

**SKRIPSI**

**PENGARUH JARAK ANTARA *SPIRAL GROOVE*  
TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA  
ALAT PENUKAR PANAS PIPA GANDA**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh

**I GEDE MADE PUJA ASTITA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2023**

**SKRIPSI**

**PENGARUH JARAK ANTARA *SPIRAL GROOVE*  
TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA  
ALAT PENUKAR PANAS PIPA GANDA**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh  
**I GEDE MADE MADE PUJA ASTITA**  
NIM. 1915234027

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH JARAK ANTARA *SPIRAL GROOVE*  
TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA  
ALAT PENUKAR PANAS PIPA GANDA**

Oleh

**I GEDE MADE PUJA ASTITA**  
NIM. 1915234027

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Skripsi  
Program D4 pada Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing 1



**Prof. Dr. Ir. Putu Wijaya Sunu, ST., MT.,  
IPM., ASEAN. Eng.**  
NIP. 198006142006041004

Pembimbing 2



**Dr. Ida Ayu Anom Arsani, S.Si., M.Pd.**  
NIP. 197008191998022001

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Dr. Ir. I Gede Santosa M. Erg.**  
NIP. 196609241993031003

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PENGARUH JARAK ANTARA *SPIRAL GROOVE*  
TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA  
ALAT PENUKAR PANAS PIPA GANDA**

Oleh

**I GEDE MADE PUJA ASTITA**  
NIM. 1915234027

Skripsi ini telah di pertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat di  
lanjutkan sebagai Skripsi pada hari/tanggal:  
Jumat, 24 Agustus 2023

**Tim Penguji**

**Tanda Tangan**


Ketua Penguji : I Wayan Gede Santika, S.T, M.Sc, Ph.D.  
NIP : 197402282005011002

  
(.....)

Penguji I : Ir. Daud Simon Anakottapary, M.T  
NIP : 196411151994031003

  
(.....)

Penguji II : Dra. Ni Wayan Sadiyahani, M. Hum  
NIP : 196812121999032001

  
(.....)

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Gede Made Puja Astita  
NIM : 1915234027  
Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Utilitas  
Judul Proposal Skripsi : Pengaruh Jarak Antara *Spiral Groove* Terhadap Laju  
Perpindahan Panas Pada Alat Penukar Panas Pipa  
Ganda

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku skripsi ini bebas plagiat. Apabila di kemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Jimbaran, 24 Agustus 2023  
Yang membuat pernyataan



**I Gede Made Puja Astita**  
NIM. 1915234027

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk serta dorongan dan bantuan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanata, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas.
5. Bapak Prof. Dr. Putu Wijaya Sunu, ST., MT, IPM., ASEAN Eng selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan dorongan kepada penulis, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Dr. Ida Ayu Anom Arsani, S.Si., M.Pd. selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Skripsi.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk seluruh keluarga yang selalu memberikan semangat serta memberikan dukungan dan perhatian kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi tahun 2023 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat, pasukan Prof Sunu dan sahabat kupu kupu mati. Terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan motivasi hingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.

12. Serta masih banyak lagi pihak–pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Jimbaran, 24 Agustus 2023

I Gede Made Puja Astita

## ABSTRAK

Alat penukar panas *heat exchanger* adalah suatu alat yang berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin atau sebuah alat yang berfungsi untuk mentransfer energi panas antara dua atau lebih fluida, antara permukaan padat dengan fluida pada temperatur yang berbeda. Alat penukar panas *heat exchanger* di tuntut untuk memiliki kinerja yang baik dengan parameter penting dari penukar panas adalah temperatur fluida di *inlet* dan *outlet*, aliran masing masing fluida dan penurunan tekanan serta kesederhanaan dan perawatan yang mudah. Alat penukar panas jenis pipa ganda adalah kandidat yang terbaik untuk ini, dimana perawatan yang mudah, temperatur dan tekanan yang medium serta dapat digunakan untuk kapasitas kecil, namun untuk kinerja termal perlu ditingkatkan. Salah satu cara untuk meningkatkan kinerjanya adalah dengan dibuatkan rekayasa permukaan dan salah satu bentuk rekayasa permukaan tersebut adalah alur atau *Groove*.

