

Rancang Bangun Blower Sentrifugal dengan Variasi Jumlah Sudu dan Diameter Impeller

Franklin Bawano¹, Meidy P.Y. Kawulur²

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: ² meidykawulur@gmail.com

No. Hp: ² 085256560236

Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang Blower Sentrifugal, bagaimana proses manufaktur, berapa biaya proses produksi pembuatan mesin. Mesin blower Sentrifugal yang di rancang bangun ini merupakan mesin yang digunakan untuk mendorong udara dengan tekanan tinggi, blower sentrifugal ini dirancang untuk dapat membersihkan debu, blower sentrifugal dilakukan rancang bangun ini sekaligus sebagai media pembelajaran rancang bangun ini meliputi perhitungan atas daya yang ingin dihasilkan, penentuan dimensi atau ukuran impeller dan rumah keong, ukuran impeller dan jumlah sudu-sudu mempengaruhi tekanan udara, pemilihan bahan pembuatan komponen hingga pengujian atas hasil rancang bangun. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif dan eksperimental dengan simulasi tekanan. Data teknis dalam kajian ini adalah data-data konstruksi mesin berdasarkan hasil rancangan berupa gambar kerja dan gambar visual. Setelah dilakukan rancang bangun melalui pembuatan maka diperoleh ukuran mesin dengan panjang 512 mm, lebar 300 mm dan tinggi 745 mm, untuk biaya total produksi blower sentrifugal adalah Rp. 6.712.500.

Kata Kunci – Blower sentrifugal, diameter impeller, jumlah sudu.

Design and Build of Centrifugal Blower with Variation in Number of Blades and Impeller Diameter

Abstract

In this study the aim is how to design a centrifugal blower, how is the manufacturing process, what is the cost of the production process for making the machine. The designed centrifugal blower machine is a machine that is used to push air at high pressure, this centrifugal blower is designed to be able to clean dust, the centrifugal blower is carried out in this design as well as a learning medium. This design includes calculations of the power to be generated, determining the dimensions or size of the impeller and the snail shell, the size of the impeller and the number of blades affect the air pressure, the selection of materials for the components to be tested on the design results. The method used in this research is qualitative and experimental with pressure simulation. The technical data in this study are machine construction data based on design results in the form of working drawings and visual drawings. After designing and building, the machine dimensions with a length of 512 mm, a width of 300 mm and a height of 745 mm are obtained. The total cost of centrifugal blower production is Rp. 6,712,500.

Keywords – Centrifugal blower, impeller diameter, number of blades.

PENDAHULUAN.

Dalam perkembangan dunia industri saat ini banyak sekali kita jumpai teknologi yang dapat mempermudah manusia baik untuk keperluan sehari-hari maupun untuk keperluan industri. Blower adalah salah satu alat yang sering digunakan karena mampu menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara dan gas tertentu. [1]

Penggunaan blower dalam dunia industri sangat diperhitungkan mengenai unjuk kerja sebuah blower, yang mana unjuk kerja adalah kemampuan maksimal yang dapat dilakukan oleh sebuah alat yang bisa dilihat dari persentase daya, kecepatan udara, kapasitas, dan efisiensinya. [2]

Sebenarnya blower jenis sentrifugal telah banyak diproduksi oleh industri-industri besar nasional maupun internasional. Blower sentrifugal dengan jumlah sudu yang diperbanyak dan susunannya sedemikian rupa sehingga udara yang terhisap masuk blower oleh sudu-sudu yang berputar dan terdorong oleh gaya sentrifugal dan mengarah ke dinding casing yang dibentuk spiral sehingga udara mengarah kembali masuk hampir ke awal mula udara masuk blower sebagaimana telah disebutkan di atas bahwa tekanan output udara pada blower regeneratif ini hampir setara dengan tekanan output udara pada blower *multi-stage*. [3]

