

CONTOH 20 DESAIN IMPELLER BLOWER

Blower 2 tingkat, beroperasi pd 3600 rpm dengan debit 16000 ft³/menit. Tekanan udara luar 14,7 psia dan tekanan pembuangan 8,5 psig.

misal

Perbandingan tekanan overall : $E_p = \frac{14,7 + 8,5}{14,7} = 1,578$.

Tekanan pada sisi masuk $p_0 = 14,7 \times 144 = 2117 \text{ lb/ft}^2$ absolut

Temperatur luar $60 + 460 = 520^\circ \text{R}$.

Volume spesifik $v = \frac{RT_0}{p_0} = \frac{53,34 \cdot 520}{2117} = 13,1 \text{ ft}^3/\text{lb}$.

Aliran $w = \frac{Q p_0}{60} = \frac{16000 \cdot 0,0763}{60} = 20,35 \text{ lb/s}$.

Agg: tekanan pada kondisi pendesainan:

$$H_{ad} = \frac{p_0 v_0}{\frac{k-1}{k}} \left(E_p^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right) = \frac{RT_0}{\frac{k-1}{k}} \left(E_p^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right)$$
$$= \frac{2117 \cdot 13,1}{0,283} \left(1,578^{0,283} - 1 \right) = \frac{53,34 \cdot 520}{0,283} \left(1,578^{0,283} - 1 \right)$$

$$= 13500 \text{ ft}.$$

Agg: tekanan adiabatik per tingkat : $H_{ad} = \frac{13500}{2} = 6750 \text{ ft}$.

Bobot spesifik udara : $\rho_0 = \frac{p_0}{RT_0} = \frac{144 \cdot 14,7}{53,34 \cdot 520} = 0,0763 \text{ lb/ft}^3$

Daya kuda adiabatik : $H_{ad} = \frac{w \cdot H_{ad}}{550} = \frac{20,35 \cdot 6750}{550} = 249,7 \text{ HP/tingkat}$

Daya kuda total = $2 \cdot 249,7 = 499,4 \text{ HP}$.

KEPERATAN 2181 MASUK IMPELLER :

Agg: kecepatan balok kecepatan melalui mata impeller $V_0 = 175 \text{ ft/s}$, maka:

Agg: tekanan akibat kecepatan : $\frac{V_0^2}{2g} = \frac{175^2}{2 \cdot 32,2} = 476 \text{ ft}$

$$= \frac{RT_a}{h-1} \left(E_p^{\frac{h-1}{h}} - 1 \right)$$

$$= \frac{RT_a}{0,283} \left(E_p^{0,283} - 1 \right)$$

$$E_p^{0,283} - 1 = \frac{0,283 \cdot H}{R \cdot T_0}$$

$$E_p^{0,283} - 1 = \frac{0,283 \cdot 476}{53,34 \cdot 520}$$

$$E_p^{0,283} - 1 = 0,00486$$

$$E_p^{0,283} = 1,00486 \rightarrow E_p = \underline{1,0173}$$

$$P_0 = \frac{14,7}{1,0173} = 14,45 \text{ psia}$$

$$T_0 = \frac{T_a}{E_p^{0,283}} = \frac{520}{1,00486} = 517,5^\circ \text{F absolut}$$

Bobot spesifik udara didalam mata impeller:

$$\rho_0 = \frac{P_0}{R T_0} = \frac{144 \cdot 14,45}{53,34 \cdot 517,5} = 0,0754 \text{ lb/ft}^3$$

Laju aliran melalui mata impeller:

$$Q_0 = \frac{w}{\rho_0} = \frac{20,35}{0,0754} = 270 \text{ ft}^3/\text{s}$$

diameter poros (D_p) berdasarkan kecepatan kritis yaitu tabel dari Austin hal 284 yang besarnya adalah 8 inchi sly diameter hub = 9 inchi.

Diameter mata impeller:

$$D_0 = \sqrt{\frac{4}{\pi} \frac{144 Q_0}{V_0} + D_H^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 144 \cdot 270}{175} + 9^2} = \underline{19 \text{ inchi}}$$

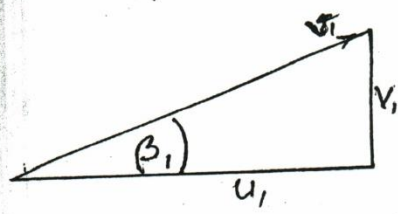
Diameter sisi masuk sudu D_1 dapat dibuat sedikit lebih besar yaitu $19 \frac{1}{2}$ inchi.

