

## Analisis Efisiensi Termal Sistem PLTGU Senggang Pada Tekanan Uap Ekstraksi yang Bervariasi

Sri Suwasti<sup>1</sup>, Muhammad Syukur Abdullah<sup>2\*</sup>, dan Siti Astrijah Asdar<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia  
<sup>\*</sup>syukur.abdullah1@gmail.com

**Abstract:** This study aims to determine the effect of variations in turbine extraction pressure on the thermal efficiency of the PLTGU system. The research was conducted by calculating conventional thermal efficiency, then modeling and simulating the system using Cycle Tempo software. Data analysis was performed on variations in the vapor extraction pressure with values of 36.2 kPa, 60 kPa, 80 kPa, 95 kPa, 126 kPa. The results of the actual data validation and simulation for the use of extraction vapor pressure on the thermal efficiency of the system are respectively: 36.2 kPa is 35.55% and 32.73%, for 60 kPa it is 37.45% and 34.71%, for 80 kPa is 39.34% and 36.68%, for 95 kPa it is 39.42% and 37.38%, and for 126 kPa it is 39.92% and 37.99%. The results showed that the greater the steam pressure of the turbine extraction, the greater the thermal efficiency of the resulting system. Therefore, the highest thermal efficiency value obtained is at a pressure of 126 kPa.

**Keywords:** thermal efficiency; PLTGU; extraction pressure

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh variasi tekanan ekstraksi turbin terhadap efisiensi termal sistem PLTGU. Penelitian dilakukan dengan menghitung efisiensi termal secara konvensional, kemudian membuat pemodelan dan simulasi sistem menggunakan software *Cycle Tempo*. Analisis data dilakukan pada variasi tekanan uap ekstraksi dengan nilai 36,2 kPa, 60 kPa, 80 kPa, 95 kPa, 126 kPa. Hasil validasi data aktual dan simulasi untuk penggunaan tekanan uap ekstraksi terhadap efisiensi termal sistem berturut-turut: 36,2 kPa adalah 35,55% dan 32,73%, untuk 60 kPa adalah 37,45% dan 34,71%, untuk 80 kPa adalah 39,34% dan 36,68%, untuk 95 kPa adalah 39,42% dan 37,38%, serta untuk 126 kPa adalah 39,92% dan 37,99%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar tekanan uap ekstraksi turbin maka semakin besar pula efisiensi termal sistem yang dihasilkan. Oleh karena itu, nilai efisiensi termal tertinggi yang diperoleh berada pada tekanan 126 kPa.

**Katakunci:** efisiensi termal; PLTGU; tekanan ekstraksi

### I. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik merupakan komponen industri yang mengubah suatu bentuk energi menjadi energi listrik. Salah satu jenis pembangkit listrik yang ada di Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU). Produsen listrik yang menerapkan sistem PLTGU khususnya di wilayah Sulawesi Selatan yakni PT. Energi Senggang yang terletak di Kabupaten Wajo. Pada penelitian ini yang ditinjau adalah sistem uap pada Blok II PLTGU Senggang.

Keandalan suatu pembangkit bisa dilihat dari segi efisiensi termal sistemnya. Efisiensi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu jumlah konsumsi bahan bakar, jumlah energi yang dihasilkan, serta panas gas buang dari turbin gas yang dimanfaatkan untuk memanaskan air di dalam HRSG. Salah satu cara meningkatkan efisiensi termal yakni dengan menggunakan *preheater* atau *regenerative* pada siklus *rankine* yang merupakan proses pemanasan awal pada fluida kerja (air umpan) guna menaikkan temperaturnya sebelum dipanaskan lebih lanjut di dalam HRSG. Hal ini sangat perlu diperhatikan karena untuk mencapai uap panas lanjut tanpa adanya pemanasan pada air umpan terlebih dahulu dibutuhkan suplai panas gas buang yang besar dan dengan otomatis akan berpengaruh pada tingkat pemakaian bahan bakar. Oleh karena, itu diperlukan adanya sebuah instalasi alat bernama *Deaerator* yang berfungsi sebagai pemanas air umpan. Pengujian dilakukan sebanyak 5 variasi data tekanan uap *Deaerator* pada sistem ini disebut pemanas air umpan tipe langsung (*open feedwater heater*) karena dalam proses pemanasannya terjadi kontak langsung

(pencampuran) antara uap ekstraksi turbin tekanan menengah (*IP extraction*) dengan air umpan yang masuk ke dalam tangki [1].

