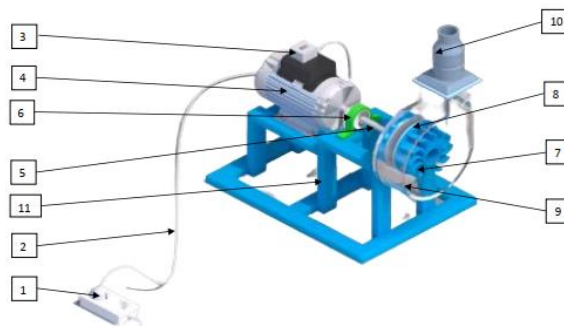


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Bawano dan Kawulur (2022) merancang sebuah *blower* yang yang dipublikasikan dalam sebuah jurnal yang berjudul “Rancang Bangun *Blower* Sentrifugal dengan Variasi Jumlah Sudu dan Diameter *Impeller*”. Hasil perancangan tersebut digunakan untuk membersihkan debu dengan mendorong udara yang dihasilkan oleh *blower*. Setelah melakukan rancang bangun dilakukan sebuah metode pengujian dengan variasi jumlah *impeller*, dengan variasi jumlah sudu ini memberikan perbedaan dalam diameter *impeller*. Hasil pengujian kerja alat terdapat kebocoran pada penutup dan sambungan poros harus diberikan bantalan agar tidak bising. Hasil rancang bangun ditampilkan dalam gambar 2.1



Gambar 2.1 Hasil rancang bangun *blower centrifugal* dengan variasi jumlah sudu (Bawano & Kawulur, 2022)

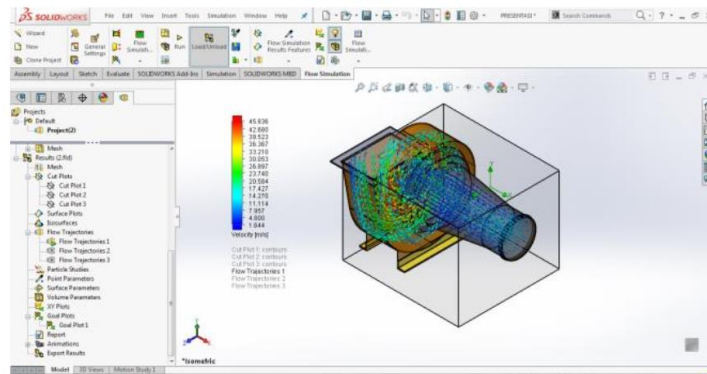
Yunus, dkk (2011) menulis sebuah jurnal untuk menjabarkan bahwa *blower* sentrifugal memiliki peran sebagai sirkulator udara, oleh sebab itu dilakukan rancang bangun *blower* sebagai sirkulator lemari asam di Lab Kimia STTN. Perancangan dengan putaran maksimum 2890rpm maka diharapkan mendapat debit 80 m³/menit dan *head* 150m. Maka rancang bangun ini menghitung diantaranya, daya yang ingin dihasilkan, penentuan dimensi dan ukuran *impeller* serta rumah keong (*volute casing*), pembuatan komponen serta pengujian serta hasil rancang bangun. Hasil rancang bangun berupa *blower* dengan diameter sisi isap D1 200mm, diameter luar *impeller* D2 350 mm, jumlah

sudu *impeller* z sebanyak 20 sudu, lebar sudu/panjang *impeller* 110 mm. Hasil pengujian, menunjukkan bahwa *blower* mampu beroperasi dengan kemampuan daya hisap sebesar 74,4 m³/menit pada putaran 1456 rpm. Hasil perancangan ditampilkan dalam gambar 2.2



