

1. Rumah turbin (Casing).

Merupakan rumah logam kedap udara, dimana uap dari ketel, dibawah tekanan dan temperatur tertentu, didistribusikan disekeliling sudu tetap (mekanisme pengarah) di dalam rumah turbin. Rumah turbin didesain sedemikian sehingga uap memasuki sudu tetap dengan kecepatan yang seragam.

2. Mekanisme pengarah.

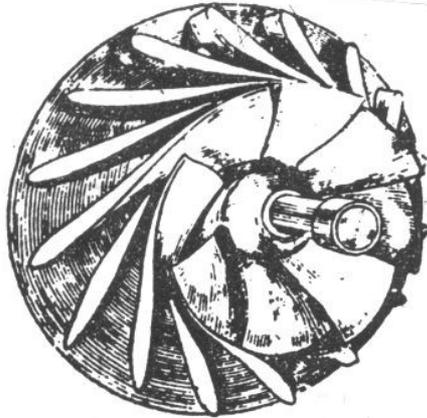
Adalah sebuah mekanisme, dibuat dengan bantuan sudu pengarah, dalam bentuk roda. Roda ini umumnya menyatu dengan rumah turbin, karena itu sudu pengarah ini juga disebut sudu tetap. Sudu pengarah didesain untuk:

- (a) membuat uap memasuki runner tanpa guncangan. Hal ini dilakukan dengan menjaga kecepatan relatif pada sisi masuk runner tangensial terhadap sudut sudu.
- (b) Membuat sejumlah uap yang dibutuhkan memasuki turbin. Hal ini dilakukan dengan mengatur bukaan sudu.

Sudu pengarah bisa dibuka atau ditutup dengan memutar poros pengatur, sehingga uap bisa mengalir sesuai kebutuhan. Poros pengatur digerakkan oleh governor.

3. Runner turbin.

Runner turbin Parson prinsipnya terdiri dari sudu runner yang terpasang pada sebuah poros atau cincin, tergantung pada jenis turbin. Sudu, yang terpasang pada runner, didesain supaya uap masuk dan keluar runner tanpa guncangan seperti terlihat pada gambar 12.



Gambar 12. Runner turbin.

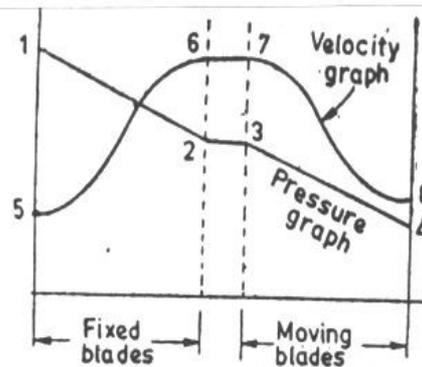
Permukaan runner turbin dibuat dengan sangat licin untuk meminimalkan kerugian gesekan.

4. Draft tube.

Uap setelah melewati runner, mengalir ke kondenser melalui tube/pipa yang disebut *draft tube*. Perlu dicatat bahwa jika pipa ini tidak disediakan pada turbin, maka uap akan bergerak dengan bebas dan menyebabkan arus eddy uap.

Tekanan Dan Kecepatan Uap Pada Turbin Reaksi

Tekanan pada turbin reaksi akan berkurang ketika melalui sudu tetap dan sudu bergerak. Kecepatan uap meningkat pada sudu tetap dan berkurang ketika melalui sudu bergerak. Gambar 13 memperlihatkan grafik tekanan dan kecepatan uap ketika mengalir pada sudu tetap dan sudu bergerak.



Gambar 13. Grafik tekanan dan kecepatan dari turbin reaksi.

Grafik tekanan 1-2-3-4 mewakili tekanan uap masing-masing pada sisi masuk sudu tetap, keluar sudu tetap, memasuki sudu bergerak dan sisi keluar sudu bergerak. Dengan cara yang sama, grafik kecepatan 5-6-7-8 mewakili kecepatan uap masing-masing pada sisi masuk sudu tetap, sisi keluar sudu tetap, sisi masuk sudu bergerak dan sisi keluar sudu bergerak.

Perbandingan Antara Turbin Impuls Dan Turbin Reaksi

Berikut ini beberapa hal tentang perbandingan antara turbin impuls dan turbin reaksi.