Uap ekstraksi merupakan uap yang keluar dari celah sudu turbin uap pada tingkatan tertentu yang masih memiliki temperatur tinggi dialirkan melalui pipa uap ke ruang pemanas pada *heater* [2]. Menurut [3] dan [4] bahwa proses ekstraksi turbin uap mengurangi efisiensi dari boiler, yaitu semakin besar ekstraksi berarti semakin besar penurunan efisiensi boiler. Namun, penurunan efisiensi boiler tidak selalu berbanding lurus dengan efisiensi termal pembangkit dan daya pembangkit yang dihasilkan. Hal ini dapat terjadi ketika ekstraksi turbin uap dilakukan dengan dan untuk tujuan yang tepat seperti menjadi sumber energi untuk *feedwaterheaters*.

Pada penelitian lainnya menyebutkan bahwa penambahan FWH pada sebuah pembangkit dapat meningkatkan efisiensi pembangkit, namun penambahan FWH lebih dari tujuh buah pada pembangkit tidak akan memberikan peningkatan efisiensi yang signifikan dan cenderung bisa mengurangi efisiensi dari pembangkit itu sendiri [4]. Menurut [5] dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa ketika tekanan HP (*High Pressure*) meningkat, entalpi keluaran turbin menurun karena entalpi *inlet* dan *outlet* pada kondensor konstan dan laju aliran massa menurun. Daya turbin dan kalor boiler awalnya meningkat sampai maksimum dan kemudian menurun karena tekanan inlet HP turbin meningkat. Hal tersebut dapat diperhatikan bahwa penurunan entalpi lewat turbin dan laju aliran massa ekstraksi meningkat seiring inlet HP turbin meningkat, sehingga daya keluaran turbin meningkat. Berdasarkan pernyataan tersebut maka penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi tekanan ekstraksi turbin uap terhadap efisiensi termal sistem PLTGU.

