

# **SIMULASI SISTEM PLTU ANGGREK 2 X 25 MW MENGGUNAKAN *SOFTWARE CYCLE TEMPO* DENGAN VARIASI BEBAN TURBIN 25%, 50%, 75% DAN 100%**

**Harlan Djabal<sup>\*1)</sup>, Romi Djafar<sup>2)</sup>, Yunita Djamalu<sup>3)</sup>, Burhan Liputo<sup>4)</sup>**

<sup>1,2,3,4)</sup> Teknik Mesin, Universitas Nahdlatul Ulama Gorontalo, Indonesia

Email: harlandjabal@gmail.ac.id<sup>1)</sup>

Asal Negara: Indonesia

## **ABSTRAK**

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Unit Anggrek Merupakan PLTU yang mulai dibangun sejak tahun 2007 dan mulai beroperasi pada tahun 2019 dengan kapasitas 2 X 25 MW. Sejak di resmikan PLTU Anggrek Adalah salah satu pembangkit yang mendistribusikan kebutuhan listrik di provinsi Gorontalo, Sehingga saat ini sudah jarang terjadi pemadaman listrik. Di PLTU Anggrek menunjukan bahwa belum pernah dilakukan evaluasi performa sistem PLTU sesuai data heat balance and mass diagram. Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan pemodelan simulasi sistem PLTU anggrek menggunakan simulasi *Cycle Tempo* dan mengetahui performa sistem PLTU tersebut dengan memvariasikan beban Turbin. Untuk mendapatkan hasil penelitian dilakukan pemodelan menggunakan simulasi cycle tempo 5.1 dengan parameter input berdasarkan data heat balance. Berdasarkan penelitian diperoleh hasil efisiensi gross: 10,5%, dan nett : 10,01.% pada beban Turbin 25%. Sedangkan pada pembebanan turbin 50% diperoleh masing-masing Efisiensi gross: 21,02%, dan nett sebesar 20,03%. Selanjutnya pembebanan 75% didapatkan berturut-turut efisiensi Gross 31,5%, net: 30,1%. Dan pembebanan maksimal sebesar 100% mendapatkan gross: 42,053, net: 40,249%.

**Kata Kunci:** PLTU; Cycle Tempo; Pemodelan; Efisiensi; Beban Turbin.

## **ABSTRACT**

*Anggrek Unit Steam Power Plant (PLTU) This PLTU was built in 2007 and began operating in 2019 with a 2 X 25 MW capacity. Since the PLTU Anggrek was inaugurated, it has been one of the generators that distribute electricity needs in the province of Gorontalo, so currently, there are rarely power outages. At PLTU Anggrek, it shows that there has never been an evaluation of the performance of the PLTU system according to heat balance data and mass diagrams. The purpose of this research is to get a simulation modeling of the Orchid PLTU system using Cycle Tempo simulation and to find out the performance of the PLTU system by varying the Turbine load. To obtain the research results, modeling was carried out using cycle tempo 5.1 simulations with input parameters based on heat balance data and, based on research results, received gross efficiency: of 10.5% and net: of 10.01% at 25% Turbine load. Meanwhile, gross efficiency was obtained at 50% turbine loading, respectively: 21.02 % and a yield of 20.03%. Furthermore, with a 75% loading, successive gross efficiency of 31.5%, and net: 30.1%. And a maximum charge of 100% gets a gross: of 42,053 and a yield: of 40,249%.*

**Keywords:** PLTU, Cycle Tempo, Pemodelan, Efisiensi, Beban Turbin.

## **1. PENDAHULUAN**

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Unit Anggrek adalah salah satu pembangkit yang mendistribusikan kebutuhan listrik di Provinsi Gorontalo. PLTU ini mulai dibangun tahun 2007 dan mulai beroperasi tahun 2019 dengan kapasitas 2 X 25 MW. Sejak diresmikan pengoperasiannya maka pasokan listrik di Gorontalo semakin terpenuhi. Sehingga saat ini sudah jarang terjadi pemadaman listrik. di Indonesia keberadaan PLTU sudah mulai perlahan beralih pada pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan. (Rosyid A. Azhar, 2022)

Dalam pencapaian pemanfaatan energi terbarukan maka saat ini PLTU anggrek telah melakukan uji coba bahan bakar batubara kombinasi biomassa (*co-firing*) sebesar 5% -10% dan nilai ini

akan terus bertambah hingga 100% kedepanya. Perubahan bahan bakar dari pabrikan manufaktur ke mode biomassa tanpa merubah komponen-komponen khusus pada boiler yang *existing* tentu akan memberi dampak pada efisiensi sistem PLTU itu sendiri.

