 22 | 21,6 |
| Ranking | | | 2 | | 1 | | 3 | | 4 |

Berdasarkan Tabel 3.3 di atas maka dapat diketahui konsep desain dengan nilai tertinggi adalah konsep desain 2. Konsep desain 2 dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 5 Konsep Desain Terpilih

3.6 Perhitungan Penentuan Rangka

Penentuan dimensi profil memerlukan perhitungan untuk mencari modulus penampang profil yang dibutuhkan. Profil kerangka yang akan dihitung adalah profil kerangka yang dianggap menerima beban yang paling besar yaitu pada tumpuan *disc sander* karena menahan beberapa beban sekaligus, beban yang ditumpu sebesar 147,15 N. Perhitungan modulus penampang dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$Z = \frac{M}{\sigma_{ijin}}$$

Diketahui :

Z = Modulus penampang (mm³)

σ_{ijin} = 125 N/mm²

M = 11772 N.mm

Sehingga :

$$Z = \frac{11772 \text{ N.mm}}{125 \text{ N/mm}^2}$$

$$Z = 94,176 \text{ mm}^3 = 0,094 \text{ cm}^3$$

Berdasarkan katalog profil, maka dipilih *profil hollow* dengan ukuran $30 \times 30 \times 1,6$ mm karena menyesuaikan kebutuhan lebar dari *block bearing* yang ada di pasaran yaitu memiliki lebar tapak sebesar 30 mm. Dari *profil* yang telah dipilih memiliki modulus penampang $1,60 \text{ cm}^3$, sehingga profil dapat dinyatakan aman.

3.7 Perhitungan Elemen Mesin

3.7.1 Menghitung Disc – Belt Sander

1. Perhitungan Daya Motor

Pada perhitungan ini diketahui berat total komponen dan asumsi gaya saat pengerjaan sebesar 13 kg, maka :

$$F = m \times g$$

$$= (3 + 1 + 7 + 2) \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$= 13 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$= 127,4 \text{ N}$$

Menghitung torsi dengan persamaan :

$$T = F \times r$$

$$= 127,4 \text{ N} \times 152,4 \text{ mm}$$

$$= 19415,76 \text{ Nmm}$$

$$= 19,416 \text{ Nm}$$

Menghitung daya dengan persamaan :

$$P = \frac{t \times 2 \times \pi \times N}{60}$$

$$= \frac{19,416 \times 2 \times 3,14 \times 300}{60}$$

$$= 609,66 \text{ watt}$$

Menghitung daya dengan faktor koreksi dengan persamaan :

$$P = F_c \times P$$

$$= 1,2 \times 609,66 \text{ watt}$$

$$= 731,59 \text{ watt} = 0,73 \text{ Kw}$$

$$= 0,97 \text{ HP}$$

Setelah dilakukan perhitungan maka penggerak dari mesin ini akan menggunakan motor listrik 1 phase dengan tenaga 1 HP putaran 1400 rpm yang ada di pasaran.

2. Perhitungan Pulley

Pada mesin ini menggunakan *pulley* dan *belt* sebagai sistem penerus daya dari motor. Menggunakan motor listrik dengan daya 1 HP dengan putaran 1400 rpm. Putaran *input* pada tiap komponen direncanakan sama. Sehingga mesin ini akan menggunakan 3 buah *pulley* dengan ukuran diameter ketiganya sama.

3. Perhitungan Sabuk

Berikut data – data yang dibutuhkan untuk menghitung sabuk pada *disc – belt* :

$$\text{Diameter pulley 1 (D1)} = 71 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter pulley 2 (D2)} = 71 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak antara pulley (x)} = 380 \text{ mm}$$

$$\text{Putaran pulley 2 (N2)} = 1400 \text{ rpm}$$

Perhitungan :

$$L = \pi (r_1 + r_2) + 2x + \left[\frac{(r_1 + r_2)^2}{x} \right]$$

$$= [3,14 (35,5 + 35,5)] + 2(380) + \left[\frac{(35,5 + 35,5)^2}{380} \right]$$

$$= 222,94 + 760 + 13,27$$

$$= 996,21 \text{ mm}$$

$$= 39,22 \text{ inch}$$

Setelah dilakukan perhitungan, maka panjang *belt* yang akan digunakan adalah A39 sesuai yang ada di pasaran.

