

TURBIN AIR (HYDRAULIC TURBINE)

Macam turbin tergantung angka putar spesifik dan kecepatan spesifiknya (n_s).

Definisi: Angka putar spesifik ^(n_s) ialah banyaknya putaran tiap menit (rpm) turbin yang homolog (geometrik sebangun), yang dengan $H_n = 1$ m menghasilkan output 1 DK.

Di negara Anglo-Sakson dipakai definisi lain, tbb. :

- Angka putar spesifik atau kecepatan spesifik (N_s) ialah banyaknya putaran tiap menit (rpm) turbin yang homolog (geometrik sebangun), yang dengan $H_n = 1$ ft menghasilkan output 1 HP (1 DK)

Rumus :

$$n_s = \frac{n \sqrt{P}}{H_n^{5/4}} \quad (\text{metrik})$$

n = putaran (rpm)
 P = output (DK)
 H_n = tinggi efektif (m)

$$N_s = \frac{n \sqrt{P}}{H_n^{5/4}} \quad (\text{Inggris})$$

n = putaran (rpm)
 P = output (HP)
 H_n = tinggi efektif (ft)

Konversi :

$$n_s = 1,42 N_s$$

Di Jepang dipakai :

$$n_s' = \frac{n \sqrt{P}}{H_n^{5/4}}$$

n = putaran (rpm)
 P = output (kw)
 H = tinggi efektif (m)

• Macam Turbin .

- | | | | |
|----------------|------------------------------|---------|------------------|
| 1. T. Impuls : | a. Single jet (Pelton wheel) | 4 - 30 | n_s
(TA 36) |
| | b. Multiple jets (Doble ..) | 30 - 70 | |

Catatan: Batas-batas nilai n_s tidak eksak!

2. T. Reaksi :

75

a. Francis type (TA 37)

- Francis Low Speed Speed (FLL) 50-125
- " Normal " " (FNL) 125-200
- " High " " (FSL) 200-350
- " Express " " (FEL) 350-500

b. Propeller type (Axial flow type)

- Fixed blade type (Nagler type) 400-800 (TA37)
- Adjustable blade type } (Kaplan type) 500-1000 (TA38)
- (Movable " " }
- Bulb turbine } (TA 39)
- (Rohr turbine) }

• Evolusi turbin :

Dalam perkembangannya, turbin mengalami perubahan sbt.:

- (1) Arah arus lewat sudu berubah dari tangensial (Pelton) menjadi radial (Francis), dan akhirnya axial (Propeller)
- (2) Cincin bawah (Francis) makin lama menghilang (Propeller)
- (3) Jumlah sudu makin berkurang (Pelton banyak → Francis → Propeller ada yg 2 à 3)

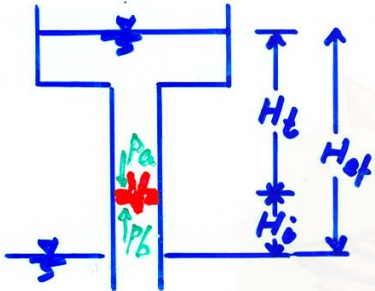
• Efisiensi turbin :

Efisiensi turbin tidaklah tetap, tergantung keadaan beban. Masing-masing tipe mempunyai ciri sendiri. (TA40)

• Penempatan (setting) turbin :

- Turbin impuls harus diletakkan di atas muka air belahang ("tail water level").

- Turbin tidak penempatanya agak bebas, karena tenaga yang menggerakannya tergantung dari beda tekanan di atas dan di bawah sudu-sudunya



$$P_a = \rho H_1 + P_{atm}$$

$$P_b = P_{atm} - \rho H_2$$

$$P_a - P_b = \rho (H_1 + H_2) = \rho H_{ef}$$

$$P_{ef} = \rho H_{ef}$$

∴ Letak turbin tak menjadi soal.

- Dapat juga turbin diletakkan di bawah muka air belakang. Ini kurang disukai karena :

- montage dan inspeksi lebih sulit.

