

# PERANCANGAN ALAT PENCAMPUR PASIR CETAK "TURBO MIXER"

Bagus Budiwantoro <sup>(1)</sup> dan Bayu Pratama Adikara <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Jurusan Teknik Mesin, ITB

<sup>(2)</sup> Politeknik Manufaktur Bandung – ITB

## Ringkasan

Turbo Mixer kapasitas 350 kg dirancang untuk mengaduk pasir cetak basah dengan cara diaduk oleh putaran sudu turbo sehingga terjadi pengadukan dengan cara metoda awiur. Dengan metoda ini pasir tidak rusak selama proses pengadukan. Putaran sudu turbo dengan lengan pengaduk yang melintang diatur sedemikian rupa sehingga mixer bekerja sangat efisien. Konstruksi mixer dibuat kokoh dan sederhana agar mudah dalam pengoperasian, perawatan maupun pada waktu proses pembuatannya. Dalam aplikasi lain turbo mixer dapat dikembangkan untuk keperluan pengolahan pupuk, obat-obatan, pakan ternak dan sebagainya. Beberapa angka praktek perancangan turbo mixer kapasitas 350 kg diperoleh dari perhitungan ulang turbo mixer kapasitas 750 kg yang sudah dibuat.

## Abstract

Turbo Mixer with 350 kg capacity is designed to mix greensand by mixing it using turbo blade rotation so it creates a mix using scatter method. Using this method, the greensand will not be damaged during the process. The turbo blade rotation with lateral mixing arm was set in a way that the mixer could work efficiently. The construction of this turbo mixer is rigid but simple to ensure the easyness of operating, maintenance and manufacturing. In other application, Turbo Mixer could be developed for mixing of fertilizers, drugs, etc. Several design practice figures for 350 kg turbo mixer, are taken from the recalculation of 750 kg turbo mixer that have been made before.

**Keyword:** Axial Compressor, Static & Dinamic Pressure, Belt Drives

## 1. PENDAHULUAN

Pengecoran logam merupakan salah satu proses pembentukan logam dengan cara mencairkannya kemudian memasukkannya ke dalam rongga cetak dan dibiarkan sampai terjadi pembekuan. Karena temperatur cair logam sangat tinggi ( $\pm 1500^{\circ}\text{C}$ ) dan terkadang produk logam coran berukuran besar, maka cetakan yang umum digunakan adalah cetakan pasir dengan sifat-sifat dan metoda pengolahan yang tertentu.

Pasir cetak yang baik harus memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

- Kemampuan bentuk yang baik
- Kemampuan alir yang baik
- Ketahanan bentuk yang baik
- Kemampuan alir gas yang baik
- Ketahanan panas yang baik
- Kemudahan hancur yang baik
- Kemampuan daur ulang yang baik

Untuk mendapatkan sifat pasir cetak seperti di atas, maka pasir cetak mempunyai bahan baku sebagai berikut:

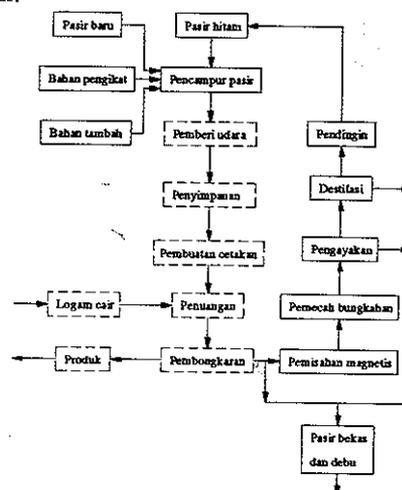
- Pasir**  
Pasir memiliki butiran dengan ukuran berkisar 0,02-0,2 mm dengan variasi bentuk bulat, bersudut bulat, bersudut tajam dan serpih.
- Bahan pengikat**  
Bahan pengikat berguna untuk melekatkan butiran-butiran pasir agar dapat diperoleh bentuk yang diinginkan dengan tidak menghilangkan sifat-sifat dari pasir cetak.

### c. Bahan tambah

Bahan tambah diberikan dengan tujuan untuk memperbaiki sifat pasir cetak seperti:

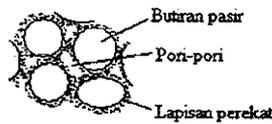
- Meningkatkan kehalusan permukaan tuangan
- Meredam tegangan akibat pemuaian kuarsa
- Menghindari penetrasi cairan logam ke dalam cetakan
- Mempertinggi daya hancur
- Meningkatkan kemampuan alir gas

Untuk memperoleh sifat-sifat pasir cetak yang baik, harus diperhatikan pula proses pengolahannya. Berikut ini contoh sistem pengolahan pasir cetak basah yang umum digunakan dilakukan di industri pengecoran logam.



Gambar 1: Diagram distribusi pasir cetak<sup>[1]</sup>.

Dilihat dari Gambar 1, pengolahan pasir cetak mempunyai tujuan untuk mencampur dan menghancurkan gumpalan-gumpalan komponen pasir cetak sehingga dapat menjamin pendistribusian komponen-komponen pasir cetak secara efektif (membentuk lapisan tipis di sekeliling butiran pasir).



Gambar 2: Distribusi komponen pasir cetak<sup>[13]</sup>.

Pendistribusian komponen pasir cetak secara efektif dapat dilakukan dengan cara pengadukan yaitu dengan alat pencampur pasir (*sand mixer*).

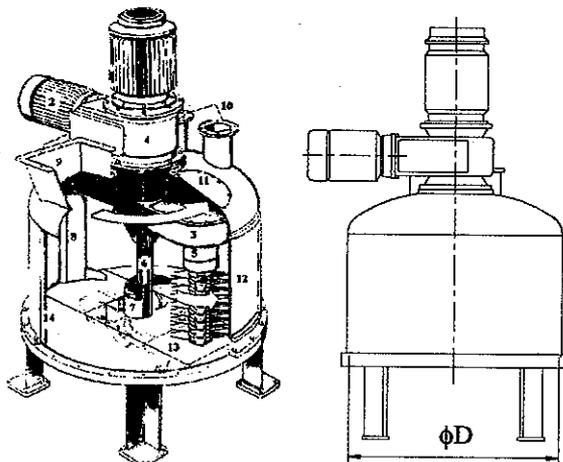
## 2. ANALISIS PERHITUNGAN TURBO MIXER

Untuk melakukan perhitungan turbo mixer kapasitas 350 kg, dilakukan terlebih dahulu perhitungan ulang sudu-sudu turbin dan pengeruk dari turbo mixer kapasitas 750 kg yang sudah dibuat, sehingga diperoleh beberapa angka praktek yang akan digunakan dalam merancang turbo mixer kapasitas 350 kg.