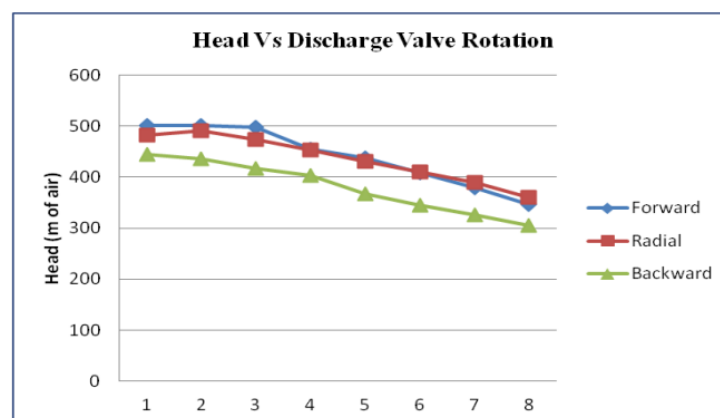
Gambar 2.2 Hasil perancangan *blower* sebagai sirkulator udara (Yunus dkk. 2011)

Khoryanton, dkk (2020) membuat karya tulis berupa jurnal untuk melakukan perancangan ulang pada sebuah *blower* di PT. Djarum Kudus. Jurnal tersebut memaparkan permasalahan pada Mesin *Blower Dust Fan 9* di PT. Djarum Kudus yaitu kelebihan kapasitas hisap yaitu sebesar 74,6 m³/menit, sehingga membuat tembakau dan kerikil ikut terhisap oleh *blower* tersebut. Sehingga tujuan penelitian tersebut yaitu membuat ulang atau *redesign impeller* pada mesin *blower* tersebut. Kapasitas hisap setelah didesain ulang yaitu 50m³/menit dengan putaran maksimum 2143 rpm. Dasar perhitungan dan dasar perancangan untuk pembuatan komponen tersebut meliputi diameter luar *impeller*, diameter mulut hisap *impeller*, tebal piringan *impeller*, sudut sudu pada sisi masuk dan keluar pada *impeller*, jumlah sudu *impeller*, lebar sudu pada sisi masuk *impeller*, dan tebal sudu *impeller*. Hasil perhitungan tersebut kemudian dirancang menggunakan *software solidworks* untuk melakukan simulasi. Dari hasil simulasi tersebut didapatkan hasil yaitu 50,38m³/menit, berdasarkan kesalahan maksimum yang ditentukan yaitu 1% maka hasil rancangan tersebut berhasil. Hasil rancangan *blower centrifugal* ditampilkan dalam gambar 2.3



Gambar 2.3 Hasil rancang bangun *blower centrifugal* (Khoryaton dkk. 2020)

Thangarasu, dkk (2015) menerbitkan sebuah jurnal dari eksperimen dan investigasi terhadap *blower centrifugal*. Investigasi tersebut dilakukan dengan menggunakan varian tipe *impeller* yang berbeda yaitu *forward blade*, *backward blade*, dan *radial blade*. Eksperimen tersebut bertujuan untuk melihat kapasitas dari sebuah *blower* untuk alat penyalur udara dengan mengetes alat sampai 15000rpm. Didapatkan hasil pada tipe *impeller forward blade* mendapatkan tinggi tekan yang tinggi diantara tipe sudu yang lain. Daya udara yang dibutuhkan lebih rendah pada *impeller* tipe *forward blade* daripada tipe yang lainnya. *Volumetric efficiency* atau efektifitas dari perpindahan volume cukup rendah pada tipe *forward blade* daripada tipe yang lain walaupun dari ketiga tipe tersebut mengalami kenaikan grafik yang bertahap lalu grafik mengalami titik jenuhnya, namun pada puncak titik jenuh dengan tipe *forward blade* langsung mengalami penurunan yang signifikan. Hasil eksperimen ditampilkan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Grafik *head* terhadap rotasi (Thangarasu, dkk 2015)

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Benih tanam

Benih hasil panen dari lapangan memiliki kadar air yang terkontaminasi dari lingkungan disekitarnya, batang dan bagian lainnya, kadar air yang terkontaminasi lebih dari 14% sehingga belum layak disimpan (Yudono. 2015) Hasil dari proses pengeringan benih diharapkan mendapatkan benih yang bermutu tinggi dan lulus uji laboratorium. Pengeringan pada benih menggunakan prinsip yaitu sebuah udara dihembuskan dengan kelembaban yang lebih rendah, sehingga benih mengalami penguapan lama waktu pengeringan ditentukan oleh jumlah udara yang dihembuskan dan suhu udara. Benih yang akan disimpan dan diproses selanjutnya memiliki kadar air sebesar 11-13%.

