

**ANALISIS TURBIN UAP PADA PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA PANAS BUMI**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Oleh :**

**DHEFRIZAL MISBAKHUL HABIB**

**D200 160 204**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2020**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS TURBIN UAP PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
PANAS BUMI**

**PUBLIKASI ILMIAH**

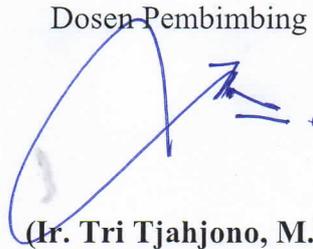
Oleh :

**Dhefrizal Misbakhul Habib**

**D200160204**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large loop and a horizontal line with an arrowhead pointing to the right.

**(Ir. Tri Tjahjono, M.T)**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS TURBIN UAP PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
PANAS BUMI**

Oleh :

**Dhefrizal Misbakhul Habib**

**D200160204**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji**

**Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Pada hari Selasa, 11 Agustus 2020**

**dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji :**

**1. Ir. Subroto, M.T**

**(Ketua Dewan Penguji)**

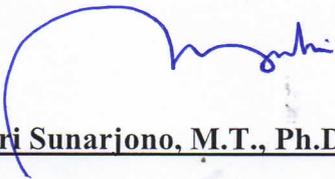
**2. M. Alfatih Hendrawan., S.T., M.T.**

**(Sekertaris Dewan Penguji)**

**3. Ir. Sunardi Wiyono, M.T.**

**(Anggota Dewan Penguji)**

**Dekan,**

  
**Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 7 September 2020



Penulis

Dhefrizal M.H.

D200160204

# **ANALISIS TURBIN UAP PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI**

## **Abstrak**

Turbin uap termasuk mesin-mesin konversi energi yang mengubah energi tekanan uap menjadi energi kinetis pada nosel dan selanjutnya diubah menjadi energi mekanis pada sudu-sudu turbin yang dipasang pada poros turbin. Metode yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah dengan cara pengambilan data pada control room di PT. Indonesia Power Kamojang POMU. PT. Indonesia Power Kamojang POMU bergerak dalam bidang pembangkitan listrik dengan memanfaatkan uap alam sebagai fluida kerjanya. Turbin uap ini mampu menghasilkan daya sebesar 55,3061 mW dan mempunyai tingkat efisiensi yang baik yaitu sebesar 71,48%.

*Kata kunci : turbin uap, efisiensi, konversi energi, nosel, daya*

## **Abstract**

Steam turbines include energy conversion machines that convert steam pressure energy into kinetic energy at the nozzle and then convert it to mechanical energy on turbine blades mounted on the turbine shaft. The method used in this study is by taking data in the control room at PT. Indonesia Power Kamojang POMU. The company is engaged in electricity generation by utilizing natural steam as its working fluid. This steam turbine is capable of producing power of 55.3061 mW and has a good level of efficiency that is equal to 71.48%.

*Key word : steam turbine, efficiency, conversion energy, nozzle, power*

## **1. PENDAHULUAN**

Energi merupakan hal mendasar yang dibutuhkan manusia dalam usaha meningkatkan taraf hidup. Seiring meningkatnya taraf hidup maka semakin meningkat pula energi yang dibutuhkan. Energi listrik menjadi salah satu bentuk energi yang paling banyak digunakan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari, karena energi listrik dapat dengan mudah diubah ke bentuk energi yang lainnya. Kebutuhan energi saat ini berhubungan langsung dengan tingkat perekonomian serta perkembangan suatu industri di sebuah negara.