Fakta dilapangan menunjukan bahwa belum pernah dilakukan evaluasi performa PLTU. Oleh karena itu pada Penelitian ini Penulis melakukan kajian sistem PLTU menggunakan perangkat lunak *Cycle Tempo* tersebut.

Berdasarkan latar belakang maka pada penelitian ini dilakukan simulasi sistem PLTU Anggrek 2 x 25 MW untuk mengetahui seberapa besar efisiensi kondisi eksisting sesuai data *heat balance* dengan memvariasikan pembebanan Turbin. Adapun Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan pemodelan PLTU dengan simulasi cycle tempo serta menghasilkan data efisiensi Nett dan Gross Dari PLTU tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Rancangan Penelitian

1. Melakukan *survey* di lokasi PLTU Anggrek
2. Melakukan pengambilan data-data spesifikasi komponen utama PLTU Anggrek.
3. Melakukan Pemodelan *system* menggunakan *Software cycle tempo 5.0*
4. Menginputkan nilai *properties* (P.T. h.m) pada subsistem PLTU.

### 2.2 Spesifikasi Peralatan

#### 1. Boiler

*Boiler* berfungsi untuk memanaskan air untuk menghasilkan uap, dengan nilai tekanan uap 5.3 Mpa<sup>g</sup>, suhu 458°C, temperatur air umpan *boiler* mencapai 200°C, dan efisiensi (LHV) 90.07%, udara pemanas awal air primer/ temperatur masuk udara sekunder 30°C, temperatur

#### 5. Heat Balance

*Heat balance* adalah suatu *energy* panas yang masuk sama dengan *energy* panas yang keluar dari suatu *system*. Suatu pembangkit listrik pada PLTU, dapat dilihat performanya inidapat dilihat beberapa macam informasi diantaranya: Pada beban 100% Boiler menghasilkan uap danmendapatkan tekanan 4.90 bar dan temperatur 470 °C dengan *mas florate* 3365.5,uap ini di salurkan ke *turbin*. uap yang keluar dari turbin akan menuju ke komponen selanjutnya.

*Condenser* berfungsi untuk mengkondensasikan uap yang keluar dari turbin sehingga dapat berubah fasa menjadi cair dan di arahkan ke tahap berikut. *Condensate pump* berfungsi untuk memompa air *condenser* ke *daerator*.

*Deaerator* adalah suatu alat yang merupakan *feedwater heater* untuk menghilangkan gas terlarut didalam air agar tidak menyebabkan korosi pada pipa-pipa siklus. *Boiler feed pump* berfungsi memompa air yang keluar dari *daerator* untuk di salurkan ke boiler.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil Pemodelan Pitu Anggrek Dengan Simulasi Cycle Tempo

*Software cycle-tempo* mempunyai beberapa masalah dalam proses *running* untuk mendapatkan data yang dihasilkan. Terdapat kolom *warning* dan

keluaran udara sekunder 168°C, koefisien uudara berlebih 1.27, lebar tungku jarak antara dua sisi garis tengah dinding air 7010 mm, lebar tungku jarak antara garis tengah dinding air depan dan belakang, elevasi garis tengah uap drum adalah 38000 mm, elevasi lapisan operasi boiler 8000 mm, elevasi titik tertinggi boiler 42070 mm.

