

**LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH**

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Desain Alat Penukar Kalor Jenis Shell and Tube Sebagai Evaporator Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Suhu Rendah Dengan Menggunakan Sistem Organic Rankine Cycle (ORC)

Jumlah Penulis : 2

Status Pengusul : penulis ke-2

Identitas Jurnal Ilmiah :

- a. Nama Jurnal : Jurnal Teknik Mesin
- b. Nomor ISSN : 2303-1972
- c. Vol, No., Bln Thn : 3, 3, Juli 2015
- d. Penerbit : Departemen Teknik Mesin FT UNDIP
- e. DOI artikel (jika ada) :
- f. Alamat web jurnal : <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/9540>
- Alamat Artikel : <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/9540/9263>
- g. Terindex : Google scholar

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah (beri ✓ pada kategori yang tepat) :

<input type="checkbox"/>	Jurnal Ilmiah Internasional
<input type="checkbox"/>	Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
<input checked="" type="checkbox"/>	Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Terakreditasi

Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional <input type="checkbox"/>	Nasional Terakreditasi <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Nasional Tidak Terakreditasi	
a. Kelengkapan unsur isi jurnal (10%)			1	0,8
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)			3	2,8
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)			3	2,7
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)			3	2,9
Total = (100%)			10	9,2
Nilai Pengusul = 40% x 9,2 = 3,68				

penilaian artikel oleh Reviewer:

1. Kesesuaian dan kelengkapan unsur isi jurnal:

Artikel ini **Catatan** terdiri dari: Judul, Abstrak, Pendahuluan, Metodologi Desain, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan dan daftar pustakat dan ditulis sesuai dengan Guide for Author. Substansi artikel sesuai dengan bidang ilmu (Teknik Mesin).

2. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan:

Artikel ini berisi tentang perancangan HE tipe Sheell and Tube untuk evaporator sebuah Organic Rankine Cycle. Perancangan ini menggunakan software yang andal yaitu Cycle Tempo, Refprop dan HTRI Xchanger Suite. Hasil yang diperoleh dapat diaplikasikan untuk pembangkit daya dengan sumber panas bumi suhu rendah. Penelitian ini berkontribusi kepada pengembangan enegri baru terbarukan dan perancangan dilakukan dengan sangat baik, selain menggunakan software yang andal juga didukung oleh referensi yang cukup.

3. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi:

Kemutakhiran artikel ini cukup, dimana hanya 2 jurnal yang 5 tahun terakhir dari 18 referensi. Dan jumlah referensi 10 tahun terakhir menunjukkan 5 dari 18 artikel (27.7%) adalah 10 tahun terakhir. Perancangan menggunakan software yang andal, yaitu Cycle Tempo, Refprop dan HTRI Xchanger Suite

4. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan:

Jurnal diterbitkan oleh Departemen Teknik Mesin Undip, termasuk dalam jurnal terindeks Google Scholar. Pada volume ini ada 14 artikel yang dipublikasi. Proses review juga dilakukan dengan cukup baik. Nilai similaritas artikel berdasarkan Turnitin sebesar 18%.

Semarang, 23 Maret 2020

Reviewer 3

Prof. Dr. Widayat, ST., MT.
NIP. 197209061998031001

Unit Kerja : Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Bidang Ilmu : Teknik Kimia

**LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH**

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Desain Alat Penukar Kalor Jenis Shell and Tube Sebagai Evaporator Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Suhu Rendah Dengan Menggunakan Sistem Organic Rankine Cycle (ORC)

Jumlah Penulis : 2

Status Pengusul : penulis ke-2

Identitas Jurnal Ilmiah :

- a. Nama Jurnal : Jurnal Teknik Mesin
- b. Nomor ISSN : 2303-1972
- c. Vol, No., Bln Thn : 3, 3, Juli 2015
- d. Penerbit : Departemen Teknik Mesin FT UNDIP
- e. DOI artikel (jika ada) :
- f. Alamat web jurnal : <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/9540>
- Alamat Artikel : <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/9540/9263>
- g. Terindex : Google scholar

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah : Jurnal Ilmiah Internasional
(beri ✓ pada kategori yang tepat) Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi
 Jurnal Ilmiah Nasional Tidak Terakreditasi

Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional <input type="checkbox"/>	Nasional Terakreditasi <input type="checkbox"/>	Nasional Tidak Terakreditasi <input checked="" type="checkbox"/>	
a. Kelengkapan unsur isi jurnal (10%)			1	0,88
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)			3	2,38
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)			3	2,75
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)			3	2,75
Total = (100%)			10	8,76
Nilai Pengusul = 40% x 8,76 = 3,50				

Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer :

1. Kesesuaian dan kelengkapan unsur isi jurnal:

Artikel ditulis sesuai dengan kaidah penulisan jurnal ilmiah. Judul, Abstrak, Pendahuluan, Metodologi, Hasil dan pembahasan, Kesimpulan, Pustaka.

2. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan:

Tujuan penelitian adalah membuat sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi suhu rendah (70°C) dengan menggunakan sistem *ORC (Organic Rankine Cycle)* karena sistem *ORC (Organic Rankine Cycle)* sesuai untuk pemanfaatan sumber energi suhu rendah. Pembahasan dan hasil mampu menemukan berbagai parameter dalam desain heat exchanger tetapi untuk pembangkit listrik jutsru masih minim.

3. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi:

Data cukup dan mutakhir. Metodologi eksperimental juga jelas.

4. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan:

Jurnal Teknik Mesin termasuk jurnal nasional. Sehingga nilai AK maksimum 10. Jurnal memiliki Ketua Penyunting dan dewan penyunting. Ybs sebagai penulis kedua dari dua penulis sehingga nilai maksimum = 40% x 10 = 4.

Surakarta, 3 Maret 2020

Reviewe 2

Prof. Dr. Eclan. Suyitno, S.T., M.T.

NIP. 197403262000031001

Unit Kerja : Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Bidang Ilmu : Teknik Mesin

Desain Alat Penukar Kalor Jenis Shell and Tube Sebagai Evaporator Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Suhu Rendah Dengan Menggunakan Sistem ...

AV Nugraha, BF TK - JURNAL TEKNIK MESIN, 2015 - ejournal3.undip.ac.id

Sumber energi panas suhu rendah sangat melimpah di bumi. Mengubah energi panas bumi suhu rendah tersebut menjadi sebuah kerja yang efektif adalah salah satu cara untuk menghindari krisis energi. Pada penelitian Bertani tentang perkembangan pembangkit listrik tenaga panas bumi di seluruh dunia menghasilkan peningkatan 2GW selama 5 tahun dari 2005–2010 dan jika pembangkit listrik tenaga panas bumi suhu rendah dan menengah ditingkatkan maka kapasitas instalasi pembangkit listrik tenaga panas bumi akan meningkat ...