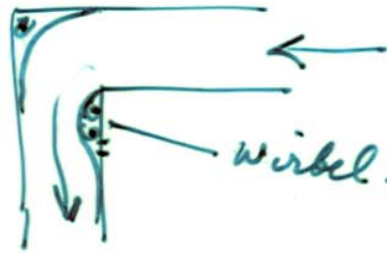
- Jika turbin diletakkan terlalu tinggi terhadap muka air belakang, maka H_2 besar, P_b sangat kecil hingga bisa terjadi kavitasi yang mengakibatkan bethan "pitting" (baja berlubang-lubang)

Berbagai istilah diameter turbin.

1. T. Pelton. D_1 = diameter "pitch circle" (tempat kedudukan pusat berat sudu-sudu)
(TA 36)
2. T. Francis. D_1 = diameter kincir di tengah-tengah distributor (diameter nominal)
(TA 37)
 - D_2 = diameter terkecil yang diukur di sebelah dalam cincin bawah (diameter minimum).
 - D_3 = diameter sebelah dalam "discharge ring" ("discharge diameter")
3. T. Propeller. D_1 = diameter kincir diukur dari ujung sudu sampai ujung sudu (diameter nominal)
(TA 37)
 - D_2 = diameter lingkaran yang melalui titik tengah sudu-sudu
 - D_3 = diameter sebelah dalam "discharge ring" ("discharge diameter")

cavities → pitting

$\sigma_{plant} \rightarrow \sigma_{kr.}$
di titik referensi



wirbel = pusaran = eddies

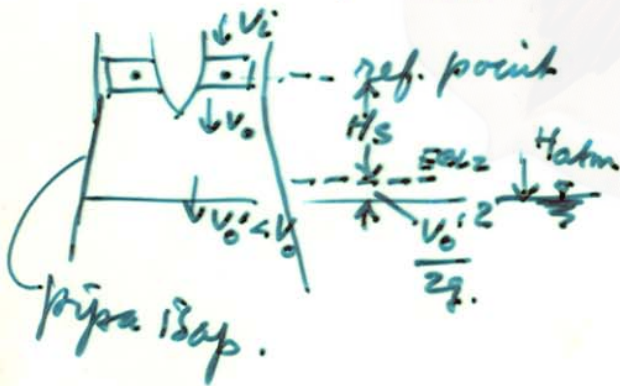
Plant sigma kritik (min) = Koef. Kavitasi

$$\sigma_{min} = \sigma_{kr.}$$

TA-41

Turbin prop = ref. point = tengah sudut

" Francis = " a = tepi bawah
cincin bawah
(lower shroud)



Kritik:

$$H_{min} = H_{alm} - H_s - \frac{v_0'^2}{2g} = H_v$$

$$\frac{v_0'^2}{2g} = H_{alm} - H_v - H_s$$

$$" = H_b - H_s$$

$$THOMA = \frac{v_0'^2}{2g} = \sigma \cdot H_{eff.}$$

$$\sigma = \frac{H_b - H_s}{H_{eff.}} \quad \text{THOMA}$$

★ Menentukan elevasi garis tengah distributor

1) T_{kr} dari VA-41

2) H_b " "

3) H_s max dari THOMA

4) A dari Francis :

$$D_3 = m D_{3s}$$

$$m = \frac{VF}{H_n^{3/4}}$$

$$D_{3s} = \frac{129}{N_s^{0.37}} \text{ (inci)}$$

$$D_{3s} = \frac{113}{N_s^{0.34}} \text{ (inci)}$$

$$\frac{A}{D_3} = \frac{N_s^{0.34}}{10,7}$$

$$\frac{A}{D_3} = 0,41$$

inci → ft.
 Euler's
 inci → ft.
 inci

5) $A + H_s \rightarrow ft$

6) Elev. garis tengah distributor (max) =
 Min. tailwater level (1 turbin) + $A + H_s$