#### 2. Turbin

Turbin menunjukan bahwa dengan kecepatan 3000 r/ min, *output* terukur 27.5 MW, aliran uap utama 121 t/h, tekanan uap sebelumnya MSV 4.9 MPA, suhu uap sebelum MSV 470°C, temperatur air 200°C, umpan tekanan buang 8.7 kpa, dan merek minyak mobil

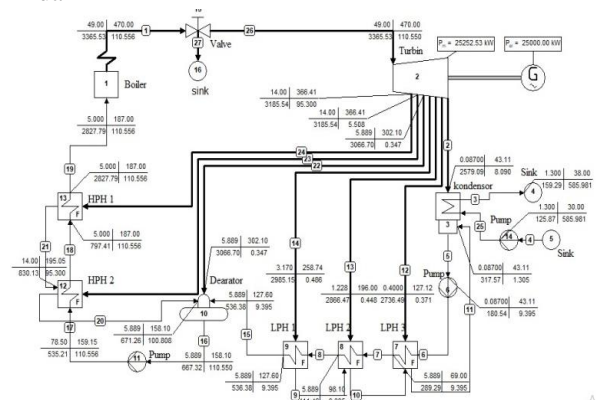
#### 3. Feed water Heater

Feed water Heater memiliki daya yang paling tinggi mencapai 560kW, dengan nilai tegangan 6300 dan nilai arus 59.9, nilai kecepatan tertinggi hingga 2979 rpm, frekuensi 50 Hz, factor kekuatan 0.90.

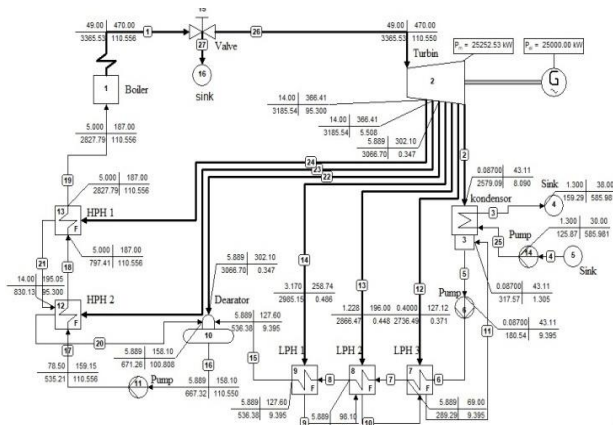
#### 4. Pump

Pada PLTU Anggrek terdapat komponen utama yang sangat di perlukan dalam pembangkit yaitu pompa, yang dapat mensirkulasikan fluida kerja pada sistem PLTU yang menunjukan tegangan mencapai hingga 380V, di nilai saat ini 14.7A, nilai kecepatan tertinggi hingga 2890 rpm, kelas isolasi F, kelas perlindungan IP55 dan faktor kekuatan 0.89.

*error* dalam proses pengecekan hasil sehingga *cycle tempo* memberitahukan bagian mana *system* yang masih belum benar dalam proses *input* data. Dalam Pengecekan *warning* dan *error* harus menunjukan angka nol pada kolom tersebut. Pengimputan data yang tidak konvergen dan tidak valid akan mengakibatkan munculnya angka pada *warning* dan *error*. *Input* data yang *valid* dan hasil yang konvergen bila dilakukan proses *running* akan munculkan hasil *output* data tanpa ada angka selain nol pada kolom *error* dan *warning*. Pemodelan berhasil dilakukan seperti pada Gambar 1 dan 2



**Gambar 1.** Hasil permodelan PLTU Anggrek pada Cycle-Tempo



**Gambar 2.** Lanjutan hasil permodelan PLTU Anggrek pada Cycle-Tempo

### 3.2. Parameter data Cycle Tempo kondisi eksisting berdasarkan data Heat Balance

Hasil data sistem *Heat Balance* PLTU anggrek setelah dilakukan iterasi dari *Software cycle tempo* mendapatkan nilai-nilai dari, pemodelan dan dapat menganalisis system pembangkit sesuai dengan data yang ada di lapangan, serta dapat menghasilkan efisiensi Sistem.