2.2.2 *Blower centrifugal*

Blower centrifugal merupakan sebuah alat untuk meningkatkan aliran atau tekanan sebuah fluida yang dapat dimampatkan yaitu udara. *Blower* ini memanfaatkan gaya sentrifugal yaitu dengan menghisap masuk fluida yang disebabkan oleh sudu-sudu yang berputar lalu terdorong keluar oleh gaya sentrifugal dan mengarah ke dinding *casing* yang berbentuk seperti rumah keong. Maka aliran fluida yang terbuang membentuk arah tegak lurus terhadap aliran fluida yang tersedot, oleh karena itu *blower* ini dapat menyalurkan fluida dengan *flow* yang tinggi dan konstan dengan putaran yang rendah dibanding dengan *blower* aksial. *Blower* ini sudah bersifat universal artinya banyak digunakan dimana saja dengan aplikasi yang berbeda-beda (Dietzel. 1988).

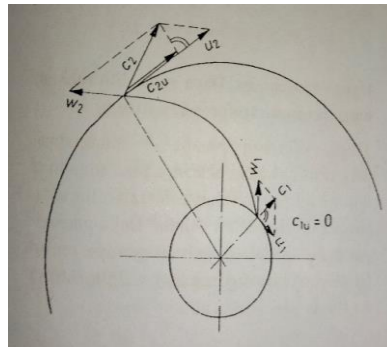
2.2.3 *Impeller*

Impeller merupakan bagian yang berputar dari sebuah *blower centrifugal* yang berfungsi untuk memindahkan fluida dengan bantuan motor penggerak sehingga fluida yang tersedot dapat keluar dari pusat putaran *impeller*. Kinerja dari *blower* sangat berpengaruh pada desain *impeller* karena dalam perancangan *impeller* banyak hal dapat memengaruhi laju aliran atau tekanan yang dikeluarkan. Segitiga kecepatan membantu dalam memandang arah aliran fluida yang terjadi pada pompa (Dietzel. 1988).

Berdasarkan konstruksi bilahnya *impeller* dibedakan menjadi 3 (tiga) yaitu:

A. *Impeller tipe backward blade*

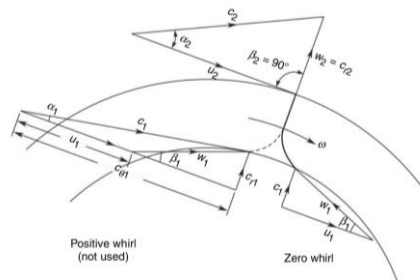
Impeller dengan bilah yang mengarah ke belakang dapat diketahui secara mudah dengan melihat arah bilah yang membelakangi arah putaran (Yahya, 2013). Pada sisi depan bilah dihasilkan tekanan positif untuk segitiga pendorong fluida untuk mengalir lalu menghasilkan aliran negatif pada bagian belakang untuk menyedot fluida. Diagram kecepatan menjelaskan kecepatan arah tangensial aliran (u_1, u_2), kecepatan absolut pada aliran fluida (c_1, c_2), kecepatan relatif dari sudu (w_1, w_2). segitiga kecepatan ditampilkan dalam gambar 2.5



Gambar 2. 5 Segitiga kecepatan sudu pompa *backward blade* (Church, 1944)

B. *Impeller tipe radial blade*

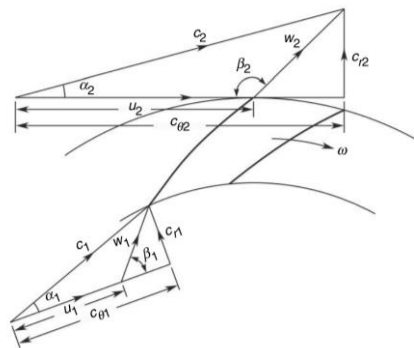
Pada *impeller* tipe ini memiliki sebuah bilah yang lurus dan tidak mempunyai kelengkungan (Yahya., 2013). Jika memiliki kelengkungan pada bilah maka salah satu dari sisi nya yang akan melengkung, baik di sisi masuk atau sisi keluar. Kelengkungan pada salah satu sisi ini membuat *impeller* memiliki daya hisap atau daya buang yang lebih cepat dari pada tidak ada sisi lengkung, segitiga kecepatan yang dimiliki juga berbeda, yaitu seperti yang ditampilkan pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Segitiga kecepatan sudu pompa *radial blade* (Yahya, 2013)