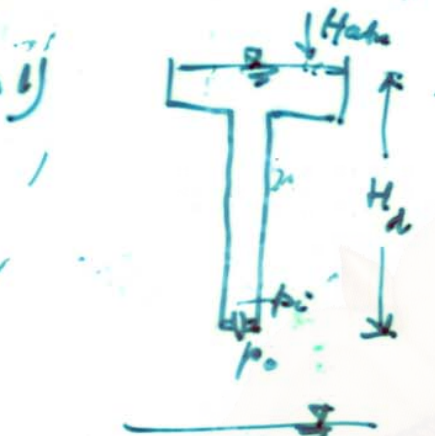
★ Pipa Isap hanya pd turb reaksi:
 (draft tube, Sangrohr)



$\frac{P_{atm}}{\gamma} = H_{atm}$

Tugas :

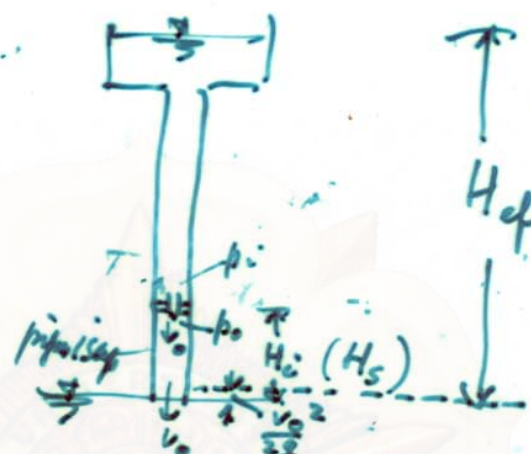
- 1) memperbesar daya dgn memperbesar H_m .
- 2) " " " mengambil kembali: bagian energi yg hilang akibat v_0 (energy regain)



