

RANCANG BANGUN MODEL KETEL SEBAGAI PENUNJANG PEMBANGKIT KALOR PADA SISTEM *ORGANIC RANKINE CYCLE (ORC)*

Edi Sutoyo¹⁾, Mamat Rahmat²⁾, Roy Waluyo³⁾

- 1) Program studi teknik mesin Fakultas Teknik UIKA Bogor
Email: edisutoyo_02@yahoo.com
- 2) Program studi teknik mesin Fakultas Teknik UIKA Bogor
Email: m.rahmat@ft.uika-bogor.ac.id
- 3) Program studi teknik mesin Fakultas Teknik UIKA Bogor
Email: roy_waluyo@ft.uika-bogor.ac.id

Abstrak

Penggunaan sinar matahari sebagai sumber energi panas (khususnya di Indonesia) memiliki banyak keterbatasan. Keterbatasan tersebut antara lain, energi panas dari matahari hanya tersedia di siang hari dan tidak optimal saat mendung dan hujan. Oleh karena itu diperlukan pembangkit kalor sebagai penunjang, yang dapat menanggulangi kelemahan sistem yang ada. Ketel merupakan salah satu solusi alternatif sebagai penunjang operasi sistem *ORC* saat cuaca mendung, hujan atau saat malam hari. Ketel berfungsi sebagai pemanas air pengganti energi panas matahari. Suplai air panas ke evaporator yang semula dihasilkan dari solar kolektor diganti dengan air panas yang berasal dari ketel. Sumber panas untuk ketel berasal dari burner biomassa. Pengujian ketel dilakukan dengan memvariasikan tiga debit yang berbeda yaitu: 7 liter/menit, 24 liter/menit dan 43 liter/menit. Hasil pengujian dengan debit 7 liter/menit, 24 liter/menit dan 43 liter/menit menghasilkan ΔT rata-rata berturut-turut sebesar 10,4 °C, 0,46 °C dan 0,37 °C sedangkan efisiensi ketel maksimum terjadi pada debit 7 liter/menit, pada yaitu sebesar 0,032%. Dari rancangan yang dihasilkan dan pengujian yang dilakukan ketel mampu berfungsi sebagai pembangkit atau penyuplai panas di sistem *ORC* untuk menggantikan *solar collector* ketika sumber panas dari iradiasi matahari tidak diperoleh.

Kata kunci: ketel, sinar matahari, air panas.

PENDAHULUAN

Organic Rankine Cycle (ORC) merupakan modifikasi siklus Rankine yang menggunakan fluida kerja organik (*refrigerant*) yang memiliki temperatur didih rendah. J.M. Luján, dkk. menyatakan salah satu fluida yang bisa digunakan pada temperatur rendah adalah *freon* (fluida organik). Komponen utama dalam *ORC* yang paling sederhana adalah pompa, evaporator, turbin, kondensor dan fluida kerja (*working fluid*). *ORC* umumnya memiliki temperatur didih rendah dan tinggi tekanan penguapan [1]. Quolin, Sylvain dkk. menyatakan untuk penggunaan tenaga surya sebagai sumber panas hanya 1% [2]

Penggunaan sinar matahari sebagai sumber energi panas (khususnya di Indonesia) memiliki banyak keterbatasan. Keterbatasan tersebut antara lain, energi panas dari matahari hanya

tersedia di siang hari dan tidak optimal saat mendung dan hujan. Oleh karena itu diperlukan pembangkit kalor sebagai penunjang, yang dapat menanggulangi kelemahan sistem yang ada.

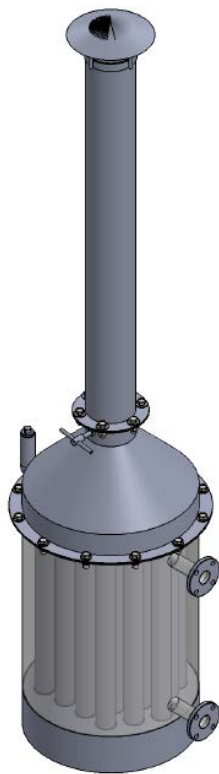
Ketel merupakan salah satu solusi alternatif sebagai penunjang operasi sistem *ORC* saat cuaca mendung, hujan atau saat malam hari. Ketel berfungsi sebagai pemanas air pengganti energi panas matahari. Suplai air panas ke evaporator yang semula dihasilkan dari solar kolektor diganti dengan air panas yang berasal dari ketel.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini antara lain: Memperoleh hasil analisis sistem ketel dengan efisiensi termal maksimum serta memperoleh rancangan ketel optimal sesuai kebutuhan *ORC*. Setelah pelaksanaan dan tercapainya tujuan penelitian, diharapkan kontribusi hasil

