

**SKRIPSI**  
**ANALISIS PENUKAR KALOR TIPE HELICAL**  
**DENGAN PROGRAM HEAT TRANSFER**  
**RESEARCH Inc (HTRI)**



**MUHAMAT FADILLAH**  
**03051181320071**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2018**

**SKRIPSI**  
**ANALISIS PENUKAR KALOR TIPE HELICAL**  
**DENGAN PROGRAM HEAT TRANFERS**  
**RESEARCH Inc (HTRI)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH :**  
**MUHAMAT FADILLAH**  
**03051181320071**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2018**

## **HALAMAN PENGESAHAN**

### **ANALISIS PENUKAR KALOR TIPE *HELICAL* DENGAN PROGRAM *HEAT TRANSFER RESEARCH Inc (HTRI)***

### **SKRIPSI**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Mesin Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**  
**MUHAMAT FADILLAH**  
**03051181320071**



Indralaya, 31 Juli 2018  
Diperiksa dan disetujui,  
Pembimbing Skripsi,

Ir. Irwin Bizzy, M.T  
NIP. 196005281989031002

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Analisis Penukar Kalor Tipe Helical Dengan Program Heat Transfer Research Inc (HTRI)" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 25 Juli 2018.

Indralaya, 25 Juli 2018

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA  
NIP. 19570118 198503 1 004

(.....KH.....)

Anggota :

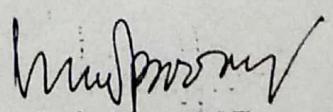
2. Prof. Ir. Riman Sipahutar, M. Sc, Ph. D  
NIP. 19560604 198602 1 001
3. Dr. Dewi Puspitasari, S.T, M.T  
NIP. 19700115 199412 2 001

(.....R.S.....)

(.....Dewi.....)

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Pembimbing Skripsi

  
Ir. Irwin Bizzzy, M.T  
NIP. 19600528 198903 1 002



Iisyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19711225 199702 1 001

JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :  
Diterima Tanggal :  
Paraf :

## SKRIPSI

NAMA : MUHAMAT FADILLAH

NIM : 03051181320071

JURUSAN : TEKNIK MESIN

JUDUL : ANALISIS PENUKAR KALOR TIPE  
HELICAL DENGAN PROGRAM HEAT  
TRANSFER RESEARCH Inc (HTRI)

DIBERIKAN : Agustus 2017

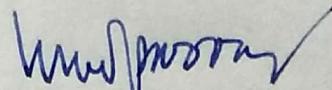
SELESAI : Juli 2018

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D  
NIP.19711225 199702 1 001

Inderalaya, Juli 2018  
Diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing Skripsi,

  
Ir. Irwin Bizzy, M.T  
NIP.196005281989031002

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhamat Fadillah

NIM : 03051181320071

Judul : Analisis Penukar Kalor Tipe *Helical* dengan Program *Heat Transfer Research Inc.* (HTRI).

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Juli 2018

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Muhamat Fadillah". The signature is fluid and has a distinct, somewhat jagged style.

Muhamat Fadillah

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Muhamat Fadillah

NIM : 03051181320071

Judul : Analisis Penukar Kalor Tipe *Helical* Dengan Program *Heat Transfer Research Inc* (HTRI)

Memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Juli 2018

Penulis



Muhamat Fadillah

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis persembahkan kehadirat ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini berjudul “Analisis Penukar Kalor Tipe *Helical* dengan Program *Heat Transfers Research Inc (HTRI)*”

Skripsi ini merupakan bukti tertulis bahwa rangkaian tugas akhir telah selesai dijalankan, serta persyaratan salah satu kelulusan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Penulisan Skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendiri, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang, baik secara langsung maupun tidak. Oleh karena itu, dalam kesempatan penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Amir Arifin, S.T, M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA. selaku Dosen Pembimbing Akademik selama kuliah di Jurusan Teknik Mesin.
6. Ir. Irwin Bizzy, M.T selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan, dan membantu penulis selama proses penyelesaian skripsi ini.
7. Neni Triana sebagai ibu yang selalu mendukung, memberi semangat dan mendoakan tiada henti selama proses penyelesaian skripsi ini.
8. Kepada kakak Ifani Al Imami dan keluarga yang selalu mendukung, memberi semangat dan mendoakan tiada henti selama proses penyelesaian skripsi ini.
9. Teman – teman A46 yang telah memberi semangat dan support.

