

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS  
ORGANIC RANKINE CYCLE DALAM PEMANFAATAN  
KALOR BUANG BRINE PLTP LAHENDONG UNIT V,  
STUDI KASUS: PERANCANGAN TURBIN UAP**

Gilang Krisnanda Adisatria

18/431096/TK/47689

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 14 April 2023  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Fisika

**INTISARI**

Pembangkit Listrik Tenaga Panas bumi (PLTP) Lahendong Unit V memiliki potensi kalor buang dari *brine* dengan temperatur  $173,56^{\circ}\text{C}$  yang belum dimanfaatkan untuk pembangkitan listrik apapun. Penelitian ini merancang Pembangkit Listrik berbasis *Organic Rankine Cycle* (ORC) untuk memanfaatkan kalor buang brine PLTP Lahendong Unit V dan merancang komponen turbin uap dari hasil perancangan sistem ORC tersebut.

Perancangan sistem pembangkit berbasis ORC dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Cycle Tempo 5.0 untuk mendapatkan sistem pembangkit berbasis ORC yang menghasilkan daya keluaran bersih dan efisiensi termal maksimal dengan mempertimbangkan mitigasi pembentukan silika. Sistem ORC dirancang dengan melakukan penambahan komponen seperti *preheater*, rekuperator, untuk meringankan beban dari komponen evaporator, dan penambahan komponen penukar kalor menengah sebagai pilihan dari mitigasi pembentukan silika. Perancangan sistem pembangkit berbasis ORC dilakukan dengan menganalisis kinerja tiga fluida kerja organik, yakni R236ea, R245ca, dan R245fa. Turbin uap yang digunakan dalam penelitian ini adalah turbin impuls dengan aliran aksial dan satu tingkat kecepatan.

Didapatkan rancangan Pembangkit Listrik berbasis ORC untuk memanfaatkan brine PLTP Lahendong Unit V dengan temperatur sebesar  $173,56^{\circ}\text{C}$ , laju aliran massa  $146,38\text{ kg/s}$ , dan tekanan  $8,6\text{ bar}$ . Sistem pembangkit yang diajukan dengan penukar kalor menengah sebagai mitigasi pembentukan silika dan menggunakan fluida kerja R245ca. Pembangkit yang dirancang dapat menghasilkan daya keluaran bersih sebesar  $3939,29\text{ kW}$  dengan efisiensi sebesar  $17,76\%$ . Turbin uap yang digunakan dalam penelitian ini adalah turbin impuls dengan aliran aksial dan satu tingkat kecepatan. Hasil perancangan turbin uap menunjukkan jumlah rotor yang digunakan sebanyak 120 buah, jumlah nosel sebanyak 8 buah dengan jenis nosel konvergen dan efisiensi turbin yang dihasilkan sebesar  $88,12\%$ .

**Kata kunci:** PLTP Lahendong Unit V, *Brine*, *Organic Rankine Cycle*, Fluida Kerja Organik, Turbin Uap Impuls Aksial

Pembimbing Utama : Dr.-Ing. Ir. Sihana

Pembimbing Pendamping : Dr. Ir. Andang Widi Harto, MT.



**DESIGN OF AN ORGANIC RANKINE CYCLE-BASED POWER PLANT  
IN THE UTILIZATION OF HEAT WASTE OF BRINE FROM  
LAHENDONG GEOTHERMAL POWER PLANT UNIT V,  
CASE STUDY: DESIGN OF A STEAM TURBINE**

Gilang Krisnanda Adisatria

18/431096/TK/47689

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on 5 April, 2023  
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

**ABSTRACT**

The Lahendong Unit V Geothermal Power Plant (PLTP) has the potential for waste heat from brine with a temperature of  $173.56^{\circ}\text{C}$  which has not been utilized for any electricity generation. This study designed a power plant based on Organic Rankine Cycle (ORC) to utilize the waste heat of brine from PLTP Lahendong Unit V and designed a steam turbine component from the results of the ORC system design.

The design of the ORC-based generating system was carried out using Cycle Tempo 5.0 software to obtain an ORC-based generating system that produces maximum net output power and thermal efficiency by considering the mitigation of silica formation. The ORC system was designed by adding components such as preheater, recuperator, to lighten the load on the evaporator component, and adding an intermediate heat exchanger component as an option to mitigate silica formation. The design of the ORC-based power plant system was carried out by analyzing the performance of three organic working fluids, namely R236ea, R245ca, and R245fa. The steam turbine used in this research is an impulse turbine with axial flow and one speed level.

An ORC-based Power Plant design was obtained to utilize the Lahendong Unit V PLTP brine with a temperature of  $173.56^{\circ}\text{C}$ , a mass flow rate of  $146.38\text{ kg/s}$ , and a pressure of 8.6 bar. The proposed power system uses an intermediate heat exchanger as a mitigation of silica formation and uses a working fluid R245ca. The designed generator can produce a net output power of 3939.29 kW with an efficiency of 17.76%. The steam turbine used in this research is an impulse turbine with axial flow and one speed level. The results of the steam turbine design show that the number of rotors used is 120, the number of nozzles is 8 with the type of converging nozzle and the resulting turbine efficiency is 88.12%.

**Keywords:** PLTP Lahendong Unit V, Brine, *Organic Rankine Cycle*, Organic Working Fluid, Axial Impulse Steam Turbine.

Supervisor : Dr.-Ing. Ir. Sihana

Co-supevisor : Dr. Ir. Andang Widi Harto, MT.