C. *Impeller* tipe *forward blade*

Pada *impeller* ini memiliki bilah yang mengarah ke belakang, dengan tipe ini memungkinkan untuk mendapatkan volume yang besar dengan kecepatan yang rendah (Yahya, 2013). Penggunaannya bisa memberikan sebuah aliran yang konstan dan tekanan yang konstan dengan putaran yang ditentukan. Aplikasi dari *impeller* tipe ini yaitu *boilers, heater, heat tube heater*. Segitiga kecepatan hampir sama dengan *backward blade*, yaitu pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Segitiga kecepatan sudu pompa *forward blade* (Yahya, 2013)

Daya dibutuhkan oleh sebuah *blower* untuk memutarakan sesuai dengan yang dibutuhkan (Church, 1944) Perancangan daya yang dibutuhkan menggunakan persamaan (2.1)

$$P = \rho Q(gH) \quad (2.1)$$

Dimana :

P = daya yang dibutuhkan (watt)

ρ = masa jenis udara sesuai dengan suhu (kg/m^3)

Q = *flow rate* (m^3/s)

g = gravitasi bumi (m/s^2)

H = tinggi-tekan (meter)

Torsi juga diperhitungkan untuk mendapatkan diameter poros (Dietzel, 1988), persamaan torsi dapat dilihat pada persamaan (2.2)

$$T = \frac{P}{2\pi n/60} \quad (2.2)$$

Dimana :

T = momen puntir yang terjadi (Nm)

P = daya yang dibutuhkan (Nm/det)

n = Jumlah putaran motor (rpm)

Perancangan dimensi poros membutuhkan sebuah persamaan dengan melibatkan momen puntir dan tegangan ijin. Perancangan tegangan ijin (Dietzel, 1988) ditampilkan pada persamaan (2.3) dan diameter poros (Dietzel, 1988) ditampilkan pada persamaan (2.4)

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{(Sf_1 \cdot Sf_2)} \quad (2.3)$$

Dimana :

τ_a = tegangan yang diijinkan (kg/mm^2)

σ_B = kekuatan tarik (kg/mm^2)

Sf_1 = Faktor keamanan 1

Sf_2 = Faktor keamanan 2 (1-3)

$$d_{min} = \sqrt[3]{\frac{T}{(0.2 \cdot \tau_a)}} \quad (2.4)$$

Dimana :

d_{min} = diameter poros minimal (mm)

T = Torsi yang terjadi pada poros (Nm)

τ_a = tegangan yang diijinkan (kg/mm^2)

Persamaan Diameter Hub (Dietzel, 1988) pada persamaan 2.5

$$D_n = (1,2 \dots 1,50) \times d_{min} \quad (2.5)$$

Dimana :

D_n = Diameter Hub (mm)

d_{min} = Diameter minimal poros

Persamaan Fluida (Church, 1944) pada persamaan 2.6

$$V_{su} = \frac{Q}{A} \quad (2.6)$$

Dimana :

V_{su} = Kecepatan sisi hisap (m/s)

Q = Flowrate (m³/s)

A = Luas penampang (m²)

Persamaan diameter mulut hisap (Dietzel, 1988) pada persamaan 2.7

$$D_s = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\pi \cdot C_o}} \quad (2.7)$$

Dimana :

D_s = Diameter sisi masuk (inch)

V' = Kapasitas Sisi masuk (1,2...1,05 x Q = m³/s)

C_o = Kecepatan Sisi Masuk (m/s)