Pada proyek penelitian ini, alat uji terbuat dari pipa aluminium dengan diameter 1.9 cm, panjang 60 cm, tebal 0.1 cm dan pipa akrilik diameter 3 cm, panjang 50 cm dan tebal 0.2 cm. Untuk pembuatan *groove* dibuat pada pipa aluminium dengan jarak yang bervariasi yaitu dengan jarak 6,8,10 dan 12 dengan panjang 40 cm, lebar 0.5 cm dan kedalaman 0,04 cm. Kemudian pengujian dilakukan dengan pengambilan data temperatur fluida masuk dan fluida keluar pada alat penukar panas pipa ganda menggunakan alat ukur *Thermocouple type-K* dan pengambilan data tekanan tekanan pada ruang anulus dengan menggunakan alat ukur Manometer dengan pengujian dilakukan selama 10 menit. Pengujian alat ini dilakukan di Laboratorium Refrigerasi, Politeknik Negeri Bali.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa energi panas yang dapat di transfer dalam penggunaan *groove* pada alat penukar panas pipa ganda dapat lebih efektif dibandingkan dengan tidak penggunaan *groove*, dan untuk *pressure drop* yang dihasilkan pada penggunaan *groove* lebih besar dibandingkan dengan tidak menggunakan *groove* pada debit fluida yang sama.

**Kata kunci:** *Heat Exchanger, Groove, Pressure Drop.*



# ***EFFECT OF DISTANCE BETWEEN SPIRAL GROOVES ON HEAT TRANSFER RATE IN DOUBLE PIPE HEAT EXCHANGERS***

## ***ABSTRACT***

*A heat exchanger is a device that functions as a heater or as a coolant or a tool that functions to transfer heat energy between two or more fluids, between solid surfaces and fluids at different temperatures. The heat exchanger heat exchanger is required to have good performance with the important parameters of the heat exchanger being the fluid temperature at the inlet and outlet, the flow of each fluid and the pressure drop as well as simplicity and easy maintenance. Double tube type heat exchanger is the best candidate for this, where maintenance is easy, temperature and pressure are medium and can be used for small capacities, but for thermal performance needs to be improved. One way to improve its performance is to make surface engineering and one form of surface engineering is grooves or grooves.*

*In this research project, the test equipment was made of an aluminum pipe with a diameter of 1.9 cm, a length of 60 cm, a thickness of 0.1 cm and an acrylic pipe of a diameter of 3 cm, a length of 50 cm and a thickness of 0.2 cm. For making grooves made on aluminum pipes with varying distances, namely with a distance of 6, 8, 10 and 12 with a length of 40 cm, a width of 0.5 cm and a depth of 0.04 cm. Then the test was carried out by collecting data on the temperature of the incoming fluid and the outgoing fluid in a double-pipe heat exchanger using a K-type Thermocouple measuring instrument and collecting data on pressure in the annulus chamber using a Manometer measuring instrument with the test being carried out for 10 minutes. Testing of this tool was carried out at the Refrigeration Laboratory, Bali State Polytechnic.*

*The results of this study indicate that the heat energy that can be transferred in the use of grooves in a double-pipe heat exchanger can be more effective than not using grooves, and the pressure drop generated in using grooves is greater than not using grooves at the same fluid discharge.*

***Keywords:*** Heat Exchanger, Groove, Pressure Drop.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Skripsi ini yang berjudul “Pengaruh Jarak Antara *Spiral Groove* Terhadap Laju Perpindahan Panas Pada Alat Penukar Panas Pipa Ganda” tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Buku Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Jimbaran, 24 Agustus 2023

I Gede Made Puja Astita

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pengesahan Oleh Pembimbing.....	ii
Persetujuan Dosen Penguji.....	iii
Pernyataan Bebas Plagiat .....	iv
Ucapan Terimakasih.....	v
Abstrak .....	vii
<i>Absrtract</i> .....	viii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel .....	xii
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Lampiran .....	xv
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.4.1 Tujuan umum .....	2
1.4.2 Tujuan khusus .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.5.1 Manfaat bagi penulis .....	3
1.5.2 Manfaat bagi politeknik negeri bali .....	3
1.5.3 Manfaat bagi mahasiswa .....	3
1.5.4 Manfaat bagi masyarakat .....	3
<b>BAB II. LANDASAN TEORI</b> .....	4
2.1 Perpindahan Panas.....	4
2.1.1 Perpindahan panas konduksi .....	5
2.1.2 Perpindahan panas konveksi .....	6
2.2 Konduktivitas Termal .....	8