Kecepatan ujung sudu sisi masuk:

$$C_1 = \frac{\pi D_1 n}{60} = \frac{\pi \cdot 19,5 \cdot 3600}{60} = 3673,8 \frac{\text{inchi}}{\text{s}} = 306 \frac{\text{ft}}{\text{s}}$$

$$= \frac{3673,8}{1,2} \rightarrow$$

Kecepatan pada sisi masuk dianggap arah radial
 $V_1 = V_r$, sedikit lebih besar dari V_0 , misalkan = 185 ft/s



Sudut Sudu sisi masuk:
 $\tan \beta_1 = \frac{V_1}{u_1} = \frac{185}{306} = 0,605$

Harga ini ditambah $\pm 3\%$:
 $1,03 \times 0,605 = 0,624$
 $\tan \beta_1 = 0,624 \rightarrow \beta_1 = \underline{\underline{32^\circ}}$

Kecepatan relatif pada sisi masuk
 $V_r = \sqrt{u_1^2 + V_1^2} = \sqrt{306^2 + 185^2} = 358 \text{ ft/s}$

Karena adanya kebocoran luas impeller ditambah 2,5%

Luas dalam sisi masuk impeller:

$$A_1 = \frac{1,025 \cdot Q_0 \cdot 144}{V_1} = \frac{1,025 \cdot 20,35 \cdot 144}{185 \cdot 0,0754} = \underline{\underline{215 \text{ inchi}^2}}$$

Ketebalan Sudu: faktor ketebalan sudu = 0,925

$$A_1 = b_1 \cdot \pi D_1 \cdot (E_1)$$

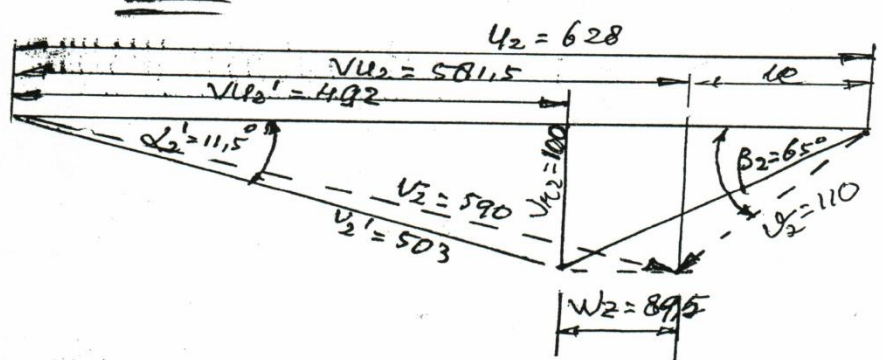
$$215 = b_1 \cdot \pi \cdot 19,5 \cdot 0,925 \rightarrow b_1 = \frac{215}{\pi \cdot 19,5 \cdot 0,925} = \underline{\underline{3,8 \text{ inchi}}}$$

PERKURAN² SISI KELUAR IMPELLER:

Diameter luar impeller:

$$\begin{aligned} D_2 &= 1300 \frac{\sqrt{H}}{11 \sqrt{K'}} \\ &= 1300 \frac{\sqrt{6750}}{3600 \sqrt{0,55}} \\ &= \underline{\underline{40 \text{ inchi}}} \end{aligned}$$

K' bertingkat < dari K' satu tingkat diambil = 0,55.



Kecepatan tangensial:
 $u_2 = \frac{\pi D_2 n}{12 \cdot 60}$
 $= \frac{\pi \cdot 40 \cdot 3600}{12 \cdot 60}$
 $= \underline{\underline{628 \text{ ft/s}}}$

Dikambil sudut sudu sisi keluar $\beta_2 = 65^\circ$, jumlah sudu 20, kecepatan keluar arah Radial = 100 ft/s.

$$\begin{aligned} V_{u2} &= U_2 - r\omega \\ &= U_2 - \frac{V_{r2}}{\tan \beta_2} \quad \left| \quad \tan \beta_2 = \frac{V_{r2}}{r\omega} \right. \\ &= 628 - \frac{100}{\tan 65^\circ} \\ &= 628 - \frac{100}{2,145} \\ &= \underline{\underline{581,5 \text{ ft/s}}} \end{aligned}$$

$$W_2 = \frac{U_2 \cdot \pi \sin \beta_2}{Z} = \frac{628 \cdot \pi \cdot \sin 65^\circ}{20} = \frac{628 \cdot \pi \cdot 0,907}{20} = 89,5 \text{ ft/s}$$

$$V_{u2}' = V_{u2} - W_2 = 581,5 - 89,5 = 492 \text{ ft/s}.$$

$$V_2 = \sqrt{V_{r2}^2 + V_{u2}^2} = \sqrt{100^2 + 581,5^2} = 590 \text{ ft/s}.$$

$$V_2' = \sqrt{V_{r2}^2 + V_{u2}'^2} = \sqrt{100^2 + 492^2} = 503 \text{ ft/s}.$$

$$V_2'' = \sqrt{V_{r2}^2 + (U_2 - V_{u2}')^2} = \sqrt{100^2 + (628 - 581,5)^2} = 110 \text{ ft/s}.$$

$$\tan \alpha_2' = \frac{V_{r2}}{V_{u2}'} = \frac{100}{492} = 0,2033 \rightarrow \alpha_2' = \underline{\underline{11,5^\circ}}$$

Juaghi tekan virtual (Sennu) :

$$H_{vir} = \frac{1}{2g} (U_2^2 - U_1^2 + V_1^2 - V_2^2) = \frac{1}{2g} (628^2 - 306^2 + 358^2 - 110^2) = 6460 \text{ ft}$$