☆  [Dirujuk 1 kali](#) [Artikel terkait](#) [2 versi](#) 

Menampilkan hasil terbaik untuk penelusuran ini. [Lihat semua hasil](#)

JURNAL TEKNIK MESIN

[HOME](#) [ABOUT](#) [LOGIN](#) [REGISTER](#) [CATEGORIES](#) [SEARCH](#)
[CURRENT](#) [ARCHIVES](#) [ANNOUNCEMENTS](#) [STATISTICS](#) [FOCUS AND](#)
[SCOPE](#) [EDITORIAL TEAM](#) [AUTHOR GUIDLINES](#) [PUBLICATION](#)
[ETHICS](#)

*Home > **JURNAL TEKNIK MESIN***

JURNAL TEKNIK MESIN

Jurnal Teknik Mesin dengan nomor ISSN: 2303-1972 diterbitkan oleh Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Undip. Jurnal ini sebagai media publikasi karya ilmiah lulusan S1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Artikel-artikel yang dipublikasi sudah melalui proses review oleh mitra bebestari (dewan penguji skripsi)



Journal Homepage Image

OPEN JOURNAL SYSTEMS

USER

Username

Password

Remember me

NOTIFICATIONS

[View](#)
[Subscribe](#)

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All ▼

Browse

[By Issue](#)
[By Author](#)
[By Title](#)
[Other Journals](#)
[Categories](#)

INFORMATION

[For Readers](#)
[For Authors](#)
[For Librarians](#)

ANNOUNCEMENTS

PENGUMUMAN PENERBITAN: JURNAL TEKNIK MESIN VOLUME 4, NOMOR 1, TAHUN 2016 TELAH TERBIT

Artikel-artikel Volume 4, Nomor 1, Tahun 2016 Telah Terbit secara Online. Artikel-artikel ini dapat di unduh [di sini](#)

Posted: 2016-03-28

[More Announcements...](#)



Jurnal Teknik mesin by <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtm> is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](#).

00060849 [View My Stats](#)

JURNAL TEKNIK MESIN

[HOME](#) [ABOUT](#) [LOGIN](#) [REGISTER](#) [CATEGORIES](#) [SEARCH](#)
[CURRENT](#) [ARCHIVES](#) [ANNOUNCEMENTS](#) [STATISTICS](#) [FOCUS AND SCOPE](#)
[EDITORIAL TEAM](#) [AUTHOR GUIDELINES](#) [PUBLICATION ETHICS](#)

[Home](#) > [Archives](#) > [Vol 3, No 3 \(2015\)](#)

VOL 3, NO 3 (2015)

VOLUME 3, NOMOR 3, JULI 2015

Wisuda periode Juli

TABLE OF CONTENTS

MATERIAL

[PENGARUH AUSTEMPERING TERHADAP BENTUK DAN UKURAN GRAFIT SERTA SIFAT TRIBOLOGIS BESI COR KELABU UNTUK KOMPONEN REM KERETA API](#)

Yusuf Umardani, Agrie F Mizan

PDF
274-284

[PENGARUH VARIASI UNSUR MAGNESIUM \(Mg\) PADA ADC 12 MATERIAL PROTOTYPE CHASSIS MOBIL MENGGUNAKAN PENGEORAN HPDC TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO](#)

Vivi Aisah Fardilah, Athanasius Priharyoto Bayuseno

PDF
285-294

[PENGARUH PENAMBAHAN UNSUR MAGNESIUM \(Mg\) TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS MATERIAL CHASSIS BERBAHAN DASAR LIMBAH ALUMINIUM HASIL PENGEORAN HPDC](#)

Sardianto Sardianto, Athanasius Priharyoto Bayuseno

PDF
305-310

PERANCANGAN

[PERANCANGAN MEKANISME ROLLING MESIN UNTUK ADONAN PIZZA](#)

Teguh Indra Firmansyah, Toni Prahasto

PDF
255-263

[RANCANG BANGUN ALAT GERMICIDAL UDARA MENGGUNAKAN SINAR ULTRAVIOLET](#)

Freditya Siswanto, Sumar Hadi Suryo

PDF
264-273

[PENGEMBANGAN MEKANISME SUMBU GERAK MESIN PERKAKAS MODULAR](#)

Yuliyanto Nur Andika, Susilo Adi Widyanto

PDF
352-359

KONVERSI ENERGI

[UJI PRESTASI PENDINGINAN EVAPORASI KONTAK TIDAK LANGSUNG \(INDIRECT EVAPORATIVE COOLING\) DENGAN VARIASI TEMPERATUR MEDIA PENDINGIN AIR](#)

Cahyo Hardanto, Bambang Yunianto

PDF
239-244

[ESTIMASI KONSUMSI SOLAR UNTUK TRUK MIXER DI PT JOKOTOLE TRANSPORT SUB-STATION BALI SAMPAI TAHUN 2040 MENGGUNAKAN SOFTWARE LEAP](#)

Agus Faisal Hadi, MSK Tony Suryo Utomo

PDF
245-254

[Desain Kondensor Jenis Shell and Tube Heat Exchanger Untuk Sistem Organic Rankine Cycle](#)

M. Wildam Akbar, Berkah Fajar TK.

PDF
295-304

[UJI PRESTASI PENDINGINAN EVAPORASI KONTAK TIDAK LANGSUNG \(INDIRECT EVAPORATIVE COOLING\) DENGAN VARIASI DEBIT AIR DAN KECEPATAN UDARA FAN](#)

Edy Sofyan, Bambang Yunianto

PDF
311-317

OPEN JOURNAL SYSTEMS

USER

Username

Password

Remember me

NOTIFICATIONS

[View](#)

[Subscribe](#)

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All

Browse

[By Issue](#)

[By Author](#)

[By Title](#)

[Other Journals](#)

[Categories](#)

INFORMATION

[For Readers](#)

[For Authors](#)

[For Librarians](#)

PENGUJIAN DIRECT EVAPORATIVE COOLING POSISI VERTIKAL
DENGAN ALIRAN BERLAWANAN ARAH

Ruben Ruben, Bambang Yunianto

PDF
318-325

DESAIN ALAT PENUKAR KALOR JENIS SHELL AND TUBE SEBAGAI
EVAPORATOR UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI
SUHU RENDAH DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM ORGANIC
RANKINE CYCLE (ORC)

Andry Vega Nugraha, Berkah Fajar TK.