2.3	Konveksi Alamiah ( <i>natural convection</i> ) .....	10
2.4	Konveksi Paksa ( <i>forced convection</i> ) .....	11
2.5	Bilangan Reynold .....	12
2.6	Alat pengukur panas .....	13
2.6.1	Jenis-jenis pengukur panas.....	14
2.7	Perhitungan Penukar Panas .....	16
2.7.1	Beda temperatur rata-rata log (LMTD).....	16
2.7.2	Faktor pengotoran .....	18
<b>BAB III. METODE PENELITIAN.....</b>		<b>20</b>
3.1	Jenis Penelitian .....	20
3.2	Rencana Penelitian .....	20
3.3	Alur Penelitian .....	24
3.4	Lokasi Dan Waktu Penelitian .....	25
3.5	Penentuan Sumber Data.....	25
3.6	Alat Dan Bahan Pengujian .....	25
3.6.1	Alat-alat yang digunakan .....	26
3.6.2	Bahan yang digunakan .....	30
3.7	Prosedur Penelitian .....	37
<b>BAB IV. HASIL PEMBAHASAN .....</b>		<b>32</b>
4.1	Hasil Penelitian .....	32
<b>BAB V. PENUTUP .....</b>		<b>39</b>
5.1	Kesimpulan .....	39
5.2	Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>40</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>41</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai koefisien perpindahan panas konveksi.....	8
Tabel 2.2 Konduktivitas termal berbagai bahan pada 0°C.....	10
Tabel 2.3 Daftar nilai faktor pengotoran normal.....	19
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	25
Tabel 4.1 Data temperatur <i>spiral groove</i> dan tanpa <i>spiral groove</i> atau <i>smooth pipe</i> pada debit air dingin 11 lpm .....	32
Tabel 4.2 Data tekanan pada pipa <i>spiral groove</i> dengan jarak 6mm.....	33
Tabel 4.3 Nilai <i>pressure drop</i> pada pipa dengan <i>spiral groove</i> dan pipa tanpa <i>spiral groove</i> .....	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Perpindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi.....	4
Gambar 2.2	Perpindahan panas konduksi (a) dan tahanan termal (b) pada pipa....	5
Gambar 2.3	Perpindahan panas konveksi (a) dan tahanan termal (b) pada pipa.....	7
Gambar 2.4	Laju aliran panas .....	9
Gambar 2.5	Konveksi alamiah <i>natural convection</i> .....	11
Gambar 2.6	Konveksi paksa pada kondensor.....	12
Gambar 2.7	Penukar panas jenis <i>shell and tube</i> .....	15
Gambar 2.8	Penukar panas jenis pipa ganda <i>double pipe</i> .....	15
Gambar 2.9	temperatur aliran sejajar (a) dan lawan arah (b) pada penukar panas	18
Gambar 3.1	Sketsa eksperimen alat penukar panas pipa ganda.....	20
Gambar 3.2	Skematik alat penukar panas pipa ganda.....	21
Gambar 3.3	pandangan pipa dari dalam dengan groove.....	21
Gambar 3.4	<i>spiral groove</i> dengan jarak 6mm,8,10 dan 12mm.....	22
Gambar 3.5	Diagram alir <i>flow chart</i> .....	24
Gambar 3.6	Thermocouple type-K.....	26
Gambar 3.7	Data logger .....	26
Gambar 3.8	Laptop.....	27
Gambar 3.9	<i>Rotameter</i> .....	27
Gambar 3.10	<i>Water heater</i> .....	28
Gambar 3.11	Thermostat.....	28
Gambar 3.12	Manometer.....	29
Gambar 3.13	Pompa air.....	29
Gambar 3.14	Pipa akrilik.....	30
Gambar 3.15	Pipa aluminium.....	30
Gambar 3.16	Lem silen .....	30
Gambar 3.17	<i>Seal tape</i> pipa .....	31

Gambar 4. 1 Grafik perbandingan temperatur pada <i>spiral groove</i> dengan jarak 6mm pada debit air dingin 11 lpm .....	34
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan temperatur pada <i>spiral groove</i> dengan jarak 8mm pada debit air dingin 11 lpm .....	35
Gambar4.3 Grafik perbandingan temperatur pada <i>spiral groove</i> dengan jarak 10mm pada debit air dingin 11 lpm .....	35
Gambar4.4 Grafik perbandingan temperatur pada <i>spiral groove</i> dengan jarak 12mm pada debit air dingin 11 Lpm .....	36
Gambar 4.5 Grafik perbandingan temperatur pada <i>smooth pipe</i> pada debit air dingin 11 Lpm .....	37
Gambar 4.6 Data perbandingan temperatur ( <i>T cold out</i> ) pada debit air dingin 11 Lpm.....	37
Gambar 4. 7 Data perbandingan tekanan air pada debit air dingin 11 Lpm .....	38