4. Perhitungan Poros

Berikut data - data yang dibutuhkan untuk menghitung poros pada bagian *disc – belt* :

Diketahui:

| | |
|---------------------|-------------------------|
| Daya motor (Nps) | = 0,746 kW |
| Kecepatan (n) | = 14000 rpm |
| Faktor koreksi (Fc) | = 1,0 (daya normal) |
| Momen maksimum | = 1197,85 kg.mm |
| σ_b SS 304 | = 51 kg/mm ² |
| Sf 1 | = 5,6 |
| Sf 2 | = 1,3 |
| Kt | = 1 |
| Km | = 1,5 |

Setelah data terpenuhi, maka dapat menghitung daya rencana dengan persamaan :

$$P_d = P \times f_c$$

$$= 0,746 \times 1$$

$$= 0,746 \text{ kW}$$

Menghitung momen rencana dengan persamaan :

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,746}{1400}$$

$$= 519,003 \text{ kg.mm}$$

Menghitung poros berdasarkan beban puntir dengan persamaan :

$$\sigma_a = \frac{\sigma_b}{Sf1 \times Sf2} = \frac{51}{5,6 \times 1,3} = 7,005 \text{ kg/mm}^2$$

Menghitung diameter poros dengan persamaan :

$$d_s = \left(\frac{5,1}{7,005} \times \sqrt{(1,5 \times 1197,85)^2 + (1 \times 519)^2} \right)^{1/3}$$

$$d_s = \left(\frac{5,1}{7,005} \times \sqrt{3497764,51} \right)^{1/3}$$

$$d_s = 11,08 \text{ mm (diameter poros minimal)}$$

Setelah dilakukan perhitungan, maka dipilih poros diameter 12 mm karena menyesuaikan ukuran diameter terkecil pada bantalan yang ada di pasaran yaitu ID 12 mm.

5. Perhitungan Bantalan

Bearing yang digunakan adalah *Bearing* UCP 201 dengan spesifikasi sebagai berikut:

Diameter luar (D) = 47,5 mm
 Diameter Dalam (d) = 12 mm
 Tebal *bearing* (B) = 31 mm
 Kapasitas nominal dinamis (C) = 1200 N
 Kapasitas nominal statis (Co) = 6600 N
 Beban ekuivalen (W) = 4854 N

Berdasarkan data di atas dapat dihitung umur *bearing* dengan persamaan sebagai berikut :

$$L_H = \left[\frac{C}{W} \right]^3 \times \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

$$= \left[\frac{12800}{4854} \right]^3 \times \frac{10^6}{60 \times 300}$$

$$= 1018,97 \text{ jam}$$

Jika dalam 1 hari mesin digunakan selama 8 jam, maka didapatkan umur *bearing* adalah sebagai berikut :

$$H = \frac{1018,97}{8}$$

$$= 127,38 \text{ hari}$$

$$= 4,2 \text{ bulan}$$

Jadi, umur *bearing* jika pengoperasian 1 hari selama 8 jam. Maka umur *bearing* untuk mesin *sander* ini selama 4,2 bulan.

3.7.2 Menghitung Spindle Sander

1. Perhitungan Sabuk

Berikut data – data yang dibutuhkan untuk menghitung sabuk pada *spindle sander*:

Diameter *pulley* 1 (D1) = 71 mm
 Diameter *pulley* 2 (D2) = 71 mm
 Jarak antara *pulley* (x) = 197 mm
 Putaran *pulley* 2 (N2) = 1400 rpm

Perhitungan :

$$L = \pi (r_1 + r_2) + 2x + \left[\frac{(r_1 + r_2)^2}{x} \right]$$

$$= [3,14 (35,5 + 35,5)] + 2(197) + \left[\frac{(35,5+35,5)^2}{197} \right]$$

$$= 222,94 + 394 + 25,59$$

$$= 642,53 \text{ mm}$$

$$= 25,3 \text{ inch}$$

Setelah dilakukan perhitungan, maka panjang *belt* yang akan digunakan adalah A25 sesuai yang ada di pasaran.

2. Perhitungan Poros

Berikut data - data yang dibutuhkan untuk menghitung poros pada bagian *spindle sander* :

Diketahui:

Daya motor (Nps) = 0,746 kW
 Kecepatan (n) = 14000 rpm
 Faktor koreksi (Fc) = 1,0 (daya normal)

Momen maksimum = 764,4 kg.mm
 σ_b SS 304 = 51 kg/mm²
 Sf 1 = 5,6
 Sf 2 = 1,3
 Kt = 1
 Km = 1,5

Menghitung diameter poros dengan persamaan :

$$d_s = \left(L \frac{5,1}{7,005} \times \sqrt{1584055,67} \right)^{1/3}$$

$$d_s = 9,71 \text{ mm (diameter poros minimal)}$$

Setelah dilakukan perhitungan, maka dipilih poros diameter 12 mm karena menyesuaikan ukuran diameter terkecil pada bantalan yang ada di pasaran yaitu ID 12 mm.