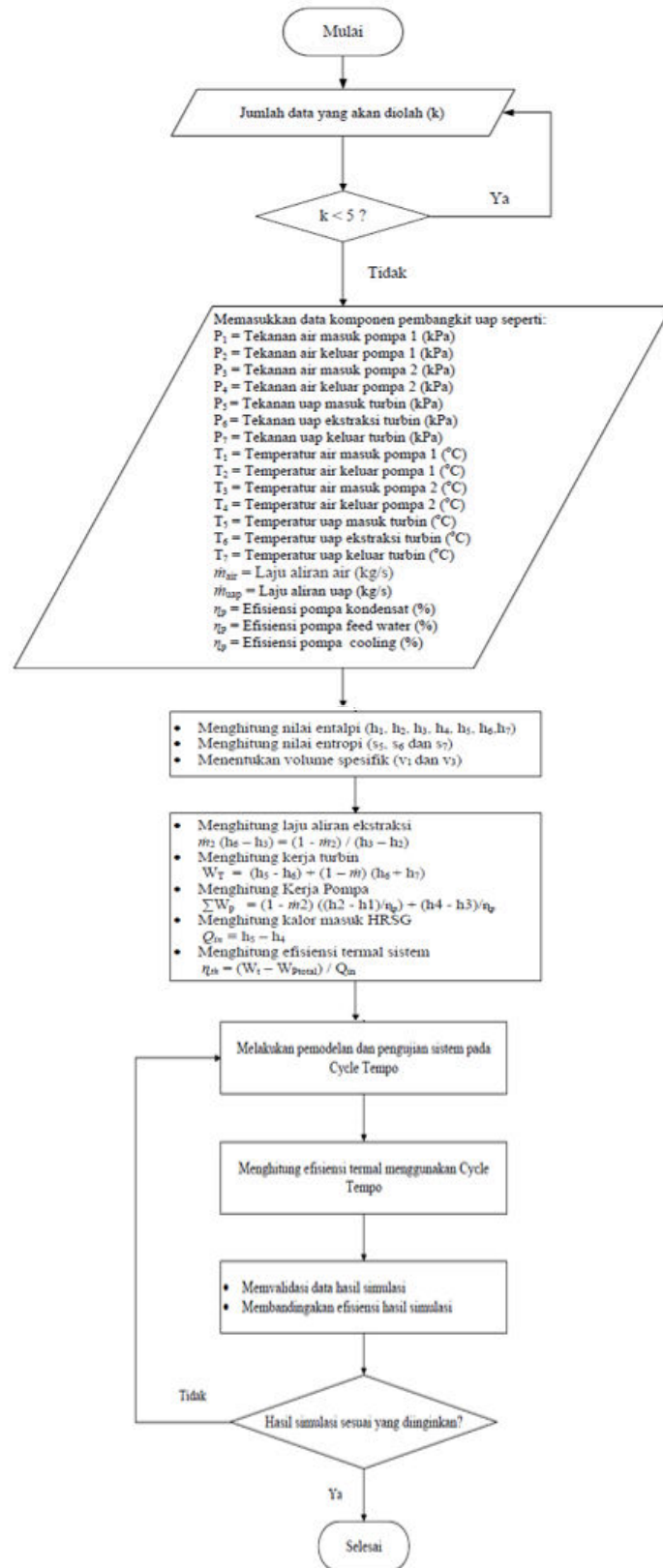
## II. METODE PENELITIAN

### A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PLTGU Sengkang Blok II di Jalan PT Energi Sengkang, Desa Patila, Kecamatan Pammana, Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan, dengan daya terpasang pada blok II sebesar 180 MW. Data primer diperoleh dari data operasional bulan April sampai Juli 2018 pada sistem uap blok II PLTGU Sengkang.