Kerugian gesekan dll dianggap 15% slip:

$$H_{vir} = 0,85 \cdot 6460 = 5490 \text{ ft}.$$

$$H_{Nir} = \frac{RT_0}{\frac{k-1}{k}} \left(C_p \frac{k-1}{k} - 1 \right).$$

$$H_{vir} = \frac{RT_0}{0,283} (E_p^{0,283} - 1)$$

$$E_p^{0,283} - 1 = \frac{H_{vir} 0,283}{RT_0}$$

$$E_p^{0,283} - 1 = \frac{5490 \cdot 0,283}{53,34 \cdot 517,5}$$

$$E_p^{0,283} = 0,0563 + 1$$

$$E_p^{0,283} = 1,0563$$

$$E_p = 1,2135$$

Tekanan udara keluar impeller :

$$p_2 = E_p \cdot p_0$$

$$= 1,2135 \cdot 14,45 = 17,55 \text{ psia.}$$

Kerugian² akibat gesekan dan turbulensi akan ditransformasikan menjadi kalor yang kemudian akan menaikkan temperatur udara. Temperatur udara keluar dari impeller dapat didasarkan pada tinggi tekan adiabatik yaitu dengan mengabaikan kerugian²:

$$H_{vir} = \frac{RT_0}{\frac{k-1}{k}} (E_p^{\frac{k-1}{k}} - 1)$$

$$H_{vir} = \frac{RT_0}{0,283} (E_p^{0,283} - 1)$$

$$6460 = \frac{53,34 \cdot 517,5}{0,283} (E_p^{0,283} - 1)$$

$$E_p^{0,283} - 1 = \frac{0,283 \cdot 6460}{53,34 \cdot 517,5}$$

$$E_p^{0,283} = 1,0663$$

Temperatur udara keluar dari dalam impeller :

$$T_2 = T_0 (E_p)^{0,283} = 517,3 \cdot 1,0663 = 552^\circ \text{F abs.}$$

Bobot spesifik keluar dari impeller :

$$p_2 \cdot V_2 = R T_2$$

$$p_2 \cdot \frac{1}{\rho_2} = R T_2$$

$$\rho_2 = \frac{p_2}{R T_2} = \frac{144 \cdot 17,55}{53,34 \cdot 552} = 0,0858 \text{ lb/ft}^3.$$

RUBI-RUBI KEBOCORAN

Kebocoran melalui labirin antara impeller dan rumah blower dimisalkan 2,5%.

Misal data labirin lurus sbb :

Jumlah strip = 3

Jarak antara strip $s = \frac{7}{16}$ in

Diameter ruang bebas = 21,5 in

Ruang bebas radial $\delta = 0,04$ in

Tebal ujung strip $\Delta = 0,010$ in

Luas penampang yang mengalami kebocoran :

$$A = \frac{\pi D \delta}{144} = \frac{\pi \cdot 21,5 \cdot 0,040}{144} = 0,01878 \text{ ft}^2.$$

Tekanan didepan labirin $p_i = 144$ $p_2 = 144 \times 17,55$
 $= 2525 \text{ lb/ft}^2$

Volume spesifik didepan labirin

$$\bar{V}_i = \frac{1}{\rho_2} = \frac{1}{0,0858} = 11,65 \text{ ft}^3/\text{lb.}$$

$$\frac{\delta}{\Delta} = \frac{0,040}{0,010} = 4 \rightarrow \text{dari Qb. 13.2.a didapat } \alpha = 0,67$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \frac{p_0}{p_2} = \frac{14,45}{17,55} = 0,824 \rightarrow \text{dari Qb. 13.2.c untuk tempat penekikan yang jumlahnya 3 didapat } \theta = 0,32.$$

$$\frac{\delta}{s} = \frac{0,040}{\frac{7}{16}} = 0,0915 \rightarrow \text{dari Qb. 13.2.d. untuk tempat penekikan yg jumlahnya 3 didapat } \beta = 1,51$$

Aliran kebocoran dalam lb/s :

$$w_L = A \times \theta \sqrt{g \frac{P_i}{V_i}} = 0,01878 \cdot 0,67 \cdot 0,32 \cdot 1,51 \sqrt{\frac{32,2 \cdot 2525}{11,65}} \\ = \underline{\underline{0,508 \text{ lb/s}}}$$

Persentase kebocoran = $\frac{w_L}{w} \times 100\% = \frac{0,508}{20,35} \times 100\% = \underline{\underline{2,5\%}}$
(sama dg pengandaian)

Aliran yang meninggalkan impeller :

$$Q_2 = \frac{1,025 w}{\theta_2} = \frac{1,025 \cdot 20,35}{0,0858} = 243 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Luas sisi keluar radial yg dibutuhkan :

$$A_2 = \frac{144 \cdot Q_2}{V_{r2}} = \frac{144 \cdot 243}{100} = 350 \text{ inci}^2$$

Dengan menganggap bahwa sudu mempunyai ketebalan yang konstan sebesar $\frac{1}{8}$ " , faktor ketebalan sudu pada sisi keluar :

$$E_2 = \frac{\pi D_2 - \frac{Zt}{\sin \beta_2}}{\pi D_2} = \frac{\pi \cdot 40 - \frac{20 \cdot 0,125}{\sin 32^\circ}}{\pi \cdot 40} = 0,979$$