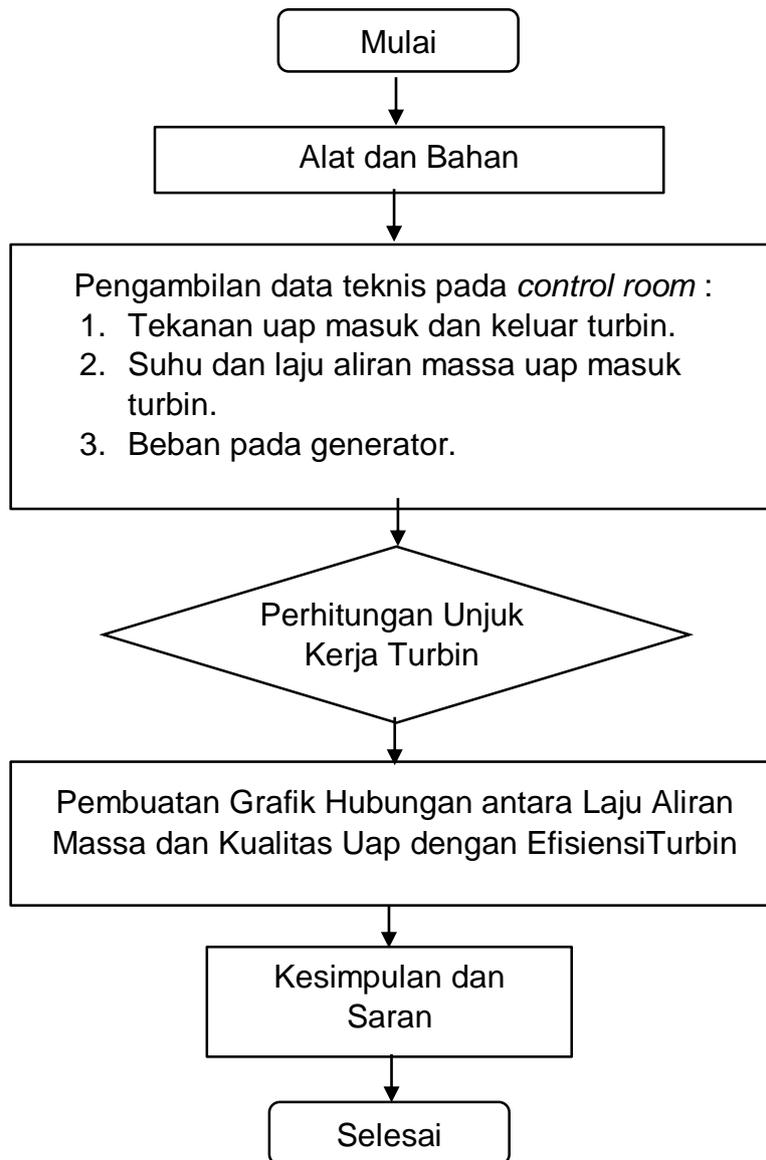
Untuk mengikuti perkembangan industri maka sangat dibutuhkan penghasil energi alternatif baru. Energi alternatif seperti surya dan nuklir merupakan terobosan di masa yang akan datang. Namun energi alternatif tersebut sulit untuk diterapkan karena membutuhkan biaya yang besar dan resiko yang tinggi. Dalam mengatasi kekurangan ini maka alternatif lain yang dapat ditempuh salah satunya dengan menggunakan Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP).

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi dalam menghasilkan listrik membutuhkan berbagai komponen salah satunya turbin uap. Turbin uap mengubah energi tekanan uap menjadi energi kinetik pada nosel (turbin impuls) dan sudu-sudu gerak (turbin reaksi) dan diubah menjadi energi mekanik pada poros turbin. Turbin uap bisa digunakan dalam berbagai bidang, sebagai contoh pada bidang industri, transportasi, dan pembangkit listrik.

## **2. METODE**

### **2.1 Diagram Alir**

Penelitian ini adalah penelitian yang bersifat kualitatif. Penelitian yang digunakan yaitu penelitian kualitatif deskriptif. Penelitian kualitatif deskriptif adalah berupa penelitian dengan metode atau pendekatan studi kasus (*case study*). Penelitian ini memusatkan diri secara intensif pada satu obyek tertentu yang mempelajarinya sebagai suatu kasus. Data studi kasus dapat diperoleh dari semua pihak yang bersangkutan, dengan kata lain dalam studi ini dikumpulkan dari berbagai sumber. Agar mudah dalam memberikan gambaran dalam melakukan urutan penelitian, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir

Pada langkah awal, penulis menentukan alat dan bahan apa saja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan analisis unjuk kerja dari sebuah turbin uap. Alat yang dipakai yaitu turbin uap dan generator pada PT. Indonesia Power Kamojang POMU. Bahan yang dibutuhkan antara lain data Log Sheet harian karyawan dan data *design* dari manual book.