### 2.1 Perhitungan Ulang Turbo Mixer Kapasitas 750 kg

Untuk menghitung ulang turbo mixer kapasitas 750 kg diperlukan data-data sebagai berikut:

a. Data turbo kapasitas 750 kg yang telah dibuat.



Keterangan:

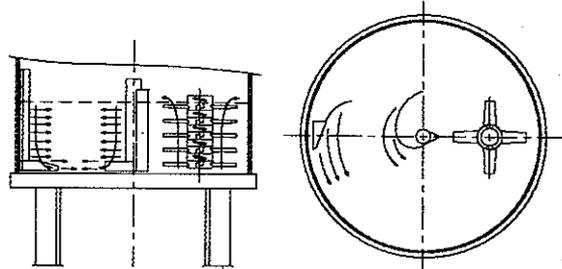
1. Motor penggerak lengan pengaduk
2. Motor penggerak sudu-sudu turbo
3. Dudukan elemen transmisi
4. Rumah roda gigi
5. Sudu-sudu turbo
6. Poros tengah
7. Pengeruk tengah
8. Pengeruk dinding
9. Pemasukan pasir
10. Pemasukan bahan perekat dan bahan tambah
11. Pintu perbaikan
12. Pintu pembersihan
13. Pintu pengeluaran
14. Pelat pelindung

Gambar 3: Konstruksi turbo mixer<sup>[4]</sup>.

Tabel 1: Data Turbo Mixer<sup>[4]</sup>

Tipe Mixer	Keluaran [ton/jam]	D [mm]	Kapasitas [ton]	Waktu proses [detik]	Daya turbin [kW]	Daya mixer [kW]
SAM 25	28	1600	0,75	90	45	22

Dari Gambar 3, dapat diperkirakan aliran pasir yang terjadi selama proses pengadukan.



Gambar 4: Aliran pasir pada proses pengadukan.

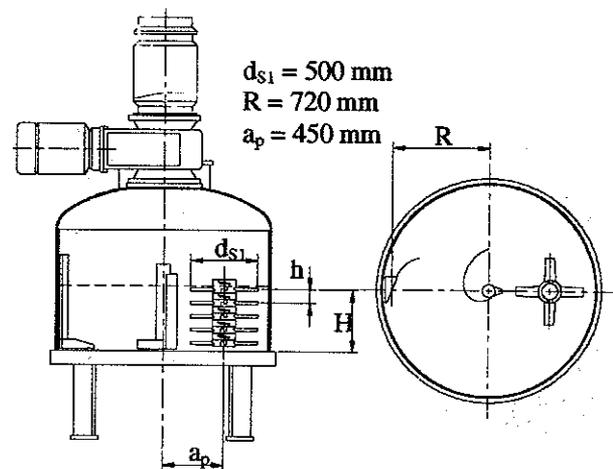
b. Data Penelitian

Hasil penelitian terhadap pasir cetak basah, diperoleh data-data sebagai berikut:

- Massa jenis rata-rata ( $\rho$ ) = 770 kg/m<sup>3</sup>
- Koefisien gesek pasir dengan pasir ( $\mu_1$ ) = 0,5 /  $\tan \theta = 30^\circ$
- Koefisien gesek pasir dengan logam ( $\mu_2$ ) = 0,8 /  $\tan \phi = 40^\circ$

c. Dimensi Perkiraan turbo mixer kapasitas 750 kg.

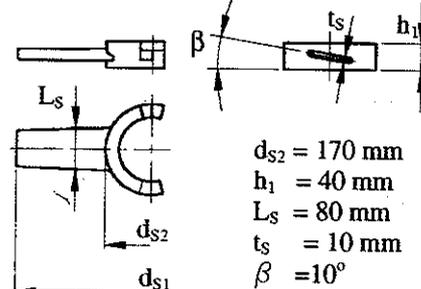
Dengan mengacu pada Gambar 3 dan Tabel 1, kemudian membuat gambar berskala, diperoleh dimensi perkiraan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5: Dimensi perkiraan.

### 2.1.1 Perhitungan Sudu-sudu Turbo

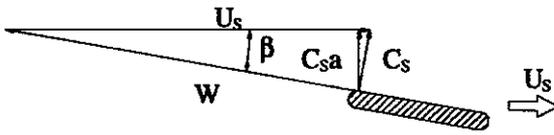
Dengan pertimbangan dimensi perkiraan yang diperoleh dari sub bab 2.1 point c, maka dimensi sudu turbo dapat diperkirakan seperti pada Gambar 6.



Gambar 6: Dimensi perkiraan sudu turbo.

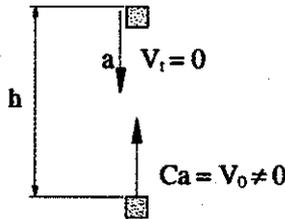
Dari prinsip kerjanya, pasir harus dapat berpindah dari bawah ke atas (lihat Gambar 4), maka putaran sudu-sudu turbo harus dapat menaikkan pasir dari sudu paling bawah ke sudu yang berada di atasnya dan terus

berpindah sampai sudu paling atas. Perhitungan ini dapat dilakukan dengan menggunakan prinsip segi tiga kecepatan pada pompa aksial dengan asumsi aliran satu dimensi sebagai penyederhanaan perhitungan.



Gambar 7: Segi tiga kecepatan<sup>[10]</sup>

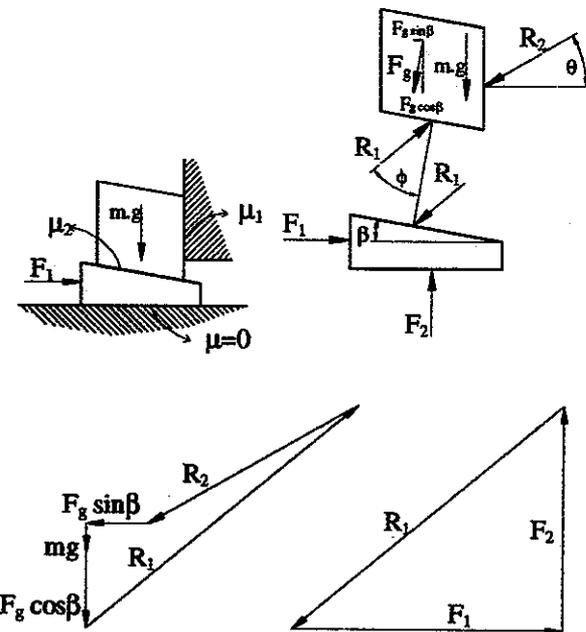
Kecepatan absolut arah vertikal ( $C_{sa}$ ) dipengaruhi oleh perlambatan ( $a$ ) akibad grafitasi, gaya gesek antara pasir dengan pasir dan gaya gesek antara pasir dengan logam.