10. Staf Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
11. Staf Administrasi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
12. Teman-teman KBK konversi 2013, terimakasih untuk dukungan dan semangatnya.
13. Semua mahasiswa Teknik Mesin Unsri angkatan 2013 selama masa perkuliahan.
14. Semua teman-teman Permato 2013. Terimakasih untuk dukungan dan semangatnya.
15. Kepada semua anggota keluarga asisten fisika dasar terimakasih untuk dukungan dan semangatnya.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Indralaya, Jui 2018

Penulis

## RINGKASAN

### **ANALISIS PENUKAR KALOR TIPE *HELICAL* DENGAN PROGRAM *HEAT TRANSFER RESEARCH Inc (HTRI)***

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Juli 2018

Muhamat fadillah ; Dibimbing oleh Ir. Irwin Bizzy, M.T.

xxv+40 halaman+17 gambar+2 tabel+15 lampiran

Penukar kalor merupakan alat yang sering digunakan dalam industri. Penukar kalor ini dibuat dengan tujuan untuk memanaskan, mendinginkan, atau mengubah fasa fluida dengan memanfaatkan energi panas dari fluida. Penukar kalor yang banyak digunakan adalah penukar kalor tipe *shell and tube*. Tipe ini banyak manfaatnya untuk rekayasa perubahan energi dari energi panas ke energi dingin maupun sebaliknya. Salah satu rekayasa penukar kalor itu adalah *shell and tube* tipe *helical baffle*. Tipe ini adalah lanjutan dari tipe *segmental baffle* untuk mengurangi getaran pada *segmental baffle* yang menyebabkan kebocoran. Kajian ini penukar kalor akan dihitung dengan menggunakan program Heat Transfer Research Inc (HTRI). Program ini tidak hanya menghitung sebatas proses saja, namun juga bisa menghitung rancangan mekanik pada proses penukar kalor tersebut. Selain itu, mampu mengetahui pengaruh dari rancangan mekanik yang digunakan, seperti pengaruh dari pemilihan dari konfigurasi *tube* dan *baffle*. Kajian ini dibatasi hanya menghitung perbedaan antara perhitungan manual dengan program HTRI. Perhitungan manual dan program terdapat perbedaan yang besar pada baffle nya yang bisa mempengaruhi pada keseluruhan penukar kalor tersebut. Hasil kajian didapat berupa pressure drop, koefisien perpindahan kalor, dan koefisien perpindahan kalor menyeluruh.

**Kata Kunci :** penukar kalor; shell and tube; helical baffle; HTRI;

## **SUMMARY**

### **HELICAL TYPE OF HEAT EXCHANGER ANALYSIS WITH HEAT TRANSFER RESEARCH Inc PROGRAM (HTRI)**

Scientific papers in the form of a minithesis, Juli 2018

Muhamat Fadillah ; Supervised by Ir. Irwin Bizzy, M.T.

xxv+ 40pages+17 images+2 tables+15attachment

Heat exchanger is the most tool used in industry. This heat exchanger is made for heating, cooling, or altering the fluid phase by utilizing the heat energy of the fluid. Shell and tube heat exchangers are the most used of heat exchangers. This type has many benefits for engineering energy changes from heat energy to cold energy and vice versa. One such heat exchanger engineering is shell and tube is helical baffle type. This type is a continuation of segmental baffle type that reduce the vibration on the segmental baffle that causing leakage. This study of heat exchangers will be calculated using the Heat Transfer Research Inc (HTRI) program. This program not only calculates the process, but also can calculate the mechanical design of the heat exchanger process. In addition, it is able to know the effect of the mechanical design, such as the influence of the selection of tube and baffle configurations. This study is limited to calculating the difference between manual calculations and the HTRI program. Manual and program calculations are large differences in the baffles that can affect the overall heat exchanger. The results of the study were obtained by pressure drop, heat transfer coefficient, and average of heat transfer coefficient