3.8 Proses Fabrikasi dan Perakitan

Fabrikasi dilakukan menggunakan beberapa proses seperti *marking*, *grinding*, *bending*, *welding*, *machining*, dan *painting*. Komponen yang akan dilakukan proses fabrikasi pada mesin *sander* ini adalah sebagai berikut :

- 1) Rangka mesin
- 2) Meja *disc*, *belt*, *spindle sander*
- 3) *Bracket* meja *disc sander*
- 4) *Cover disc sander*
- 5) *Drive roller*
- 6) *Cover belt sander*
- 7) *Disc sander*
- 8) *Shaft*
- 9) *Bracket* meja *belt sander*

Proses perakitan dilakukan setelah komponen – komponen dari mesin sudah dibuat atau sudah tersedia. Hasil akhir tahapan pembuatan mesin *sander* dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 6. Hasil Pembuatan Mesin

Perincian spesifikasi mesin *sander* yang telah dibuat dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 4 Spesifikasi Mesin Sander 3in1

| Specification Sander 3in1 | |
|---------------------------|----------|
| Motor | 746 Watt |

| | |
|---------------------------------|--------------------|
| Motor No Load Speed | 1400 rpm |
| Disc Diameter | 12 inch |
| Size of Belt | 6 × 48 inch |
| Size of Spindle | Ø13 × 10 mm |
| Size of Table Disc Sander | 310 × 150 mm |
| Size of Table Belt Sander | 588 × 160 mm |
| Size of Table Spindle Sander | 300 × 300 mm |
| Table Disc Sander Tilting Range | 0° - 60° |
| Overall Dimension | 830 × 650 × 465 mm |
| Weight | 39 kg |

3.9 Pengujian Mesin

Pengujian mesin *sander* ini dengan melakukan proses pengamplasan potongan – potongan kayu untuk *pattern bearing housing pump*. Dari pengujian yang telah dilakukan, hasil perbandingan waktu pengamplasan dari alat *existing* yang sudah ada pada perusahaan dengan *sander 3in1* ditunjukkan pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 5 Perbandingan Waktu Pengerjaan

| Pengerjaan | Alat | Waktu |
|--|------------------------|--------------|
| Potongan <i>pattern bearing housing pump</i> | Produk <i>existing</i> | 01.00.0 0 |
| Potongan <i>pattern bearing housing pump</i> | <i>Sander 3in1</i> | 00.38.4 4 |
| Selisih waktu | | 00.21.1 6 |

Jadi, dapat disimpulkan bahwa target dari perancangan bangun mesin ini telah terpenuhi, dimana proses pengamplasan dapat dilakukan kurang dari 1 jam.

3.10 Penyusunan Anggaran Biaya

Biaya keseluruhan yang dikeluarkan dalam proses membangun mesin ini, terdiri dari biaya pembelian bahan baku, pembelian komponen penunjang, dan biaya fabrikasi.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Total} &= \text{Bahan Baku} + \text{Komponen} + \text{Fabrikasi} \\
 &= \text{Rp } 1.924.000 + \text{Rp } 2.706.000 + \text{Rp } 915.000 \\
 &= \text{Rp } 5.545.000
 \end{aligned}$$

Jadi, biaya total dari proses pembuatan mesin *sander* ini adalah Rp. 5.545.000,-.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Pembuatan desain atau perancangan mesin *sander 3in1 (disc, belt, spindle)* ini dikerjakan menggunakan *software Autodesk Fusion 360*. Metode yang digunakan adalah metode *ulrich* dengan membuat 3 konsep desain yang berbeda dengan mempertimbangkan kriteria yang ditetapkan, dari ketiga konsep desain yang telah dibuat, didapatkan desain konsep 2 dengan nilai tertinggi, yang kemudian menjadi acuan dalam membuat mesin ini.
2. Pembuatan mesin diawali dengan perhitungan komponen elemen mesin dari konsep desain

terpilih sebagai pendekatan dalam menentukan komponen – komponen mesin *sander 3in1 (disc, belt, spindle)*, selanjutnya pembuatan komponen yang membutuhkan proses fabrikasi meliputi proses *plasma cutting*, proses bubut, proses *grinding*, dan proses *welding* sesuai konsep desain yang telah ditentukan.

3. Berdasarkan pengujian mesin *sander 3in1 (disc, belt, spindle)* didapatkan hasil, bahwa mesin dapat melakukan proses pengamplasan potongan – potongan kayu *pattern bearing housing pump* selama 38 menit 44 detik. Sehingga target dari perancangan bangun mesin ini telah terpenuhi, dimana proses pengamplasan dapat dilakukan kurang dari 1 jam.
4. Biaya produksi didapatkan dari perhitungan biaya bahan baku, biaya pembelian komponen penunjang, dan biaya proses fabrikasi. Total biaya untuk pembuatan mesin ini sebesar Rp. 5.545.000,00.

5. PUSTAKA

- [1] Batan, I. (2012). **Desain Produk**. Surabaya: Inti Karya Guna.
- [2] Khurmi, & Gupta. (2005). **A Textbook of Machine Design**. New Delhi: Eurasia Publishing House.
- [3] Putra, A. I., dkk. (2018). **Rancang Bangun Mesin Amplas dengan Sistem Mekanis Belt**. Jurnal Teknik Mesin, 11(2), 63-69.
- [4] Sularso, & Suga, K. (2008). **Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [5] Ulrich, K., & Eppinger, S. (2001). **Product Design and Development**. Singapore: Mc Grawhill.
- [6] Widiarto (2008). **Teknik Pemesinan**. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.