

UJI KINERJA POMPA SENTRIFUGAL PADA PENDINGIN KONDENSOR SISTEM ORGANIC RANKINE CYCLE SKALA LABORATORIUM

Tineke Saroinsong¹⁾, Alfred N Mekel²⁾, John Mawa³⁾, Stevany Suoth⁴⁾

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado,
Jl.Politeknik Ds Buha,Manado, 95252

E-mail : tinekesaroinsong@gmail.com; tinekesaroinsong@polimdo.ac.id

Abstract

Along with the progress of science and technology, humans was always trying to create a system with maximum performance. The Organic Rankine Cycle (ORC) system has four main components namely the evaporator, turbine, condenser and pump. The aim of this study was to test the performance of a condenser cooling centrifugal pump, determined the temperature of the cooling water at the condenser, and also determined the velocity of the nozzle fluid flow. The research method used was experimental study. The research data were analyzed by observing directly the results of the experiment then concluding and determining the results of research that had been carried out by writing, tables and calculations to get valid data. Three subjects that were done in this study, namely the selection of pump power, measuring the temperature of cooling water and calculating the speed of fluid flow out at the pump. In this study selected centrifugal pump power of 286 watts, volume flow rate of 1.7 m³/h. The results of the measurement of the cooling water temperature show that the temperature rise occurred in the first minute. The proper time for cooling the condenser was after 3 minutes chilling. Therefore at that minute, the water temperature had returned to 26 °c. And the velocity of water that flows out from the nozzle was 0.47 m/s (cooling process).

Keyword : ORC, centrifugal pump, temperature, velocity of fluid

Abstrak

Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, manusia selalu berusaha untuk menciptakan suatu sistem dengan performansi yang maksimal. Sistem *Organic Rankine Cycle* (ORC) ini terdiri dari empat komponen utama yaitu evaporator, turbin, kondensor dan pompa. Tujuan penelitian adalah untuk menguji kinerja pompa sentrifugal pendingin kondensor, mengetahui temperatur air pendingin pada kondensor, dan untuk mengetahui kecepatan aliran fluida nosel. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental. Data hasil penelitian dianalisa dengan mengamati secara langsung hasil eksperimen kemudian menyimpulkan dan menentukan hasil penelitian yang sudah dilaksanakan dengan tulisan, tabel dan perhitungan untuk mendapatkan persamaan data yang valid. Ada tiga hal yang di lakukan dalam penelitian ini yaitu pemilihan daya pompa, mengukur temperature air pendingin dan menghitung kecepatan aliran fluida keluar pada pompa. Dalam penelitian ini dipilih daya pompa sentrifugal sebesar 286 watt, kapasitas aliran 1,7 m³/h. Hasil pengukuran temperature air pendingin menunjukkan kenaikan temperature terjadi pada menit pertama. Waktu terbaik pada pendinginan kondensor adalah setelah 3 menit di dinginkan. Karena pada menit tersebut, temperature air sudah kembali pada temperature 26 °c. kecepatan aliran air keluar dari nosel (proses pendinginan) adalah 0,47 m/s.

Kata kunci: ORC, pompa sentrifugal, temperatur, kecepatan fluida.

PENDAHULUAN

Panas bumi adalah salah satu alternatif dari jenis sumber energi terbarukan selain biomassa, tenaga air/angin/surya, gelombang air laut dan nuklir; yang dimungkinkan