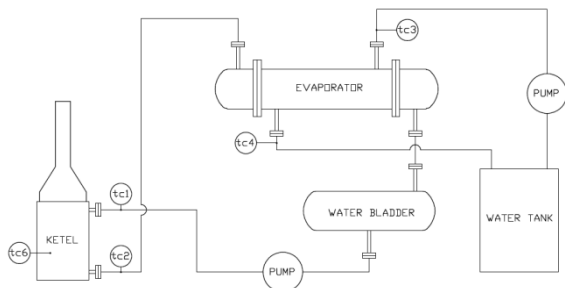
penelitian adalah memperoleh gambaran jelas mekanisme pemanasan air dengan menggunakan keteldan Mendapatkan data awal untuk perancangan sistem ketel yang lebih besar (*scale up device*)

METODE PENELITIAN

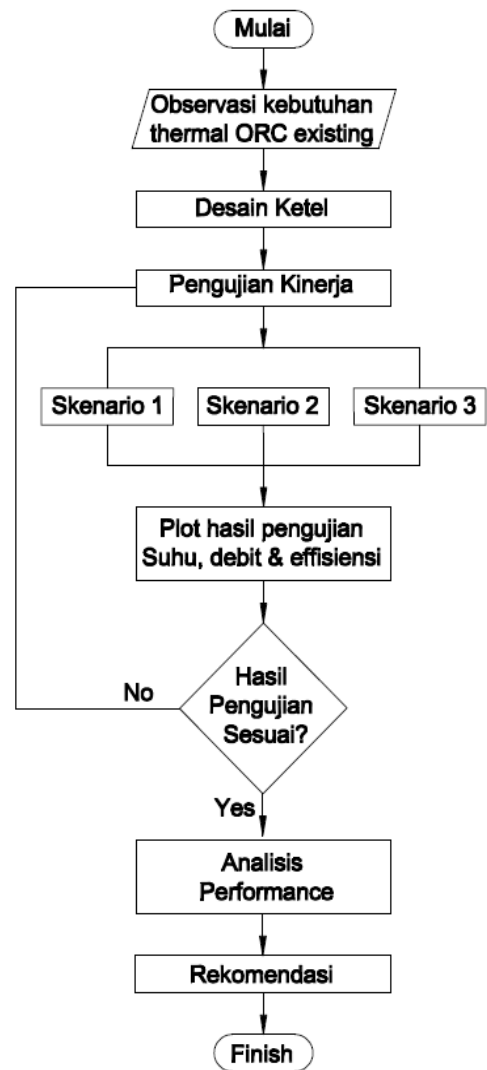
Penelitian dilakukan di bulan November 2015 s/d Februari 2016 di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor. Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Burner yang dibuat dari plat tebal 2 mm dengan ukuran diameter 400 mm, tinggi 943mm ditambah cerobong diameter 4 inchi setinggi 1100mm



Gambar 1. .Ketel



Gambar 2. Instalasi pengujian ketel

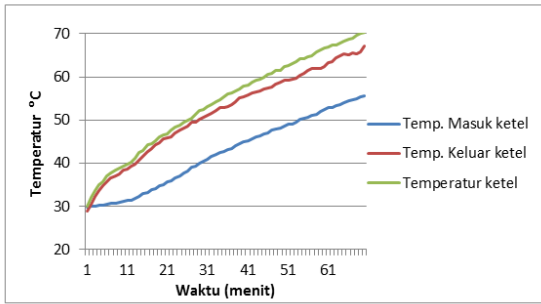


Gambar 3. Tahapan pengujian ketel

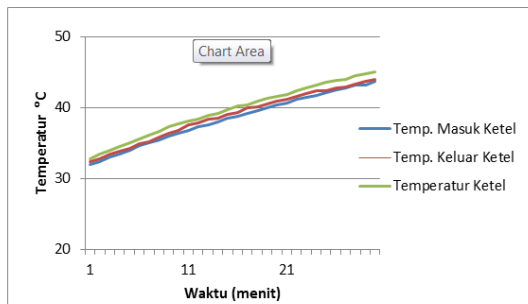
HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menguji kinerja ketel, pada dasarnya dilakukan pengukuran pada 5 temperatur, yaitu: temperatur air masuk ketel (tc1) temperatur air keluar ketel (tc2), temperatur air didalam ketel (tc6), temperatur ruang bakar , temperatur gas buang (tc7).