Gambar 8: Perlambatan akibad adanya gesekan<sup>[2]</sup>

Besarnya perlambatan akibad gaya gesek dapat diketahui melalui diagram benda bebas pada sudu turbo dan Persamaan 1.

$$a = \frac{F}{m} \quad (1)$$



Gambar 9: Diagram benda bebas pada sudu turbo<sup>[6]</sup>

Besarnya kecepatan absolut arah vertikal dihitung dengan Persamaan (2)<sup>[2]</sup>.

$$Ca = V_0 = \sqrt{2 \cdot a \cdot h} \quad (2)$$

Dengan menggunakan Gambar 7, dapat diperoleh kecepatan tangensial ( $U$ ).

$$U = Ca \cdot \tan \beta + \frac{Ca}{\tan \beta} \quad (3)$$

Dengan Persamaan (4),

$$U = \omega \cdot r \quad (4)$$

diperoleh kecepatan putar ( $n$ ) sebesar 455 rpm.

Gaya yang diperlukan untuk memutar sudu-sudu turbo terdiri atas:

- a. Gaya statis
  - Akibad adanya gaya gesek ( $F_1$ ), yang dapat dicari dengan menggunakan Gambar 9.
  - Akibad adanya tekanan statis pasir

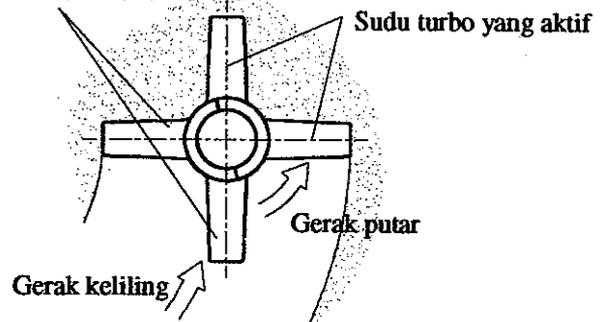
$$F_s = \rho \cdot g \cdot \frac{H}{2} \quad (5)$$

- b. Gaya dinamis ( $F_D$ )

$$F_D = \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 \cdot A \quad (6)$$

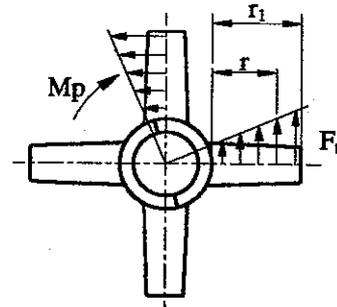
Besarnya gaya total ( $F_T$ ) untuk memutar sudu-sudu turbo, tergantung pada banyaknya sudu turbo yang aktif pada setiap tingkatan sudu turbin ( $x$ ).

Sudu turbo yang tidak aktif



Gambar 10: Sudu-sudu turbo yang aktif.

Untuk menghitung momen puntir ( $M_p$ ) diperlukan penentuan jari-jari ( $r$ ) seperti terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11: Momen puntir pada sudu-sudu turbo

Besarnya  $r$  diambil  $\frac{2}{3} r_1$  karena merupakan titik berat dari bidang segi tiga yang dibentuk oleh gaya total sudu turbo.

$$M_p = F \cdot r \quad (7)$$

Daya ( $N$ ) yang diperlukan untuk memutar sudu-sudu turbo dapat dicari dengan menggunakan Persamaan (8).

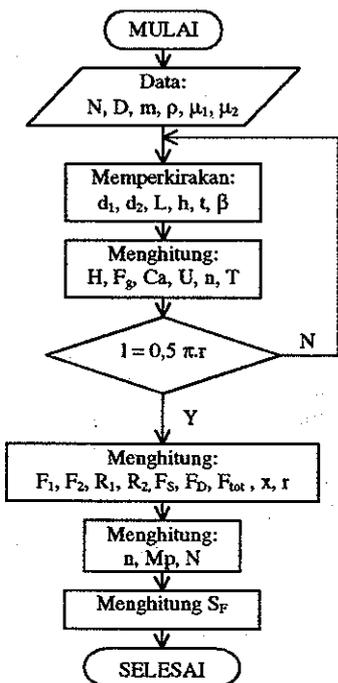
$$N = \frac{M_p \cdot n}{9550} \quad (8)$$

Harga faktor keamanan ( $S_F$ ) sebesar 1,3 yang diperoleh dari perbandingan antara daya motor turbin (lihat Tabel 1) dengan daya motor turbin hasil perhitungan sebesar 33,6 kW, akan dijadikan acuan untuk faktor keamanan sudu turbo pada perancangan turbo mixer.

Untuk memperkirakan pasir dan sudu turbo yang ada di atasnya tiba pada waktu dan tempat yang sama, harus dilakukan pemeriksaan ulang. Pemeriksaan dilakukan dengan menghitung waktu ( $t$ ) yang diperlukan untuk menempuh ketinggian  $h$  (lihat Gambar 5), kemudian berdasarkan waktu tersebut dicari jarak lintasan yang ditempuh oleh sudu turbo. Bila jarak tersebut mendekati setengah keliling lintasan sudu turbo, maka dimensi perkiraan di atas dianggap benar.

$$U t = \pi r \quad (9)$$

Secara diagram, perhitungan sudu turbo dapat digambarkan seperti pada Gambar 12.

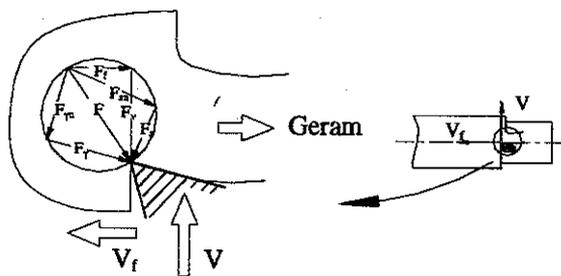


Gambar 12: Diagram alir sudu turbo<sup>[7]</sup>.

