

## ANALISIS SUDU DAN GIGI PENERUS TURBIN UAP PENGGIILING TEBU DI. PT. PG. RAJAWALI II JATITUJUH KABUPATEN MAJALENGKA

**Azzy Sutrisno, Riza M. Yunus**

Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Majalengka

Email: [Azzysutrisno64@gmail.com](mailto:Azzysutrisno64@gmail.com)

Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Majalengka

Email: [rizamyunus@gmail.com](mailto:rizamyunus@gmail.com)

### ABSTRACT

*Steam turbine is a prime mover that converts steam potential energy into kinetic energy and then is converted into mechanical energy in the form of turbine shaft rotation. The turbine shaft, directly or with the aid of a reduction gear, is connected to the mechanism to be moved. Maintenance is a function that is as important as production in a company or factory. This is because the equipment or facilities that we use require maintenance or maintenance so that the equipment or facilities can be used continuously so that production activities can run smoothly. From the results of the preparation of the Job Training Report about the working process of sugar cane steam turbine turbines in PT. PG. RAJAWALI II Jatitujuh majalengka, this can be concluded as follows: There is a finding how to overcome the problematic steam turbine blades is to maintain the quality of the boiler steam so it does not go up and down, because if the quality of the steam in the boiler goes up and down will cause corrosion blades, if the longer will be broken on the blades, and if broken blade will cause a lack of performance on the turbine. The rotation speed corresponding to the turbine and the successor gear is 6500 rpm at the turbine rotation of 5 rpm at the final successor gear rotation.*

**Keywords :** *Steam turbine, Gears, Blades, Turbine Maintenance, Steam Energy*

### 1. PENDAHULUAN

Energi yang dikembangkan selama ini di pabrik gula saat musim giling yaitu menggunakan pembangkit uap sebagai pengantar bekerjanya mesin-mesin produksi. Pembangkit jenis ini memanfaatkan uap bertemperatur dan bertekanan tinggi untuk memutar turbin uap dan diteruskan ke generator untuk dikonversi menjadi energi listrik.

Komponen utama dalam pembangkit daya uap yaitu pompa, boiler, turbin, dan kondensor. Semua komponen membutuhkan perawatan secara berkala namun komponen yang paling banyak membutuhkan perhatian di penggilingan tebu adalah turbin sebagai penggerak mula yang mengubah energi potensial menjadi energi kinetik, dan selanjutnya diubah menjadi energi mekanik

dalam bentuk putaran turbin. Prinsip kerja steam turbin (turbin uap) adalah dengan menerima uap dengan tekanan dan temperatur tinggi mengalir melalui nosel sehingga kecepatannya naik dan mengarah dengan tepat untuk mendorong sudu-sudu turbin. Akibatnya poros turbin bergerak menghasilkan putaran (energi mekanik).

Perlunya perawatan terhadap turbin dikarenakan turbin bekerja pada temperatur, tekanan, dan putaran tinggi. Tidak hanya beban statik yang bekerja pada turbin, namun putaran tinggi menyebabkan beban dinamik yang tinggi pula. Selain itu sudu turbin yang selalu berkontak dengan uap air yang masuk kategori superheated juga rawan terjadi korosi.

Turbin uap di pabrik gula sudah banyak digunakan sebagai penggerak mula yang menggantikan peran mesin uap yang dibangun

