

## PERANCANGAN AWAL PEMBANGKIT LISTRIK SIKLUS RANKINE ORGANIK (SRO) MEMANFAATKAN AIR GARAM PLTP LAHENDONG UNIT III, STUDI KASUS: PENUKAR KALOR PERANTARA

Oleh:

Utami Rahmi Hartini

14/367353/TK/42488

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada pada tanggal 10 Juli 2018 untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat Sarjana S-1 Program Studi Teknik Fisika

### INTISARI

PLTP Lahendong Unit III yang terletak di Tomohon, Sulawesi Utara merupakan sistem hidrotermal dengan tingkat kebasahan 80% memiliki residu air garam dengan suhu  $180,8^{\circ}\text{C}$  dan laju massa sebesar  $173,56 \text{ kg/s}$  sebagai hasil pemisahan dari *flasher* bertekanan  $10,23 \text{ bar}$ . Air garam tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber kalor aplikasi SRO untuk menghasilkan tenaga listrik tambahan dengan pemodelan sistem pembangkit listrik mengikuti skema modular SRO. Pemodelan dibagi menjadi 2 sistem identik yang menggunakan setengah laju massa air garam. Penambahan penukar kalor perantara dibutuhkan agar penyaluran air garam dapat dibuat untuk tidak kontak langsung dengan sistem dikarenakan air garam mengandung kristal silika yang berpotensi mengendap pada suhu tertentu. Suhu operasi komponen ini bergantung pada perhitungan nilai *Silica Scaling Index* (SSI).

Pencarian kondisi operasi dicari dengan menyimulasikan sistem yang nilai operasi tekanan masukan turbিনnya divariasikan dan perancangan penukar kalor perantara menggunakan metode Kern. Kriteria optimal mempertimbangkan parameter keselamatan, kemampuan kerja siklus, dan ekonomi. Kondisi operasi yang optimal didapatkan ketika menggunakan R245fa sebagai fluida kerja dan tekanan masukan turbin sebesar  $20 \text{ bar}$ . Hasil simulasi dari sebuah modul memberikan daya bersih dan efisiensi termal sebesar  $1,29 \text{ MW}$  dan  $11,41\%$ . Perancangan komponen penukar kalor perantara dengan laju transfer kalor sebesar  $11,34 \text{ MW}$  menghasilkan nilai koefisien transfer kalor keseluruhan sebesar  $1302,633 \text{ W/m}^2\text{K}$  dan luas transfer kalor yang dibutuhkan sebesar  $292,18 \text{ m}^2$ . Jika pemodelan ini ingin direalisasikan maka estimasi *overnight cost* adalah sebesar  $\$934,50/\text{kW}$ .

**Kata kunci:** pembangkit listrik tenaga panas bumi, siklus rankine organik, *silica scaling index*, metode kern, penukar kalor perantara

Pembimbing Utama : Dr. -Ing. Sihana

Pembimbing Pendamping : Ir. Kutut Suryopratomo, M.T., M.Sc.

## PRELIMINARY DESIGN OF ORGANIC RANKINE CYCLE (ORC) POWERPLANT USING BRINE FROM PLTP LAHENDONG UNIT III AS HEAT SOURCE, CASE STUDY: INTERMEDIATE HEAT EXCHANGER

By:

Utami Rahmi Hartini

14/367353/TK/42488

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on July 10<sup>th</sup>, 2018  
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of  
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

### ABSTRACT

Geothermal Powerplant Lahendong Unit III in Tomohon, North Sulawesi is a hydrothermal system with vapor quality only 20% produces brine residue with temperature of 180.8°C and mass rate of 173.56 kg/s as a result of separation from 10.23 bar pressure flasher. Brine can be used as heat source for ORC application to produce more electricity with powerplant modeling follows ORC modular scheme. The modeling can be divided into 2 identical systems that use half of the mass rate of brine. Addition of an intermediate heat exchanger is required for brine delivery to not contact with the system due to the brine containing silica crystal that may potentially precipitate at a certain temperature. The operating temperature of this component will depend on the calculation of the value of Silica Scaling Index (SSI).

System model being simulated to find optimal operation condision by variate the value of inlet pressure of turbine operation and the design of intermediate heat exchanger will use Kern method. Optimal characteristic are considered by parameter of safety, work cycle and economic capacity. The result of simulation gives the net gain and thermal efficiency for a module are 1.29 MW and 11.41%. The design of intermediate heat exchanger with heat transmitt of 11,34 MW has overall heat transfer coefficient of 1,302.633 W/m<sup>2</sup>K and heat transfer area needed is 292.18 m<sup>2</sup>. If this modelling will be realized then the estimated overnight cost required is about \$934,50/kW.

**Keywords:** geothermal powerplant, organic rankine cycle, silica scaling index, kern method, intermediate heat exchanger

Supervisor : Dr. -Ing. Sihana  
Co-supervisor : Ir. Kutut Suryopratomo, M.T., M.Sc.