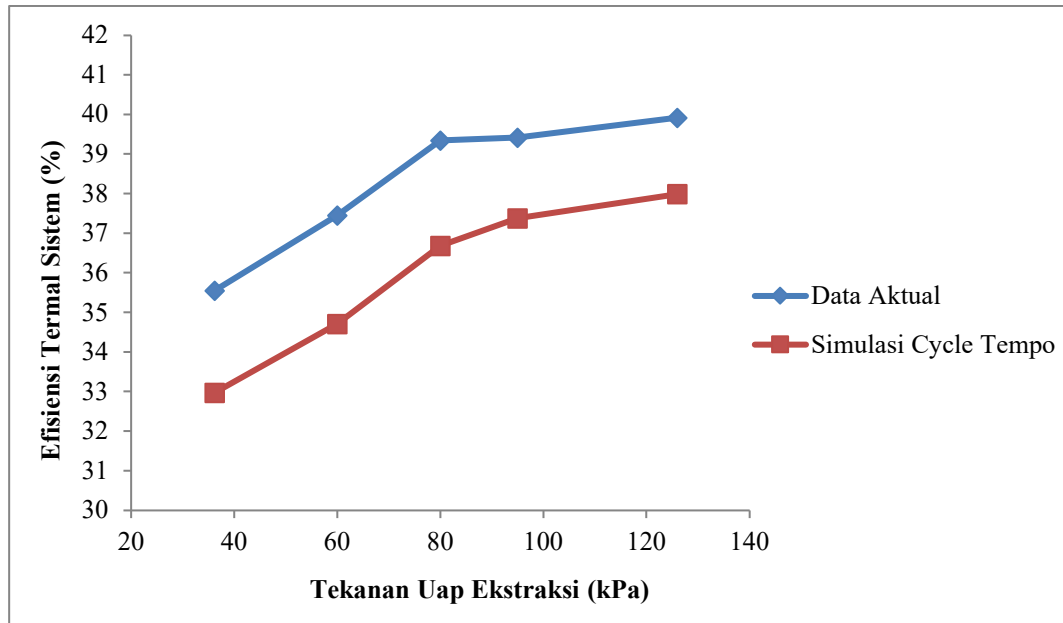
### B. Prosedur Penelitian

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut sesuai dengan *flowchart* pada gambar di bawah ini:



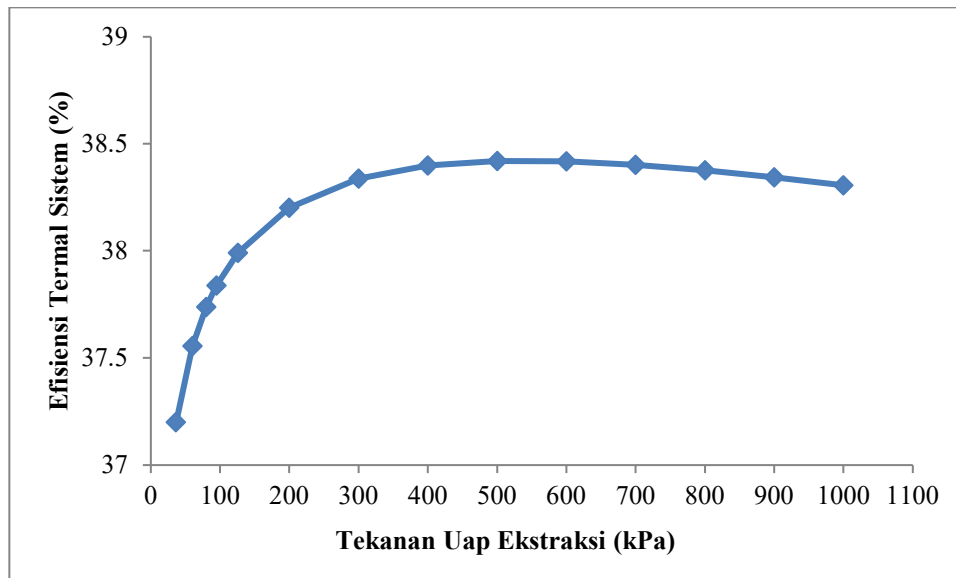
Gambar 1. Flowchart Analisis Data Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Efisiensi Termal Sistem vs Tekanan Uap Ekstraksi Turbin

Gambar 2 menunjukkan pengaruh tekanan uap ekstraksi turbin terhadap efisiensi termal pada siklus uap *regenerative* sistem PLTGU. Tekanan uap ekstraksi turbin berbanding lurus dengan efisiensi termal sistem. Semakin besar tekanan uap ekstraksi yang diberikan maka semakin besar pula efisiensi termal sistem yang dihasilkan. Secara berturut-turut hasil data aktual dan simulasi untuk penggunaan tekanan uap ekstraksi turbin sebesar 36,2 kPa memiliki efisiensi sebesar 35,55% dan 32,73%, penggunaan tekanan uap ekstraksi turbin sebesar 60 kPa memiliki efisiensi sebesar 37,45% dan 34,71%, penggunaan tekanan uap ekstraksi turbin sebesar 80 kPa memiliki efisiensi sebesar 39,34% dan 36,68%, penggunaan tekanan uap ekstraksi turbin sebesar 95 kPa memiliki efisiensi sebesar 39,42% dan 37,38%, dan penggunaan tekanan uap ekstraksi turbin sebesar 126 kPa memiliki efisiensi sebesar 39,92% dan 37,99%. Dapat dilihat bahwa efisiensi termal terkecil diperoleh pada tekanan 36,2 kPa dan efisiensi termal tertinggi diperoleh pada tekanan 126 kPa. Hal tersebut terjadi karena penambahan tekanan uap ekstraksi turbin akan menaikkan temperatur pada air umpan di dalam tangki *deaerator* sehingga akan meningkatkan nilai entalpinya yang kemudian secara otomatis akan mempengaruhi nilai efisiensi termal sistem. Hasil analisa data menunjukkan nilai efisiensi termal secara aktual lebih besar dari pada hasil simulasi menggunakan *Cycle Tempo* dengan selisih yang kecil. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian oleh [4].