menjadi pilihan utama sebagai pengganti sumber energi konvensional/tidak terbarukan. Berkaitan dengan pemanfaatan langsung sumber energi panas bumi yang mempunyai temperatur rendah yang dianggap tidak ekonomis, dari kondisi tersebut maka di butuhkan suatu teknologi yang mampu memanfaatkan sumber energi panas bumi yang memiliki temperature rendah. Sistem *Organic Rankine Cycle* (ORC) ini dipilih atas dasar karakteristik kerja yang mampu mengubah fluida kerja menjadi uap dengan menggunakan panas rendah dari panas bumi, memanfaatkan panas terbuang, ataupun memanfaatkan panas matahari. Hal ini bisa dilakukan mengingat fluida kerja organik yang bisa menguap pada suhu rendah (dibawah 100°C). Sehingga dengan sistem ini panas bumi yang ada bisa dimanfaatkan. Komponen utama siklus rankine organik yang paling sederhana adalah pompa, evaporator, turbin dan kondensor. Cara kerja siklus rankine organik yang digunakan dalam pembangkit listrik yang menggunakan fluida kerja cairan organik, dimana cairan organik dipompa ke evaporator kemudian dalam evaporator dialirkan sumber panas bumi (geothermal water) akan mengubah cairan organik dari cair menjadi uap. Uap panas kemudian disalurkan ke turbin yang berfungsi menggerakkan generator dan menghasilkan listrik yang kemudian uap tersebut diteruskan ke kondensor dan dicairkan kembali untuk kemudian diteruskan ke pompa dan kemudian mengulangi siklus. Pada kondensor, terjadi pelepasan kalor dari fluida kerja menuju fluida pendingin yaitu air, semakin rendah temperature air yang masuk ke dalam kondensor maka akan semakin baik proses pelepasan kalor yang terjadi. Oleh karena itu di butuhkan pompa pendingin yang tujuannya untuk mendinginkan kondensor dan menjaga pelepasan kalor agar optimal.

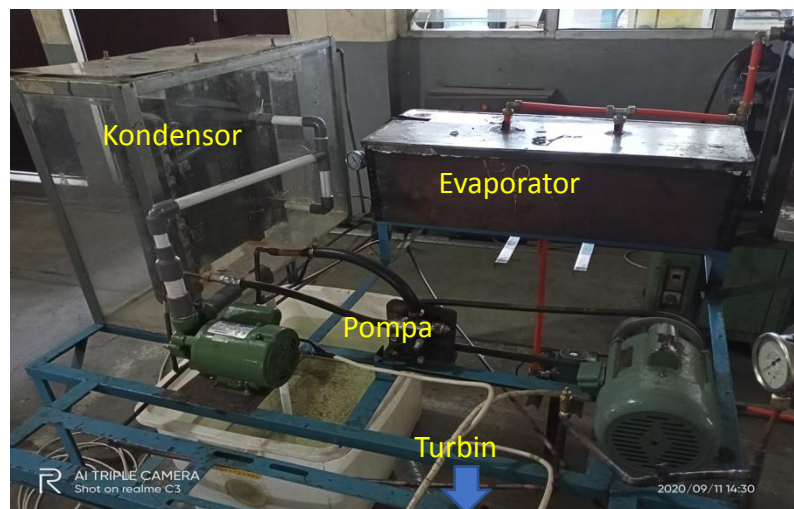
Pompa sentrifugal ditemukan oleh Denis Papin pada tahun 1689. Sekarang pompa sentrifugal merupakan pompa yang paling banyak digunakan diseluruh dunia. Menurut Paul Cooper, (2001) pompa sentrifugal merupakan mesin rotasional dimana aliran dan tekanan dihasilkan secara dinamis. Fungsi dari pompa sentrifugal adalah untuk digunakan dalam mengalirkan cairan dengan menaikkan volume aliran tertentu ke tingkat tekanan tertentu. Kinerja pompa dihasilkan digambarkan dengan laju aliran yang dialirkan, kenaikan tekanan yang dicapai, penyerapan daya pada kopling, efisiensi dan NPSH. Bergantung pada aplikasinya, pompa sentrifugal mempunyai banyak jenis yang tersedia dipasaran. Semua jenis tersebut setidaknya mempunyai satu impeller dan sebuah kolektor dimana sebagian besar energi kinetik pada impeller diubah menjadi

tekanan statis. Menurut Musyafa, A.A, dan Siregar I.H (2015), Pompa sentrifugal adalah pompa yang prinsip kerjanya menaikkan tekanan cairan dengan memanipulasi kecepatan, gaya sentrifugal dan mentransformasikan gaya tersebut ke impeller yang berputar di dalam casing, untuk membuat perbedaan tekanan pada sisi hisap (*suction*) dan tekan (*discharge*).