Lebar roda sisi masuk (Dietzel, 1988) pada persamaan 2.8

$$b_1 = \frac{V_s}{D_1 \cdot \pi \cdot C_1} \quad (2.8)$$

Dimana :

b_1 = Lebar sisi masuk (inch)

D_1 = Diameter sisi masuk (inch)

V_s = Kapasitas Sisi Masuk (ft/s)

Segitiga kecepatan untuk menggambarkan arah laju aliran dan sudut yang diambil (Dietzel, 1988) dijabarkan pada persamaan dibawah.

$$u_1 = \frac{D_1 \cdot \pi \cdot n}{60} \quad (2.9)$$

Dimana :

u_1 = kecepatan keliling tangensial masuk (m/s)

D_1 = Diameter sisi masuk *impeller* (mm)

n = kecepatan putaran (rpm)

$$\beta_1 = \tan^{-1} \frac{c_1}{u_1} \quad (2.10)$$

Dimana :

β_1 = sudut radial sisi masuk (derajat)

C_1 = kecepatan absolut sisi masuk (mm/s)

u_1 = kecepatan keliling tangensial sisi masuk (m/s)

$$C_1 = \tan\beta_1 \cdot u_1 \quad (2.11)$$

Dimana :

β_1 = sudut radial sisi masuk (derajat)

C_1 = kecepatan absolut sisi masuk (mm/s)

u_1 = kecepatan keliling tangensial sisi masuk (m/s)

$$W_1 = \sqrt{C_1^2 + U_1^2} \quad (2.12)$$

Dimana :

W_1 = Kecepatan relatif sisi masuk (mm/s)

C_1 = kecepatan absolut sisi masuk (mm/s)

u_1 = kecepatan keliling tangensial sisi masuk (m/s)

$$D_2 = \frac{1840\Phi\sqrt{H}}{n} \quad (2.13)$$

Dimana :

H = tinggi tekan (m)

D_2 = Diameter sisi keluar *impeller* (mm)

n = kecepatan putaran (rpm)

Φ = koefisien tinggi tekan

$$u_2 = \frac{D_2 \cdot \pi \cdot n}{60} \quad (2.14)$$

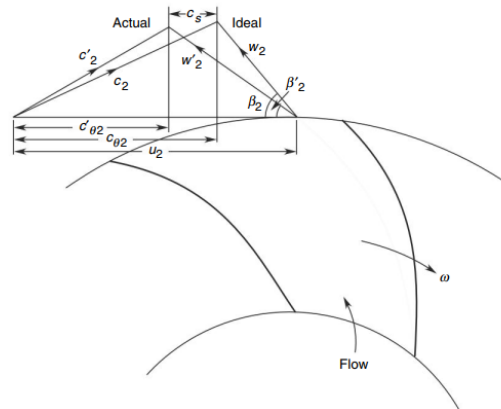
Dimana :

u_2 = kecepatan keliling tangensial masuk (m/s)

D_2 = Diameter sisi masuk *impeller* (mm)

n = kecepatan putaran (rpm)

Segitiga kecepatan aktual dibutuhkan untuk membuat rancangan *volute casing* yang akan digunakan. Segitiga kecepatan aktual ditampilkan pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Segitiga kecepatan virtual akibat faktor slip (Yahya, 1983)

Persamaan segitiga kecepatan virtual akibat faktor slip dijabarkan dibawah.

$$C'_2 = \frac{85}{100} \tan \beta_1 \cdot u_1 \quad (2.15)$$

Dimana :

u_1 = kecepatan keliling tangensial masuk (m/s)

β_1 = sudut radial sisi masuk (derajat)

C'_2 = kecepatan relatif keluar (m/s)

$$C_{\theta 2} = u_2 - \frac{C'_2}{\tan \beta_2} \quad (2.16)$$

Dimana :

u_2 = kecepatan keliling tangensial masuk (m/s)

β_2 = sudut radial sisi keluar (derajat)

$C_{\theta 2}$ = komponen kecepatan keluar (m/s)

$$C'_{\theta 2} = C_{\theta 2} \times n_{\infty} \quad (2.17)$$

Dimana :