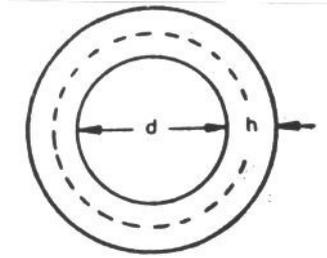
No	Turbin Impuls	Turbin Reaksi
1.	Uap mengalir melalui nosel dan menumbuk sudu bergerak.	Uap mengalir pertama-tama melalui mekanisme pengarah dan kemudian melalui sudu bergerak.
2.	Uap menumbuk mangkok dengan energi kinetik.	Uap meluncur pada sudu bergerak dengan tekanan dan energi kinetik.
3.	Uap boleh mengalir dikeseluruhan atau hanya disebagian lingkaran runner.	Uap harus mengalir di keseluruhan lingkaran runner.
4.	Tekanan uap konstan selama mengalir pada sudu bergerak.	Tekanan uap turun selama mengalir pada sudu bergerak.
5.	Kecepatan relatif uap selama mengalir pada sudu konstan.	Kecepatan relatif uap selama mengalir pada sudu naik.
6.	Sudu simetris.	Sudu tidak simetris.
7.	Jumlah tingkat yang diperlukan lebih sedikit untuk daya yang sama.	Jumlah tingkat yang diperlukan lebih banyak untuk daya yang sama.

Segitiga Kecepatan Untuk Sudu Turbin Reaksi

Grafik segitiga kecepatan turbin reaksi sama dengan segitiga kecepatan pada turbin impuls. Penggambaran segitiga kecepatan gabungan dan rumus daya turbin sama dengan yang digunakan pada turbin impuls.

Tinggi Sudu Turbin Reaksi

Pada turbin reaksi, uap memasuki sudu bergerak dikeseluruhan lingkaran turbin. Karenanya daerah dimana uap mengalir selalu penuh dengan uap. Misalkan pandangan samping turbin seperti gambar 14.



Gambar 14. Tinggi sudu untuk turbin reaksi.

Dengan : d = diameter drum rotor

h = tinggi sudu

V_{f1} = kecepatan aliran pada sisi keluar

Luas daerah yang tersedia bagi uap untuk mengalir:

$$A = \pi(d+h) h$$

Dan volume uap yang mengalir:

$$= \pi(d+h) h \cdot V_{f1}$$

Berat 1 kg uap pada tekanan tertentu misalkan v_s maka berat uap yang mengalir:

$$W = \frac{\pi(d+h)h \cdot V_{f1}}{v_s} \text{ kg/s}$$

Jika uap mempunyai fraksi kekeringan x maka berat uap yang mengalir:

$$W = \frac{\pi(d+h)h \cdot V_{f1}}{x \cdot v_s}$$

$$W = \frac{\pi d_m \cdot h \cdot V_{f1}}{x \cdot v_s} \text{ kg/s}$$

dimana: d_m = diameter sudu rata-rata
 $= (d+h)$

Contoh Soal.

Pada tingkatan tertentu dari turbin reaksi, kecepatan sudu rata-rata adalah 60 m/s, uap mempunyai tekanan 3,0 bar dengan temperatur 200° C. Jika sudu diam dan bergerak pada tingkatan ini mempunyai sudut masuk 30° dan sudut keluar 20°, carilah (i) tinggi sudu, jika tinggi sudu adalah 1/10 diameter lingkaran rata-rata sudu dan uap mengalir pada 10 kg/s, (ii) daya yang dihasilkan oleh pasangan sudu tetap dan bergerak pada tingkatan ini.

Jawab.

Diketahui: kecepatan sudu, $V_b = 60$ m/s

tekanan uap = 3,0 bar

temperatur uap = 200° C

sudut masuk sudu tetap/diam,

$$\theta = \beta = 30^\circ$$

sudut keluar sudu diam,

$$\alpha = \phi = 20^\circ$$

(i) Tinggi sudu

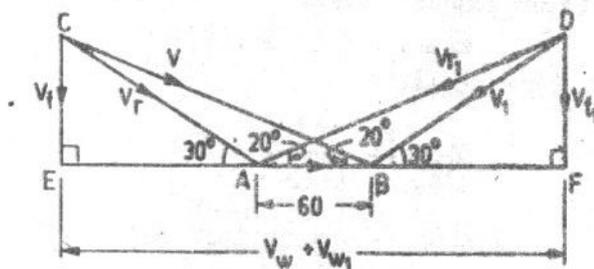
$$h = d/10$$

$$d = 10 h$$

berat aliran uap,

$$W = 10 \text{ kg/s}$$

Sekarang kita gambar segitiga kecepatan gabungan seperti gambar berikut:



1. Pertama-tama gambar garis horisontal, dan buat potongan AB yang besarnya sesuai dengan 60 m/s sesuai skala.
2. Gambar segitiga kecepatan sisi masuk ABC pada dasar AB dengan $\alpha = 20^\circ$ dan $\theta = 30^\circ$.