PDF
326-335

SIMULASI AERODINAMIKA MOBIL HEMAT BAHAN BAKAR
'ANTAWIRYA' KONSEP 2 MENGGUNAKAN METODE COMPUTATIONAL
FLUID DYNAMICS (CFD)

Fathony Imaduddien Yusuf, MSK. Tony Suryo Utomo

PDF
336-344

PENGUJIAN DIRECT EVAPORATIVE COOLING POSISI VERTIKAL
DENGAN ALIRAN SEARAH

Feliks Lou Meno Sitopu, Bambang Yunianto

PDF
345-351



Jurnal Teknik mesin by <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtm> is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](#).

00060837 [View My Stats](#)

JURNAL TEKNIK MESIN

[HOME](#)
[ABOUT](#)
[LOGIN](#)
[REGISTER](#)
[CATEGORIES](#)
[SEARCH](#)
[CURRENT](#)
[ARCHIVES](#)
[ANNOUNCEMENTS](#)
[STATISTICS](#)
[FOCUS AND](#)
[SCOPE](#)
[EDITORIAL TEAM](#)
[AUTHOR GUIDELINES](#)
[PUBLICATION](#)
[ETHICS](#)

[Home](#) > [About the Journal](#) > [Editorial Team](#)

EDITORIAL TEAM

KETUA PENYUNTING

[Dr. Sulardjaka Sulardjaka](#), Program Studi Sarjana, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia

DEWAN PENYUNTING

[PhD. Sri Nugroho](#), Program Studi Sarjana S-1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia

[Dr. Syaiful Syaiful](#), Program Studi Sarjana S-1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia

PENYUNTING PELAKSANA

[eko Saputra](#), Indonesia



Jurnal Teknik mesin by <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtm> is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](#).

00060838 [View My Stats](#)

OPEN JOURNAL SYSTEMS

USER

Username

Password

Remember me

NOTIFICATIONS

[View](#)
[Subscribe](#)

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All ▼

Browse

[By Issue](#)
[By Author](#)
[By Title](#)
[Other Journals](#)
[Categories](#)

INFORMATION

[For Readers](#)
[For Authors](#)
[For Librarians](#)

Desain Alat Penukar Kalor Jenis Shell and Tube Sebagai Evaporator Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Suhu Rendah Dengan Menggunakan Sistem Organic Rankine Cycle (ORC)

by Berkah Fajar Tamtomo Kiono

Submission date: 13-Jan-2020 09:54AM (UTC+0700)

Submission ID: 1241267077

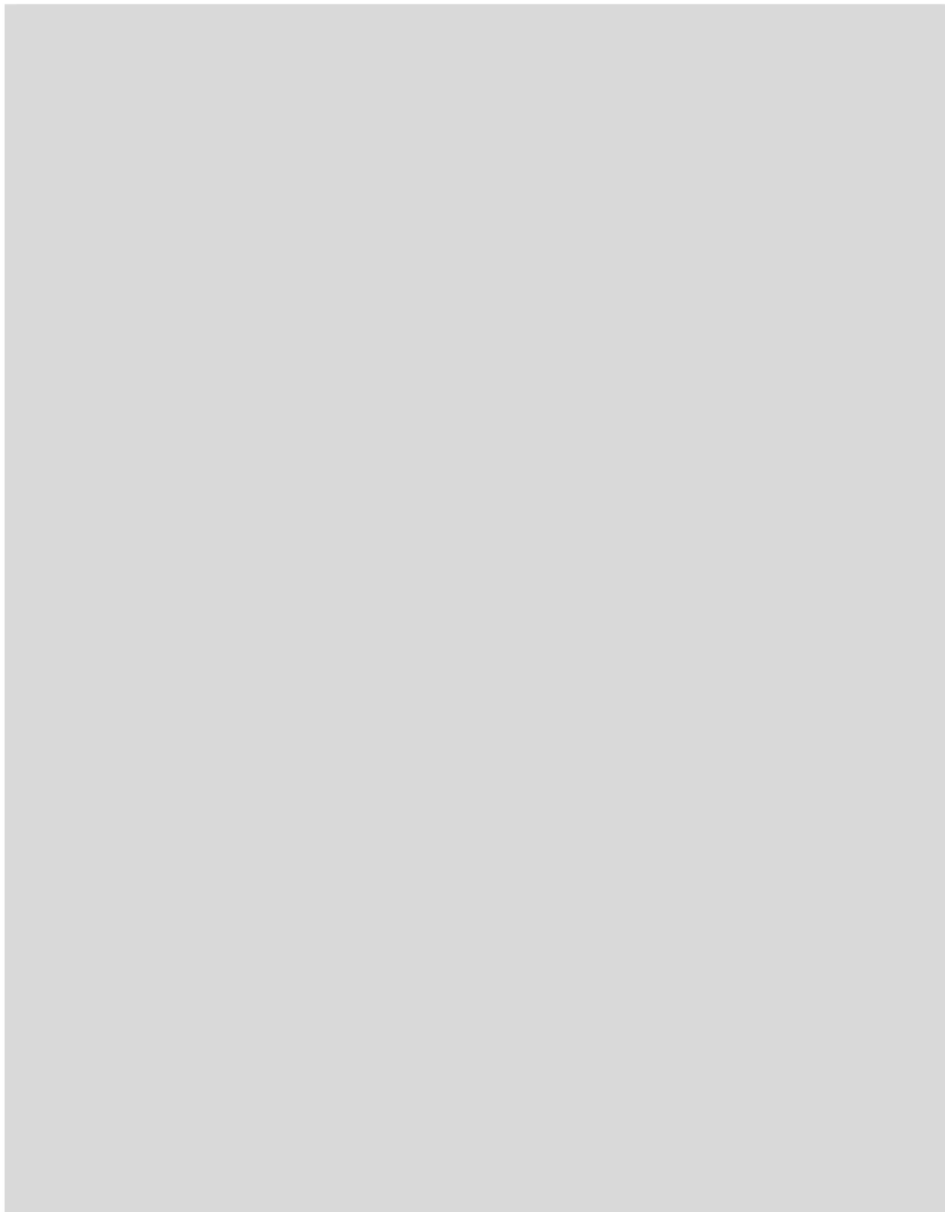
File name: n_alat_penukar_kalor_jenis_shell_and_tube_sebagai_evaporator.pdf (798.85K)

Word count: 2529

Character count: 14166

**DESAIN ALAT PENUKAR KALOR JENIS *SHELL AND TUBE* SEBAGAI EVAPORATOR
UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI SUHU RENDAH DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM *ORGANIC RANKINE CYCLE* (ORC)**

*Andry Vega Nugraha¹, Berkah Fajar TK²



1. Pendahuluan

Peningkatan konsumsi energi mengakibatkan polusi di lingkungan dan berkurangnya sumber energi. Sumber energi yang dapat diperbaharui adalah sebuah alternatif untuk pengganti sumber energi konvensional. Energi panas bumi merupakan sumber energi yang sudah sejak lama berada di bumi yang dapat diolah menjadi sebuah energi untuk menggantikan energi konvensional. Energi panas bumi sering digunakan untuk menghasilkan energi listrik [1].