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Lembar bimbingan dosen I

Lampiran 2 : Lembar bimbingan dosen II

Lampiran 3 : Data temperatur pada debit air 11 lpm

Lampiran 4 : Data temperatur pada debit air 12 lpm

Lampiran 5 : Data temperatur pada debit air 13 lpm

Lampiran 6 : Data temperatur pada debit air 14 lpm

Lampiran 7 : Data temperatur pada debit air 15 lpm

Lampiran 8 : Data tekanan *spiral groove* dengan ukuran 6mm

Lampiran 9 : Data tekanan *spiral groove* dengan ukuran 8mm

Lampiran 10: Data tekanan *spiral groove* dengan ukuran 10mm

Lampiran 11: Data tekanan *spiral groove* dengan ukuran 12mm

Lampiran 12: Data pressure drop pada debit air dingin 11 lpm

Lampiran 13: Dokumentasi



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penukar panas pipa ganda merupakan salah satu jenis alat yang digunakan dalam proses pengelolaan panas. Penukar panas ini memiliki dua jalur pipa yang digunakan untuk mengalirkan fluida yang berbeda, yang masing-masing akan mengalami perpindahan panas dengan fluida yang lain. Keefektifan dari penukar panas ini sangat ditentukan oleh laju perpindahan panas yang terjadi. *Spiral groove* adalah salah satu jenis modifikasi yang diterapkan pada dinding pipa untuk meningkatkan laju perpindahan panas. *Spiral groove* ini dapat meningkatkan laju perpindahan panas dengan cara meningkatkan turbulensi aliran fluida dan meningkatkan kontak antara fluida dengan dinding pipa.

Penelitian ini akan mengevaluasi pengaruh jarak antara *spiral groove* yang diterapkan pada dinding pipa penukar panas pipa ganda terhadap laju perpindahan panas yang terjadi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi pengembangan alat penukar panas pipa ganda yang lebih efisien. Efisiensi termal adalah rasio antara perpindahan panas yang diinginkan dengan perpindahan panas yang sebenarnya terjadi. Semakin tinggi efisiensi termal, semakin baik alat penukar panas dapat mengalirkan panas dari satu fluida ke fluida lainnya.

Dengan demikian, dalam penelitian ini penulis mengangkat judul “Pengaruh Jarak Antara *Spiral Groove* Terhadap Laju Perpindahan Panas Pada Alat Penukar Panas Pipa Ganda”. Jarak *groove* yang dibuat secara spiral untuk mengetahui jumlah panas yang dapat di transfer dan seberapa besar *pressure drop* yang dihasilkan pada berbagai variasi debit fluida dingin dan dengan debit fluida panas konstan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam pembuatan Skripsi ini terdapat masalah yang akan di bahas penulis yaitu:

1. Berapa besar perbedaan temperatur pada fluida panas dan dingin diakhir pengujian
2. Berapa besar *pressure drop* yang di hasilkan dengan penggunaan *spiral groove pipe* pada alat penukar panas pipa ganda?

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan Skripsi ini penulis hanya mencakup tentang pengujian alat dengan pencarian data temperatur masuk dan keluar pada masing-masing fluida dan *pressure drop* yang di hasilkan pada alat penukar panas pipa ganda dengan *groove* yang di buat secara *spiral* di masing-masing pipa dengan dengan debit fluida panas konstan yaitu 15 lpm pada kinerja alat penukar panas pipa ganda.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

### 1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari penyusunan Skripsi ini adalah:

1. Sebagai persyaratan untuk memenuhi syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan sarjana terapan program studi Teknologi Rekayasa Utilitas jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali
2. Sebagai pengkajian dan pengaplikasian ilmu pengetahuan dan praktikum yang diperoleh selama masa perkuliahan

### 1.4.2 Tujuan khusus

Adapun tujuan khusus dari Penyusunan Skripsi ini adalah untuk dapat mengetahui kinerja dari sistem *Double Pipe Heat Exchanger* (DPHE) dengan dibuatkan *groove* secara *spiral* dengan ukuran yang berbeda.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Dari hasil penelitian yang berjudul “Pengaruh Jarak Antara *Spiral Groove* Terhadap Laju Perpindahan Panas Pada Alat Penukar Panas Pipa Ganda” diharapkan dapat bermanfaat bagi penulis, dan sebagai sarana pembelajaran khusus praktikum di Politeknik Negeri Bali.