3. Dengan cara yang sama gambar segitiga kecepatan sisi keluar ABD pada basis yang sama AB dengan $\phi = 20^\circ$ dan $\beta = 30^\circ$.
4. Dari C dan D gambar garis tegak lurus yang bertemu pada AB pada titik E dan F .

Dengan pengukuran diperoleh bahwa perubahan kecepatan pusar ($V_w + V_{w1}$) = 265 m/s, dan kecepatan keluar pada sisi keluar (V_{f1}) = 60 m/s.

Dari tabel uap untuk uap panas lanjut (superheat) pada tekanan 3,0 bar dan 200°C , didapatkan volume spesifik uap:

$$v_s = 0,7164 \text{ m}^3/\text{kg}$$

maka:

$$W = \frac{\pi (d+h) h \cdot V_{f1}}{v_s}$$

$$10 = \frac{\pi (10h+h) h \cdot 60}{0,7164} = 2.894 h^2$$

$$h = 0,059 \text{ m} = 59 \text{ mm}$$

(ii) Daya yang dihasilkan

$$\begin{aligned} P &= W (V_w + V_{w1}) V_b \\ &= 10 \times 265 \times 60 = 159.000 \text{ W} \\ &= 159 \text{ kW} \end{aligned}$$

Soal-soal

1. Kecepatan periperal rotor turbin De-Laval adalah 300 m/s dan kecepatan absolut uap pada sisi masuk 720 m/s pada 20° terhadap arah gerak rotor. Carilah:
 - a. Kecepatan absolut uap meninggalkan rotor, jika air keluar 20° terhadap arah rotor.
 - b. Daya kuda roda, jika konsumsi uap 2,7 kg/min.
2. Uap keluar nosel dari turbin impuls satu tingkat pada kecepatan 1000 m/s dan nosel mempunyai sudut 24° terhadap arah gerak sudu, yang bergerak dengan kecepatan 400 m/s. Sudut sudu sisi masuk sama dengan sisi keluar. Jika uap memasuki dan meninggalkan sudu tanpa *shock* dan mengalir pada sudu tanpa gesekan, carilah sudut masuk sudu. Cari juga gaya yang dihasilkan sudu pada arah geraknya dan daya yang dihasilkan ketika uap mengalir dengan laju 4000 kg/hr.
3. Sebuah turbin impuls sederhana disuplai oleh uap dengan tekanan 10,5 kg/cm² dan 40° C panas lanjut (superheat). Tekanan pada ruang roda adalah 1,05 kg/cm² dan efisiensi nosel 90%. Jika sudut nosel 20° , koefisien kecepatan 0,8 dan sudu mempunyai sudut sama, carilah untu efisien maksimum:
 - a. kecepatan sudu.
 - b. Sudut sudu.
 - c. Daya kuda yang dihasilkan, jika uap mengalir dengan kecepatan 9000 kg/hr.
4. Pada turbin reaksi Parson, diameter drum 1,1 m dan tinggi sudu 10 cm. Sudut masuk dan keluar masing-masing adalah 35° dan 20° terhadap arah gerak. Pada titik tertentu di dalam turbin tekanan uap 1,8 kg/cm² dan fraksi kekeringan 0,93. Carilah massa uap yang mengalir per detik dan daya kuda yang dibangkitkan cincin sudu bergerak, jika turbin berputar dengan kecepatan 250 rpm.
5. Sebuah turbin reaksi mempunyai kecepatan 3000 rpm dan diameter rata-rata sudu pada sebuah pasangan adalah 75 cm. Sudut keluar sudu 20° , sudut tetap dan sudu bergerak identik. Uap mengalir dengan laju 810 kg/min. Jika daya kuda yang dibangkitkan perpasang 300 dan tekanan uap 2,8 kg/cm² dalam keadaan kering, hitunglah sudut sudu dan tinggi sudu.
6. Apa yang dimaksud dengan turbin reaksi, dan apa yang membedakannya dengan turbin impuls!

7. Apa yang anda ketahui tentang istilah "tinggi sudu" pada turbin reaksi.
8. Informasi penting apa yang diberikan oleh tinggi sudu.