Lebar impeller pada sisi keluar :

$$b_2 = \frac{A_2}{\pi D_2 E_2} = \frac{350}{\pi \cdot 40 \cdot 0,979} = \underline{\underline{2,84 \text{ inci}}}$$

Faktor ketebalan sudu pada sisi masuk

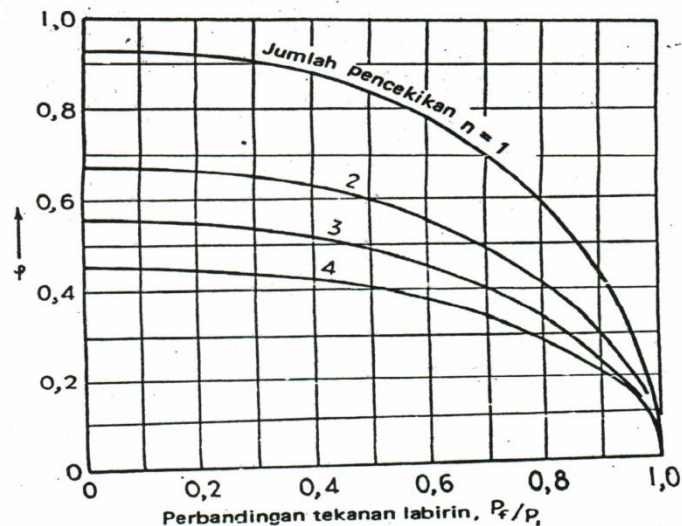
$$E_1 = \frac{\pi D_1 - \frac{Zt}{\sin \beta_1}}{\pi D_1} = \frac{\pi \cdot 19,5 - \frac{20 \cdot 0,125}{\sin 32^\circ}}{\pi \cdot 19,5} = \underline{\underline{0,925}}$$

(Sama dg pengandaian pada hal. 3).

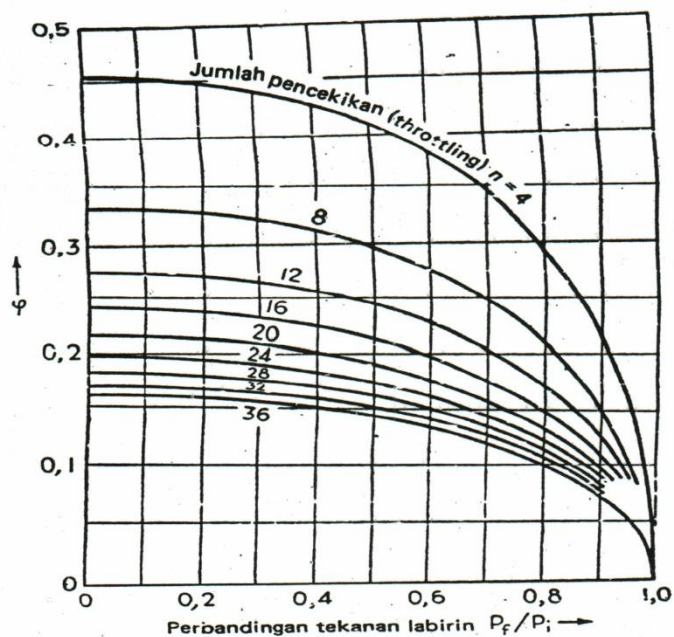
RINGKASAN

Diameter poros : $D_s = 8''$
 Diameter hub : $D_H = 9''$
 Diameter mata : $D_0 = 19''$
 Kecepatan mata : $V_0 = 175 \text{ ft/s}$
 Aliran melalui mata : $Q_0 = 270 \text{ ft}^3/\text{s}$
 Diameter sudu sisi masuk : $D_1 = 19,5''$
 Kecepatan sudu sisi masuk : $V_1 = 185 \text{ ft/s}$
 Lebar impeller sisi masuk : $b_1 = 3,8''$
 Faktor ketebalan sudu sisi masuk : $E_1 = 0,925$
 Sudut sudu sisi masuk : $\beta_1 = 32^\circ$
 Jumlah sudu : $Z = 20$
 Kecepatan sisi masuk impeller : $u_1 = 306 \text{ ft/s}$