Secara umum sumber panas bumi suhu tinggi ($>220^{\circ}\text{C}$) adalah yang paling sesuai untuk produksi listrik. Sistem Uap kering dan *flash steam* adalah sistem yang banyak digunakan secara luas untuk memproduksi listrik dari sumber panas bumi suhu tinggi [3-5]. Sistem uap kering menggunakan uap sumber panas bumi yang datang dari sumur produksi, dan berjalan secara langsung melewati turbin / generator untuk memproduksi listrik [2].

Sumber panas bumi suhu menengah, dimana temperatur berkisar antara $100-220^{\circ}\text{C}$, sampai sejauh ini jenis sumber panas bumi suhu menengah adalah yang paling umum ditemukan. Pembangkit listrik tipe *binary cycle* adalah teknologi yang paling umum digunakan untuk sumber panas bumi suhu menengah. Ada banyak variasi dari Pembangkit listrik tipe *binary cycle* diantaranya adalah *Organic Rankine Cycles (ORC)* dan *Kalina cycles* [5-15]. Pembangkit listrik tipe *binary cycle* berbeda dari sistem uap kering dan *flash sistem*, air atau uap dari sumber panas bumi tidak secara langsung melewati turbin/generator. Pada pembangkit listrik tipe *binary cycle* air dari sumber panas bumi digunakan untuk memanaskan fluida kerja, fluida kerja tersebut akan menguap dan uap itu akan digunakan untuk menggerakkan turbin/generator. Air dari sumber panas bumi dan fluida kerja tidak secara langsung bercampur tetapi hanya di lewatkan ke sebuah alat penukar kalor [2].

Di era sekarang ini, potensi untuk menghasilkan listrik menggunakan sumber panas bumi suhu rendah (terutama diantara $70-100^{\circ}\text{C}$) sudah jarang ditemukan. Perluasan dari teknologi pembangkit listrik tipe *binary cycle* untuk memanfaatkan sumber panas bumi suhu rendah sudah menarik banyak perhatian [6-14]. Karena perbedaan temperature yang tersedia sangat rendah, efisiensi dari siklus (berkisar 5-9%) sangat rendah dibanding sumber panas bumi suhu menengah (berkisar 10-15%) [4]. Pada sistem suhu rendah, dibutuhkan tempat alat penukar kalor yang lebih besar dibandingkan dengan sistem suhu menengah pada jumlah energi yang sama. Faktor tersebut yang membatasi eksploitasi pada sumber panas bumi suhu rendah dan menekankan kepada perancangan yang sistem yang paling efektif dari pembangkit listrik tipe *binary cycle* [2].

Dalam sistem pembangkit listrik *Organic Rankine Cycle (ORC)*, panas dari panas bumi akan memanaskan fluida kerja organik (isopentane, isobutane, R134a, R123 dll) pada tekanan konstan, sehingga berubah menjadi uap dan uap akan memutar turbin/generator. Uap sisa keluaran turbin akan dikondensasi dan akan dipompakan kembali ke alat penukar kalor pembentuk uap untuk mengulangi kembali siklus yang ada. Komponen utama pada sistem pembangkit listrik *Organic Rankine Cycle (ORC)* adalah evaporator, turbin, kondensor, dan pompa [16].

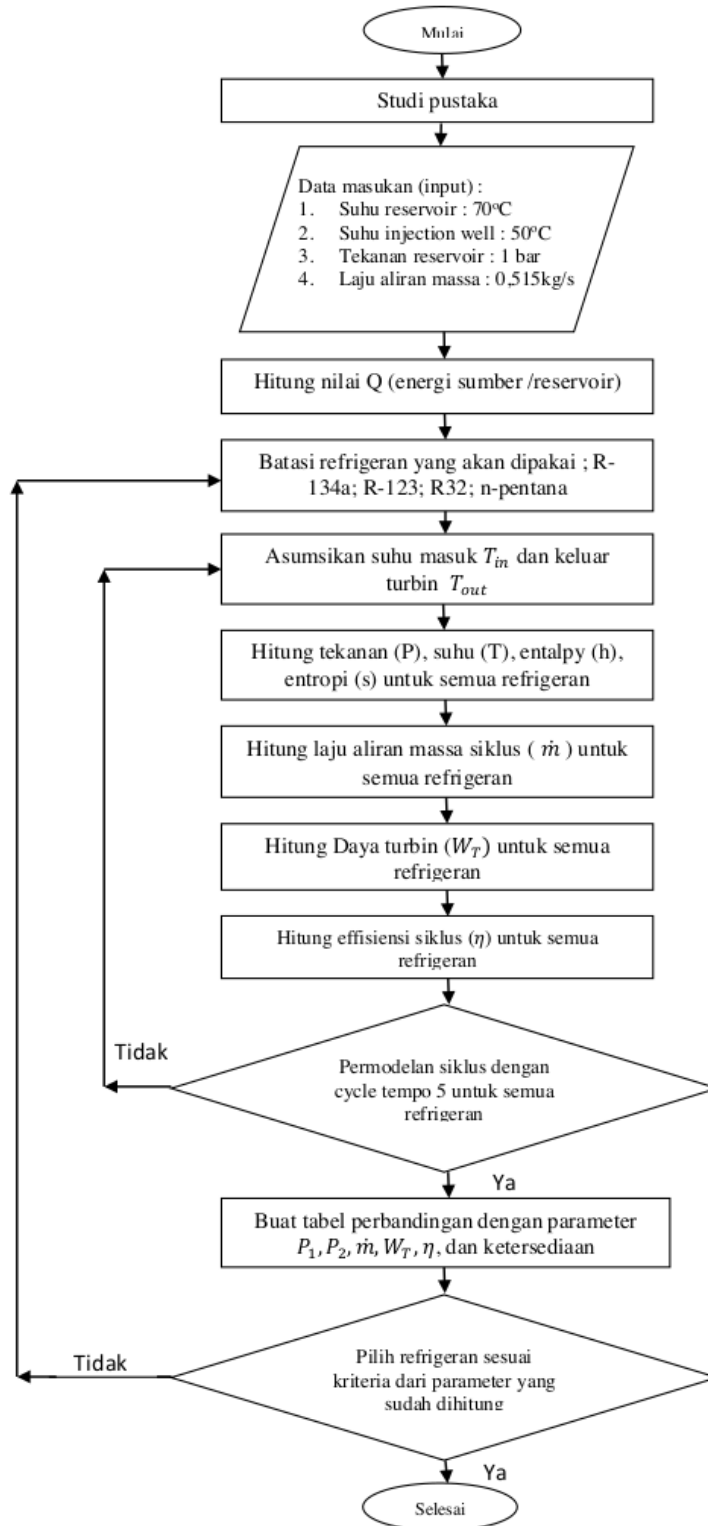
Sumber energi panas suhu rendah sangat melimpah di bumi. Mengubah energi panas bumi suhu rendah tersebut menjadi sebuah kerja yang efektif adalah salah satu cara untuk menghindari krisis energi [17]. Pada penelitian Bertani tentang perkembangan pembangkit listrik tenaga panas bumi di seluruh dunia menghasilkan peningkatan 2GW selama 5 tahun dari 2005 – 2010 dan jika pembangkit listrik tenaga panas bumi suhu rendah dan menengah ditingkatkan maka kapasitas instalasi pembangkit listrik tenaga panas bumi akan meningkat 8,3% dari total produksi listrik dunia 2050 [18].