Unjuk kerja blower sangat bergantung pada desain *impeller* dimana komponen tersebut sangat berperan penting dalam menaikkan tekanan udara didalam casing agar udara yang terhisap bisa tervakum secara maksimal, sehingga dengan pemanfaatan udara didalam casing akan terdorong keluar dengan tekanan yang lebih besar. Disamping blower sebagai sirkulator udara, blower juga dapat berfungsi sebagai pembuang gas-gas beracun yang ada di dalam ruangan, baik itu gas beracun yang keluar akibat dari aktivitas kerja di dalam ruangan tersebut maupun gas-gas beracun yang secara alamiah keluar dari permukaan bumi. Di sinilah letak pentingnya blower sebagai sarana penunjang aktifitas kerja. sebenarnya. [4]

Blower juga sebagai alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan fluida mampu mampat, yaitu gas atau udara. Secara umum biasanya menghisap udara dari atmosfer, yang secara fisika merupakan campuran beberapa gas dengan susunan nitrogen, oksigen, campuran argon, karbon dioksida, uap air, minyak, dan lainnya. Yang kemudian dimanfaatkan untuk menjadi sebuah mesin yang dapat mempermudah manusia. [5]

Impeller adalah komponen yang berputar dari blower sentrifugal yang digunakan untuk mengirim/mentransfer energi dari motor dengan mempercepat udara keluar dari pusat rotasi. Mesin *impeller* biasanya berbentuk silinder pendek dengan inlet terbuka, untuk menerima udara yang masuk dan baling-baling untuk mendorong udara secara radial. *Impeller* sendiri terbuat dari bahan logam cor dengan melalui proses pengecoran logam. [6]

Proses Pembubutan (Turning)

Proses pembubutan merupakan proses pemotongan logam yang dilaksanakan dengan jalan memutar (*turning*) benda kerja dan kemudian memotong

atau merautnya dengan memakamkan sebuah pisau atau pahat potong ke benda kerja.

Tabel 1. Kecepatan Potong Bahan (Bubut)

Bahan	Pahat Bubut HSS		Pahat Bubut Karbida	
	[m/men]	[Ft/min]	[M/men]	[Ft/min]
Baja lunak (<i>Mild Steel</i>)	18-21	60-70	30-250	100-800
Besi Tuang (<i>Cast Iron</i>)	14-17	45-55	45-150	150-500
Perunggu	21-24	70-80	90-200	300-700
Tembaga	45-90	150-300	150-450	500-1500
Kuninga	30-120	100-400	120-300	400-1000
Aluminium	90-150	300-500	90-180	b.-600

Parameter – parameter dan perhitungan putaran mesin yang ada pada mesin bubut antara lain sebagai berikut :

Putaran Mesin [Rpm]

$$n = \frac{Cs \cdot 1000}{\pi \cdot d} \text{ [Rpm]} \dots\dots\dots (1)$$

- Keterangan : n = Putaran mesin [Rpm]
 Cs = *Cutting speed* [m/min]
 d = Diameter benda kerja [mm]
 π = Konstanta (3,14)

Proses Pengefraisan (Milling)

Proses frais merupakan proses perataan permukaan benda kerja dimana pisau frais yang berupa pisau atau pahat dalam jumlah banyak akan bergerak berputar memotong secara bergantian dengan cepat. Pada umumnya benda kerja bergerak melakukan gerakan pemakanan (*feeding*) menuju kearah pisau frais yang berputar.

Tabel 2. Kecepatan Potong Bahan (Frais)

Bahan	Cutter Frais HSS		Cutter Frais Karbida	
	[m/men]	[Ft/min]	[m/men]	[Ft/min]
Baja lunak (<i>Mild Steel</i>)	18-21	60-70	30-250	100-800
Besi Tuang (<i>Cast Iron</i>)	14-17	45-55	40-150	150-500
Perunggu	21-24	70-80	90-200	300-700
Tembaga	45-90	150-300	150-450	500-1500
Kuninga	30-120	100-400	120-300	400-1000
Aluminium	90-150	300-500	90-180	-600

Parameter – parameter dan perhitungan putaran mesin yang ada pada mesin frais antara lain sebagai berikut :