Berdasarkan latar belakang di atas, dilakukan eksperimental uji kinerja pompa sentrifugal pada sistem *ORC* skala laboratorium. Rumusan masalahnya adalah : Berapa daya pompa yang dipilih untuk sistem ini ? Berapa temperatur air pendingin kondensor sistem *ORC* skala laboratorium ? Berapa kecepatan aliran fluida keluar pada nosel untuk proses pendinginan pada kondensor ? Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kinerja pompa sentrifugal pada pendingin kondensor system *ORC* skala laboratorium.

METODE PENELITIAN

Simulasi Sistem *ORC* skala laboratorium ditunjukkan Gambar 1 dibawah ini.

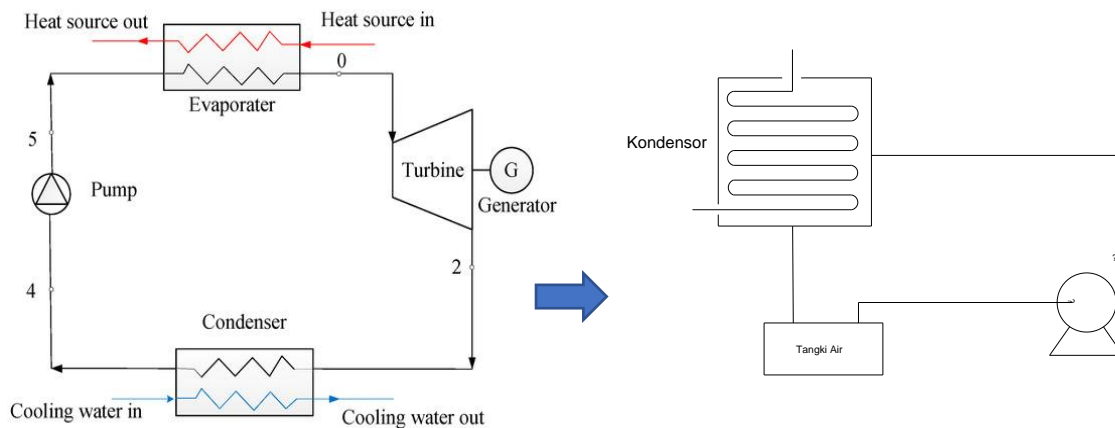


Gambar 1. Rangkaian sistem *Organic Rankine Cycle*

Prosedur Penelitian.

Eksperimental penelitian ini dibuat simulasi system *ORC* skala laboratorium seperti Gambar 1. Fluida kerja system *ORC* menggunakan refrigerant R134a dengan fluida pendingin air. Parameter yang diukur dalam proses eksperimen pompa pendingin untuk kondensor adalah : mengukur temperature air, mengukur tekanan pompa pendingin, mengukur waktu pendinginan untuk kembali ke temperatur semula. Prosedurnya seperti Gambar 2, Pompa menghisap air dari bak penampung untuk mendinginkan kondensor,

kemudian mengukur tekanan pompa menggunakan *pressure gauge*, air pendingin mengalir dan disemprotkan ke kondensor melalui nosel, kemudian mengukur temperature air sebelum pendinginan dan setelah pendinginan menggunakan thermometer laser. Dan mengukur waktu proses pendinginan sampai temperature



Gambar 2. Sketsa Sirkulasi Pompa Pendingin

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung daya pompa untuk mengetahui spesifikasi pompa yang akan digunakan sehingga didapatkan efisiensi penggunaan daya, desain dan harga instalasi pompa serta penggeraknya yang lebih ekonomis. Beberapa langkah yang harus ditempuh untuk menghitung daya pompa adalah antara lain, dengan menghitung kehilangan energi yang terjadi pada instalasi pompa. Sehingga diketahui kehilangan energi pada pompa yang merupakan kemampuan pompa untuk mentransfer air. Pompa yang dipilih yaitu pompa yang mampu untuk mengalirkan air pendingin ke kondensor, agar pendinginan berlangsung dengan optimal. Melalui perhitungan laju aliran air pendingin sebesar $0,000004 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan head sebesar 1 meter, maka diperoleh daya pompa sebesar Daya output atau daya hidrolis adalah $P = (Q \times H \times \rho \times g) / 3960 = 0,00158$ watt. Oleh karena itu, dipilih pompa sentrifugal dengan kapasitas daya terkecil yang tersedia adalah sebesar 286 watt, kapasitas aliran $1,7 \text{ m}^3/\text{h}$. Saat sistem ORC dijalankan tekanan pompa diukur menggunakan *pressure gauge* menunjukkan 2,2 bar.