Oleh karena itu tujuan dalam penelitian ini adalah membuat sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi suhu rendah (70°C) dengan menggunakan sistem *ORC (Organic Rankine Cycle)* karena sistem *ORC (Organic Rankine Cycle)* sesuai untuk pemanfaatan sumber energi suhu rendah. Sistem akan dibuat dengan fluida kerja yang sudah ditentukan R134a, R123, R32, n-pentane dengan bantuan software *Cycle Tempo 5* dan *REFPROP 8*. Setelah sistem dibuat akan dilakukan proses desain evaporator dengan perhitungan manual serta menggunakan software *HTRI Xchanger Suite 6.0*.

2. Metodologi Desain

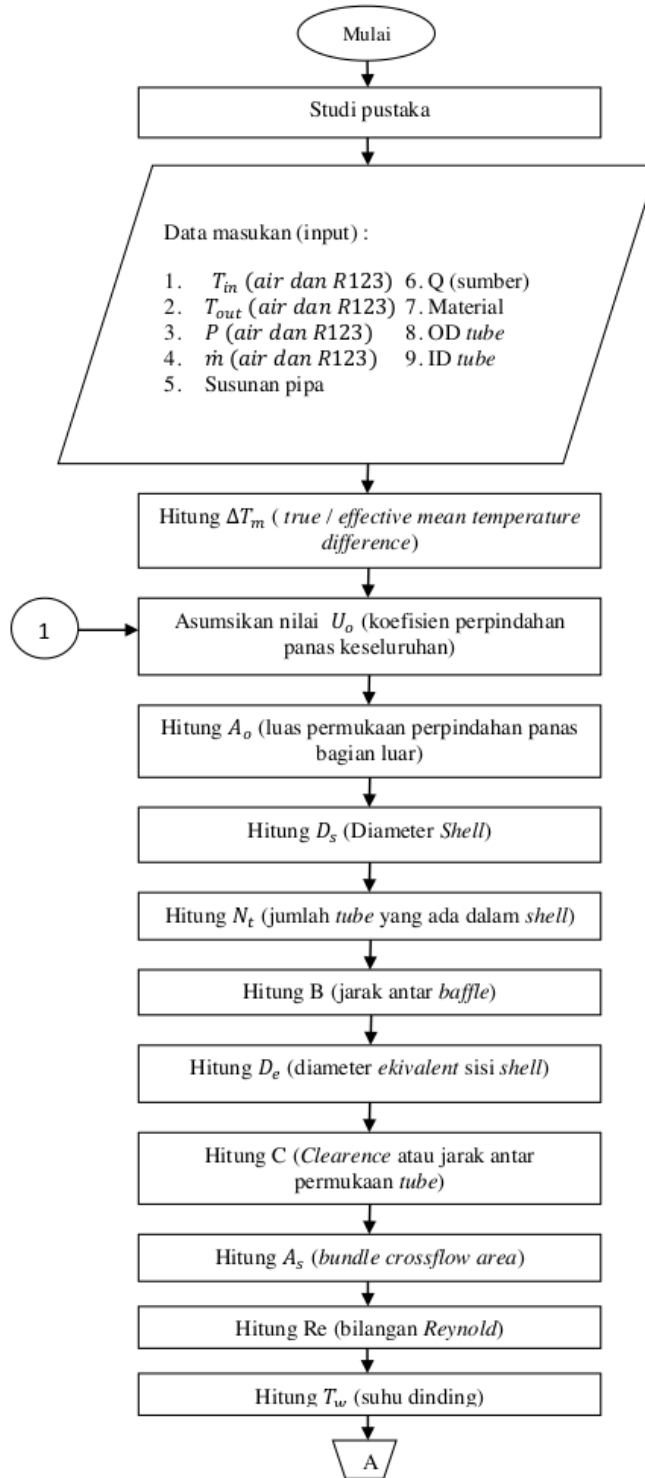
Pada penelitian akan dibuat sebuah sistem yang akan digunakan untuk menghasilkan listrik dari sumber panas bumi suhu rendah. Suhu yang digunakan adalah 70°C dan fluida yang digunakan memiliki fasa cair. Sistem yang akan dibuat adalah sistem *Organic Rankine Cycle (ORC)*. Sistem *Organic Rankine Cycle (ORC)* merupakan teknologi yang menjanjikan, melibatkan konversi panas dari berbagai sumber termasuk sumber energi yang dapat diperbaharui seperti matahari, panas bumi, biomassa, atau sisa panas dari sistem pembangkit. Sistem dari *Organic Rankine Cycle (ORC)* sama dengan konvensional *rankine cycle* perbedaannya terletak pada fluida kerja yang digunakan, *ORC* menggunakan *organic fluid* untuk menggantikan air yang digunakan pada sistem konvensional *rankine cycle*. Untuk selanjutnya proses pembuatan sistem dengan perhitungan manual dan software *Cycle Tempo* dapat dilihat pada Gambar 1