Tahap selanjutnya yaitu tahap pengumpulan data. Data dikumpulkan dari *control room* PT. Indonesia Power Kamojang POMU. Data-data yang dikumpulkan meliputi laju aliran uap masuk turbin ( $\dot{m}$ ), tekanan uap masuk

turbin ( $P_1$ ), suhu uap masuk turbin ( $T_1$ ), tekanan uap keluar turbin ( $P_2$ ), efisiensi generator, dan beban generator.

Setelah semua data terkumpul, tahap selanjutnya yaitu tahap perhitungan unjuk kerja turbin uap. Dalam tahap ini penulis menghitung kualitas uap, daya ideal turbin, daya aktual turbin, dan efisiensi turbin. Setelah perhitungan selesai, tahap selanjutnya adalah pembuatan grafik hubungan antara laju aliran uap terhadap efisiensi turbin dan kualitas uap terhadap efisiensi turbin.

## 2.2 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di PT. Indonesia *Power* Kamojang POMU. Waktu penelitian selama 1 bulan yaitu tanggal 1 November 2019-30 November 2019.

## 2.3 Alat dan Bahan

### 2.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam proses penelitian ini antara lain adalah:

#### 1. Turbin

Turbin uap yang digunakan ialah turbin uap yang berada di PT. Indonesia *Power* Kamojang POMU dengan spesifikasi turbin seperti ditunjukkan dibawah ini :

Tabel 1. Spesifikasi Turbin Uap

|                    |   |
|--------------------|---|
| Manufaktur         | <i>Mitsubishi Heavy Industry. Ltd</i>   |
| Tipe               | <i>Impulse and reaction double flow</i> |
| Kapasitas          | 55 MW                                   |
| Rotasi             | 3000rpm                                 |
| Arah Putaran       | Searah jarum jam                        |
| Tekanan Uap Masuk  | 6.5 bar                                 |
| Tekanan Uap Keluar | 0.1 bar                                 |



Gambar 2. Turbin Uap

## 2. Generator

Generator yang digunakan ialah turbin uap yang berada di PT. Indonesia *Power* Kamojang POMU. Generator ini digunakan untuk mengetahui variabel beban turbin uap.

Tabel 2. Spesifikasi Generator

|                   |  |
|-------------------|--|
| Manufaktur        | <i>Mitsubishi Electric Corporation</i> |
| Tipe              | AAA145B0101                            |
| Kapasitas         | 55 MW/68750 kVA                        |
| Tegangan          | 11800 V                                |
| Arus              | 3364 A                                 |
| Phase             | 3                                      |
| Frekuensi         | 50 Hz                                  |
| Resistansi Stator | 0.00305 ohm                            |
| Resistansi Rotor  | 0.174 ohm                              |



Gambar 3. Generator

### 2.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini antara lain adalah :

- a. Data Log Sheet harian karyawan.
- b. Data *design* dari *manual book*.

## 2.4 Metode Pengumpulan Data

Metode-metode yang dilakukan dalam rangka memperoleh data-data dan informasi yang diperlukan adalah sebagai berikut :

### 1. Data Teknis

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung terhadap alat yang dijadikan objek permasalahan. Data-data yang dikumpulkan meliputi laju aliran uap masuk turbin ( $\dot{m}$ ), tekanan uap masuk turbin ( $P_1$ ), suhu uap masuk turbin ( $T_1$ ), tekanan uap keluar turbin ( $P_2$ ), efisiensi generator, dan beban generator.

Tabel 3. Data Teknis pada *Control Room*

| NO | Jam   | Beban Generator (mW) | Efisiensi Generator (%) | $\dot{m}$ (kg/s) | P <sub>1</sub> (bar) | T <sub>1</sub> (°C) | P <sub>2</sub> (bar) |
|----|-------|----------------------|-------------------------|------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| 1. | 00.00 | 40,3                 | 0,98                    | 92,2             | 6                    | 168                 | 0,079                |
| 2. | 06.00 | 54,2                 | 0,98                    | 117,22           | 6,2                  | 168                 | 0,076                |
| 3. | 12.00 | 54,1                 | 0,98                    | 119,4            | 6                    | 169                 | 0,082                |
| 4. | 18.00 | 54                   | 0,98                    | 119,5            | 6                    | 169                 | 0,083                |