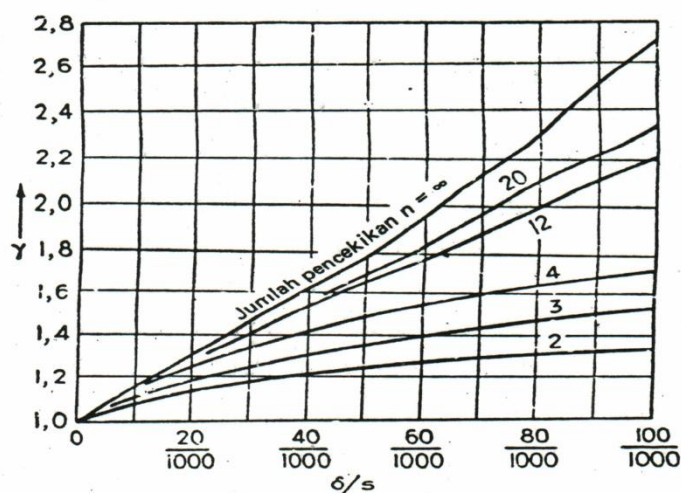
Diameter luar impeller : $D_2 = 40''$
 Komponen radial ke. sisi keluar : $V_{r2} = 100 \text{ ft/s}$
 Lebar impeller pd sisi keluar : $b_2 = 2,84''$
 Faktor ketebalan sudu sisi keluar : $E_2 = 0,979$
 Kecepatan pada pinggiran impeller : $u_2 = 628 \text{ ft/s}$
 Komponen tangensial ke. sisi keluar : $V_{u2}' = 492 \text{ ft/s}$
 Sudut sudu sisi keluar : $\beta_2 = 65^\circ$
 Kecepatan absolut sisi keluar : $V_2' = 503 \text{ ft/s}$
 Sudut absolut sisi keluar : $\alpha_2' = 11,5^\circ$
 Aliran dari sisi keluar impeller : $Q_2 = 243 \text{ ft}^3/\text{s}$



(c)

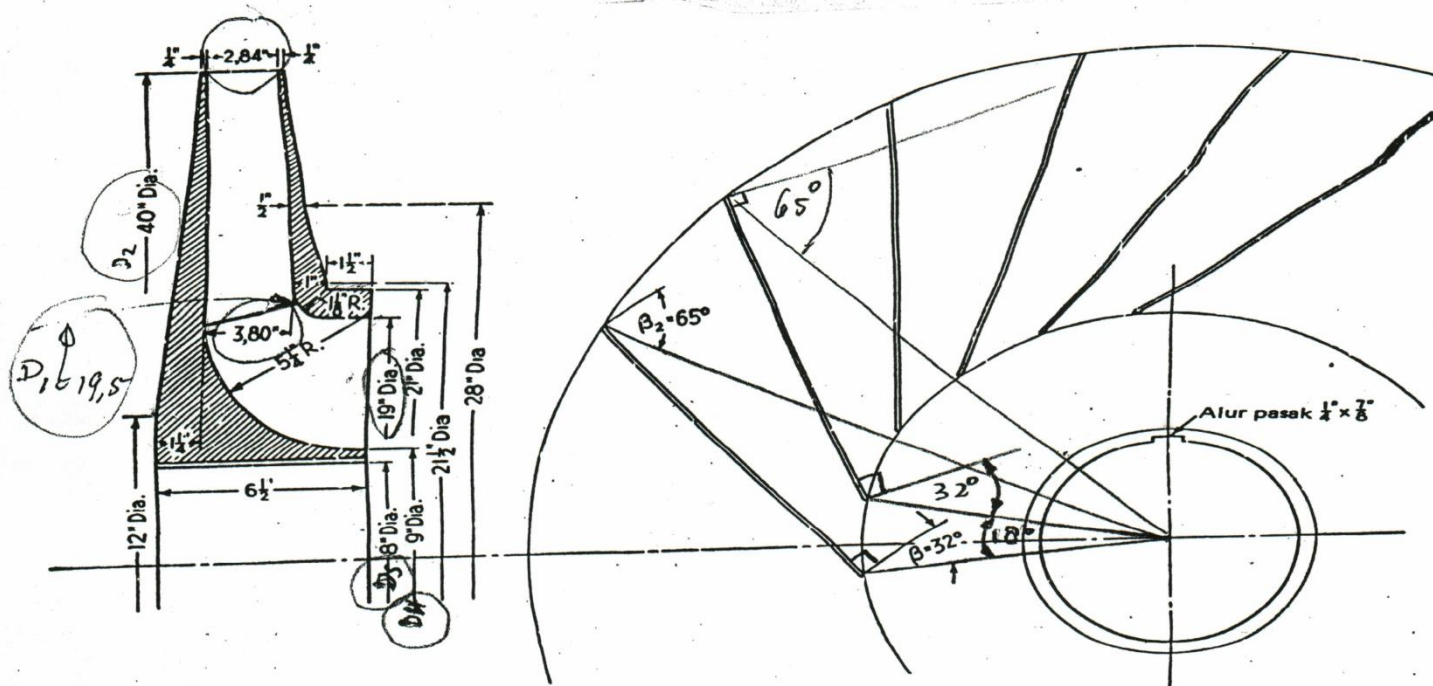


(b)



(d)

Gambar 3.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi kebocoran udara atau gas melalui labirin: (a) koefisien aliran, α , atau faktor kontraksi; (b) fungsi kebocoran, ϕ , untuk labirin dengan empat pencekikan atau lebih; (c) faktor kebocoran, ϕ , dengan satu sampai tiga pencekikan; (d) faktor koreksi carry-over, γ , untuk labirin lurus dan langsung.



Gambar 3.4. Skets impeler yang didisain pada Pasal 13.10.