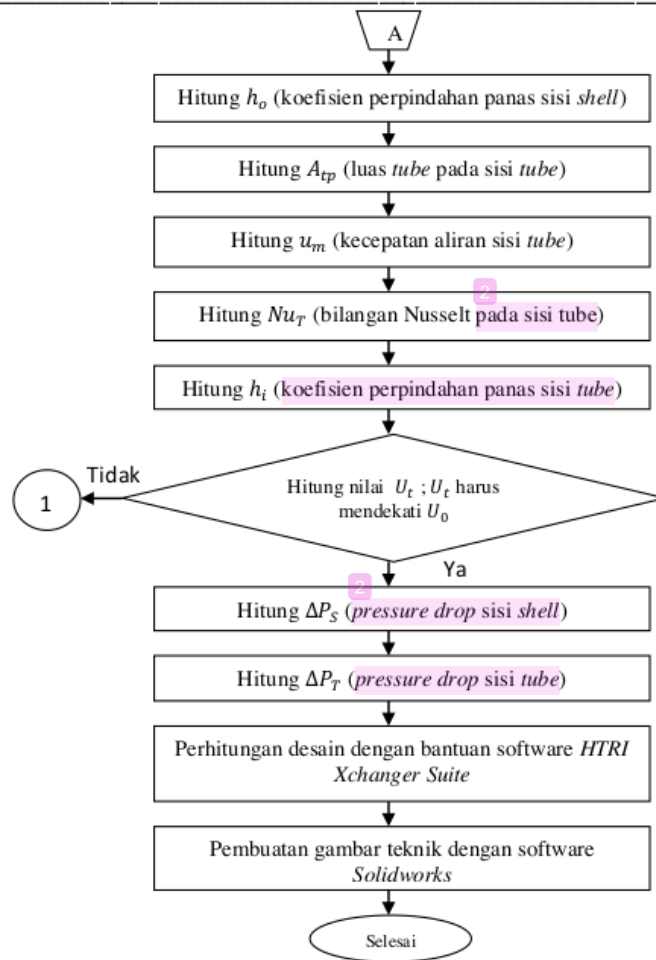
Setelah pembuatan sistem akan dilakukan pembuatan evaporator yang digunakan untuk mengubah fasa cair dari fluida kerja menjadi fasa uap agar dapat dilanjutkan prosesnya menuju turbin. Evaporator yang digunakan adalah alat penukar (evaporator) kalor jenis *shell and tube*. Alat penukar kalor tipe *shell and tube* disusun dari pipa lingkaran berukuran besar berbentuk cangkang (*shell*) dengan susunan pipa paralel didalam cangkang (*shell*) tersebut. Untuk selanjutnya proses pembuatan evaporator yang sesuai untuk sistem *Organic Rankine Cycle (ORC)* yang sudah dibuat sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan sistem

Setelah proses pembuatan sistem selesai dakan dibuat alat penukar kalor jenis shell and tube dengan langkah-langkah seperti pada Gambar 2





Gambar 2. Diagram alir pembuatan HE

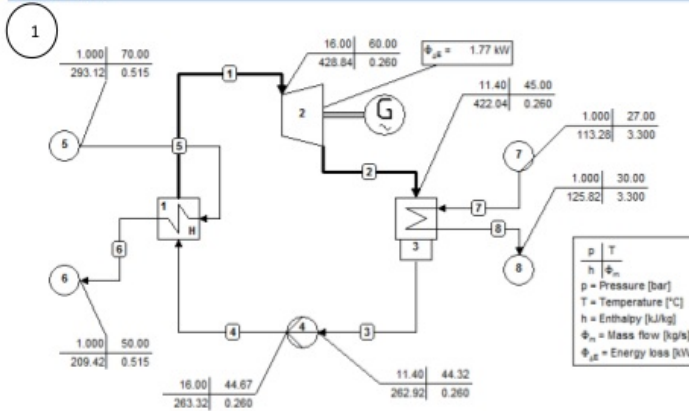
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil perbandingan refrigeran sebagai fluida kerja pada sistem *ORC* dalam tugas akhir ini hanya dibatasi dengan 4 refrigeran saja yaitu : R-134, R-123, R-32, dan *n-pentane*. Pada sistem ini proses penganalisaan dibantu dengan menggunakan perangkat lunak *Cycle Tempo* dan *REFPROP*. Analisa yang dilakukan dengan cara membandingkan keempat refrigeran dengan temperature yang sama yaitu 60 °C (suhu masuk turbin) dan 45 °C (suhu keluar turbin). Berikut ini merupakan data masukan untuk membuat sistem *ORC* dengan fluida kerja yang telah ditentukan.

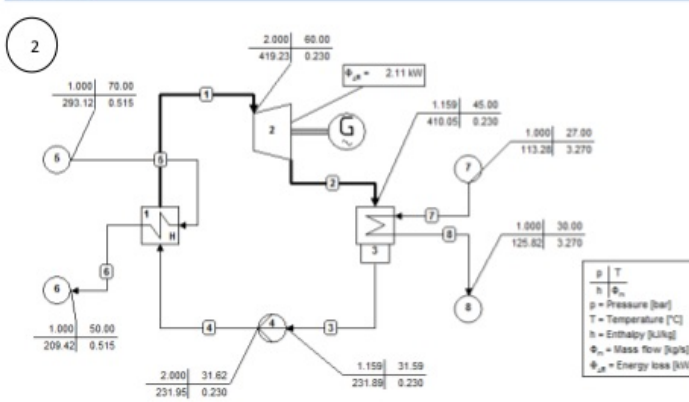
Tabel 1. Data Masukan (input)

Suhu <i>reservoir</i>	70°C
Laju aliran massa	0,515 kg/s
Tekanan	1 bar
Suhu masuk turbin	60°C
Suhu keluar turbin	45 °C
Suhu masuk evaporator (Production Well)	70°C
Suhu keluar evaporator (injectionwell)	50 °C