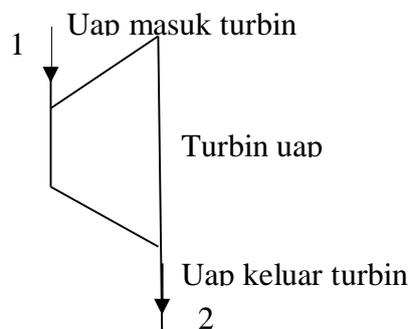
Tabel 4. Lanjutan

| NO | $\alpha_1$ (°) | Luas Penampang Nozel (m <sup>2</sup> ) | Kecepatan Putar Sudu Turbin (m/s) |
|----|----------------|--|-----------------------------------|
| 1. | 20             | 0,027                                  | 700                               |
| 2. | 20             | 0,027                                  | 889                               |
| 3. | 20             | 0,027                                  | 906                               |
| 4. | 20             | 0,027                                  | 908                               |

## 2. Metode literatur

Pengumpulan data diperoleh dari buku *design* manual sistem pembangkit dan buku-buku pendukung lainnya yang tersedia di perpustakaan PT Indonesia *Power* Kamojang POMU.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN



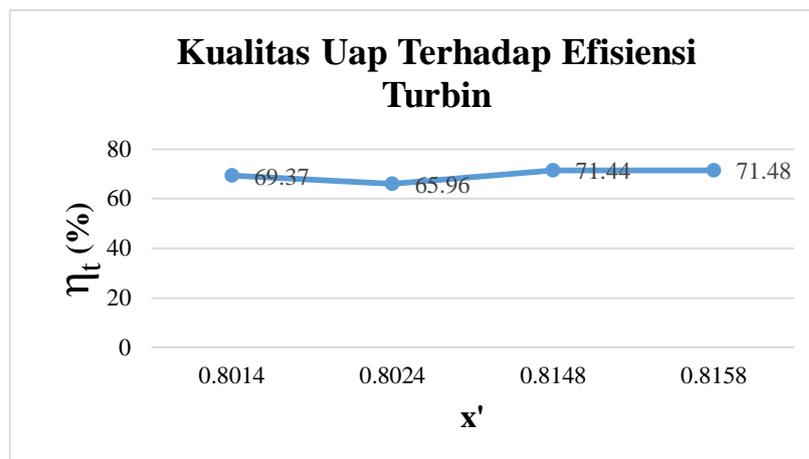
Gambar 4. Skema Turbin Uap

Tabel 5. Data Hasil Perhitungan

| Jam   | Beban (mW) | Laju Aliran Uap (kg/s) | Kualitas Uap | Entalpi Uap Keluar Turbin | $W_{ideal}$ (mW) | $W_{act}$ (mW) | $\eta_t$ (%) |
|-------|------------|------------------------|--------------|---------------------------|------------------|----------------|--------------|
| 00.00 | 40,3       | 92,2                   | 0,8024       | 2101,3718                 | 62,338           | 41,1224        | 65,96        |
| 06.00 | 54,2       | 117,22                 | 0,8014       | 2097,4184                 | 79,719           | 55,3061        | 69,37        |
| 12.00 | 54,1       | 119,4                  | 0,8148       | 2132,6603                 | 77,268           | 55,2041        | 71,44        |
| 18.00 | 54         | 119,5                  | 0,8158       | 2135,6412                 | 76,907           | 55,1020        | 71,48        |

### 3.1 Kualitas Uap Terhadap Efisiensi Turbin

Pengaruh kualitas uap terhadap efisiensi turbin ditunjukkan oleh grafik 1.



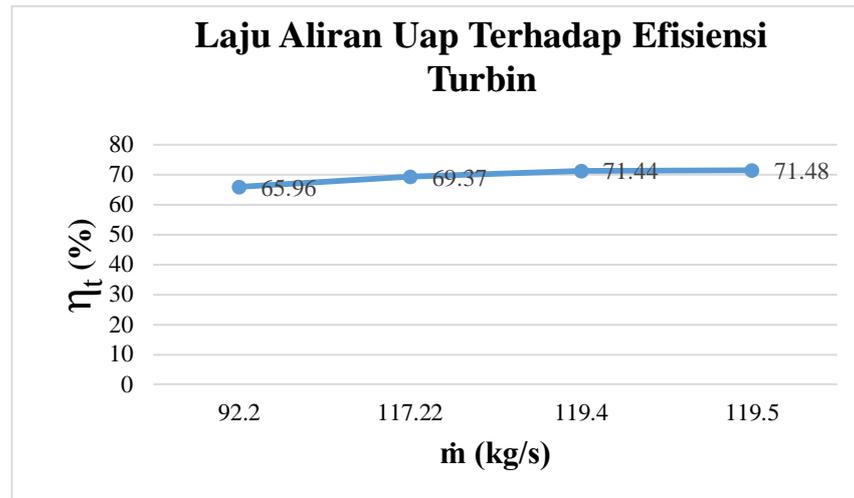
Grafik 1. Pengaruh Kualitas Uap Terhadap Efisiensi Turbin