**Keyword :**heat exchanger;shell and tube; helical baffle; HTRI;

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	v
HALAMAN PERSETUJUAN AGENDA .....	vii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....	ix
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
RINGKASAN .....	xv
SUMMARY .....	xvii
DAFTAR ISI .....	xix
DAFTAR GAMBAR .....	xxii
DAFTAR TABEL .....	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Tujuan Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Penukar Kalor .....	5
2.1.1. Perpindahan Kalor Konduksi .....	5
2.1.2 Perpindahan Kalor Konveksi .....	6
2.1.3. Perpindahan Kalor Radiasi .....	7
2.2 Klasifikasi Penukar Kalor .....	8
2.3 Bagian-bagian Shell and Tube Exchanger .....	9
2.4. Helical Baffle Exchanger .....	11
2.5. Penurunan Tekanan .....	12

2.6	Proses Desain Penukar Kalor .....	12
2.7	Program Heat Transfer Research Inc (HTRI) .....	16
	BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	19
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	19
3.2	Metode Penelitian .....	20
3.3	Prosedur Pengolahan Data .....	20
3.4	Skema Peralatan Pengujian .....	21
	BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	23
4.1	Perhitungan Dan Analisa Data .....	23
4.2.	Perhitungan Manual .....	23
4.3.	Perhitungan Komputerisasi .....	32
4.3.1	Proses Pemasukan Data .....	32
4.3.2	Hasil Proses pengolahan Data .....	33
4.4	Analisis Data Hasil Perhitungan .....	35
4.4.1.	Grafik Koefisien Perpindahan Panas Terhadap Panjang Pipa .....	37
4.4.2	Grafik Koefisien Kalor Menyeluruh Terhadap Panjang .....	38
	BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	39
5.1	Kesimpulan .....	39
5.2	Saran .....	40
	DAFTAR RUJUKAN .....	i
	LAMPIRAN .....	i





## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1	Standar TEMA Berdasarkan Tipe Bagian Alat Penukar Kalor ..	9
Gambar 2.2	Bagian-Bagian Shell And Tube Heat Exchanger.....	10
Gambar 2.3	Gambar Helical Baffle .....	11
Gambar 2.4	Gambar Shell And Helical Baffle .....	12
Gambar 2.5	Gambar Input Data Program HTRI .....	17
Gambar 2.6	Gambar Dari Hasil Program HTRI .....	17
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 3.2	Diagram Alir Proses HTRI .....	20
Gambar 3.3	Gambar Skema Peralatan Pengujian.....	21
Gambar 4.1	Proses Pemasukan Data .....	32
Gambar 4.2	Hasil Desain Performansi Dari Alat Penukar Kalor .....	33
Gambar 4.3	Hasil Desain Terhadap Konstruksi.....	34
Gambar 4.4	Gambar Perencanaan Penukar Kalor Yang Dihasilkan .....	35
Gambar 4.5	Grafik Penukar Kalor Tipe Singel Segmental .....	37
Gambar 4.6	Grafik Penukar Kalor Tipe Helical.....	37
Gambar 4.7	Grafik Uo Tipe Single Segmental.....	38
Gambar 4.8	Grafik Uo Tipe Helical .....	38



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1	Tabel Singel Segmental .....	31
Tabel 4.2	Perbandingan hasil perencanaan manual dengan program .....	35



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Menghitung nilai sifat dari P-xylene .....	i
1.1. Nilai cp dari P-xylene .....	i
1.2. Menghitung konduktivitas termal dari P-xylene .....	i
1.3. Menghitung nilai dari viskositas P-xylene .....	i
1.4. Menghitung massa jenis P-xylene .....	i
Lampiran 2. Menghitung nilai sifat dari air .....	i
Lampiran 3. Menghitung friction factor dari pipa.....	i
Lampiran 4. Langkah-langkah proses penggunaan program HTRE .....	i
4.1. Memasukan data umum pada program.....	i
4.2. Mengisi data pada shell, tube, dan baffle.....	i
4.3. Memasukan komponen fluida panas.....	i
4.4. Memasukan komponen fluida dingin .....	i
4.5. Runcase .....	i
4.6. Hasil dari runcase.....	i
Lampiran 5. Perhitungan manual penukar kalor tipe segmental baffle.....	i