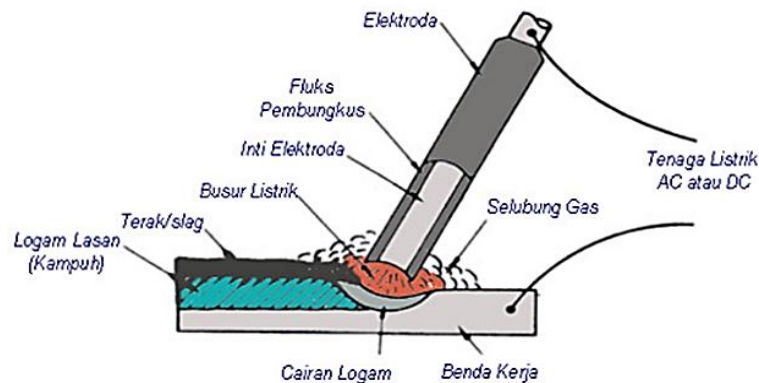
Putaran Mesin

$$n = \frac{Cs \cdot 1000}{\pi \cdot d} \text{ [Rpm]} \dots\dots\dots (2)$$

- Keterangan : n = Putaran mesin [Rpm]
 Cs = *Cutting Speed* [m/min]
 d = Diameter Cutter [mm]
 π = Konstanta (3,14)

Proses Pengelasan (Welding)

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan dua logam dengan jalan memanaskan atau menekan kedua logam tersebut satu sama lain. Dalam proses ini akan terjadi fusi diantara logam-logam yang akan disambung, yang mana hal tersebut bisah diperoleh dengan menambahkan logam pengisi (*filler metal*) atau menekan dua logam induk (*parent metal*) tersebut kuat-kuat. *Filler metal* biasanya berbentuk batangan, sehingga biasa dinamakan *welding rod* (Elektroda las).



Gambar 1. Prinsip Kerja Las listrik

Pada proses las, *welding rod* dibenamkan ke dalam cairan logam yang tertampung dalam suatu cekungan yang disebut *welding pool* dan secara bersama-sama membentuk deposit logam lasan, cara seperti ini dinamakan Las Listrik atau SMAW (*Shielded metal Arch welding*).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan las, oleh karena itu penyambungan dalam proses pengelasan harus memenuhi beberapa syarat, antara lain:

1. Benda yang dilas tersebut harus dapat cair atau lebur oleh panas
2. Bahwa antara benda-benda padat yang disambungkan tersebut terdapat kesesuaian sifat lasnya sehingga tidak melemahkan atau meninggalkan sambungan tersebut.
3. Cara-cara penyambungan harus sesuai dengan sifat benda padat dan tujuan dari penyambungannya.

Proses Penyambungan dan Perakitan (Joining and Assembly)

Proses penyambungan dan perakitan adalah proses dimana berbagai macam komponen atau bagian akan digabungkan menjadi satu dengan yang lainnya untuk membentuk sebuah produk rakitan yang lengkap. Penyambungan dan perakitan disini bisa dilakukan dengan cara pengelasan, penggunaan mur – baut, sambungan pasak dan lain sebagainya.

Ada dua jenis perakitan berdasarkan pekerjaan antara lain sebagai berikut:

1. Perakitan Manual
 - Perakitan yang sebagian besar proses dikerjakan secara konvensional atau menggunakan tenaga manusia

- Peralatan yang sederhana tanpa alat-alat bantu yang spesifik atau khusus.
- 2. Perakitan Otomatis
 - Perakitan yang dikerjakan dengan sistem otomatis seperti otomasi, elektronik, mekanik, gabungan mekanik dan elektronik (mekatronik)
 - Membutuhkan alat bantu yang lebih khusus.

METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur yang dilakukan dalam pengujian blower sentrifugal ini dengan menggunakan 5 jenis variasi *impeller* dengan perbedaan jumlah sudu pada setiap *impeller*-nya, yaitu:

1. *Impeller* dengan jumlah 8 sudu Ini dilakukan dengan cara membuat sebuah *impeller* diameter 210 [mm] dengan variasi sudu sebanyak 8 dan dipasang kedalam rumah keong pada saat pengujian.
2. *Impeller* dengan jumlah 10 sudu Ini dilakukan dengan cara membuat sebuah *impeller* diameter 210 [mm] dengan variasi sudu sebanyak 10 dan dipasang kedalam rumah keong pada saat pengujian.
3. *Impeller* dengan jumlah 12 sudu Ini dilakukan dengan cara membuat sebuah *impeller* dengan diameter 190 [mm], 200 [mm], dan 210 [mm] dengan variasi sudu sebanyak 12 dan dipasang kedalam rumah keong pada saat pengujian.
4. Pengujian yang dilakukan untuk menganalisa pengaruh variasi jumlah sudu *impeller* terhadap unjuk kerja blower sentrifugal.