DISAIN RUMAH KEONG BLOWER

Dari contoh disain impeller diumka rumah keong diambil dengan bentuk trapesium dengan dinding² samping membentuk sudut 30° dengan garis radial ($\theta = 60^\circ$). lebar bagian dasar 3,75 inci pada diameter luar impeller D_2 . lebar bagian dasar ini dicari dg jalan menambahkan terhadap lebar sisi keluar b_2 dua kali lebar dinding (tebal dinding) dan dua kali ruang bebas aksial.

lebar rumah keong untuk setiap titik dapat dihitung dg persamaan:

$$b = b_3 + 2r \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad \left| \begin{array}{l} r: \text{jarak antara setiap jari}^2 \\ R \text{ dan bagian luar impeller} \\ \text{yang jari}^2 \text{nya } R_2. \end{array} \right.$$

$$= 3,75 + 2r \tan 30^\circ$$

Rumah keong didisain dg menentukan sudut ϕ

$$\phi^\circ = \frac{360 R_2 \cdot V_{u2}}{Q_2} \int_{R_2}^{R\phi} b \frac{dR}{R} \quad \left\{ \begin{array}{l} Q_2 \text{ tanpa lubrican: } \frac{W}{\rho_2} = \frac{20,35}{0,0858} \\ = 237 \text{ ft}^3/\text{s} \end{array} \right.$$

Jika R dan b dalam inci:

$$\phi^\circ = \frac{360 \cdot 20 \cdot 492}{237 \cdot 144} \sum_{R_2}^{R\phi} b \frac{\Delta R}{R} = 103,8 \sum_{R_2}^{R\phi} b \frac{\Delta R}{R}$$

Radius lidas $10\% >$ dari radius luar impeller (R_2)

Sudut lidas (ϕ_L):

$$\phi_L^\circ = \frac{132 \log_{10} \frac{R_L}{R_2}}{\tan \alpha_2'} = \frac{132 \cdot 1 \cdot \frac{11,20}{20}}{\tan 11,5^\circ} = \frac{132 \cdot 0,0414}{\tan 11,5^\circ} = 27^\circ$$

Tinggi tekan virtual yang dihasilkan rumah keong:

$$V_{\text{vir}} = \frac{V_2^2 - V_4^2}{2g} = \frac{503^2 - \left(\frac{V_1 + V_2}{2}\right)^2}{2 \cdot 32,2} = \frac{503^2 - \left(\frac{590 + 185}{2}\right)^2}{64,6} = 1603 \text{ ft}$$

Dengan menganggap efisiensi pd rumah keong 55% maka tinggi tekan aktual $0,55 \cdot 1603 = \underline{\underline{882 \text{ ft}}}$

$$H = \frac{RT_2}{\frac{k-1}{k}} \left(E_p^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right)$$

$$E_p^{0,283-1} = \frac{k-1}{k} \frac{H}{RT_2} = \frac{0,283 \cdot 282}{53,34 \cdot 552} = 0,00849 \text{ maka}$$

$$E_p = 1,0303$$

$$p_4 = E_p \times p_2 = 1,0303 \cdot 17,55 = \underline{18,1 \text{ psia}}$$

Kenaihan temperatur berdasarkan tinggi tekan adiabatis dari rumah keong:

$$E_p^{0,283-1} = \frac{k-1}{k} \frac{H_{vir}}{RT_2} = \frac{0,283 \cdot 1603}{53,34 \cdot 552} = 0,01542 \text{ maka}$$

$$E_p = 1,01542$$

$$T_4 = E_p^{0,283} \cdot T_2 = 1,01542 \cdot 552 = \underline{561,7 \text{ abs}}$$

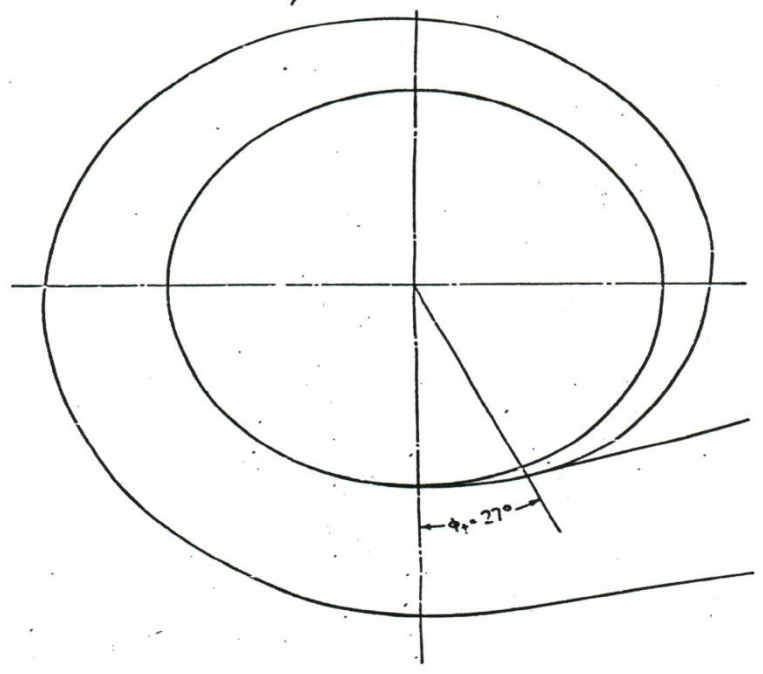
$$p_4 v_4 = RT_4 \rightarrow p_4 \cdot \frac{1}{\rho_4} = RT_4$$