$$\frac{p_i}{\gamma} = H_m + H_d$$

$$\frac{p_o}{\gamma} = H_m$$

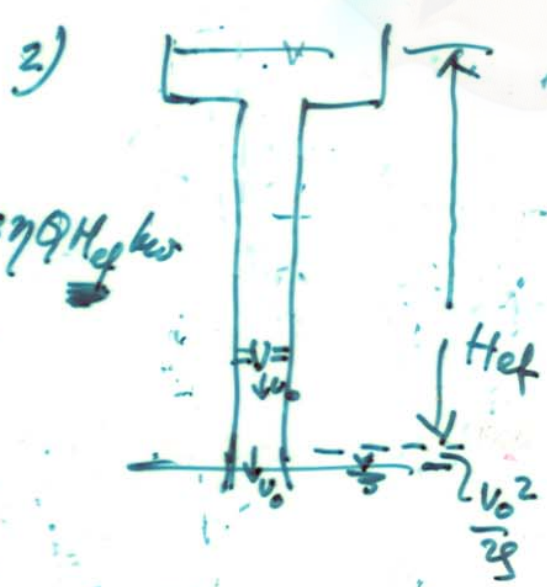
$$\frac{\Delta p}{\gamma} = H_d$$



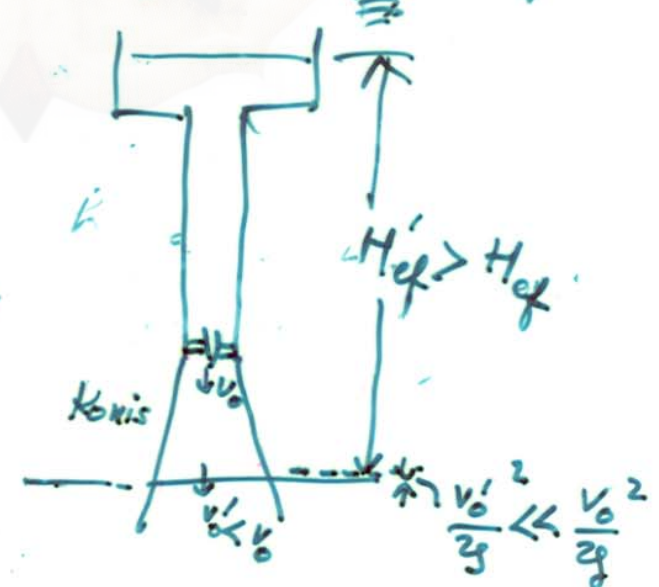
$$\frac{p_i}{\gamma} = H_m + H_d$$

$$\frac{p_o}{\gamma} = H_m + H_s + H_i$$

$$\frac{\Delta p}{\gamma} = H_d + H_s + H_i = H_{ef}$$



$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_{ef}$



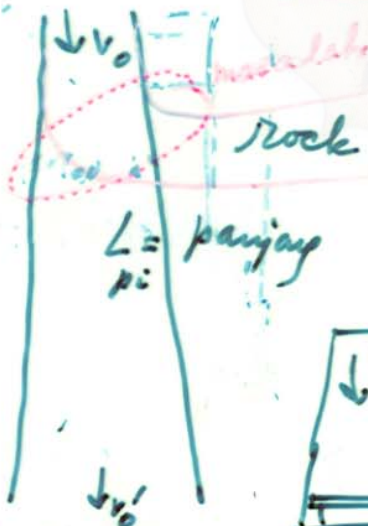
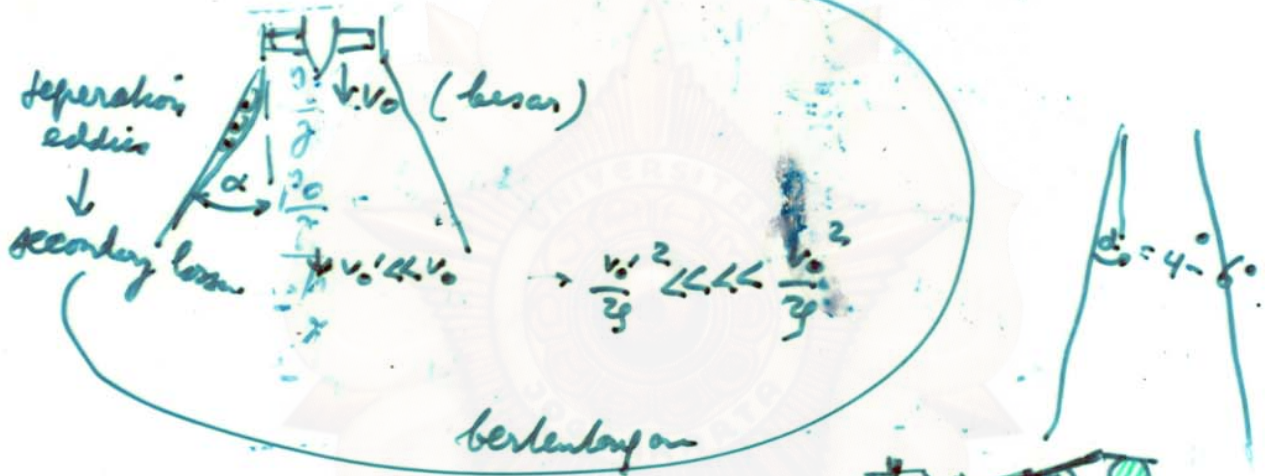
$H_{ef}' > H_{ef}$

$$\frac{v_0'^2}{2g} \ll \frac{v_0^2}{2g}$$

Kepada: Turb. Kaplan: $\frac{v_0^2}{2g} = (0,30-0,50) H_n$

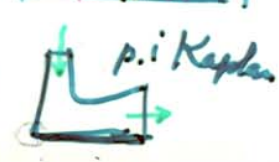
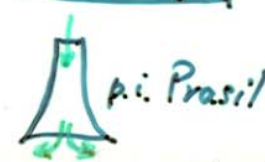
Francis: $\frac{v_0^2}{2g} = 0,06 H_n$
 0,10
 0,15
 0,25

Cond: Energy regain perlu:



Rock foundation excavation \rightarrow mahal

Elbow draft tube: Saugkrümmer; Pipa Isap Siku.



Macam p.i.
 p.i. lurus
 conical d.t
 gerade Saugrohr

utb. station service unit.