Sumber data diambil dari gambar objek, gambar kerja kemudian dilakukan:

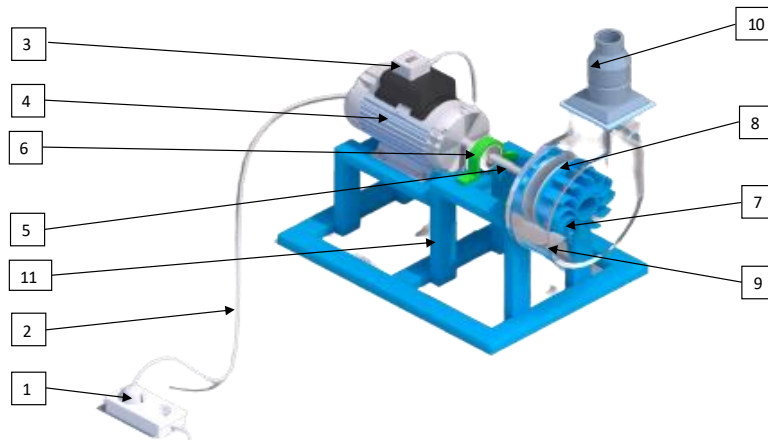
1. Proses Pemesinan (elemen-elemen mesin dibuat berdasarkan substansinya)
2. Melakukan pemeriksaan akhir (melakukan pemeriksaan ulang pada mesin)
3. Melakukan tes jalan (memastikan mesin layak untuk digunakan)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Blower sentrifugal menghasilkan sejumlah volume udara untuk *supply energy* yang efisien sebagai tekanan atau vakum. Udara masuk ke bagian tengah kipas yang berputar dan terbagi-bagi diantara sudu-sudu *impeller*. Pada saat *impeller* berputar akan mengakibatkan udara terdorong keluar karena gaya sentrifugal. Udara dengan kecepatan tinggi ini kemudian tersebar didalam rumah blower kemudian melambat dan menghasilkan tekanan yang lebih besar. Tekanan atau kondisi vakum terjadi karena aliran udara yang besar dihasilkan oleh bentuk sudu-sudu *impeller* yang terbuka (desain sudu *impeller* mendorong udara sehingga terjadi aliran tekanan yang besar).

Adapun sub assembling dilakukan adalah yang pertama *impeller* kemudian rumah keong dan yang terakhir rangka.

Blower sentrifugal yang dirancang



Gambar 2. Rangkaian Blower Sentrifugal

Dimana:

- 1 = Stop kontak
- 2 = Kabel
- 3 = Saklar
- 4 = Motor Listrik
- 5 = Poros
- 6 = Pillow block
- 7 = Sudu-sudu impeller
- 8 = Piringan impeller
- 9 = Keong
- 10 = Nosel
- 11 = Rangka

Disain dan Proses Pembuatan Komponen Blower Sentrifugal

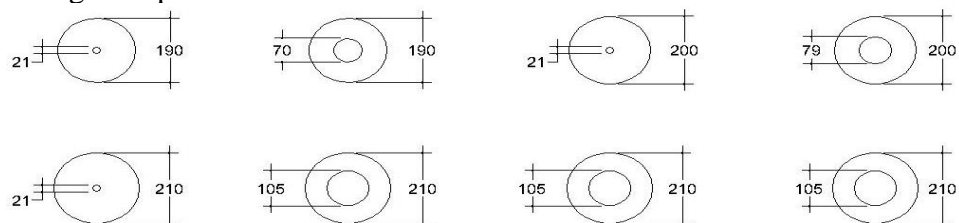
Disain komponen blower sentrifugal yang termasuk pada proses pembuatan ini adalah sebagai berikut.