Sesuai Data *eksisting cycle tempo* menunjukan parameter dengan bebanyang paling tertinggi 100% menghasilkan Angka tertinggi yaitu, aliran massa 110.556 kg/s, uap 49.00 bar dan temperature 470.00 °C dari pembangkit 25 MW dengan efisiensi gross 42.052% dan efisiensi net 40.249%. Penurunan dan kenaikan ini disebabkan oleh kondisi *software* dengan kondisi yang ada di lapangan berbeda ketika memasuki tiap komponen dikarenakan Penyesuaian dengan kalkulasi *Software Cycle* Pada tabel 1. sebagai berikut:

**Tabel 1.** Parameter data Cycle Tempo kondisi eksisting

No.(pipe)	apparatur	m(kg/s)	P (bar)	T (°C)	h (kJ/kg)
1	Main steam	110.556	49.00	470.00	3365.53
24	Masuk HPH 1	95.300	14.00	366.41	3185.54
23	Masuk HPH 2	5.508	14.00	366.41	3185.44
22	Masuk Deaerator	0.347	5.889	302.10	3066.70
26	Masuk Turbin	110.55	49.00	470.00	3365.53
14	Masuk LPH 1	0.486	3.170	258.74	2985.15
13	Masuk LPH 2	0.448	1.228	196.00	2866.47
12	Masuk LPH 3	0.371	0.4000	127.12	2736.49
2	Masuk Condensor	8.090	0.08700	43.11	2579.09

### 3.3 Variasi pembebanan Cycle Tempo

Tabel 2. menunjukan bahwa variasi yang telah dilakukan kemudian dicatat hasilnya dalam tabel agar dapat dilihat dari hasil simulasi variasi 1-4 dan efisiensi dari pembangkit.

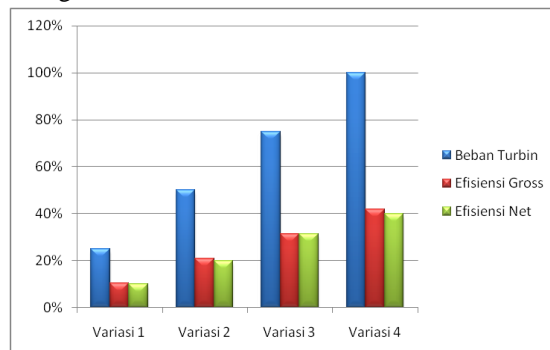
**Tabel 2.** Hasil variasi beban turbin PLTU Anggrek

No	Beban Turbin	Efisiensi Gross	Efisiensi Net
Variasi 1	25%	10,514%	10,014%
Variasi 2	50%	21,029%	20,037%
Variasi 3	75%	31,535%	30,171%
Variasi 4	100%	42,052%	40,249%

Tabel 2. diatas menunjukkan bahwa setiap variasi beban turbin berbeda efisiensi dikarenakan oleh nilai *masflow* yang dikeluarkan dari *valve* berbeda sehingga berpengaruh terhadap pembagian aliran massa pada turbin tersebut. Maka efisiensi dan daya dapat berubah dengan mengatur *masflow*, mengatur daya dan mengatur nilai yang sesuai pada turbin.

### 3.4 Hubungan Pembebanan Turbin Dengan Efesientu PLTU

Dengan melakukan empat variasi beban turbin yaitu, 25%, 50%, 75% dan 100% untuk mengetahui efisiensi *gross* dan efisiensi *net*. Kondisi variasi ini dilakukan dengan menjaga *massflow* dan *power* tetap sesuai, agar dapat diketahui daya dan efisensi optimal dari hasil Pemvariasian seperti pada gambar 3. sebagai berikut:



**Gambar 3.** Grafik variasi pembebanan efisiensi

Pada gambar 4.3. diagram batang menunjukan hasil variasi dalam pembuatan pemodelan untuk mencari pemvariasian, ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi hasil dari efisiensi

Sistem PLTU dari penginputan nilai pada komponen-komponen pembangkit harus menyesuaikan dengan *software cycle tempo* sehingga efisiensi akurat. Kemudian boiler ke turbin diantaranya ada subsistem *valve* yang berfungsi sebagai alat yang mempengaruhi efisiensi dari 25%-100%. Dari grafik di atas menunjukan variasi pembebanan bahwa dengan memberi nilai *massflow* pada *valve* dan daya dengan beban 25% menghasilkan efisiensi *gross*: 10,51% *nett*: 10,01%. untuk beban 50% meningkat menghasilkan efisiensi *gross*: 21,02% *net*: 20,03%. Selanjutnya pada beban 75% lebih meningkat mendapatkan efisiensi: 31,53

*gross % net*: 30,17% dan pembebanan yang tertinggi yaitu 100% mendapatkan efisiensi *gross*: 42,05% *net*: 40,24%.

