

PERANCANGAN SISTEM SIKLUS RANKINE ORGANIK DUA TINGKAT PADA PLTP LAHENDONG UNIT III, STUDI KASUS: TURBIN UAP TINGKAT SATU

Oleh

Zido Yuwazama

15/378802/TK/42744

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk
memperoleh derajat Sarjana S-1 Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Potensi panas bumi di Indonesia sebesar 40% dari total potensi di dunia. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Lahendong merupakan salah satu pemanfaatan panas bumi sebagai energi terbarukan yang terletak di Kota Tomohon, Sulawesi Utara. PLTP Lahendong memiliki karakteristik sumur produksi yang didominasi air. *Brine* yang dihasilkan pada PLTP Lahendong Unit III sumur kelompok-5 akan diinjeksikan kembali ke dalam perut bumi melalui sumur injeksi dengan kondisi suhu 180,8 °C, tekanan 10,23 bar dan laju aliran massa 173,56 kg/s. *Brine* yang masih dalam kondisi temperatur cukup tinggi ini masih dapat dimanfaatkan menggunakan pembangkit listrik siklus Rankine organik dua tingkat (TSORC) dengan fluida kerja organik.

Pemodelan sistem ORC menggunakan perangkat lunak *Cycle Tempo 5.0*. Fluida kerja yang digunakan dalam sistem ORC tersebut yaitu R245fa pada tingkat satu dan R236ea pada tingkat dua. Perancangan turbin uap dilakukan pada turbin tingkat satu. Perancangan turbin uap tingkat satu meliputi jenis nosel, dimensi nosel dan dimensi rotor. Hasil pemodelan menunjukkan tekanan dan temperatur pada sisi masuk turbin sebesar 24 bar dan 166,8 °C, sementara pada sisi keluar pada dan temperatur sebesar 2,3 bar dan 103,55 °C. Daya keluaran bersih yang dihasilkan dengan efisiensi generator 95% pada TSORC adalah sebesar 6.672,78 kW dengan efisiensi sistem mencapai 14,83%. Perancangan turbin menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel 2013* untuk melakukan perhitungan dan perangkat lunak *Autodesk Inventor 2020* untuk menggambarkan hasil perancangan. Hasil perancangan dimensi nosel menunjukkan panjang daerah divergensi sebesar 23,06 cm dengan diameter sisi masuk dan keluar nosel sebesar 9,19 cm dan 5,97 cm. Jumlah nosel yang digunakan sebanyak 8 buah dengan jenis nosel konvergen. Hasil perancangan dimensi rotor menunjukkan jari-jari depan dan belakang rotor sebesar 2,32 cm dan 1,23 cm dengan jumlah rotor 54 buah. Efisiensi turbin berdasarkan hasil perancangan dengan adalah 87,39%.

Kata kunci: *Brine*, Siklus Rankine Organik, TSORC, Turbin Uap, Turbin Aksial

Pembimbing Utama : Dr.-Ing. Sihana

Pembimbing Pendamping : Dr. Ir. Andang Widiharto, M.T.

**DESIGN OF TWO STAGES ORGANIC RANKINE CYCLE SYSTEM
ON LAHENDONG GEOTHERMAL POWER PLANT UNIT III,
CASE STUDIES: STEAM TURBIN STAGE ONE**

by

Zido Yuwazama

15/378802/TK/42744

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

ABSTRACT

Geothermal potential in Indonesia is 40% of total potential in the world. Lahendong Geothermal Power Plant is one of uses of geothermal as renewable energy located in Tomohon City, North Sulawesi. Lahendong Geothermal field has charaterisitic production well dominated by water. Brine produced at Lahendong Geothermal Unit III well cluster-5 will be injected back into earth through injection well with temperature of 180.8 °C, pressure of 10.23 bar and mass flow of 173.56 kg/s. Brine which is still in high temperature condition can still be utilized using two stage organic Rankine cycle (TSORC) with organic working fluid.

Modeling of ORC system using software of Cycle Tempo 5.0. Reinjection temperatur of brine is designed with temperature over 100 °C to prevent the silica scaling. The working fluids used in the ORC system is R24fa at stage one and R236ea at stage two. The design of turbine at stage one include type of nozzle, dimension of nozzle and dimension of rotor. The modelling results show pressure and temperature at the turbine inlet of the stage one is 24 bar and 166.8 °C, while the outlet turbine has pressure of 2.3 bar and temperature of 103.55 °C. The power generated by generator with generator efficiency of 95% at TSORC is 6672.78 kW with efficiency of system reaching 14.83%. The design of turbine uses software of Microsoft Excel 2013 to calculation of design and software of Autodesk Inventor 2020 to drawing of the design result. The design results of nozzle dimension shows the divergence area length of 23.06 cm with the diameter of nozzle inlet and outlet of 9.19 cm and 5.97 cm. The number of nozzles is 8 pieces with convergent nozzle type. While the design results of rotor dimension shows the front radius rotor of 2.32 cm and the front radius rotor of 1.23 cm with the number of rotor of 54 pieces. The efficiency of turbine based on the design results with considering of the heat loss is 87.39%.

Keywords: Brine, Organic Rankine Cycle, TSORC, Steam Turbine, Axial Turbine

Supervisor : Dr.-Ing. Sihana

Co-supevisor : Dr. Ir. Andang Widiharto, M.T.