

PERANCANGAN AWAL PEMBANGKIT LISTRIK SIKLUS BINER BERBASIS SIKLUS RANKINE ORGANIK MEMANFAATKAN KALOR BUANG *BRINE* PLTP ULUBELU

(STUDI KASUS DESAIN KONDENSOR)

Oleh

Ganang Novita Tama

16/399947/TK/44961

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 21 Oktober 2020
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Indonesia terus berupaya melakukan pengembangan dan pemanfaatan potensi energi panas bumi untuk mendukung terciptanya kemandirian energi nasional. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Ulubelu memiliki produk buang *brine* yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber kalor untuk pembangkit listrik siklus biner berskala kecil. Penelitian ini membahas perancangan awal sistem pembangkit siklus biner pada PLTP Ulubelu dan perancangan komponen alat proses kondensor.

Data aliran *brine* digunakan untuk mendapatkan model sistem biner yang dapat diterapkan dengan daya keluaran bersih dan efisiensi termal maksimal. Model sistem biner berbasis siklus Rankine organik (SRO) disimulasikan menggunakan perangkat lunak Cycle-Tempo 5.0 serta dilakukan analisis performa tiga kandidat fluida kerja organik yang terdiri dari R236ea, R245ca dan R365mfc. Kondisi operasi hasil permodelan digunakan untuk perancangan komponen kondensor tipe *shell and tube* (STHE) dengan menggunakan standar TEMA.

Sistem biner berbasis SRO yang diajukan di PLTP Ulubelu pada penelitian ini menggunakan fluida kerja R245ca, menghasilkan daya keluaran bersih 3.678,46 kW dan efisiensi termal 16,68 %. Pada penelitian ini, dirancang komponen kondensor STHE tipe BEM dengan 1-1 *pass* yang memiliki diameter dalam *tube* 1 inch, BWG 18, panjang 24 ft serta jumlah *tube* 4.894 buah dengan susunan *triangular pitch*. Hasil perhitungan menghasilkan luas perpindahan kalor sebesar 2.836,53 m² dan koefisien perpindahan kalor sebesar 805,63 W/m²·°C dengan galat relatif 10,63 %. Rugi-rugi tekanan kondensor memenuhi syarat desain dengan nilai sebesar $2,5 \times 10^{-4}$ bar pada sisi *shell* dan $6,2 \times 10^{-3}$ bar pada sisi *tube*.

Kata kunci: Pembangkit Listrik Siklus Biner, Siklus Rankine Organik, Kondensor

Pembimbing Utama : Dr.-Ing. Ir. Sihana

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

**PRELIMINARY DESIGN OF BINARY CYCLE POWER PLANT BASED
ON ORGANIC RANKINE CYCLE UTILIZING BRINE WASTE HEAT
FROM ULUBELU GEOTHERMAL POWER PLANT
(A CASE STUDY OF CONDENSER DESIGN)**

by

Ganang Novita Tama

16/399947/TK/44961

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on October 21st, 2020
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Engineering Physics

ABSTRACT

Indonesia continues to develop the utilization of geothermal energy potential to support national energy autonomy. Ulubelu Geothermal Power Plant (GPP) has a brine exhaust product that can be used as a heat source for small-scale binary cycle power plant. This study discusses the preliminary design of binary cycle power plant system at PLTP Ulubelu and the design of the condenser.

Brine flow data from Ulubelu area geothermal field were used to obtain a binary system model that can be applied with maximum net output power and thermal efficiency. The binary system model based on organic Rankine cycle (ORC) was simulated using Cycle-Tempo 5.0 software. The performance analysis of three organic working fluid candidates consists of R236ea, R245ca and R365mfc was carried out. The operation conditions result from the model are used to design the condenser shell and tube heat exchanger (STHE) type using TEMA standards.

The ORC-based binary system proposed at Ulubelu Geothermal Power Plant in this study used R245ca as working fluid, produced a net output power of 3678.46 kW and a thermal efficiency of 16.68 %. In this study, a BEM type STHE condenser with 1-1 pass was designed which has an inner tube diameter of 1 inch, BWG 18, length of 24 ft and the number of tubes of 4894 pieces with triangular pitch arrangement. The calculation results a heat transfer area of 2836.53 m² and a heat transfer coefficient of 805.63 W/m²·°C with 10.63 % relative error. The condenser pressure drops meet the design requirements with a value of 2.5×10^{-4} bar on the shell side and 6.2×10^{-3} bar on the tube side.

Keywords: Binary Cycle Power Plant, Organic Rankine Cycle, Condenser

Supervisor : Dr.-Ing. Ir. Sihana

Co-supervisor : Ir. Kutut Suryoprato, M.T., M.Sc.