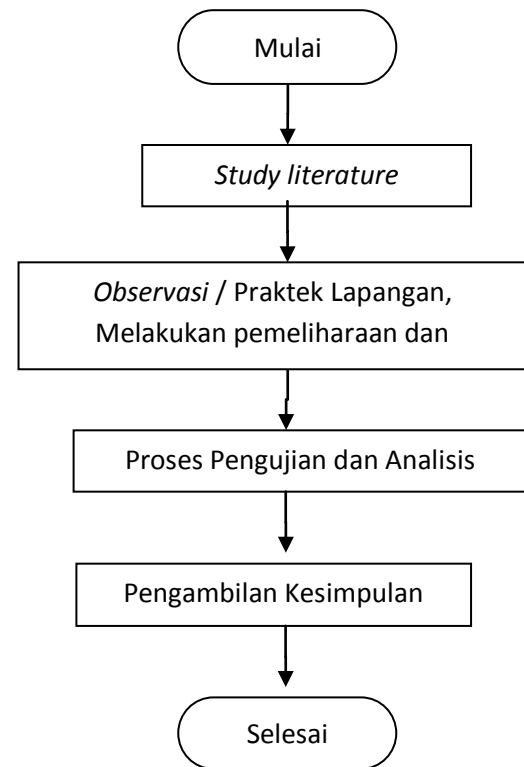
sebagai sistem penggerak generasi sebelumnya. Banyak sekali ditemui berbagai jenis kerusakan turbin uap yang tidak dapat diramalkan sehingga mengurangi kehandalan turbin dan memunculkan potensi resiko di dalam operasional di pabrik gula yang tidak dapat diprediksikan. Turbin uap di pabrik gula, sesuai dengan *bath tub curve failure* model dikategorikan masuk ke daerah *wear out* (daerah keausan) dengan tingkat kerusakan meningkat bersamaan dengan bertambahnya waktu giling. Untuk itu diperlukan upaya dalam sistem pemeliharaannya baik bersifat periodik maupun prediksi berdasarkan MTBF komponen dan MTBF turbin uap di pabrik gula (Sptyaji Harnowo, 2009).

Pabrik Gula (PG) Rajawali II Jatitujuh Kabupaten Majalengka salah satunya menggunakan turbin uap (*steam turbin*) saat musim giling tebu, namun seringkali turbin mengalami kerusakan sehingga mempengaruhi daya yang dihasilkannya. Maka saat musim tanam tebu dilakukanlah perawatan turbin secara berkala. Hal ini dilakukan melalui upaya pengecekan kondisi turbin dan jika ada kerusakan segera dilakukan perbaikan berupa penggantian komponen untuk mengoptimalkan hasil sesuai standar prosedur. Berdasarkan hal tersebut, maka penulis tertarik melakukan laporan Kerja Praktek dengan mengambil judul “Analisis Sudu dan Gigi Penerus Turbin Uap Penggiling Tebu pada PT. PG. Rajawali 2 Jatitujuh Kabupaten Majalengka

## 2. METODE PELAKSANAAN

### Diagram Alir (*Flaw Chart*) Kerja Praktek

Diagram alir (*Flaw Chart*) pelaksanaan kerja praktek analisis pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Seperti yang tampak pada bagan diagram alir Gambar 3.1 dibawah ini yang menjelaskan mengenai rangkaian proses kerja yang dilakukan serta pembahasan tahapan – tahapan yang dilakukan. Dimulai dari identifikasi masalah, proses pengujian sampai pengambilan kesimpulan.



Gambar 1. *Flaw Chart* kerja praktek

### Prinsip Dasar Turbin Uap

Turbin uap merupakan satu penggerak mula yang mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik dan energi kinetik ini selanjutnya diubah menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran poros turbin. Poros turbin, langsung atau dengan bantuan roda gigi reduksi, dihubungkan dengan mekanisme yang di gerakkan. Tergantung kepada mekanisme yang digerakkan, turbin uap di pakai dalam beberapa bidang industri, untuk pembangkit tenaga listrik, dan untuk transportasi.

Untuk mengubah energi potensial uap menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran poros dilakukan dengan berbagai cara, sehingga secara umum turbin uap dibagi menjadi tiga jenis utama, yaitu: turbin uap impulsus, reaksi dan gabungan (impulsus-reaksi). Selama proses ekspansi uap di dalam turbin juga terjadi beberapa kerugian utama yang dikelompokkan menjadi dua jenis kerugian utama, yaitu kerugian dalam dan kerugian luar.

Hal ini mengakibatkan terjadinya kehilangan energi, penurunan kecepatan dan penurunan kecepatan dari uap tersebut yang pada akhirnya akan mengurangi efisiensi siklus dan penurunan daya generator yang akan dihasilkan oleh generator listrik. Berikut ini adalah perhitungan kecepatan putaran roda gigi penerus dari turbin ke penggilingan tebu :

Rumus Kecepatan Putaran Roda Gigi penerus :

$$\bullet \quad n_2 = \frac{n_1 \times z_1}{z_2} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :  $n_1$  : Putaran mula roda gigi (rpm)