### 2.1.2 Perhitungan Lengan Pengaduk

Dilihat dari bentuk dan cara kerja lengan pengaduk, momen puntir yang terjadi terdiri atas:

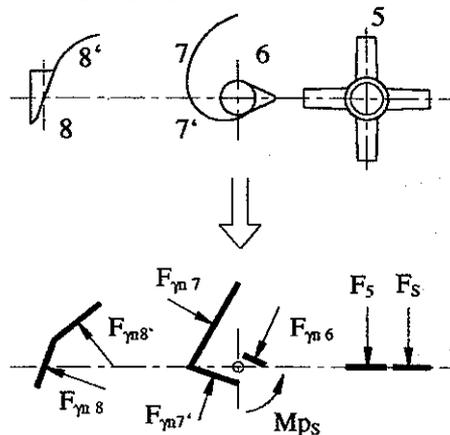
- Momen puntir akibat tekanan statis dari pasir. Dalam kasus ini gaya yang terjadi diidentikkan dengan gaya pembentukan geram pada pahat yang dikemukakan oleh Merchant.



- $F_y$ ; gaya gesek pada bidang geram.
- $F_{yn}$ ; gaya normal pada bidang geram.

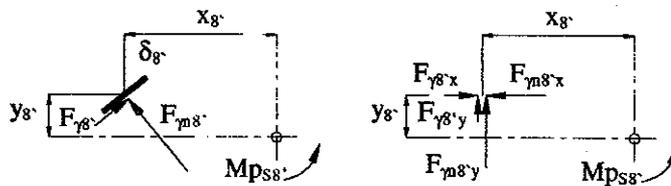
Gambar 13: Lingkaran Merchant<sup>[11]</sup>.

Untuk memudahkan dalam perhitungan yang disebutkan di atas, maka dilakukan penyederhanaan bentuk bagian pengeruk dari Gambar 3.



Gambar 14: Penyederhanaan bentuk bagian pengeruk.

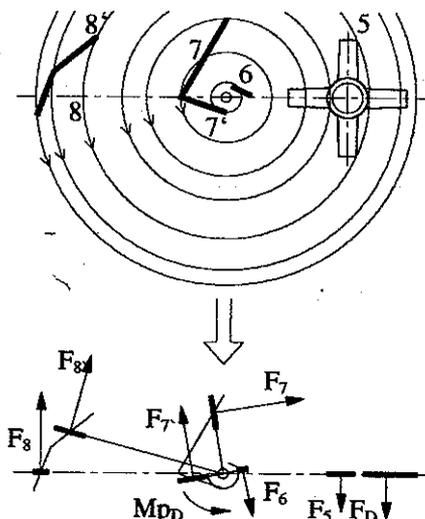
Karena terdapat kesamaan langkah dalam menghitung momen puntir statis pada posisi 5-8 ( $Mp_{S5} + Mp_{S8}$ ), maka di bawah ini diperlihatkan satu contoh diagram benda bebas untuk mencari  $Mp_{S8}$ .



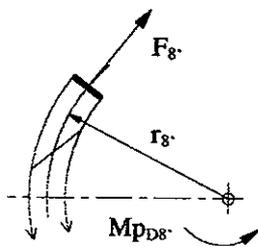
Gambar 15: Diagram benda bebas pada posisi 8'.

Dengan memperkirakan luas permukaan, sudut dan jari-jari dari masing-masing bagian pengeruk, maka dengan menggunakan Persamaan 7 diperoleh momen puntir statis total ( $Mp_{St}$ ) 952 Nm.

- Momen puntir akibat tekanan dinamis dari pasir. Tekanan dinamis ini diakibatkan oleh kecepatan gerak putar dari lengan pengaduk. Sama kasusnya dengan momen puntir tekanan statis, untuk memudahkan dalam perhitungan, maka dilakukan penyederhanaan bentuk dari bagian pengeruk dan satu contoh diagram benda bebas untuk mencari  $Mp_{D8}$ . Gaya-gaya dinamis pada lengan pengaduk dapat dilihat pada Gambar 16.



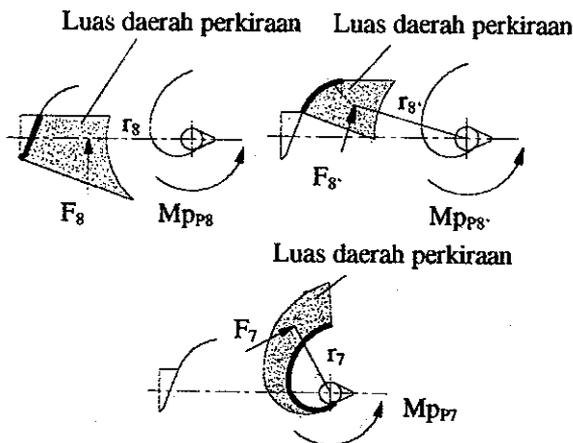
Gambar 16: Gaya-gaya dinamis pada lengan pengaduk.



Gambar 17: Diagram benda bebas pada posisi 8°.

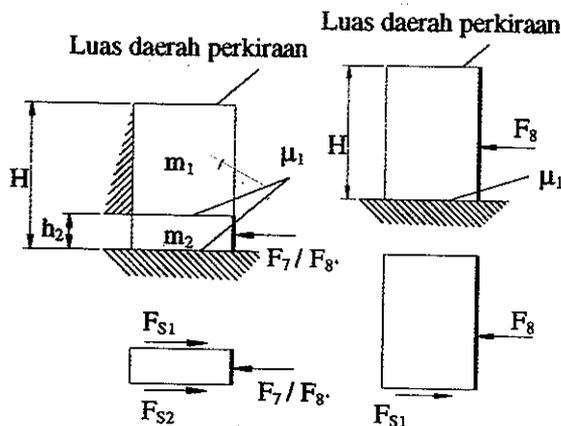
Dengan mengukur kecepatan putar lengan pengaduk pada pencampur pasir tipe Simpson di Bengkel Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Bandung (19 rpm), menghitung luas proyeksi dan menentukan jari-jari lintasan, maka dengan menggunakan Persamaan 6 dan 7 diperoleh momen puntir dinamis total ( $M_{pD}$ ) 597 Nm.

- c. Momen puntir untuk memindahkan pasir. Sesuai dengan fungsi lengan pengaduk yaitu untuk memindahkan pasir ke lintasan sudu-sudu turbo, maka pada Gambar 17 digambarkan jari-jari ( $r$ ) dan luas daerah perkiraan pasir ( $A_p$ ) yang dapat dipindahkan oleh pengeruk.



Gambar 17: Luas daerah dan gaya untuk memindahkan pasir

Dengan melihat bentuk dari masing-masing bagian pengeruk pada Gambar 5, masing-masing diagram benda bebasnya dapat digambarkan seperti pada Gambar 18.



Gambar 18: Diagram benda bebas untuk memindahkan pasir.

Dengan menggunakan Persamaan 7, diperoleh momen puntir untuk memindahkan pasir total ( $M_{pP}$ ) 326 Nm.