1. Poros



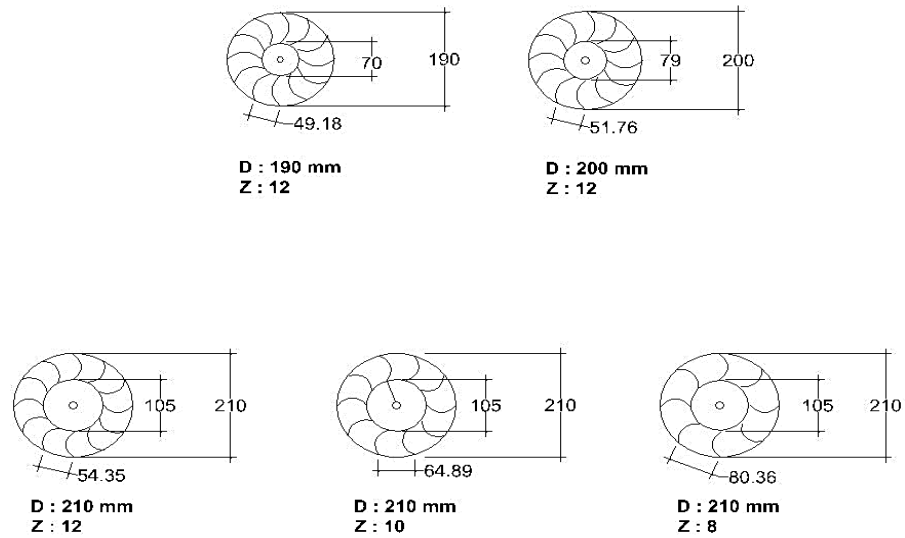
Gambar 3. Desain Poros

2. Piringan impeller



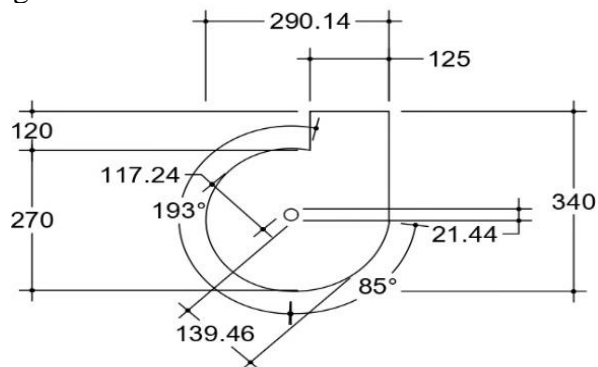
Gambar 4. Desain Piringan Impeller

3. Sudu-sudu *impeller*

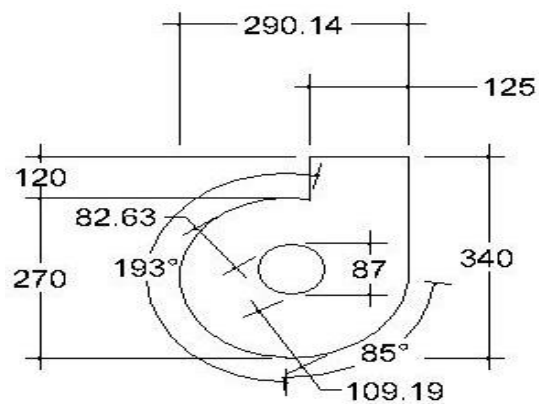


Gambar 5. Disain Sudu-Sudu Impeller

4. Rumah keong

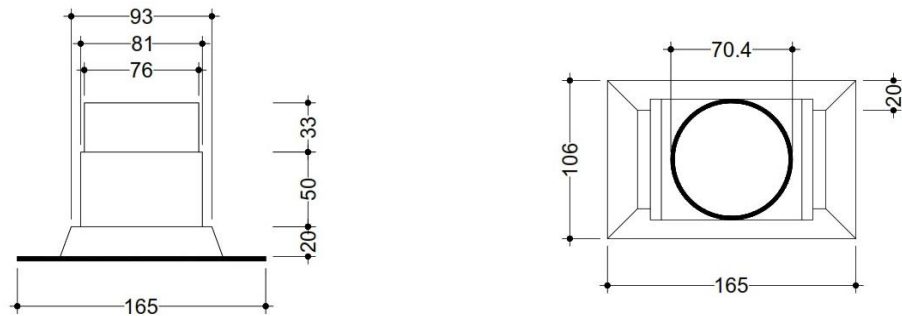


Gambar 6. Disain Rumah Keong Bagian Dalam



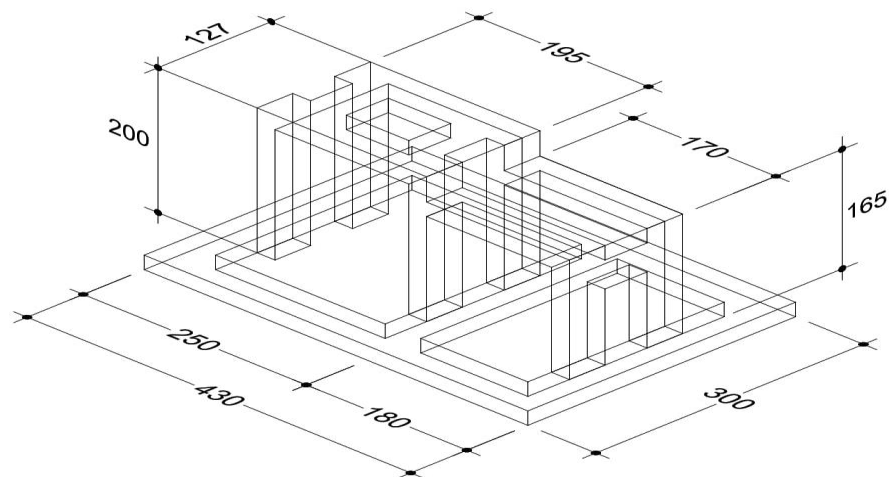
Gambar 7. Disain Penutup Rumah Keong

5. Nosel



Gambar 8. Disain Penutup Rumah Keong

6. Rangka



Gambar 9. Disain Rangka

Waktu pembuatan elemen-elemen dari blower sentrifugal

1. Piringan Impeller

Waktu pemotongan satu buah plat yaitu ± 30 [menit] sama dengan $0,5$ [jam], untuk pembuatan satu buah piringan *impeller* pada mesin bubut yaitu ± 15 [menit], untuk keseluruhan waktu mengikir ± 1 [jam], dan untuk waktu pembuatan lubang dilakukan pada mesin bubut yaitu ± 10 [menit].

Jadi waktu pemotongan ke sepuluh plat yaitu ± 5 [jam], waktu untuk pembubutan ke sepuluh buah piringan *impeller* yaitu $\pm 2,32$ [jam], Sedangkan untuk total waktu pembuatan lubang pada ke sepuluh buah yaitu $\pm 1,41$ [jam]. Jadi total waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan piringan *impeller* $\pm 9,13$ [jam].