Hasil di dapatkan Dengan daya generator yang di hasilkan dari beberapa variasi yaitu:

1. Beban 25% mendapat daya 6,250 MW.
2. Beban 50% menghasilkan daya 12,500 MW.
3. Beban 75% mendapatkan daya 18,750 MW.
4. Beban 100% menghasilkan daya 25.000MW.

Berdasarkan hasil simulasi cycle tempo PLTU anggrek mendapatkan variasi untuk daya generator terendah pada beban turbin 25% dan daya generator yang paling tertinggi pada beban turbin 100%

#### 4 KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan simulasi system PLTU untuk pembuatan pemodelan mendapatkan efisiensi dan untuk mengetahui performa dengan beban turbin 25%,50%,75% dan 100% dengan menggunakan *software cycle tempo* dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemodelan mendapatkan hasil berdasarkan *software cycle tempo*.
2. System efisiensi berdasarkan *heat balance* mendapatkan efisiensi *gross* sebesar 42,052% dan efisiensi *net* sebesar 40,249%.
3. Performa dari empat variasi yaitu:
  - a. beban turbin 25% daya 6,250MWmendapatkan efisiensi *gross*: 10,514% *net*: 10,014%.
  - b. dengan beban 50% daya 12,500mendapatkan efisiensi *gross*: 21,029%, *net*: 20,027%.
  - c. Untuk beban 75% daya 18,750MW mendapatkan efisiensi *gross*: 31.535% *net*: 30.171%.
  - d. dan beban 100% daya 25,000MW mendapatkan efisiensi *gross*: 42,053% *net*: 40,249%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- A, Azhar, Rozyid (2022) "Peresmian PLTU Anggrek Berkapasitas 2 X 25 MW. <http://regional.kompas.com/read/2020/08/16/07403301/dibangun-sejak-2007-PLTU-anggrek-di-gorontalo-akhirnya-beroperasi> (20 desember 2022).
- PT. PJB (2022) "Pedoman Pelaksanaan Co-Firing Litrik Tenaga Uap Berbahan Bakar Batu Bara Dengan Biomassa". Nomor 39 k/20/MEM/2019
- PT. Rekadaya "Sistem PLTUGorontalo 2 X 25 MW". Diakses : 6 Mei 2021. Diambil : <https://www.rekadaya.co.id/news/detail/2021/05/06/85/pltu-gorontalo-2-x-25-mw>.
- Lestari, Sutini Pujiastuti. (2011). "Termodinamika Teknik 1". Politeknik Negeri Sriwijaya. : Palembang.
- Manual Book Cycle Tempo Ir. N. Woudstra, (2015).

- Syamsir A. Muin, Ir (1988). "Pesawat-pesawat Konversi Energi 1 (Ketel Uap)" Rajawali Pers : Jakarta,
- Irianpoo. (2013). "Mengenal Turbin Uap". Diakses: 05 Januari 2017. Di ambil: [irianpoo.blogspot.co.id](http://irianpoo.blogspot.co.id). Indonesia.
- Black and Veatch, (1996), "Power Plant Engineering", Springer, USA.
- Alief Rakhman, "Komponen utama turbin gas", Diakses : pada 13 agustus 2020 di ambil dari : <https://rakhman.net/power-plants-id/komponen-utama-turbingas/>
- lewerissa (2018) yang berjudul analisis energi pada perencanaan pembangkit listrik tenaga uap (pltu) dengan *cycle tempo*.
- Ramadhanti (2019) "simulasi cycle Tempo pengaruh kondisi operasi HPH Off Service terhadap Performa PLTU Paiton UNIT 9."
- Jhonstone Josua (2021) "Simulasi Cycle Tempo Pengaruh Rasio Co-firing dan Variasi Biomassa Terhadap Performa PLTU Kapasitas 695,7 MW"
- Romi djafar (2022). "Menentukan Kerugian Energi pada Komponen Utama PLTU Molotabu Gorontalo kapasitas 2 x 12.5 MW Menggunakan Simulasi Cylcle Tempo

**Halaman Dikosongkan**