Hasil penjumlahan seluruh momen puntir di atas, diperoleh momen puntir lengan pengaduk total ( $M_{pTot}$ ) 1875 Nm.

Daya (N) yang diperlukan untuk memutar lengan pengaduk dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 8.

Harga faktor keamanan ( $S_F$ ) sebesar 6, yang diperoleh dari perbandingan antara daya motor (Tabel 1) dengan daya motor hasil perhitungan sebesar 3,8 kW, akan dijadikan acuan untuk faktor keamanan lengan pengaduk pada perancangan turbo mixer kapasitas 350kg.

### 2.2 Perhitungan Turbo Mixer Kapasitas 350 kg

Perhitungan turbo mixer kapasitas 350 kg meliputi bagian-bagian utamanya, yaitu:

- Sudu-sudu turbo
- Sabuk dan puli V
- Lengan pengaduk

Dengan data-data yang diperoleh dari perhitungan di atas, dapat dilakukan perhitungan bagian-bagian turbo mixer lainnya seperti baut, poros, pasak, bantalan dan sebagainya.

Untuk menghitung turbo mixer kapasitas 350 kg diperlukan dimensi perkiraan dari bagian-bagian utamanya, yang mana dimensi-dimensi ini dapat diketahui bila diameter tabung ( $D$ ) turbo mixer kapasitas 350 kg diketahui terlebih dahulu. Dimensi tabung dapat dicari dengan perbandingan antara tinggi pasir di dalam tabung ( $H$ ) dengan diameter tabung. Berdasarkan Tabel 1 dan hasil penelitian pada sub bab 2.1 point b, diperoleh perbandingan sekitar 0,3 (Tabel 2).

Tabel 2: Perbandingan diameter tabung dengan tinggi pasir di dalam tabung

Tipe mixer	Kapasitas [kg]	$\phi D$ [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	H [m]	H/D
SAM 25	750	1,6	770	0,48	0,3
SAM 70	1750	2		0,72	0,36
SAM 120	3000	2,5		0,79	0,32
SAM 160	4500	2,8		0,95	0,34

$$H = \frac{4m}{\pi \cdot D^2 \cdot \rho} \quad (10)$$

Dengan menggunakan Persamaan 10 dan hasil perbandingan di atas, diperoleh diameter tabung 1220 mm dengan tebal 10 mm, sehingga dapat ditentukan dimensi perkiraan untuk turbo mixer kapasitas 350 kg.

- $d_{s1} = 350$  mm
- $d_{s2} = 120$  mm
- $h_1 = 30$  mm
- $L_s = 60$  mm
- $t_s = 8$  mm
- $\beta = 10^\circ$
- $R = 540$  mm
- $H = 4000$  mm
- $a_p = 360$  mm

### 2.2.1 Hasil Perhitungan Sudu-Sudu Turbo

Dengan memperkirakan dimensi sudu turbo dan melakukan perhitungan seperti yang dilakukan pada sub bab 2.1.1, dengan faktor keamanan 1,3, maka diperoleh data-data sudu turbo sebagai berikut:

- Daya motor penggerak (N) = 22 kW/30HP
- Kecepatan putar (n) = 600 rpm
- Jumlah tingkat sudu-sudu turbo (x) = 13
- Dimensi (lihat gambar 3.5)
  - Diameter luar sudu (d<sub>1</sub>) = 350 mm
  - Diameter dalam sudu (d<sub>2</sub>) = 120 mm
  - Sudut kemiringan sudu (β) = 15°
  - Ketebalan sudu (t) = 8 mm
  - Lebar sudu (L) = 60 mm
  - Tebal Diameter dalam sudu (h<sub>1</sub>) = 30 mm

### 2.2.2 Puli dan Sabuk V

Data-data yang diperlukan untuk perhitungan puli dan sabuk V adalah:

- Daya motor (N<sub>p</sub>) = 22 kW/30Hp (hasil perhitungan sub bab 2.2.1).
- Kecepatan putar puli (n) = 455 rpm (hasil perhitungan sub bab 2.2.1).
- Jarak antara poros (a) = 450 (dari dimensi perkiraan pada sub bab 2.2).
- Running time 3-4 jam per hari<sup>[7]</sup>.

Selain data-data di atas, untuk memulai perhitungan diperlukan perkiraan-perkiraan yang diambil dari tabel-tabel<sup>[7]</sup>, seperti:

- Diameter penggerak minimum (d<sub>min</sub>).
- Lebar sabuk V (b).
- Tebal sabuk V (s).
- Jenis sabuk V.
- Diameter puli penggerak (d<sub>1</sub>).
- Kecepatan putar puli penggerak (n<sub>1</sub>)

Panjang dan Jumlah Sabuk V dapat dicari dengan persamaan berikut:

- Panjang sabuk (L)<sup>[7]</sup>

$$\beta = \sin^{-1} \left( 0,5 \frac{(d_2 - d_1)}{a} \right) \quad (10)$$

$$\alpha = 180 - 2\beta \quad (11)$$

$$L = 2a \cdot \cos \beta + 0,5\pi(d_1 + d_2 + 2s) + \frac{\pi \cdot \beta}{180}(d_2 - d_1) \quad (12)$$

- Jumlah sabuk (j)

$$C = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5 \cdot C_6 \cdot C_7 \quad (13)$$

C1 ÷ C7 diambil dari tabel<sup>[7]</sup>

$$j \geq \frac{N \cdot C}{N_0} \quad (14)$$

N<sub>0</sub> diambil dari grafik<sup>[7]</sup>

Pembebanan pada poros dapat dihitung melalui persamaan-persamaan berikut:

- Kecepatan tangensial (v)

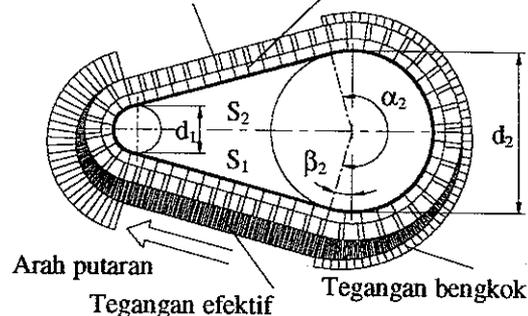
$$v = \frac{d \cdot n}{19,1 \cdot 10^3} \quad (15)$$

- Gaya tangensial (U)

$$U = 75 \frac{N \cdot C_1}{v_1} \quad (16)$$

- Tegangan sabuk (S)