2. Sudu – Sudu Impeller

Waktu pemotongan satu buah pipa galvanis (sudu-sudu) menggunakan mesin gerinda yaitu ± 4 [menit], waktu pemotongan satu buah sudu menggunakan mesin gerinda yaitu ± 10 [menit].

Jadi untuk total waktu pemotongan 27 pipa galvanis menggunakan mesin gerinda yaitu $\pm 1,8$ [jam], untuk total waktu pembuatan ke 54 sudu-sudu yaitu ± 9 [jam].

3. Poros As

Waktu pemotongan untuk satu buah poros pada mesin gerinda ± 30 [menit] sama dengan 0,5 [jam]. Waktu pembuatan untuk satu buah poros as pada mesin bubut ± 2 [jam]. Sedangkan untuk pembuatan alur pada mesin frais pada satu buah poros yaitu $\pm 1,5$ [jam] dan untuk waktu pemotongan satu buah poros ± 30 [menit] sama dengan $\pm 0,5$ [jam].

Jadi waktu pemotongan untuk lima buah poros pada mesin bubut $\pm 2,5$ [jam]. Untuk total waktu pembuatan ke lima buah poros as pada mesin bubut ± 10 [jam], sedangkan untuk total waktu pembuatan kelima alur pada mesin frais $\pm 7,5$ [jam] dan untuk total waktu pemotongan kelima buah poros as $\pm 2,5$ [jam].