$$\rho_4 = \frac{p_4}{RT_4} = \frac{144 \cdot 18,1}{53,34 \cdot 561} = 0,0871 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Laju aliran: } Q_4 = \frac{w}{\rho_4} = \frac{20,35}{0,0871} = 234 \text{ ft}^3/\text{s}$$

luas penampang saluran balik ke tangki berikutnya

$$\frac{Q_4}{V_4} = \frac{234}{387} = 0,605 \text{ ft}^2 = 87 \text{ inci}^2$$



DISTAN DIFUSER :

(22)

Ruang bebas diametral antara impeller dan ujung² sudu difuser adalah 10% dari diameter impeller atau $\frac{1}{8}$ inchi.

Jadi ujung sudu difuser bagian bisa diambil $\frac{1}{8}$ inchi.

Luas penampang sisi masuk (A_3) dipakai faktor koreksi 0,6.

$$A_3 = \frac{144 \cdot Q_2}{0,6 \cdot V_2'} = \frac{144 \cdot 237}{0,6 \cdot 503} = 113 \text{ inchi}^2$$

Lebar sisi masuk difuser dibuat = yang dipakai rumus Hong = 3,75 inchi

Jika dipakai rumus sudu 21 buah, tinggi masing² saluran sisi masuk :

$$h_3 = \frac{A_3}{b_3 \cdot 21} = \frac{113}{3,75 \cdot 21} = 1,435 \text{ inchi}$$

Sudut sudu sisi masuk = $\alpha_2' = 11,5^\circ$

Kecepatan minimum dan difuser dianggap $200 \frac{\text{ft}}{\text{s}}$, tinggi tekan adiabatis yang dihasilkan antara ujung sudu impeller dan ujung sisi keluar juga.

$$\frac{(V_2'^2 - V_4^2)}{2g} = \frac{(503^2 - 200^2)}{2 \cdot 32,2} = 3310 \text{ ft}$$

Efisiensi dianggap 50%, maka tinggi tekan aktual : $0,5 \cdot 3310 = 1655 \text{ ft}$.

$$E_p^{0,283} - 1 = \frac{0,283 \cdot H}{R T_2} = \frac{0,283 \cdot 1655}{53,34 \cdot 552} = 0,0159 \rightarrow E_p = 1,0573$$

$$p_4 = E_p \cdot p_2 = 1,0573 \cdot 17,55 = 18,55 \text{ psia}$$

Kenaikan temperatur berdasarkan tinggi tekan adiabatis.

$$E_p^{0,283} - 1 = \frac{0,283 \cdot (2H)}{R T_2} = \frac{0,283 \cdot 2 \cdot 1655}{53,34 \cdot 552} = 0,0318 \quad E_p^{0,283} = 1,0318$$

$$T_4 = T_2 \cdot E_p^{0,283} = 552 \cdot 1,0318 = 570^\circ \text{ F abs}$$

Bobot spesifik pada sisi keluar :

$$\gamma_4 = \frac{p_4}{RT_4} = \frac{18,55 \cdot 144}{53,34 \cdot 570} = 0,088 \text{ lb/ft}^3$$

laju aliran pada sisi keluar :

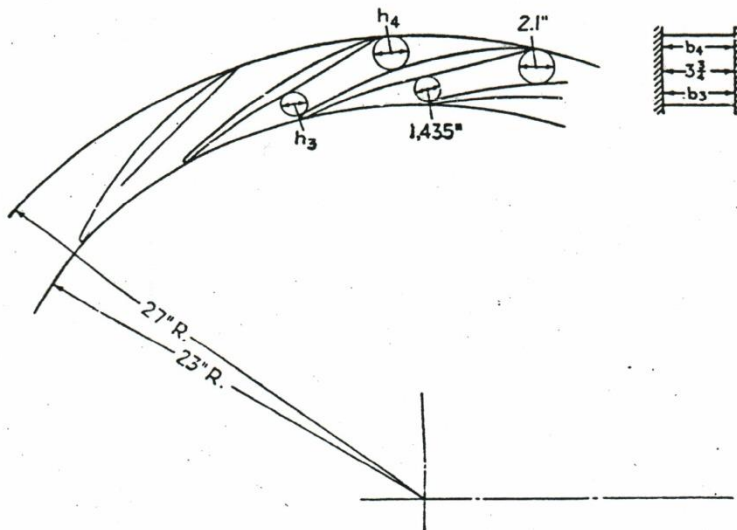
$$Q_4 = \frac{W}{\gamma_4} = \frac{20,35}{0,088} = 231 \text{ ft}^3/\text{s}$$

luas penampang sisi keluar

$$A_4 = \frac{Q_4 \cdot 144}{V_4} = \frac{231 \cdot 144}{200} = 166 \text{ in}^2$$

Tinggi masing² laluan sudu pada sisi keluar :

$$h_4 = \frac{A_4}{6_4 \cdot z'} = \frac{166}{3,75 \cdot 21} = 2,1''$$



Gambar 3.6. Skets difuser yang dihitung pada Pasal 13.14.

