

## STUDI KEGAGALAN SUDU RUNNER TURBIN AIR TYPE FRANCIS (Kasus Penipisan Sudu Runner)

Ir. Edison, MT  
Staf Pengajar Institut Teknologi Padang

### ABSTRACT

Hydro turbine runner blades operated for Hydro Power, a failure. This is very disturbing installation productivity. For that we need more research done on the source of failure in order to do preventive measures and improvements so that the time will come the same damage does not happen again.

This study aims to analyze and find the main causes of failure in the hydro turbine runner blades. In supported this research is testing the following: Visual Inspection and Testing working fluid water. From the results this study note that the material characteristics hydro turbine blade runner is G-X5 Cr Ni 134 similar to ASTM A743 with a composition CA6 NM content elements as follows: 0.07% C, max 1.5% Mn, 1.0 max % Si, Cr 12,0-13,5%, 3,5-5,0% Ni, 0.70% Mo.

The main causes study the hydro turbine runner blades, this water is the thinning the blade wall, the mechanism acidic water as a energy source to encourage high-speed blades to rotate the blade, resulting in the collision surface blade, so blade will experience thinning the walls so the blade runner blade into broken. Runner blade fracture accelerated because of the water as the driving force and acidic sand.

### PENDAHULUAN

Turbin air terdiri dari komponen-komponen yang dioperasikan pada tekanan air yang tinggi secara kontinyu sehingga sangat berisiko untuk terjadinya kegagalan. Salah satu dari komponen turbin air adalah sudu *runner* yang mana dalam operasinya dipengaruhi oleh tekanan air dan lingkungan yang korosif terhadap korosi. Sudu *Runner* ini berfungsi untuk merubah energi tekanan air menjadi energi mekanik untuk memutar poros generator sebagai Pembangkit Energi Listrik. Latar belakang permasalahan ini berawal dari rusak atau gagalnya Sudu *Runner* Turbin tersebut setelah mengalami masa pemakaian (*service life*) selama 30 tahun. Kerusakan yang terjadi berupa patahan dan berlubang pada bagian pinggir Sudu *Runner* Turbin. Turbin ini mempunyai ketinggian air dari permukaan air pada reservoir ( permukaan air danau ) ke permukaan air laut 363 m, sedangkan dari *Runner* ke permukaan air laut adalah 60m, maka ketinggian antara *runner* ke permukaan air danau ( H ) adalah  $363 - 60 = 303$  m dengan kapasitas terpasang 43,75 MW, umur disain dari sudu turbin ini direncanakan 30 tahun.<sup>7</sup>

Melihat fungsi dan kegunaan yang sangat penting dari Sudu *Runner* Turbin dan untuk menghindari kerusakan yang sama pada masa yang akan datang maka perlu dilakukan suatu penilaian dan analisa kerusakan. Dengan melakukan Penelitian dan Analisa kerusakan dapat diidentifikasi faktor-faktor penyebab akar dari kerusakan Sudu *Runner* tersebut.

### Batasan Masalah.

Penelitian dan Analisa kegagalan sudu *Runner* Turbin Air meliputi:

1. Pemeriksaan
2. Pengujian
3. Evaluasi

Gagalnya dan mekanisme terjadinya kegagalan, Analisa kerusakan diarahkan terhadap material sudu *runner* turbin yang mengalami kerusakan akibat pengikisan pada permukaan sudu *runner* akibat air yang digunakan mengandung asam bercampur pasir.

Diharapkan dengan melakukan pemeriksaan dan pengujian material tersebut diatas akan dapat dilakukan evaluasi dan ditentukan factor-faktor penyebab kerusakan pada sudu *runner* turbin air.

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian analisa kegagalan sudu runner turbin air, secara umum merupakan tata cara penelitian yang direalisasikan dalam pemeriksaan dan analisa referensi, *runner* turbin air *type francis* tidak dapat diuji (diambil sample *runner*) karena *runner* turbin air ini bila terjadi penipisan atau cacat pada permukaan sudu *runner*, maka dilakukan pengelasan pada permukaan yang tipis dan cacat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus (*cases study*). Diawali dengan melakukan pengumpulan informasi dan dokumentasi berupa data *engineering* sudu runner turbin (spesifikasi material dan sifatnya), data kronologi dari kerusakan sudu *runner* turbin yang terjadi.

Pada analisa dan pemeriksaan kegagalan penulis melaksanakannya dengan metode :

1. Studi literature
2. Pemotretan
3. Pengumpulan data
4. Pemeriksaan Visual
5. Analisa dan pengolahan data
6. Evaluasi

### **PELAKSANAAN PENELITIAN**

Pada penelitian ini tidak menggunakan spesimen benda uji, sehubungan sudu *runner* turbin air ini yang mengalami kegagalan seperti : **Penipisan dan Cacat** pada permukaan sudu tidak bisa diambil sebagai benda uji melainkan bila terjadi penipisan dan cacat pada permukaan sudu maka tindakan yang diambil adalah penambahan daging dengan melakukan pengelasan pada permukaan yang tipis atau cacat. Jadi untuk penelitian ini penulis mengambil bahan secara teoritis lewat internet serta buku-buku referensi yang dapat menunjang penyelesaian penelitian ini, serta mencari informasi-informasi dari operator di PLTA ini.