$C'_{\theta 2}$ = komponen kecepatan akibat faktor slip

n_{∞} = faktor slip

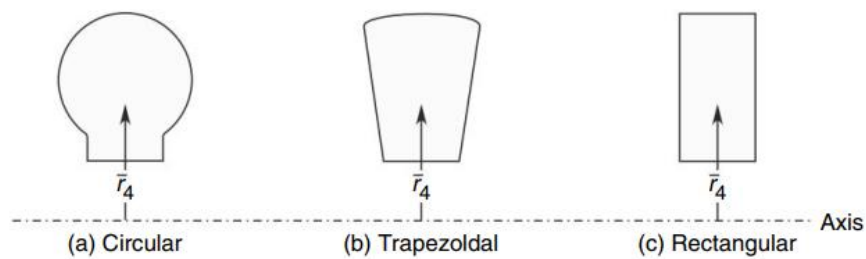
$$\tan \alpha'_2 = \frac{C_{2r}}{C_{2u}'} \quad (2.18)$$

Dimana :

$\tan \alpha'_2$ = sudut udara keluar virtual

2.2.4 Volute casing

Volute merupakan penutup dari *impeller* dan juga sebagai pengatur arah aliran fluida. *volute casing* mempunyai bentuk seperti rumah keong yang mempunyai laluan berbentuk spiral dengan penampang yang meluas pada sisi buang (Church, 1944). Dimensi yang dirancang pada *volute casing* mengikuti dari dimensi *impeller* yang digunakan. Bentuk dari cangkang ada tiga jenis, ditampilkan dalam gambar 2.9



Gambar 2.9 Macam-macam bentuk *volute casing* (Yahya, 1983)

Pada *volute casing* harus dihitung radius dasar *volute* dengan persamaan

2.19

$$r_3 = \frac{d_2}{2} + \left(\frac{d_2}{2} \times 0,1 \right) \quad (2.19)$$

Dimana :

r_3 = radius dasar *volute* (mm)

d_2 = diameter luar *impeller* (mm)

Jarak pemisah antara radius dasar dengan *boundary* dapat diukur dengan sudut lidah *volute*. Sudut lidah *volute* dapat dihitung dengan persamaan 2.20

$$\theta_t = \frac{132 \log \frac{r_3}{r_2}}{\tan \alpha'_2} \quad (2.20)$$

Dimana :

r_2 = radius luar *impeller* (mm)

r_3 = radius dasar *impeller* (mm)

$\tan \alpha'_2$ = sudut udara keluar

Bagian penampang luar dari *volute casing* atau disebut juga dengan *boundary* dapat dihitung dengan mengacu pada radius tiap sudutnya, untuk *volute casing* jenis persegi panjang dapat dihitung dari sudut 90° sampai 360° .

Persamaan untuk menghitung radius pada tiap sudutnya dapat menggunakan persamaan 2.21

$$r_4 = r_3 \exp \left\{ \frac{\theta}{360} \cdot \frac{Q}{Kb_3} \right\} \quad (2.21)$$

Dimana :

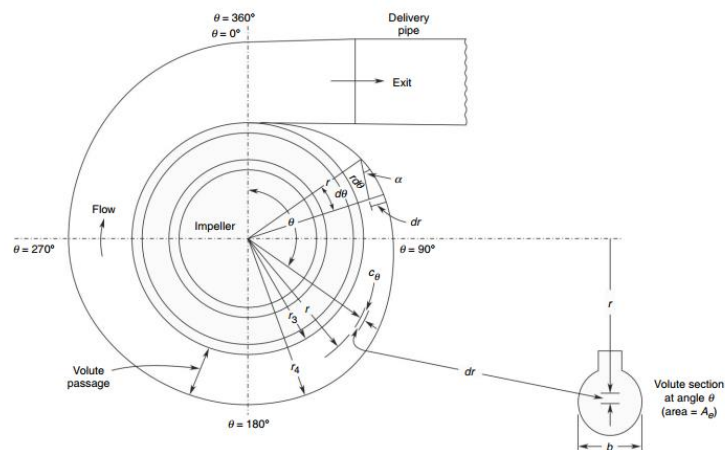
r_4 = radius *boundary volute* (mm)

r_3 = radius dasar *impeller* (mm)

b_3 = lebar *volute casing* (mm)