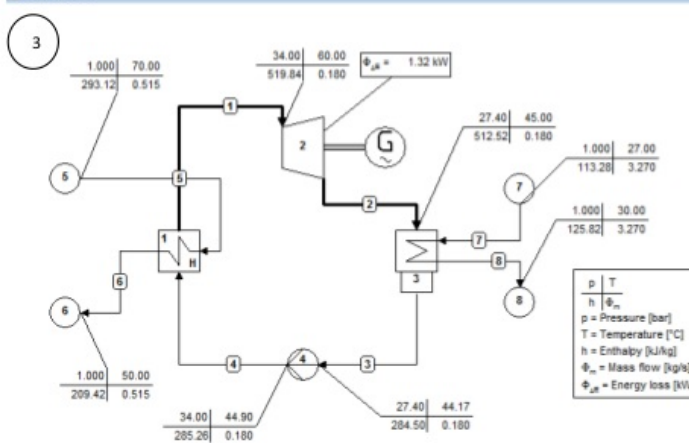
r-134a: Scheme

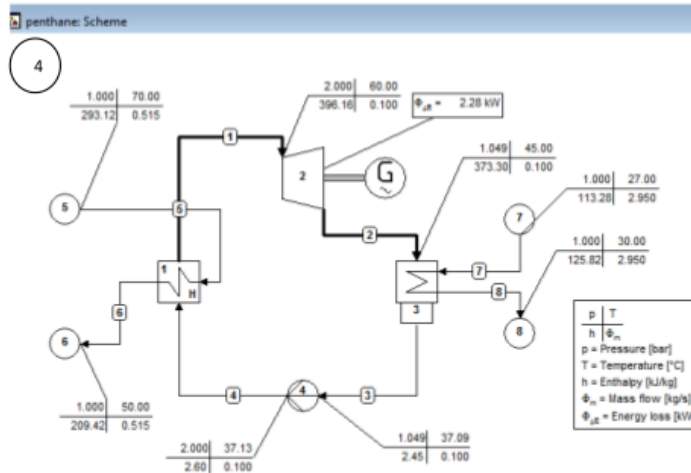


r-123: Scheme



r-32: Scheme





Gambar 3.Perbandingan refrigeran (1) R 134, (2) R 123, (3) R 32, (4) *n-pentane* menggunakan *software cycle tempo*.

Dari semua analisa keempat refrigeran (R-134, R-123, R-32 dan *n-pentane*) dengan suhu masuk turbin yaitu, $T_{in} = 60^{\circ}\text{C}$ dan suhu keluar turbin, $T_{out} = 45^{\circ}\text{C}$, maka didapat Tabel 2 hasil perbandingan keempat refrigeran tersebut.

Tabel 2. Perbandingan Refrigeran Dengan Suhu Masuk Turbin 60°C Dan Keluar 45°C

No	Refrigerant	P_1 (bar)	P_2 (bar)	\dot{m} (kg/s)	W (kW)	Effisiensi (%)
1	R134a	16	11,397	0,26	1,7	4
2	R123	2	1,1592	0,23	2,1	5
3	R32	34	27,402	0,18	1,33	2
4	<i>n-pentane</i>	2	1,0499	0,10	2,28	5

Dari Tabel 2 diambil R-123 untuk sistem, karena refrigeran tersebut memiliki:

- Tekanan relative kecil serta pemasangan komponen, ijin lebih mudah dan biaya lebih murah.
- Daya yang dihasilkan relative tinggi daripada refrigeran lain.
- Mudah didapatkan dibanding refrigeran lain.
- Memiliki daya tahan yang lebih pendek pada atmosfer.

3.1 Desain Alat Penukar Kalor Jenis *Shell and Tube*

Tabel 3. Data Masukan Untuk Desain Evaporator

Hot Fluid (Water)	Cold Fluid (R-123)
$T_{in} = 70^{\circ}\text{C} = 343 \text{ K}$	$T_{in} = 31,605^{\circ}\text{C} = 304,605 \text{ K}$
$T_{out} = 50^{\circ}\text{C} = 323 \text{ K}$	$T_{out} = 60^{\circ}\text{C} = 333 \text{ K}$
$P = 1 \text{ bar}$	$P = 2 \text{ bar}$
$m = 0,515 \text{ kg}$	$m = 0,23 \text{ kg}$
$Q = 43,12 \text{ kW}$	$Q = 43,12 \text{ kW}$
$T_{av} = \frac{343+323}{2} = 333 \text{ K}$	$T_{av} = \frac{304,605+333}{2} = 318,8025 \text{ K}$
Didapatkan properties fluida (REFPROP8) :	Didapatkan properties fluida (REFPROP8) :

$\rho = 983,27 \frac{kg}{m^3}$ $c_p = 4,1849 \text{ KJ/kg.K}$ $\mu = 0,00046745 \text{ Pa.s}$ $k = 0,65424 \text{ W/m.K}$ $Pr = 2,9901$ TEMA Design Fouling Resistant for water, $R_f : 0,000352 \text{ m}^2\text{K/W}$	$\rho = 1409,7 \frac{kg}{m^3}$ $c_p = 1,0459 \text{ KJ/kg.K}$ $\mu = 0,00033123 \text{ Pa.s}$ $k = 0,070898 \text{ W/m.K}$ $Pr = 4,8864$ TEMA Design Fouling Resistant for industrial fluid, untuk refrigerant liquid $R_f : 0,000176 \text{ m}^2\text{K/W}$
---	---

Ukuran standard tube yang akan dipakai :

OD : ¾ in ; BWG : 16
 Spesifikasinya dalam satuan SI : 4
 Outlet Diameter (OD) : 0,01905 m
 Thickness : 0,001651 m
 Inlet Diameter (ID) : 0,015748 m

Material

Shell : Carbon Steel, properties dari material adalah
 $\rho = 7800 \frac{kg}{m^3}$; $c_p = 0,47 \text{ KJ/kg.K}$; $k = 43 \text{ W/m.K}$
 Tube : Copper (tembaga), properties dari material adalah
 $\rho = 8950 \frac{kg}{m^3}$; $c_p = 0,38 \text{ KJ/kg.K}$; $k = 350 \text{ W/m.K}$

Arah perpindahan panas = Counterflow (berlawanan arah)

Pitch ratio (Pt/do) = 1.25
 Pt = 0,024 m

Tube layout angle = 45°
Tube layout constant (CL) = 1,0

Passage = 2 pass
 Karena menggunakan 2 pass maka :
Tube count calculation constant (CTP) = 0,90

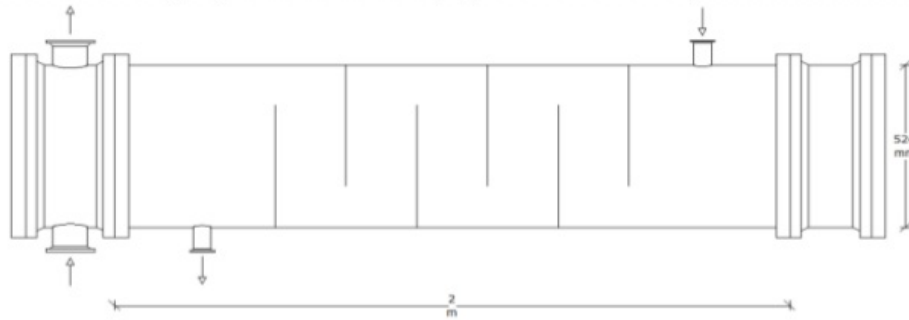
Baffle
 Menggunakan *Single-segmental baffle*
Baffle cut 25%

Dari data masukan Tabel 3 didapatkan desain evaporator dengan perhitungan manual dan dengan menggunakan software *HTRI Xchnager Suite 6.0* didapatkan panjang shell (l) 2 m, jumlah tube (Nt) 322, passage 2 Pass, tube layout 45° triangular, jarak antar baffle 0,2096 m, diameter shell 0,524 m, OD tube 0,01905 m, ID tube = 0,015748 m, jarak antar tube (Pt) 0,024 m, pressure drop shell dan tube $\Delta P_s = 4,688 \text{ Pa}$ dan $\Delta P_t = 5,175 \text{ Pa}$. Pada Tabel 4 diuraikan perbandingan antra nilai perhitungan manual dan nilai pada software *HTRI Xchanger Suite 6.0*.