Secara garis besar prosedur penelitian ini dititik beratkan untuk mendapatkan akar penyebab terjadinya kegagalan pada sudu *runner* turbin air. Pemeriksaan Visual yang dilakukan dengan melakukan pengamatan secara umum dan langsung terhadap material sudu *runner* turbin air yang mengalami kegagalan. Pemeriksaan Visual ini penting dilakukan sebelum melakukan pengamatan yang lebih rinci.

Pengamatan ini dilakukan untuk mendeteksi adanya cacat-cacat permukaan material sudu *runner* turbin air yang menjadi penyebab utama timbulnya kerusakan. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat dilakukan pemotretan pada lokasi unit turbin air.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pemeriksaan visual terhadap sudu *runner* turbin air yang mengalami kerusakan, dapat dilihat bahwa sudu *runner* turbin air mengalami penipisan dan cacat pada bagian ujung sisi luar, diakibatkan air yang digunakan untuk memutar sudu *runner* adalah air danau singkarak, sesuai hasil pemeriksaan laboratorium Kimia Univ. Bung Hatta pada triwulan II tahun 2009 air Danau Singkarak mengandung asam, hal ini diperkirakan karena adanya pembusukan/pelapukan kayu dari sisa-sisa kegiatan masyarakat dilahan atas danau singkarak. Selanjutnya nilai pH air yang diperoleh 5,4, ini berarti perairan air danau mengandung asam, yang merupakan dampak dari terjadinya penguraiaan pelapukan tumbuh-tumbuhan dilahan atas dan kecil terjadi proses penguraiaan oleh bakteri karena sinar matahari yang kurang menembus perairan tersebut.



Gbr. 1. Runner Turbin Francis

**Hasil Perhitungan Umur Sudu Runner**

Sesuai informasi dari operator lapangan PLN Singkarak bahwa :

- Merk Turbin air : Voest Alvin
- Type : Vertical Francis
- Kapasitas terpasang : 43,75 MW
- Putaran : 500 rpm

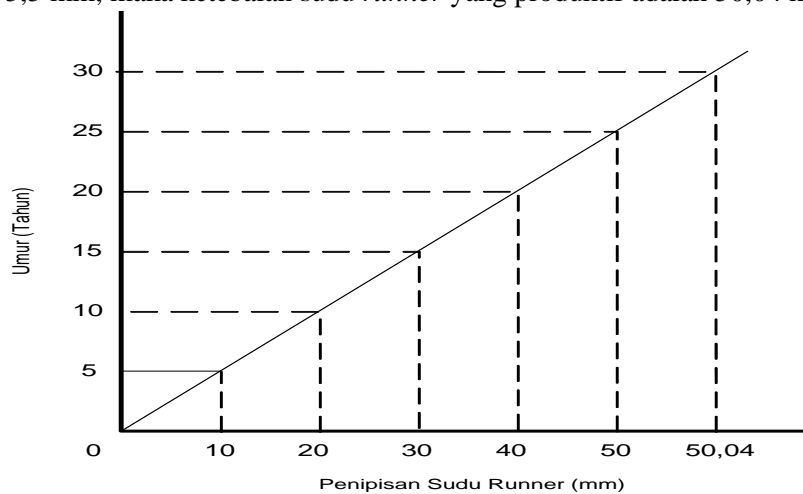
Turbin air ini mulai beroperasi pada tahun 1978, dengan jam kerja tertinggi adalah 438 jam perbulan serta terendah adalah 102 jam per bulan, data ini diambil dari laporan bulanan operator dari bulan juni sampai dengan bulan agustus 2009 .

Maka rata-rata jam kerja turbin ini adalah :

$$\frac{438 + 102}{2} = 270 \text{ jam per bulan}$$

dari hasil survey serta informasi dari operator , pernah pada tahun 2008, ada salah satu sudu runner turbin sudah tidak layak lagi dipakai, maka dilakukan pengelasan ( tambah daging) pada sudu runner, sedangkan turbin ini mulai beroperasi pada tahun 1998, jadi umur pakai produktif sudu runner adalah 30 tahun.