### **1.5.1 Bagi Penulis**

Sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu – ilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan di jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktek. Selain itu merupakan syarat menyelesaikan pendidikan sarjana terapan program studi Teknologi Rekayasa Utilitas Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

### **1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali**

Sebagai bahan pendidikan atau ilmu pengetahuan di bidang alat penukar panas pipa ganda di kemudian hari dan sebagai salah satu pertimbangan untuk dapat di kembangkan lebih lanjut.

### **1.5.3 Bagi Mahasiswa**

Penelitian tentang alat penukar panas pipa ganda bagi mahasiswa yaitu dapat memberikan pemahaman dan dapat mengaplikasikan cara meningkatkan kinerja alat penukar panas pipa ganda melalui tambahan *spiral groove*.

### **1.5.4 Bagi Masyarakat**

Penyusunan skripsi ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk meningkatkan efisiensi kinerja dari sistem *heat exchanger* khususnya pada industri-industri yang menggunakan alat penukar kalor (*heat exchanger*).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari pengujian yang dilakukan dengan penggunaan *spiral groove pipe* pada alat penukar panas yaitu data pengukuran temperatur dan pengukuran tekanan (*pressure drop*) dengan pengujian yang dilakukan pada pipa *spiral groove* atau *groove pipe* dengan *smooth pipe* menunjukkan bahwa alat penukar panas dengan *spiral groove* memiliki temperatur air dingin dan panas lebih tinggi dibandingkan dengan alat penukar panas tanpa *spiral groove* atau *smooth pipe* dengan debit air yang sama.

Untuk *pressure drop* yang dihasilkan dengan penggunaan *spiral groove pipe* pada alat penukar panas pipa ganda ini, dapat dilihat peningkatan tekanan yang paling tinggi terjadi pada pemakaian *spiral groove pipe* dengan jarak 6mm yaitu sebesar 31, sedangkan peningkatan tekanan yang paling rendah terjadi pada pemakaian *spiral groove* dengan jarak 10mm yaitu sebesar 14.5.

#### **5.2 Saran**

Dalam pengujian alat penukar panas jenis pipa ganda ini, terdapat saran yang dapat disampaikan sebagai berikut:

1. Pengujian dapat dilakukan dengan bentuk *groove* yang berbeda dan variasi debit air yang lebih banyak.
2. Pastikan tidak adanya kebocoran pada alat uji tersebut.
3. Sebaiknya pengambilan data dilakukan lebih dari satu kali agar nantinya mendapatkan hasil yg lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Holman, J.P. 1994. *Perpindahan Kalor*. Edisi Keenam. McGraw-Hill, Ltd. New York.
- Pitts, D.R. dan. Sissom, L.E. 1987. *Teori dan Soal-Soal Perpindahan Kalor*. Edisi Pertama. McGraw-Hill. New York.
- Ashari, D. 2016. *Bilangan Reynold*. <https://www.academia.edu/5193912>. Diakses tanggal 25 Januari 2023
- Yunes, I.M. 2016. *Pengaruh Variasi Debit Fluida Panas Terhadap Kinerja Double Pipe Heat Exchanger dengan Groove*. Proyek Akhir. Politeknik Negeri Bali, Badung-Bali.
- Syaiful, R. 2015. *Heat Exchanger Alat Penukar Panas*. <http://chemicalengineeringnow.blogspot.com/2015/03.html>. Diakses tanggal 27 Januari 2023
- Bary Septian <sup>1</sup>, Amiral Aziz <sup>1 2)</sup>, Paul David Rey<sup>1)</sup>. 2021 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Assyafi'iyah Jakarta.
- Budi Utomo, Achmad Fauzan, Marselius. 2005. Operasional Karakteristik Alat Penukar Kalor Dengan Metode Grafik Untuk *Counter Flow*. Transmisi. Vol-1/ Edisi-1/ 49-58.
- Aqli Mursadin, Rachmat Subagyo, 2016. Bahan Ajar Perpindahan Panas I HMKK 453. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru. Kalimantan Selatan.
- Nailufar, N. N. (2021, January 15). *Perbedaan Perpindahan Panas Secara Konduksi, Konveksi, Dan Radiasi*. KOMPAS.com. <https://www.kompas.com/skola/read/2021/01/15/173739869/perbedaan-perpindahan-panas-secara-konduksi-konveksi-dan-radiasi>
- Holman, J. P. alih bahasa oleh Ir. E. Jasjfi M. Sc,(1985). *Perpindahan Kalor*.