Tegangan pengencangan      Tegangan sentrifugal



Gambar 19: Tegangan pada sabuk<sup>[7]</sup>

$$\mu = 0,3 + \frac{v}{100} \quad (17)$$

$$m = \frac{S_1}{S_2} = e^{\mu \alpha} \quad (18)$$

$$S_1 = S_2 + U \quad (19)$$

$$S_1 = 3,2 \cdot S_2 \quad (20)$$

- Beban pada poros (A)

$$A = S_1 + S_2 \quad (21)$$

Pemeriksaan pada puli dilakukan terhadap:

- Faktor slip (ψ)

$$\psi = \frac{v_1 - v_2}{v_1} \approx 1\% \div 2\% \quad (22)$$

- Frekuensi tekukan (B)

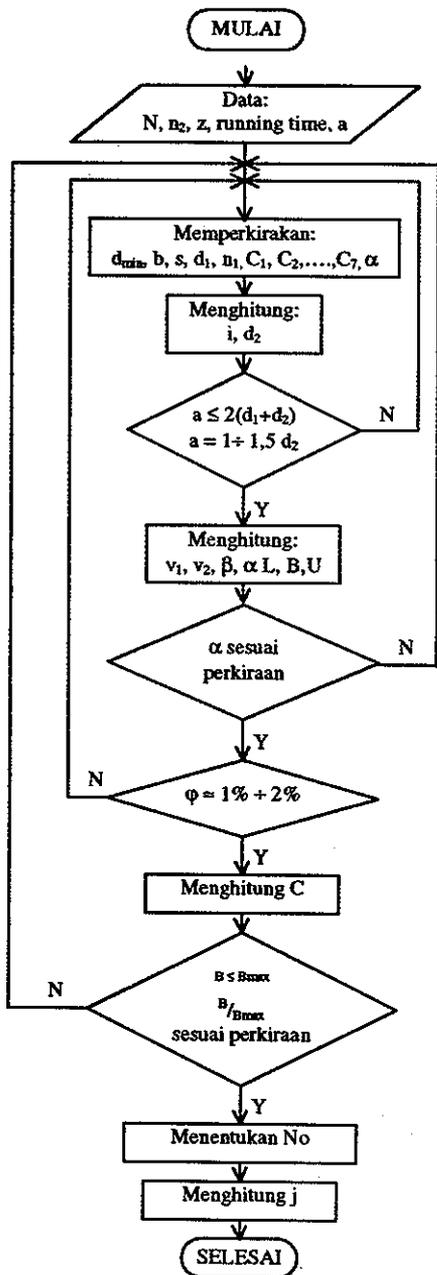
$$B = 103 \cdot Z \cdot \frac{v}{L} \leq B_{\max}^{[7]} \quad (23)$$

- Jarak sumbu (a)

$$a = 1 + 1,5 \cdot d_2 \quad (24)$$

$$a \leq 2 \cdot (d_1 + d_2) \quad (25)$$

Secara diagram, perhitungan puli dan sabuk V dapat digambarkan seperti pada Gambar 20.



Gambar 20: Diagram alir puli dan sabuk V<sup>[7]</sup>.

Dengan perhitungan sesuai diagram alir di atas, diperoleh hasil sebagai berikut:

- Diameter puli penggerak ( $d_1$ ) = 192 mm
- Diameter puli pengikut ( $d_2$ ) = 315 mm<sup>[7]</sup>
- Ukuran sabuk V
  - Lebar sabuk ( $b$ ) = 20 mm<sup>[7]</sup>
  - Tebal sabuk ( $s$ ) = 12.5 mm<sup>[7]</sup>
  - Panjang sabuk ( $L$ ) = 1566 mm<sup>[7]</sup>
- Jumlah sabuk ( $j$ ) = 6 buah
- Kecepatan putar puli penggerak ( $n_1$ ) = 1000 rpm.
- Beban pada poros ( $A$ ) = 600 kgf.

### 2.2.3 Lengan Pengaduk

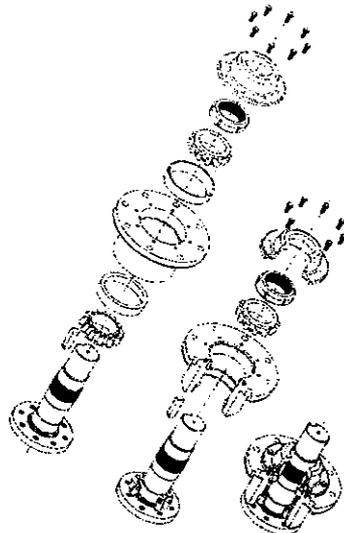
Dengan membuat rancangan kasar seperti Gambar 14, 16 dan 18 berdasarkan diameter tabung 1200 mm, faktor keamanan sebesar 6, dan kecepatan tangensial ( $v$ ) mendekati hasil perhitungan pada sub bab 2.1.2, diperoleh daya motor ( $N$ ) 15 HP.

### 3. BEBERAPA ASPEK YANG PERLU DIPERHATIKAN DALAM PERANCANGAN

Komponen Turbo mixer kapasitas 350 kg dirancang dengan memperhatikan aspek fungsi, keterbuatan, keterawatan dan keandalan. Dimulai dengan sistem penomoran, turbo mixer yang terdiri dari beberapa bagian diberikan penomoran sebagai identifikasi dari bagian-bagian alat tersebut. Penomoran yang diberikan terdiri atas penomoran untuk benda sub susunan dan penomoran untuk benda tunggal, yang mana hal ini dapat digunakan juga untuk membantu dalam proses perakitan maupun dalam perawatan. Dengan bantuan penomoran ini, beberapa benda tunggal dirakit menjadi beberapa benda sub susunan. Benda sub susunan yang digabungkan dengan benda sub susunan lainnya atau digabungkan dengan benda tunggal akan menjadi sebuah benda susunan.

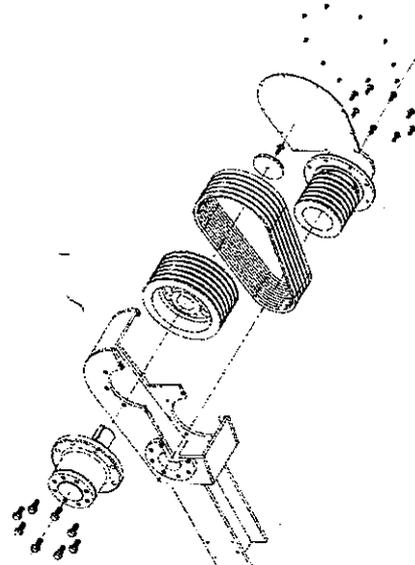
Dibawah ini diperlihatkan contoh proses perakitan bagian dari Turbo Mixer:

- Untuk benda sub susunan yang bagian-bagiannya terdiri dari benda tunggal.