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penukar kalor merupakan alat yang banyak digunakan dalam berbagai pabrik kimia atau industri. Penukar kalor ini dibuat dengan tujuan untuk memanaskan, mendinginkan, atau mengubah fasa fluida dengan memanfaatkan energi panas dari fluida yang bertemperatur tinggi ke fluida yang bertemperatur rendah atau sebaliknya. Saat ini, rancangan penukar kalor yang paling banyak digunakan adalah penukar kalor tipe *shell and tube*. Tipe ini dipilih banyak manfaatnya dalam rekayasa pengubahan energi dari panas ke dingin atau sebaliknya. Untuk itu, para peneliti banyak melakukan pengembangan untuk *shell and tube* berfokus kepada konversi energi yang lebih baik dari penurunan tekanan hingga perpindahan panas, yaitu dengan cara mengubah rancangan *bafflenya*.

Salah satu penukar kalor adalah tipe *helical baffle* dikenal sebagai solusi untuk menghilangkan kekurangan *segmental baffle*, karena *segmental baffle* memiliki kekurangan seperti peningkatan faktor pengotor, aliran kebocoran, dan menyebabkan getaran tabung yang berfungsi merusak. Aliran pada *helical baffle* menyediakan aliran yang mempunyai karakteristik yang diperlukan untuk mengurangi kelemahan yang ada pada *segmental baffle*.

Pada rancangan penukar kalor *helical baffle* ini digunakan program HTRI (*Heat Transfer Research Inc*). Program ini dipilih karena tidak hanya menghitung sebatas proses saja, namun bisa menghitung rancangan mekanik pada proses penukar kalor dan mengetahui pengaruh dari rancangan mekanik yang digunakan seperti pemilihan konfigurasi *tube* dan *baffle*.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian sebelumnya, dibutuhkan analisis tentang desain alat penukar kalor tipe *helical baffle* dengan program *Heat Tranfers Research Inc (HTRI)* dengan diketahui pengaruh *helical baffle* tersebut.

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam melakukan perancangan ini, penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. menganalisa data yang diperoleh untuk dilakukan perhitungan perbedaan pada sudut helikal bafelnya dengan program *Heat Tranfers Research Inc (HTRI)*.
2. Fluida panas dan dingin masing-masing adalah *p-xylene* ( $C_8H_{10}$ ) dan air ( $H_2O$ ).

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Dapat menganalisis penukar kalor dengan program HTRI.
2. Sebagai bahan bacaan atau referensi bagi yang mendesain alat penukar kalor tipe *helical baffle*.

## 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan terdiri dari :

1. Merancang dimensi alat penukar kalor tipe *helical baffle* dengan program *Heat Tranfers Research Inc (HTRI)*.
2. Menghitung koefisien perpindahan panas keseluruhan, menghitung luas perpindahan panas, dan faktor pengotoran guna mengetahui kualitas dari alat penukar kalor yang telah didesain
3. Menganalisis efektivitas penukar kalor tipe *helical baffle* dengan program HTRI.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Pada penelitian ini, penulis membuat sistematika penulisan yang terdiri dari beberapa bab, dimana pada setiap bab terdapat uraian-uraian yang mencakup pembahasan proposal tugas akhir ini secara keseluruhan. Adapun sistematik penulisan skripsi ini terdiri dari :

BAB 1 : Pendahuluan terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat dari penulisan serta sistematika penulisan.

BAB 2 : Tinjauan Pustaka, merupakan dasar teori yang melandasi dilakukannya penelitian ini.

BAB 3 : Metodologi Penelitian.

BAB 4 : Pembahasan dan Pengolahan Data Penelitian.