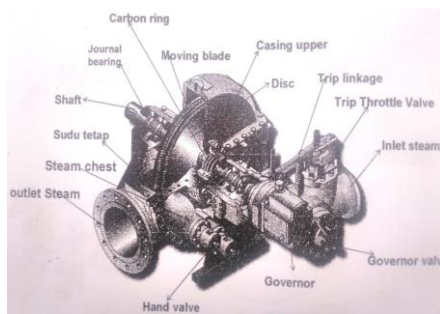
$z_1$  : Jumlah gigi 1

$z_2$  : Jumlah gigi 2

### 3. ANALISIS DAN PENGOLAHAN DATA

#### Konstruksi Turbin Uap

Berikut ini adalah hasil pengamatan konstruksi turbin uap



Gambar 2. Konstruksi dan Komponen Turbin Uap PG (Sumber : Saptyaji Harnowo, 2011)

#### Pemeliharaan Turbin Uap dan Perawatan Komponen

##### 1. Periode Pemeliharaan

Pemeliharaan berdasarkan Periode (*Time Based Maintenance*) Pada umumnya ada tiga jenis pemeliharaan periodik yang ada pada turbin uap yaitu :

- a. *Simple Inspection* atau Si (8.000 jam operasi)
- b. *Mean Inspection* atau Me (16.000 jam operasi)
- c. *Serious Inspection* atau Se (32.000 jam operasi)

Dalam *Mean Inspection*, terdapat pekerjaan yang sama dengan *Simple Inspection* yang ditambah dengan beberapa pekerjaan lain yang diperlukan, demikian juga halnya dengan *Serious Inspection* akan ada pekerjaan yang sama dengan *Mean Inspection* yang ditambah dengan beberapa pekerjaanlain yang harus dilakukan sesuai dengan *Maintenance Manual Book*.

*Serious Inspection* juga dilakukan pada tahun pertama operasi, hal ini biasanya disebut *First Year Inspection*. Hal ini sangat penting dilakukan untuk mengamati kemungkinan kerusakan yang terjadi dan juga dapat digunakan untuk mendapatkan jaminan atau garansi dari kontraktor atau pabrik pembuat turbin uap yang bersangkutan. *First Year Inspection* biasanya dilakukan oleh kontraktor atau pabrik pembuatnya.

#### Proses Pengujian dan Analisis Data

##### 1. Alat yang digunakan:

Dalam proses pengambilan data ada beberapa peralatan yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut: 1. *Tachometer*

##### 2. *stopwatch*

##### 2. Pengambilan data secara langsung

Dalam proses pengambilan data ada beberapa pengambilan data yang dilakukan, berikut ini adalah pengambilan data yang dilakukan :

Pengambilan data putaran turbin,

Dalam proses pengambilan data ini ada beberapa alat yang dibutuhkan yaitu *stopwatch*, *tachometer*, pengambilan data putaran turbin uap dalam proses pengambilan datanya menggunakan *stopwatch* untuk menghitung lama waktu yang di gunakan setiap kali proses pengambilan data. *Tachometer* digunakan untuk mengetahui besaran putaran pada poros turbin yang berputar.

Tahapan pengujian yang dilakukan adalah di lakukan pengukuran putaran turbin dengan menggunakan *tachometer*,

*Tachometer* adalah alat yang digunakan untuk mengetahui besaran putaran pada suatu poros yang berputar,

*Tachometer* ini menggunakan inframerah yang ditembakkan cahayanya ke arah poros yang berputar sehingga dapat diketahui jumlah putaran (rpm) pada poros tersebut yang kemudian didapatkan hasil putaran.

3. Melakukan analisis data

Dari keseluruhan data yang telah diperoleh, kemudian dilakukan perbandingan putaran turbin secara teoritis dan matematis

4. Data hasil percobaan

Peneliti mendapatkan data percobaan dari hasil pengujian dan putaran turbin. Data tersebut diambil secara langsung dilokasi penelitian. Berdasarkan hasil pengujian di dapatkan putaran turbin sebesar 6500rpm

**Tabel 1. Rpm dan jumlah gigi penerus**

Jenis gigi	rpm	Jumlah Gigi 1 (z1)	Jumlah Gigi 2 (z2)
Gigi turbin	846	23	172
Gigi penerus 1	300	24	69
Gigi penerus 2	98	23	70
Gigi penerus 3	31	22	68
Gigi penerus 4	5	32	204