K = konstanta

Penampang dari *volute casing* ditampilkan pada gambar 2.9



Gambar 2.10 Penampang dari *volute casing* (Yahya, 1983)

2.2.5 Bending

Bending atau pembengkokan merupakan suatu pekerjaan dengan menekan salah satu sisi logam dengan tumpuan mengikuti profil yang akan dibengkokkan baik menggunakan mesin maupun manual. *Bending* juga termasuk dalam proses fabrikasi logam. Penekukan menggunakan gaya tertentu disesuaikan dengan benda kerja yang digunakan.

2.2.6 Roll bending

Sama halnya dengan proses bending, namun material yang dikerjakan membentuk sebuah profil melengkung secara sempurna maupun tidak sempurna. Mesin yang digunakan juga berbeda dengan mesin bending lainnya. Mesin ini menggunakan 3 (tiga) buah *roller* atau lebih untuk melakukan pekerjaannya.

2.2.7 *Turning*

Turning atau bubut adalah pekerjaan pemesinan yang didasari dengan terbentuknya chip atau logam sebagai hasil dari pemotongan. merupakan sebuah proses untuk mengurangi dimensi sebuah material logam maupun non logam dengan memutar benda kerja lalu disayat menggunakan mata potong. Biasanya pekerjaan dilakukan pada mesin bubut untuk benda yang memiliki bentuk silindris baik pejal maupun berongga (Sulistyarini., 2018)

2.2.8 *Drilling*

Merupakan proses membuat lubang dengan menggunakan mesin *drill* atau bor dengan dimensi dan lokasi yang telah ditentukan dalam lembaran kerja. Mata potong memiliki bentuk khusus untuk melakukan pekerjaan *drilling*.

2.2.9 Metode penyambungan logam

A. Sambungan non permanen

Penyambungan non permanen merupakan jenis penyambungan logam tanpa merusak bagian logam yang disambung dan dapat dilepas kembali, contohnya seperti baut dan mur. Penyambungan baut dan mur banyak digunakan dalam sambungan konstruksi dan pemesinan.

B. Sambungan permanen

Sambungan permanen merupakan jenis penyambungan logam dimana bagian logam yang disambung tidak dapat dilepas kembali, jika dilepas kembali maka terjadi kerusakan pada sambungan tersebut.

Jenis penyambungan permanen salah satunya adalah *Liquid State (Fusion)*. Jenis tersebut akan menyambung 2 (dua) logam dalam kondisi cair, dan termasuk dalam penggunaan *filler* atau bahan tambah yang ikut mencair. Contohnya yaitu : *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)*, *Gas Metal Arc Welding (GTAW)*, *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)*

2.2.10 *Solidworks*

Solidworks merupakan software CAD (*Computer Aided Design*), CAM (*Computer Aided Manufacturing*), dan CAE (*Computer Aided Engineering*). Software tersebut dibuat oleh *DASSAULT SYSTEM SOLIDWORKS CORPORATION*. *Solidworks* menggunakan konsep pembuatan 3D terlebih

dahulu, dimulai dari pembuatan sketsa hingga terbentuk sebuah model 3D. Dengan model tersebut kita bisa membuat versi 2D atau menggabungkan dengan metode *assembly*. Dari metode *assembly* juga bisa dibuat 2D untuk memudahkan proses produksi. perancangan desain *impeller* menggunakan bantuan software *solidworks* karena setelah mendapatkan model 3D dari *impeller* kita bisa menganalisa langsung di dalam *software* tersebut.

Flow simulation merupakan sebuah fitur didalam *solidworks* yang digunakan untuk melakukan simulasi terhadap fluida yang berpindah didalam suatu desain. Fitur ini digunakan oleh penulis untuk mensimulasikan sebuah aliran udara yang terjadi didalam *blower centrifugal* dengan parameter yang ditentukan, sehingga mendapatkan bayangan atau visual terhadap hasil desain sebelum diproduksi.