Berikut ini disajikan hasil pengujian temperature pada air pendingin menggunakan termometer laser dan *stopwatch* :

Tabel 1.
Data pengujian

Waktu Pengujian	T in	T out	Keterangan
1 menit	26° C	29,8° C	Air pendingin mengalami kenaikan suhu.
2 menit	26° C	27,2° C	Air pendingin mengalami penurunan dari menit pertama.
3 menit	26° C	26° C	Air pendingin kembali ke suhu semula.

Temperature air pendingin pada bak penampung sebesar 26° C. Setelah kondensor menjadi panas, air pendingin yang keluar pada menit pertama menjadi 29,8° C. Lalu pada menit kedua setelah kondensor di panaskan temperature air yang keluar menjadi 27,2° C. Pada menit ketiga temperature air pendingin yang keluar sudah kembali ke semula yaitu 26° C. Temperature air pendingin yang keluar mengalami kenaikan suhu pada menit pertama, namun pada menit kedua temperature berkurang, dan pada menit ketiga temperature air kembali ke semula. Waktu terbaik pada pendinginan kondensor adalah setelah 3 menit di dinginkan. Karena pada menit tersebut, temperature air sudah kembali pada temperature awal, dan kondensor akan mengalami pendinginan secara optimal.

Untuk mengetahui kecepatan aliran air keluar nosel menggunakan persamaan kontinuitas yaitu :

$$A1.V1 = A2.V2$$

Data spesifikasi pompa $Q1= 1,7 \text{ m}^3/\text{h}$, diameter pipa $\frac{1}{2}$ inch dan diameter nosel 1mm. Diperoleh kecepatan aliran fluida keluar pada nosel atau $V2$ adalah sebesar 0,47 m/s.

SIMPULAN

Pompa yang dipilih untuk mengalirkan air pendingin ke kondensor, agar pendinginan berlangsung dengan optimal, yaitu pompa dengan daya 286 watt, kapasitas aliran $1,7 \text{ m}^3/\text{h}$, dan tekanan 2,2 bar. Waktu terbaik pada pendinginan kondensor adalah

setelah 3 menit di dinginkan. Karena pada menit tersebut, temperatur yang pada menit pertama 29,8 °C sudah kembali ke temperatur awal yaitu 26 °C. Kecepatan aliran fluida keluar pada nosel atau V2 adalah 0,47 m³/s.

DAFTAR PUSTAKA

- Musyafa A.A dan Siregar I.H. (2015). *Pengaruh Jumlah Blade Sentrifugal Impeller Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Pompa Sentrifugal*. JTM, Vol. 3.136-144.
- Sularso dan Tahara. (2004). *Pompa dan Kompresor*. Cetakan kedelapan. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Paul Cooper, Igor J. Karassik, Joseph P. Messina, Charles C. Heald (2001), *Pump Handbook, Third Edition*, McGraw-Hill Book Co, New York
- Rasmini, Ni Wayan, (2017). *Perencanaan Pemilihan Pompa Dan Sistem Kontrol Kerja Pompa Untuk Penyediaan Air Bersih Pada Rumah Tangga*. Matrix : Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika, July 2017.
- Tineke Saroinsong. (2010). *Mekanika Fluida*. Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado.
- Wahono, Didit Setyo. (2016). *Studi Numerik Pompa Sentrifugal Tipe Impeller Backward Dengan Variasi Putaran Dan Debit Pompa*. Undergraduate thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.