**2 Data perhitungan kecepatan gigi penerus (rpm)**

**Diketahui :**

**Gigi turbin: n1= 6500 rpm**

**Gigi penerus 1: z1= 24**

**z1= 23**

**z2= 69**

**z2= 173**

**Gigi penerus 2: z1= 23**

**Gigi penerus 3: z1=22**

**z2= 70**

**z2=68**

**Gigi penerus 4: z1= 32**

**z2= 204**

**Dimana : n1 : Putaran mula roda gigi (rpm)**

**z1 : Jumlah gigi 1**

**z2 : Jumlah gigi 2**

**jawab:**

**gigi turbin**

$$\begin{aligned}
 n2 &= \frac{n1 \times z1}{z2} \\
 &= \frac{6500 \times 23}{173} \\
 &= \frac{149500}{173} \\
 n2 &= 864,161 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

**Gigi penerus 1**

$$\begin{aligned}
 n2 &= \frac{n1 \times z1}{z2} \\
 &= \frac{864,161 \times 24}{69} \\
 &= \frac{20739,864}{69} \\
 n2 &= 300,577 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

**Gigi penerus 2**

$$\begin{aligned}
 n2 &= \frac{n1 \times z1}{z2} \\
 &= \frac{300,577 \times 23}{70} \\
 &= \frac{6913,271}{70} \\
 n2 &= 98,761 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

**Gigi penerus 3**

$$\begin{aligned}
 n2 &= \frac{n1 \times z1}{z2} \\
 &= \frac{98,761 \times 22}{68} \\
 &= \frac{2172,742}{68} \\
 n2 &= 31,952 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

**Gigi penerus 4**

$$\begin{aligned}
 n_2 &= \frac{n_1 \times z_1}{Z_2} \\
 &= \frac{31,952 \times 32}{204} \\
 &= \frac{1022,464}{204} \\
 n_2 &= 5,012 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

**Analisis perhitungan gigi penerus**

Berdasarkan hasil pengambilan data lapangan putaran turbin di dapat 9000 rpm dan putaran gigi penerus 6 rpm, dengan data putaran tersebut sering terjadi masalah sudu rusak, boiler pecah, dan bantalan aus. Maka dari itu di perlukan putaran yang sesuai dan di perlukan untuk menjaga oprasi turbin bekerja tanpa masalah dan menjaga komponen tidak cepat rusak. Berdasarkan data hitungan putaran turbin di jaga di angka 6500 rpm dan putaran 5 rpm di gigi penerus agar komponen-komponen berumur panjang dan turbin beroperasi lancar

**4. KESIMPULAN**

Dari hasil penyusunan Laporan Kerja Praktek tentang proses kerja turbin uap penggiling tebu di PT. PG. RAJAWALI II

Jatitujuh majalengka, ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terdapat temuan cara mengatasi sudu turbin uap yang bermasalah adalah menjaga kualitas uap boiler supaya tidak naik turun, karena jika kualitas uap pada boiler naik turun akan menyebabkan sudu-sudu korosi, jika semakin lama akan menjadi patah pada sudu-sudu tersebut, dan jika sudu patah akan menyebabkan kurangnya kinerja pada turbin.
2. Kecepatan putaran yang sesuai dengan turbin dan gigi penerus adalah 6500 rpm di putaran turbin 5 rpm di putaran gigi penerus akhir.

**5. DAFTAR PUSTAKA**

Assauri, 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Revisi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

PG Rajawali II Jatitujuh, 2017. *Profil Company*. RNI : PG Rajawali 2 Jatitujuh.

Saptyaji Harnowo. 2009. *Analisis Keandalan Ketersediaan Dan Resiko Pemakaian Turbin Uap Di Pabrik Gula*. Yogyakarta : UGM. Tersedia : <http://etd.repository.ugm.ac.id>. Akses : 28 Jan 2018 11:32:39 GMT.

Saptyaji Harnowo. 2011. *Konstruksi dan Mekanisme Kinerja Turbin. Khusus Turbin Uap & Speed Governor Untuk Mandor & Operator Pabrik Gula*. Yogyakarta : Lembaga Pendidikan Perkebunan