Daya kuda untuk mengatasi gesekan ^{cah} menurut STODOLA:

$$P_F = \frac{\beta}{106} \cdot D_2^2 \cdot U_2^3 \cdot \gamma = \frac{0,088 \text{ diambil}}{106} \left(\frac{40}{12} \right)^2 \cdot 628^3 \cdot 0,0858$$

$$= \underline{\underline{14,35 \text{ HP}}}$$

Menurut Kearton ($> 32\%$ dari STODOLA):

$$P_F = \frac{\left(\frac{D_2}{10} \right)^5 \left(\frac{n}{1000} \right)^3}{215 \cdot \text{Volume spesifik}} = \frac{\left(\frac{40}{10} \right)^5 \left(\frac{3600}{1000} \right)^3}{215 \cdot 0,0888} = \underline{\underline{19,1 \text{ HP}}}$$

Jumlah Tingkat :

- Perbandingan kenaikan Temperatur = 0,7.
Tinggi tekan adiabatik overall = 13500 ft.
Tinggi tekan per tingkat = 6750 ft.
a : sebelum blower
b : diantara tingkat
c : pada sisi buang blower.

Dengan mengabaikan kerugian :

Tingkat pertama :

$$E_p^{0,283} - 1 = \frac{0,283 \cdot H}{R T_a} = \frac{0,283 \cdot 6750}{53,34 \cdot 520} = 0,0689 \rightarrow E_p = 1,2655$$

$$P_b = P_a \cdot E_p = 14,7 \cdot 1,2655 = 18,6 \text{ psia}.$$

$$P_b - P_a = 18,6 - 14,7 = 3,9 \text{ psi}.$$

$$T_b = T_a \cdot E_p^{0,283} = 520 \cdot 1,0689 = 555,8^\circ \text{F abs}$$

$$T_b - T_a = 555,8 - 520 = 35,8^\circ \text{F}$$

Tingkat kedua :

$$E_p^{0,283} - 1 = \frac{0,283 \cdot H}{R T_b} = \frac{0,283 \cdot 6750}{53,34 \cdot 555,8} = 0,0644 \rightarrow E_p = 1,247.$$

$$P_c = P_b \cdot E_p = 18,6 \cdot 1,247 = 23,2 \text{ psia}$$

$$P_c - P_b = 23,2 - 18,6 = 4,6 \text{ psi}.$$

$$T_c = T_b \cdot E_p^{0,283} = 555,8 \cdot 1,0644 = 591,4^\circ \text{F abs}$$

$$T_c - T_b = 591,6 - 555,8 = 35,8^\circ \text{F}.$$

Dengan memperhatikan kenaikan Temperatur :

Tingkat pertama : (perbandingan kenaikan temperatur $\gamma=0,7$)

$$E_p^{0,283} - 1 = \frac{0,283 \cdot H}{R \cdot T_a} = \frac{0,283 \cdot 6750}{53,34 \cdot 520} = 0,0689 \rightarrow E_p = 1,2655$$

$$P_b = P_a \cdot E_p = 14,7 \cdot 1,2655 = 18,6 \text{ psia}$$

$$P_b - P_a = 18,6 - 14,7 = 3,9 \text{ psi}$$

$$T_b = T_a \cdot E_p^{0,283} = 520 \times 1,0689 = 555,8^\circ \text{F abs.}$$

$$(T_b - T_a)_{ad} = 555,8 - 520 = 35,8^\circ \text{F}$$

$$(T_b - T_a)_{act} = \frac{(T_b - T_a)_{ad}}{\gamma} = \frac{35,8}{0,7} = 51,1^\circ \text{F.}$$

$$T_{baet.} = 520 + 51,1 = \underline{\underline{571,1^\circ \text{F abs}}}$$

tingkat kedua:

$$E_p^{0,283} - 1 = \frac{0,283 \cdot 6750}{53,34 \cdot 571,1} = 0,0627 \rightarrow E_p = 1,2397$$

$$p_c = p_b \cdot E_p = 18,6 \cdot 1,2397 = 23,04 \text{ psi}$$

$$p_c - p_b = 23,04 - 18,6 = 4,44 \text{ psi.}$$

$$T_c = T_b \cdot E_p^{0,283} = 571,1 \cdot 1,0627 = 606,9^\circ \text{F abs}$$

$$(T_c - T_b)_{ad} = 606,9 - 571,1 = 35,8^\circ \text{F}$$

$$(T_c - T_b)_{act} = \frac{35,8}{0,7} = 51,1^\circ \text{F}$$

$$T_{caet} = 571,1 + 51,1 = 622,2^\circ \text{F abs}$$

$$\gamma = \frac{T_a (E_p^{0,283} - 1)}{\Delta T_{act.}} = \frac{520 \left[\left(\frac{18,55}{14,7} \right)^{0,283} - 1 \right]}{570 - 520} = 0,708.$$