Berdasarkan grafik 1, pada saat kualitas uap kecil yaitu 0,8014, nilai efisiensi turbin sebesar 65,96%. Sedangkan saat kualitas uap besar, yaitu 0,8158, nilai efisiensi turbin sebesar 71,48 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan kualitas uap akan mempengaruhi, nilai efisiensi turbin. Apabila kualitas uap lebih tinggi maka, nilai efisiensi turbin akan meningkat, begitu juga sebaliknya apabila kualitas uap rendah maka, nilai efisiensi turbin akan menurun. Oleh karena itu menjaga kualitas uap supaya tetap optimal sangatlah diperlukan supaya efisiensi turbin maksimal. Karena

turbin uap bisa bekerja secara optimal apabila kualitas uap yang dihasilkan yaitu uap jenuh kering (*superheated*).

### 3.2 Laju Aliran Uap Terhadap Efisiensi Turbin

Pengaruh laju aliran uap terhadap efisiensi turbin ditunjukkan oleh grafik 2.



Grafik 2. Pengaruh Laju Aliran Uap Terhadap Efisiensi Turbin

Berdasarkan grafik 2, pada saat laju aliran uap kecil yaitu 92,2 kg/s, nilai efisiensi turbin sebesar 65,96%. Sedangkan saat laju aliran uap besar, yaitu 119,5 kg/s, nilai efisiensi turbin sebesar 71,48%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan laju aliran uap akan mempengaruhi, nilai efisiensi turbin. Apabila laju aliran uap lebih tinggi maka, nilai efisiensi turbin akan meningkat, begitu juga sebaliknya apabila laju aliran uap rendah maka, nilai efisiensi turbin akan menurun.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ketika laju aliran uap masuk turbin itu semakin tinggi, maka kerja turbin semakin meningkat. Hal ini mengakibatkan efisiensi turbin meningkat.

2. Semakin tinggi kualitas uap maka semakin tinggi daya turbin yang dihasilkan. Ketika daya turbin yang dihasilkan semakin tinggi, maka efisiensi turbin meningkat.

#### **4.2 Saran**

1. Perlu diadakan penelitian lanjutan mengenai turbin uap.
2. Melakukan pengecekan secara berkala pada instrumen-instrumen turbin uap dan melakukan pergantian perangkat yang sudah rusak atau kurang optimal kinerjanya.
3. Upaya dalam menjaga kualitas uap supaya tetap optimal sangat diperlukan supaya efisiensi turbin uap maksimal.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Cengel, Y.A., & Boles, M.A. (1994). *Thermodynamics: An Engineering Approach (2<sup>nd</sup> ed)*. United States of america: Mc-Graw-Hill.
- Fahmi, A. (2015). *Analisis Pengaruh Teperatur Air pendingin Terhadap Efisiensi Turbin Uap*. Jakarta: Politeknik Negri Jakarta.
- Fitriani, A. (2017). *Penerapan Termodinamika Pada PLTU*. Semarang: Universitas PGRI Semarang.
- Fitri, V.A. (2017). *Analisis Unjuk Kerja Siklus Renkine Sebelum dan Sesudah Overhaul Pada PLTU unit 2 PT. PJB UP Gresik*. Surabaya: Universitas Sepuluh November.
- Gurning, W. (2010). *Perancangan Turbin Uap Untuk PLTPB Dengan Daya 5 MW*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Hand Out Thermodynamic.
- Nurakmali, M. R. (2017). *Analisis Efisiensi Generator Sinkron Unit 2 11,8 KV 55 MW Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi PT. Indonesia Power UPJP Kamojang*. Purbalingga.
- Setyawan, W. (2014). *Analisa Pengaruh Beban Terhadap Efisiensi Generator PLTU di PT PJB Unit Pembangkitan Muara Karang*. Jakarta: Universitas Mercu Buana