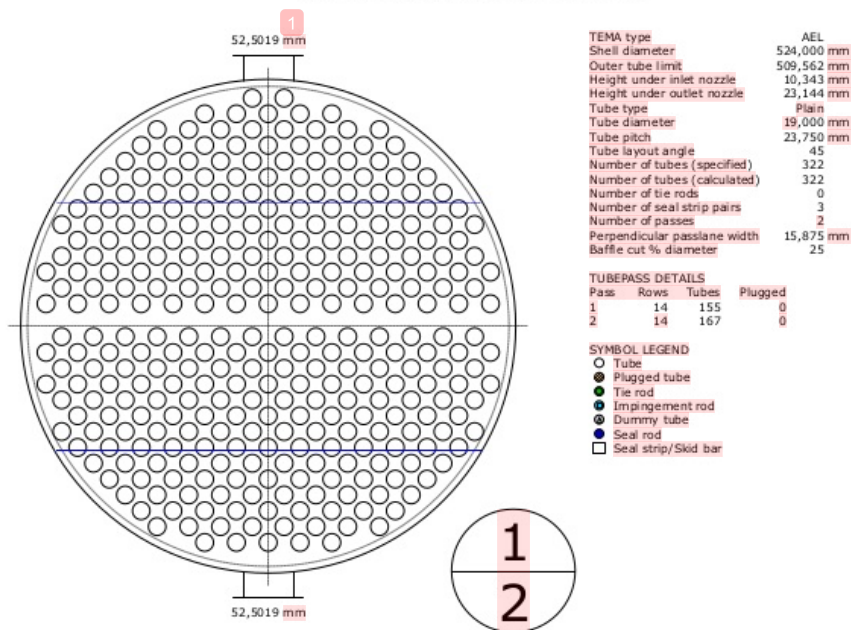
Tabel 4. Perbandingan variable desain *heat exchanger* jenis *shell and tube*

No	Parameter	Nilai perhitungan manual	<i>HTRI Xchanger Suite 6.0</i>
1	Panjang (l)	2 m	2 m
2	Diameter Shell (Ds)	0,524 m	0,524 m
3	Jumlah Tube (Nt)	322	322
4	Overall Heat Transfer (U)	86 W/m ² .K	84,38 W/m ² .K

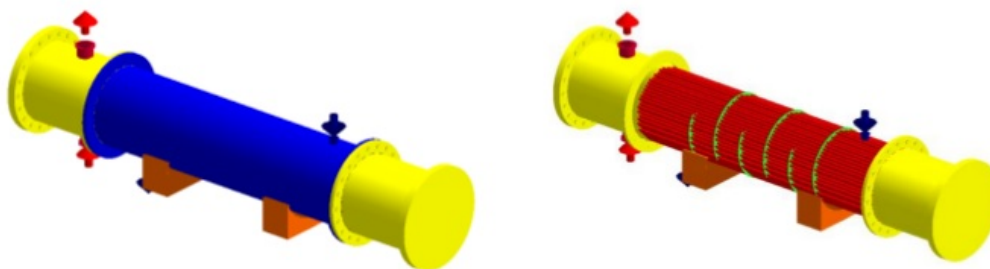
Pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6 ditunjukkan hasil dari perhitungan menggunakan software *HTRI Xchanger Suite 6.0* yang berupa sebuah gambar teknik 2D, 3D dan keterengannya.



Gambar 4. Tube layout dan Shell (2D)



Gambar 5. Tube layout dan Shell (2D)



Gambar 6. Shell dan Tube layout (3D)

4. Kesimpulan

Dari permasalahan yang sudah diketahui telah dibuat sebuah siklus *Organic Rankine Cycle (ORC)* dengan menggunakan analisis manual serta modeling dan validasi oleh perangkat lunak pendukung yaitu *Cycle Tempo* dan *REFROP*. Adapun fluida kerja organik yang digunakan yaitu R-123, R-134, R-32 dan *n-pentane*. Hasil analisis dari sistem *Organic Rankine Cycle (ORC)* telah didapat jenis refrigeran yang sesuai untuk digunakan pada sistem *ORC*

tersebut yaitu dengan fluida organik R-123. Karena refrigeran tersebut memiliki tekanan relatif kecil, daya relatif tinggi dari refrigeran lainnya, efisiensi relatif tinggi dibanding refrigeran lainnya, serta pemasangan komponen, ijin yang lebih mudah dan biaya lebih murah, dan mudah didapatkan dibanding refrigerant lain. Desain evaporator dengan perhitungan manual dan dengan menggunakan software *HTRI Xchanger Suite 6.0* didapatkan panjang shell (L) 2 m, jumlah tube (N_t) 322, passage 2 Pass, tube layout 45° triangular, jarak antar baffle 0,2096 m, diameter shell 0,524 m, OD tube 0,01905 m, ID tube = 0,015748 m, jarak antar tube (Pt) 0,024 m, pressure drop shell dan tube $\Delta P_s = 4,688$ Pa dan $\Delta P_t = 5,175$ Pa.

Desain Alat Penukar Kalor Jenis Shell and Tube Sebagai Evaporator Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Suhu Rendah Dengan Menggunakan Sistem Organic Rankine Cycle (ORC)

ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

11%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Engineers Australia Student Paper	4%
2	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	2%
3	Submitted to Forum Komunikasi Perpustakaan Perguruan Tinggi Kristen Indonesia (FKPPTKI) Student Paper	1%
4	Submitted to Cork Institute of Technology Student Paper	1%
5	Submitted to Cranfield University Student Paper	<1%
6	teknikpustaka.blogspot.com Internet Source	<1%
7	Submitted to American University in Cairo Student Paper	<1%

Submitted to Padjadjaran University

8

Student Paper

<1%

9

bbkk.kemenperin.go.id

Internet Source

<1%

10

id.scribd.com

Internet Source

<1%

11

www.scribd.com

Internet Source

<1%

12

thumbfalse.wordpress.com

Internet Source

<1%

13

repositori.uin-alauddin.ac.id

Internet Source

<1%

14

Submitted to Syiah Kuala University

Student Paper

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off