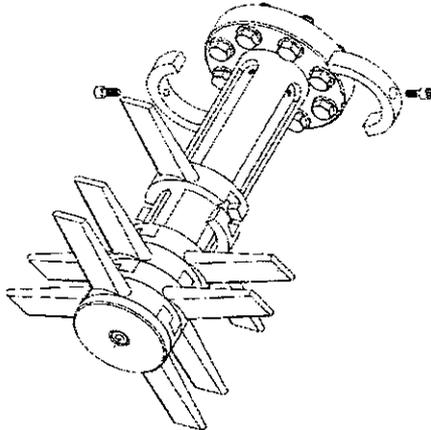
Gambar 21: Proses perakitan penghubung 1

- Untuk benda sub susunan yang terdiri dari beberapa benda sub susunan dan benda tunggal.



Gambar 22: Proses perakitan lengan pengaduk

Dengan memperhatikan aspek perancangan di atas, sudu turbo dibagi menjadi dua bagian untuk setiap tingkatan dengan tujuan agar memudahkan dalam penggantian bila terjadi kerusakan (tanpa harus membuka poros sudu turbo).



Gambar 24: Pemasangan sudu turbo

Dengan bentuk sudu turbo seperti pada gambar 24, dan kemungkinan penggantian akan sering dilakukan sehingga harus dibuat secara masal, maka pembuatan sudu turbo yang paling efektif adalah melalui proses pengecoran.

#### 4. ANALISIS

##### 4.1 Sudu-sudu Turbo

- Sudu-sudu turbo dengan sudut  $\beta$  lebih kecil, memerlukan momen puntir yang kecil pula. Hal ini disebabkan oleh sudut  $\beta$  yang berbanding lurus dengan luas proyeksi penampang sudu, tekanan statis dan dinamis pasir. Tetapi dengan sudut  $\beta$  yang kecil diperlukan kecepatan putar yang besar untuk mendapatkan kecepatan absolut arah vertikal yang besar, sehingga dalam hal ini perlu dicari dimensi yang optimal untuk mendapatkan daya motor yang sekecil mungkin, yaitu dengan melakukan beberapa iterasi seperti yang diperlihatkan pada Gambar 12.
- Perlu dipertimbangkan bahwa dengan semakin besar kecepatan putar sudu-sudu turbo, kemungkinan rusaknya butiran pasir (karena tumbukan) akan semakin besar.
- Dilihat dari cara kerjanya, sudu-sudu turbo selalu bergesekan dengan pasir cetak basah pada kecepatan putar tinggi, maka sudu-sudu turbo harus terbuat dari bahan yang tahan terhadap gesekan dan korosi yaitu baja dengan paduan Cr dan Ni yang tinggi, misalnya Ni Hard<sup>[9]</sup>.
- Sudu-sudu turbo akan cepat aus akibat gesekan dengan pasir, sehingga sudu-sudu turbo harus dirancang sedemikian rupa agar mudah dalam penggantian.

##### 4.2 Puli dan sabuk V

- Dari hasil beberapa iterasi, dipilih puli dan ukuran sabuk yang kecil untuk jumlah sabuk paling sedikit.
- Dari hasil iterasi diperoleh salah satu puli tidak mengikuti diameter puli standar yang ada pada tabel, karena mengikuti perbandingan putaran hasil perhitungan sudu-sudu turbo.

#### 4.3 Lengan pengaduk

- Prinsip kerjanya mirip dengan sudu-sudu turbo, yaitu bagian ini selalu bergesekan dengan pasir cetak sehingga bagian pengeruk harus terbuat dari bahan yang tahan terhadap gesekan.
- Faktor keamanan hasil perhitungan relatif besar, disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:
  - Adanya kerugian mekanis seperti reduksi putaran, gesekan dan momen inersia dari lengan pengaduk yang besar.
  - Pada proses berikutnya, akan ada pasir cetak sisa yang menempel pada bagian-bagian utama sehingga bebannya akan lebih besar dari pada proses yang pertama.
  - Masa pasir yang berpindah akibat gerakan lengan pengaduk sulit diperkirakan.
  - Ada perhitungan yang diabaikan yaitu gaya untuk menekan pasir (gaya pemadatan).
  - Adanya penyederhanaan bentuk pada bagian pengeruk untuk mempermudah perhitungan.
- Gear reducer yang digunakan untuk menghubungkan daya motor ke lengan pengaduk (lihat Gambar 3) bukan gear reducer yang ada di pasaran, sehingga harus dipertimbangkan dalam pengadaannya.

### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

- Dimensi untuk bagian-bagian utama mengikuti hasil perhitungan pada bagian hasil perhitungan.
- Dilihat dari bentuk dan fungsinya, sudu-sudu turbo terbuat dari baja cor Ni Hard 1 yang mempunyai kekerasan  $45 + 62 \text{ HRC}^{[9]}$ .
- Dilakukan penggantian gear reducer dengan tipe SK-K 225, perbandingan putaran  $1/30$ , yang sesuai dengan hasil perhitungan pada sub bab 2.2.3.
- Untuk menyesuaikan turbo mixer yang akan dibuat dengan gear reducer yang ada, motor penggerak lengan pengaduk dipindahkan ke bagian bawah turbo mixer (lihat gambar 25).

#### 5.2 Saran

- Untuk kesempurnaan perancangan harus dilakukan perhitungan bagian bagian lain dari turbo mixer dengan acuan data dari sub bab 2.2.
- Perlu data yang tepat untuk menentukan luas daerah pasir yang berpindah dan gaya untuk pemadatan pasir pada bagian pengeruk.