BAB 5 : Kesimpulan dan Saran

## DAFTAR RUJUKAN

- Alimoradi, A. 2016. *Investigation Of Exergy Efficiency In Shell And Helically Coiled Tube Heat Exchangers*. Razi University: Iran
- Alimoradi, A. 2017. *Optimal And Critical Values Of Geometrical Parameters Of Shell And Helically Coiled Tube Heat Exchangers*. Razi University: Iran
- Arnandi, Wandi & Kamal, Samsul. 2010. *Studi Eksperimental Koefisien Perpindahan Kalor Aliran Gelembung Udara-Air Searah dalam Pipa Koil Helik Vertikal*. Universitas Gajah Mada: Yogyakarta
- Bizzy, Irwin & Setiadi, R. 2013. *Studi Perhitungan Alat Penukar Kalor Tipe Shell And Tube Dengan Program Heat Transfer Research Inc. (HTRI)*. Universitas Sriwijaya: Inderalaya
- Bonafoni, G & Capata, R. 2015. *Proposed Design Procedure of a Helical Coil Heat Exchanger for an Orc Energy Recovery System for Vehicular Application*. University of Rome Sapienza: Roma
- Byrne, Richard, C. 2007. *Standart of The Tubular Exchanger Manufacturs Asosiation*. Tarrytown: New York
- Chengel, Yunus A, 2007. *Heat Transfer*. McGraw-Hill, New York,
- De, Dipankar, dkk. 2017. *Helical baffle design in shell and tube type heat exchanger with CFD analysis*. Birbhum Institute of Engineering and Technology. India
- Fule, P, J, dkk. 2017. *Experimental Investigation of Heat Transfer Enhancement In Helical Coil Heat Excanger Using Water Based CuO Nanofluid*. National Institute of Technology: India
- Gowthaman, P,S. & Sathish, S. *Analysis of Segmental and Helical Baffle in Shell and tube Heat Exchanger*. ,Sri RamaKrishna Engineering College. India
- Hardik, B, K, dkk. 2015. *Local Heat Transfer Coefficient In Helical Coil With Sngle Phase Flow*. Indian Institute of Technology: India
- Hardik, B, K. 2016. *Boiling Pressure Drop and Local Heat Transfer Distribution of Helical Coil with Water at Low Pressure*. Indian Institute of Technology: India
- Holman, J P. 1984. *Perpindahan Kalor*. Terjemahan Ir. E Jasjfi, Msc, Jakarta, Erlangga,
- Incropera, dkk. 1976. *Fundamental of Heat and Mass Transfer*. John Wiley & Sons: Los Angeles

- Jayachandriah, B & Kumar, V.V. 2015. *Design Of Helical Baffle In Shell And Tube Heat Exchanger And Comparing With Segmental Baffle Using Kern Method*. Srikanthasteeswara institue of technology. India
- Jayakumar, J, S. 2012. *Helical Coiled Heat Exchanger*. Amrita School of Engineering: India
- Kern, Donald Q. 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill International, New York,
- Lienhard, John H. 1987. *Heat Traansfer*. Prentice-Hall Inc., New Jersey,
- Marno & Nurahmadi, A. 2017. *Kajian Alat Penukar Kalor Shell And Tube Menggunakan Program Heat Transfer Research Inc (HTRI)*. Universitas Singaperbangsa: Karawang
- Panahi, D. 2016. *Heat Transfer Enhancement of Shell and Coiled Tube Heat Exchanger Utilizing Helical 1 Wire Turbulator*. Islamic Azad University: Iran
- Reddy, V, K, dkk. 2016. *CFD Analysis of a Helically Coiled Tube in Tube Heat Exchanger*. JNTUH College of Engineering: India
- Shahmoradi, Ali, dkk. 2016. *Experimental Study of Condensation Heat Transfer of R\_404a In Helical Coil Tube*. Isfahan University of Technology: Iran
- Zainudin, dkk. 2015. *Desain dan Analisa Perpindahan Panas Alat Penukar Kalor Shell and Helical Coil Multi Tube Sebagai Pemanas Udara Pengering Gabah dengan Memanfaatkan Gas Buang Mesin Diesel*. Institut Teknologi Medan: Medan