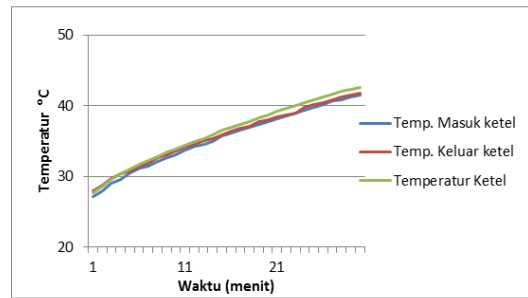
Hasil pengujian ketel Skenario 1, 2 dan 2 debit 7 liter/menit, 24 liter/menit 43 liter/menit temperatur ruang bakar 507 °C ditunjukkan pada gambar berikut.



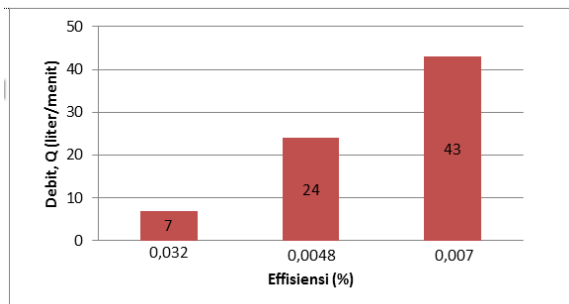
Gambar 4. Grafik temperatur vs waktu pada pengujian dengan debit 7 liter/menit



Gambar 5. Grafik temperatur vs waktu pada pengujian dengan debit 24 liter/menit



Gambar 6. Grafik temperatur vs waktu pada pengujian dengan debit 43 liter/menit



Gambar 7. Grafik hubungan antara Debit vs Effisiensi

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian ketel dapat disimpulkan:

Hasil pengujian dengan debit 7 liter/menit, 24 liter/menit dan 43 liter/menit menghasilkan ΔT rata-rata berturut-turut sebesar 10,4 °C, 0,46 °C dan 0,37°C sedangkan Effisiensi ketel maksimum terjadi pada debit 7 liter/menit, pada yaitu sebesar 0,032%

Hasil pengujian menunjukkan efisiensi yang sangat rendah, hal ini dikarenakan sistem tidak diisolasi. Untuk meningkatkan efisiensi dapat dicapai dengan melakukan isolasi pada sistem ketel, baik pada ruang bakar, dinding ketel dan seluruh pipa yang dilalui oleh aliran air panas.

Dari rancangan yang dihasilkan dan pengujian yang dilakukan ketel mampu berfungsi sebagai pembangkit atau penyuplai panas di sistem ORC untuk menggantikan *solar collector* ketika sumber panas dari iradiasi matahari tidak diperoleh

DAFTAR PUSTAKA

1. J.M. Luján, J.R. Serrano, V. Dolz, J. Sancez, Model of the expansion process for R245fa in an Organic Rankine Cycle (ORC), *Applied Thermal Engineering* 40 (2012), p 248-257
2. Quolin, Sylvian, Martijn, Van, Den, Broek, Sebastian. Declai. Piere. Dewallef, Vincent. Lemort. *Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews* 22 (2013) 168-186
3. <http://www.analisadaily.com/mobile/pages/news/12440/cermin-untuk-hasilkan-pembangkit-tenaga-surya>, 21 September 2012
4. Zuberbuhler, Ulrich, Michael Specht, Andreas Bandi, *Gasification of Biomass – An Overview on Available Technologies*, Centre for Solar Energy and Hydrogen
5. Saputro.Danang Dwi, *Karakterisasi Briket dari limbah Pengolahan Kayu Sengon dengan Metode Cetak Panas*, ISSN, 1979-911X 3 November 2012
6. Syamsir A. Muin, *Pesawat-pesawat konversi 1 (Ketel Uap)* 1988:223).