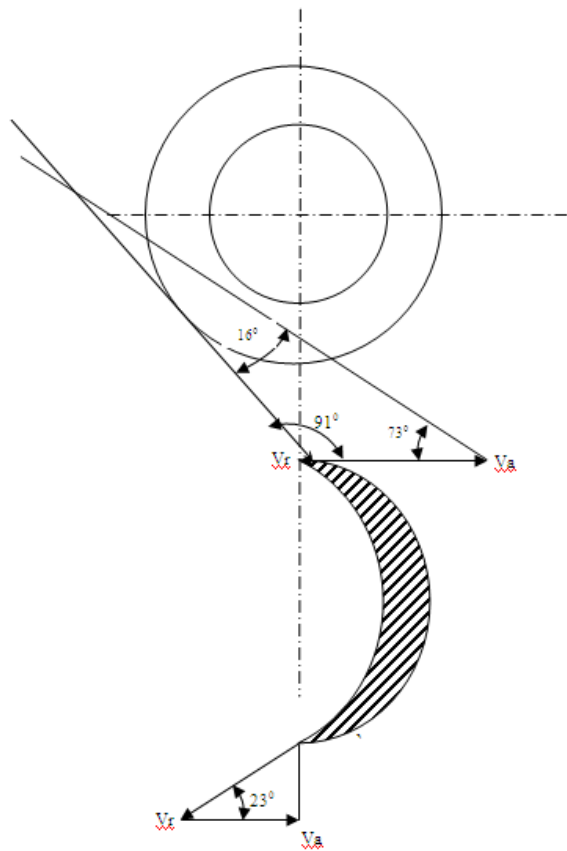
Maka umur runner adalah :  $30 \times 12 \times 270 = 97.200$  Jam, Dari hasil pengukuran dilapangan oleh operator pada saat gagal ( tidak bisa dioperasikan lagi ) turbin ini tebal sudu runner adalah 5,5 mm, maka ketebalan sudu runner yang produktif adalah 50,04 mm.



Gbr. 2. Perbandingan Umur dengan penipisan sudu runner

### Kecepatan mekanis air masuk dan keluar sudu runner

Kecepatan mekanis yang bekerja pada sudu runner adalah sebagai berikut :



Gbr. 3. Kecepatan air Masuk dan Keluar

Gbr 3. Kecepatan air Masuk dan Keluar

Maka kecepatan air masuk :

$$\begin{aligned} V_a &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \\ &= \frac{3,14 \cdot 1450 \cdot 500}{60} \text{ mm/menit} \\ &= 37941,6 \cdot \frac{10^{-3}}{60} \text{ m/det} \end{aligned}$$

$$V_a = 0,63 \text{ m/det}$$

Maka kecepatan air keluar :

$$\begin{aligned} \frac{V_r}{\sin 73} &= \frac{0,63}{\sin 91} \\ V_r &= \frac{0,63 \sin 73}{\sin 91} = 3,78 \text{ m/det} \end{aligned}$$

Dari hasil survey kelapangan (PLN) didapat data ketinggian permukaan air danau singkarak dengan permukaan air laut adalah 363 m, sedangkan ketinggian air dari permukaan air turbin ke permukaan air laut adalah 60 m, maka ketinggian air permukaan air danau dengan permukaan air turbin (H) adalah 363 m – 60 m = 303 m.

## SIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan data hasil pengujian baik dilapangan maupun dilaboratorium terhadap material sudu runner serta air yang digunakan untuk mendorong runner yang mengalami kegagalan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- (1) *Characteristics of material* sudu runner adalah : G-X5 CrNi 134 Similar to ASTM A-743 CA6NM.
- (2) Penyebab utama kegagalan sudu runner turbin air adalah terjadinya Korosi/penipisan akibat gesekan air bercampur pasir dengan material serta kavitsi. Sudu runner dipercepat dengan adanya kandungan asam dan pasir serta kavitasi pada air, terjadilah penipisan pada permukaan sudu runner.
- (3) Umur produktif sudu runner adalah 97.200 jam ( 30 tahun )
- (4) Kecepatan air masuk sudu runner adalah 0,3 m/det.
- (5) Kecepatan putar runner adalah 3,78 m/det.

## Saran

- (1) Perlu diperhatikan pengaturan kecepatan air masuk agar benturan air kesudu runner tidak terlalu kuat.
- (2) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang air danau yang tercemar akibat pembuangan sampah, kayu-kayuan yang dibuang ke danau oleh masyarakat dilingkungan danau singkarak.
- (3) Agar dipasang saringan pada saluran air masuk pipa pesat.
- (4) Material sudu runner sebaiknya dipakai mengacu ASME IX .
- (5) Balancing runner turbin dilakukan dilapangan.

## DAFTAR PUSTAKA.

1. Fritz, **Turbin, Pompa dan Kompresor**, Cetakan ketiga, PT. Gelora Aksara Utama, Jakarta.
2. W.O Alexander , **Dasar Metalurgi Untuk Rekayasa**. PT. Gramedia Pusaka Utama, Jakarta 1995.
3. Mar. G. Fontana **Corrosion Engineering**, Third Edition, MC Grawhill Book Company, New York, 1989.
4. AK DAS, **Metallurgy Of Failure** , tata Mc Growhill Publishing Company Limited , New Delhi , 1996.
5. Bradley Elihu. F. **Super Alloy A. Technical Guide**, ASM , International, 1998
6. Dokumentasi dari **PT, PLN(Persero) Wilayah III SUMBAR.**
7. Katalog dari PT. PLN ( Persero) Wilayah III SUMBAR.