4. Rumah Keong

Waktu pemotongan satu buah cover untuk rumah keong menggunakan mesin gerinda ± 10 [menit], jadi untuk total waktu pembuatan ke dua buah rumah keong ± 20 [menit]. Sedangkan pelubangan menggunakan mesin bor ± 5 menit, jadi untuk total waktu pelubangan ke dua buah cover yaitu ± 10 [menit]. Jadi total waktu pembuatan untuk kedua cover depan dan belakang rumah keong yaitu ± 30 [menit].

Sedangkan untuk pemotongan cover bagian samping rumah keong ± 5 [menit], dan waktu pengeleman keseluruhan rumah keong ± 15 [menit]. Jadi total waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan rumah keong adalah $\pm 1,35$ [jam].

Untuk pemotongan satu plat rumah keong menggunakan mesin gerinda membutuhkan waktu yaitu ± 30 [menit] sama dengan 0,5 [jam].

5. Rangka

Waktu keseluruhan pemotongan untuk bagian-bagian rangka mesin yaitu ± 3 [jam], untuk keseluruhan proses pengelasan dibutuhkan waktu ± 9 [jam], untuk waktu pengeboran ± 1 [jam], sedangkan untuk finishing ± 5 [jam]. Jadi total waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan rangka adalah ± 17 [jam].

Tabel 3. Waktu Pemesinan

No	Elemen	Bubut [Jam]	Frais [Jam]	Bor [Jam]	Las [Jam]	Potong [Jam]	Total [Jam]
1.	Piringan <i>Impeller</i>	4,14	-	-	-	5	9,14
2.	Sudu <i>Impeller</i>	-	-	-	-	10,8	10,8
3.	Poros As	2	1,5	-	-	2,5	3,5
4.	Rumah keong	-	-	0,05	-	0,55	1
5.	Rangka	-	-	1	9	3	13

Biaya Proses Produksi Pembuatan Mesin

Untuk biaya sewa mesin sebesar Rp.100.000 sudah dihitung dengan biaya listrik (diambil berdasarkan dari bengkel produksi jurusan teknik mesin politeknik negeri manado), dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$BSM = T_m \times B$$

Dimana:

BSM	= Biaya Sewa Mesin
T_m	= Waktu Pemesinan [Jam]
B	= Sewa Mesin [Rupiah/jam]

Adapun perhitungan biaya sewa mesin yang ada antara lain sebagai berikut:

1. Mesin Bubut

- Waktu total pengerjaan piringan *impeller* pada mesin bubut adalah 4,14 [jam]

$$\begin{aligned} BSM &= T_m \times B \\ &= 4,14 \times \text{Rp.}100.000 \\ &= \text{Rp.}414.000 \end{aligned}$$

- Waktu total pengerjaan poros as pada mesin bubut 2 [jam]

$$\begin{aligned} BSM &= T_m \times B \\ &= 2 \times \text{Rp.}100.000 \\ &= \text{Rp.}200.000 \end{aligned}$$

2. Mesin Frais

- Waktu total pengerjaan poros as pada mesin frais adalah 1,5 [jam]

$$\begin{aligned} BSM &= T_m \times B \\ &= 1,5 \times \text{Rp.}100.000 \\ &= \text{Rp.}150.000 \end{aligned}$$

3. Mesin Bor

- Waktu total pembuatan lubang pada rumah keong adalah 0,05 [jam]

$$\begin{aligned} BSM &= T_m \times B \\ &= 0,05 \times \text{Rp.}100.000 \\ &= \text{Rp.}5.000 \end{aligned}$$

- Waktu total pengerjaan rangka pada mesin bor adalah 1 [jam]

$$\begin{aligned} BSM &= T_m \times B \\ &= 1 \times \text{Rp.}100.000 \\ &= \text{Rp.}100.000 \end{aligned}$$

4. Mesin Las

- Waktu total pengerjaan rangka pada mesin las adalah 9 [jam]

$$\begin{aligned} BSM &= T_m \times B \\ &= 9 \times \text{Rp.}100.000 \\ &= \text{Rp.}900.000 \end{aligned}$$

5. Mesin Potong

- Waktu total pengerjaan piringan *impeller* pada mesin potong adalah 5 [jam]