Gambar 3. Efisiensi Termal Sistem Vs Tekanan Uap Ekstraksi pada Daya 60 MW

Pada Gambar 3 terlihat bahwa semakin besar tekanan ekstraksi yang diberikan maka semakin besar pula efisiensi termal yang dihasilkan. Efisiensi termal tertinggi diperoleh pada tekanan uap ekstraksi 600 kPa sebesar 38,417%. Pada jumlah tertentu, tekanan uap ekstraksi dari turbin akan menaikkan nilai efisiensi termal pembangkit hingga maksimum karena uap ekstraksi turbin menambahkan panas pada air umpan di dalam *deaerator* hingga mencapai cair jenuh, sehingga energi panas yang dibutuhkan HRSG untuk memanaskan air menjadi berkurang. Namun penambahan tekanan uap ekstraksi turbin lebih dari 600 kPa menyebabkan penurunan kerja turbin yang signifikan, sehingga HRSG membutuhkan penambahan energi untuk mencapai tekanan inlet turbin dan daya turbin 60,15 MW. Selain itu proses ekstraksi yang kurang tepat mengurangi performa dari turbin tersebut karena fungsi awal dari uap untuk memutar turbin tidak tercapai optimal sehingga efisiensi secara keseluruhan akan menurun.

#### IV. KESIMPULAN

Hasil analisis data secara aktual dan simulasi menggunakan *Cycle Tempo* menunjukkan semakin besar tekanan uap ekstraksi turbin uap maka semakin besar pula efisiensi termal sistem yang dihasilkan. Efisiensi tertinggi diperoleh pada tekanan 126 kPa pada perhitungan data aktual sebesar 39,92% sedangkan pada hasil simulasi sebesar 37,99%.

Adapun saran yang dapat diberikan yaitu produsen listrik sangat dianjurkan untuk menggunakan sistem ekstraksi turbin pada suatu sistem pembangkitan uap.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hilga, Jev N, dkk. 2014. Pengaruh Perubahan Beban terhadap sistem Uap Ekstraksi pada *Dearator* Unit PLTU Tanjung Jati B Unit 2. Dalam *Eksergi Teknik Energi*, Vol.10, No. 3.
- [2] Pratama, R. dan E. Kurnala. 2014. "Simulasi Pengaruh Variasi Ekstraksi Turbin Terhadap Efisiensi Termal Sistem PLTU Barru Menggunakan Matlab/Simulink". *Skripsi*. Makassar : Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Nugroho, Agus. 2014.
- [3] Li, Yong dan Chao Wang. 2012. *Study on The Effect of Regenerative Sistem on Power Type Relative Internnal Efficiency of Nuclear Steam Turbine*. Dalam *Energy Procedia* 17 hal. 906-912. Jamaluddin dan Reza, Pangestu DH. 2018.

- [4] Kurnia, A. dan Prabowo. 2015. Simulasi *Gate Cycle* Pengaruh *Off Service High Pressure Heater* terhadap Performa Pembangkit Listrik Tenaga Uap 200 MW PT. PJB Gresik. Dalam *Teknik ITS*, volume 4, nomor 1.
- [5] Rashidi, M.M, A. Aghagoli, M. Ali. 2014. *Thermodynamic Analysis of a Steam Power Plant with Double Reheat and Feed Water Heaters*. Dalam *Hindawi Publishing Corporation Advances in Mechanical Engineering*.