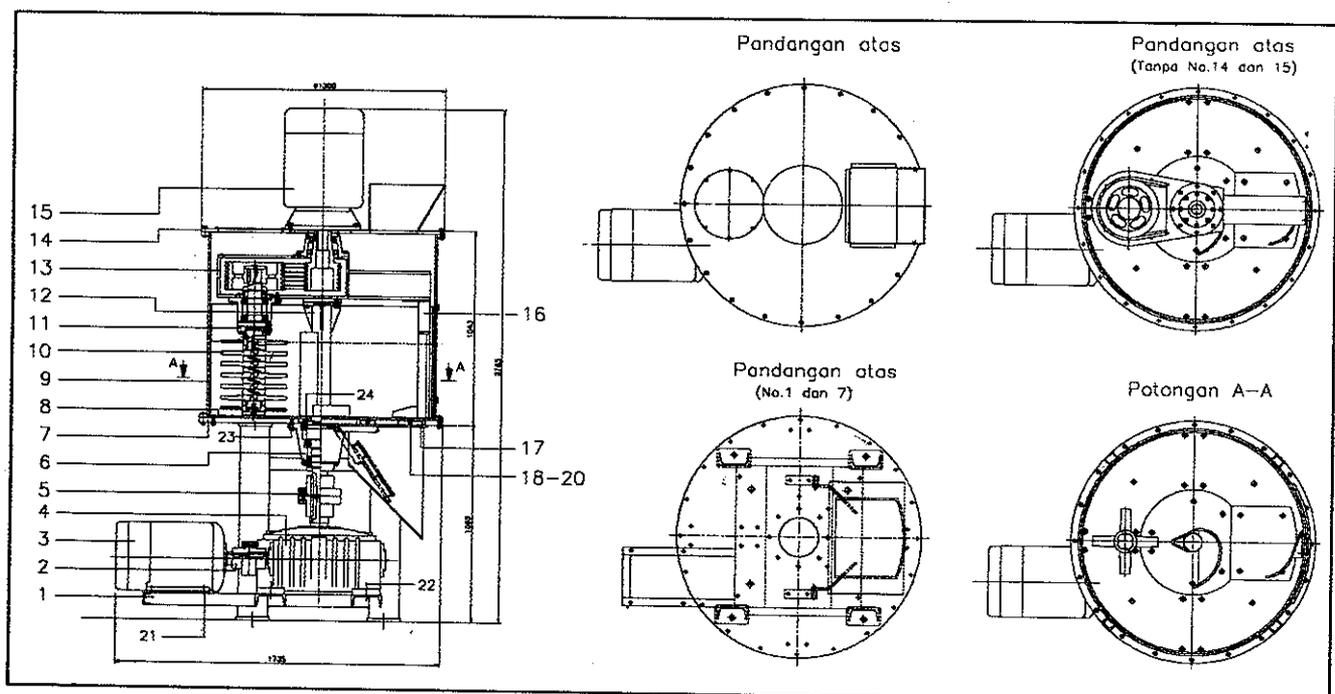
### 6. DAFTAR NOTASI

a	: Perlambatan [ $\text{m/s}^2$ ]
$a_p$	: Jarak sumbu poros [mm]
A	: Beban pada poros [kgf]
$A_p$	: Luas daerah perkiraan [ $\text{mm}^2$ ]
b	: Lebar sabuk [mm]
$B$	: Faktor tekukan [ $1/s$ ]
$C, C_1+C_7$	: Faktor C
$C_s$	: Kecepatan absolut [ $\text{m/s}$ ]
$C_{sa}$	: Kecepatan absolut arah vertikal [ $\text{m/s}$ ]
d	: Diameter puli [mm]
$d_s$	: Diameter sudu turbo [mm]
e	: angka natural [2,718]
$F_D$	: Gaya dinamis [N]

Fg	: Gaya gesek [N]
Fs	: Gaya statis [N]
Ft	: Gaya total [N]
Fy	: Gaya gesek pada bidang geram [N]
Fyn	: Gaya normal pada bidang geram [N]
F <sub>1</sub>	: Gaya untuk melawan gaya gesek [N]
h	: Tinggi antara sudu turbo [mm]
h <sub>1</sub>	: Tebal diameter tengah sudu turbo [mm]
H	: Ketinggian pasir di dalam tabung [mm]
i	: Perbandingan putaran
j	: Jumlah sabuk
L	: Panjang sabuk [mm]
L <sub>s</sub>	: Lebar sudu turbo [mm]
m	: Perbandingan tegangan
Mp	: Momen puntir [Nm]
Mps	: Momen puntir statis [Nm]
Mp <sub>D</sub>	: Momen puntir dinamis [Nm]
Mp <sub>P</sub>	: Momen puntir memindahkan pasir [Nm]
n	: Kecepatan putar [rpm]
N	: Daya [HP]
N <sub>0</sub>	: Daya spesifik [HP/jam]
r	: Jari-jari sudu turbo [mm]
R	: Jari-jari lengan pengaduk [mm]
s	: Tebal sabuk [mm]
S	: Tegangan pada sabuk [kgf]
t	: Waktu [s]
t <sub>s</sub>	: Tebal sudu turbo [mm]
U	: Gaya tangensial sabuk [kgf]
U <sub>s</sub>	: Kecepatan tangensial sudu turbo [m/s]
v	: Kecepatan tangensial [m/s]
V	: Kecepatan linier [m/s]
W	: Kecepatan relatif sudu turbo [m/s]
α, β, δ	: Sudut [°]
μ	: Koefisien gesek
ψ	: Faktor slip [%]

## 7. DAFTAR PUSTAKA

1. Beeley P.R, *Foundry technology*, Department of Metallurgy, University of Leeds Formerly Foundry Manager, Butterworth Scientific, London, (1982).
2. Bruno Benedetti, *Physik Formelsammlung*, Vebra Verlag, Vettiger & Co.
3. FAG, *Die Gestaltung von Wälzlagern, Konstruktionsbeispiele aus dem Maschinen-, Fahrzeug- und Gerätebau*, Weppert GmbH & Co. KG Schweinfurt, Germany, (1990).
4. George, Fischer, *Fast, Accurate and Uniform: Sand Preparation with The New Turbine Mixer*.
5. Laboratorium pengecoran logam, *Pengolahan dan Pengujian Pasir Cetak*, Politeknik Manufaktur Bandung, (1998).
6. Mariam JL, Kraige L.G, *Engineering Mechanics*, vol. 1, Thrid edition, (1993).
7. Niemann Gustav, *Machine Elements*, volume II, Springer-Verlag, (1978).
8. Purwono, *Perancangan dan Pembuatan Pencampur Pasir Cetak*, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin, ITB, (1994).
9. Rohrig Klaus, *Taschen Buch Der Gießerei Praxis*, Fachverlag Scheirle, Berlin, (1993).
10. Sayers, Rogers G.F.C, Saravanamutto H.I.H, *Hydraulic and Compressor Flow Turbomachine*, Thrid edition, Mc. Graw-Hill Book Company, London, (1987).
11. Taufiq Rochim, *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*, Jurusan Teknik Mesin, ITB (1993).
12. Taufiq Rochim, Sri Hardjoko Wirjomantoro Dr, *Spesifikasi Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik*, Laboratorium Metrologi Industri (Draft), Jurusan Teknik Mesin. FTI-ITB.
13. Triyono, *Perancangan dan Pengujian Mesin Turbo Mixer untuk Pasir Cetak Furan*, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin, ITB, (1993).



Gambar 25: Gambar susunan Turbo Mixer dengan kapasitas 350 kg