- BSM = $T_m \times B$
= $5 \times \text{Rp.}100.000$
= $\text{Rp.}500.000$
- Waktu total pengerjaan sudu-sudu *impeller* pada mesin potong 10,8 [jam]
BSM = $T_m \times B$
= $10,8 \times \text{Rp}100.000$
= $\text{Rp.}1.080.000$
- Waktu total pengerjaan poros as pada mesin potong 2,5 [jam]
BSM = $T_m \times B$
= $2,5 \times \text{Rp.}100.000$
= $\text{Rp.}250.000$
- Waktu total pengerjaan rumah keong pada mesin potong 0,55 [jam]
BSM = $T_m \times B$
= $0,55 \times \text{Rp.}100.000$
= $\text{Rp.}55.000$
- Waktu total pengerjaan rangka pada mesin potong 3 [jam]
BSM = $T_m \times B$
= $3 \times \text{Rp.}100.000$
= $\text{Rp.}300.000$

Berdasarkan data diatas dapat diperoleh nilai total keseluruhan biaya sewa mesin adalah $\text{Rp.}3.954.000$

Pemeriksaan Akhir

Pemeriksaan akhir atau pengecekan kembali apakah posisi komponen-komponen ini dipasang secara simetris, tegak lurus dan poros motor bersama poros as *impeller* harus sejajar agar blower sentrifugal dapat beroperasi dengan lancar, pemeriksaan dilakukan secara visual (pengamatan langsung).

Tes Jalan

Blower sentrifugal hasil rancang bangun diuji coba dengan *impeller* dan sudu-sudu berbeda. Pada setiap putaran tertentu diamati dan didata kecepatan udara dan tekanan. Ternyata hasil dari pengamatan, mesin ini dapat beroperasi sesuai yang diharapkan dan setelah di uji coba tekanan udarah yang kuat tetapi terdapat sedikit kebocoran dibagian pinggiran penutup dan sambungan poros ke motor harus menggunakan bantalan agar pada saat pengujian alat tidak bising.

KESIMPULAN

1. Proses pembuatan komponen-komponen dari blower sentrifugal seperti poros as, piringan, sudu-sudu, rumah keong, rangka telah dibuat berdasarkan gambar hasil perancangan sebelumnya.
2. Adapun pembuatan setiap komponen-komponen blower sentrifugal menggunakan mesin bubut, frais, mesin bor, mesin las dan mesin gerinda

3. Dalam pembuatan blower sentrifugal dapat ditarik kesimpulan bahwa biaya sewa mesin yang harus disediakan adalah Rp.3.954.000 dan biaya total bahan adalah Rp.2.762.500. Jadi biaya total produksi adalah $BSM + BB = Rp.3.954.000 + Rp.2.762.500 = Rp.6.712.500$

SARAN

1. Menggunakan bahan yang lebih ringan sehingga beban akan berkurang dan mungkin akan mendapatkan performa yang lebih baik.
2. Menggunakan motor listrik DC yang dapat mengatur putarannya.
3. Menggunakan bantalan pada poros sambungan ke motor listrik agar tidak bising

REFERENSI

- [1] Church, Zulkifli,H, 1993, “Pompa Dan Blower Sentrifugal”, cetakan ke 3, Erlangga, Jakarta.
- [2] Kay Thi Myaing, Htay Htay Win, *Design and analysis of impeller for centrifugal blower using solid works*, *International Journal of Scitific Engineering and Technology Research*, 2014, ISSN 2319-8885 Vol.03,Issue.10,Pages:2138-2142.
- [3] Austin H, Church. 1990. Pompa dan Blower Sentrifugal . Jakarta : Erlangga.
- [4] Yadi Yunus, Zeenal Abidin, Sigit Sudrazat. 2011. Rancang bangun blower sentrifugal untuk pensirkulasian udara. Seminar nasional 2011, ISSN 1978-0176
- [5] Khant, D., & Azharuddin, S. K. (2014) Design of a Centrifugal Blower Adopting Reverse Engineering Approach. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 11(3) 28-33.
- [6] A.T. Oyelami, S.B. Adejuyigbe ; M.A. Waheed, A.K. Ogunkoya, D. Iliya, *Analysis of radial-flow impellers of different configurations*, *The Pacific Journal of Science and Technology*, (2012), Volume 13. Number 1.