

ANALISA PENAMBAHAN *CIRCULAR TURBULATOR* PADA ALAT
PENUKAR KALOR ALIRAN BERLAWANAN



NAMA : SUDIONO

NIM : 55819110003

PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

AGUSTUS 2021

PENGESAHAN TESIS

Judul : Analisa Penambahan *Circular Turbulator* pada Alat Penukar Kalor
Aliran Berlawanan
Nama : Sudiono
NIM : 55819110003
Program Studi : Teknik Mesin
Tanggal :

Mengesahkan
Dosen Pembimbing



(Dr. Rita Sundari)

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin



(Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T.)



(Dafit Feriyanto M.Eng, Ph.D)

LEMBAR PERNYATAAN ORIGINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Sudiono

NIM : 55819110003

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tesis : Analisa Penambahan *Circular Turbulator* pada Alat Penukar Kalor Aliran Berlawanan

Dengan ini menyatakan bahwa tesis yang telah saya buat ini merupakan karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari tesis ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 01 Juli 2021



PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh:

Nama : Sudiono
NIM : 55819110003
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Dengan judul "Analisa Penambahan *Circular Turbulator* pada Alat Penukar Kalor Aliran Berlawanan" telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 07 September 2021 didapatkan nilai persentase sebesar 12%.

Jakarta, 07 September 2021

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS

MERCU BUANA
Arie Pangudi, A.Md

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Sholawat dan salam semoga selalu diberikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menyempurnakan peradaban manusia dengan Islam. Penyusunan dan penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari keterlibatan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T., Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
2. Bapak Dafit Feriyanto M.Eng, Ph.D, Ketua Prodi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
3. Bapak Andi Firdaus Sudarma, M.Sc., Sekretaris Prodi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
4. Ibu Dr. Rita Sundari selaku dosen pembimbing yang sangat banyak membantu penulis.
5. Keluarga tercinta di Probolinggo dan Tangerang yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama penulis kuliah
6. Rekan-rekan kerja yang selalu memberikan ijin Ketika penulis harus kuliah.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga tesis ini memberikan manfaat. Saran dan kritik dari pembaca sangatlah diharapkan.

Tangerang, 01 Juli 2021

Penulis

DEDIKASI

Tesis ini saya persembahkan untuk ibu, istri dan anakku tercinta



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Alat dengan menggunakan prinsip perpindahan kalor merupakan alat yang cukup banyak digunakan di perindustrian. Alat tersebut digunakan untuk menaikkan atau menurunkan temperatur fluida untuk kebutuhan proses maupun sebagai alat pendingin mesin-mesin industri tersebut. Alat penukar kalor aliran berlawanan banyak digunakan di industri pengolahan makanan, pabrik kimia, pemanas air, pendingin mesin dan pengering produk sayuran. Untuk meningkatkan laju perpindahan pada alat penukar kalor dapat dilakukan dengan cara meningkatkan *Nusselt Number* (Nu) dan *Reynold Number* (Re). Peningkatan laju perpindahan kalor akan meningkatkan efektifitas alat penukar kalor. Penambahan *circular turbulator* (CT) merupakan satu cara untuk meningkatkan laju perpindahan kalor. Penelitian eksperimental ini untuk mengetahui pengaruh jumlah CT terhadap laju perpindahan kalor, Nu , koefisien gesek dan *pressure drop*. Laju perindahan tertinggi adalah 1656 W/s pada 5 CT dan debit 9 L/menit. Nu tertinggi adalah 835 pada 5 CT dan debit 9 L/menit. Koefisien gesek tertinggi adalah 0,58 pada 7 CT dan debit 3 L/menit. *Pressure drop* tertinggi adalah 938 Pa pada 7 CT dan debit 9 L/menit.

Kata kunci: alat penukar kalor, *circular turbulator*, *Nusselt Number*, koefisien gesek, *pressure drop*.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORIGINALITAS	ii
PERNYATAAN SIMILARITY	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN DEDIKASI	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN MASALAH	4
1.5 MANFAAT PENELITIAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA	5
2.2 ENERGI KALOR	7
2.3 PERPINDAHAN KALOR	8
2.3.1 Perpindahan Kalor Konduksi	8
2.3.2 Perpindahan Kalor Konveksi	9
2.4 ANALISA ALIRAN	11

2.4.1 Angka Reynold (Re)	11
2.4.2 Aliran Laminar	12
2.4.3 Aliran Turbulen	12
2.4.4 Angka Prandtl (Pr)	13
2.4.5 Angka Nusselt (Nu)	14
2.5 ALAT PENUKAR KALOR	15
2.5.1 Analisa Alat Penukar Kalor	16
2.5.2 LMTD (<i>Log Mean Temperature Difference</i>)	17
2.6 TURBULATOR	17
2.7 PRESSURE DROP	18
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 METODE PENELITIAN	21
3.2 VARIABEL PENELITIAN	21
3.3 SKEMA PENELITIAN	21
3.4 SPESIFIKASI PENELITIAN	22
3.5 PROSES PENGAMBILAN DATA	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 PENGARUH CIRCULAR TURBULATOR TERHADAP LAJU PERPINDAHAN KALOR	25
4.2 PENGARUH CIRCULAR TURBULATOR TERHADAP PRESSURE DROP	26
4.3 PENGARUH CIRCULAR TURBULATOR TERHADAP NUSSELT NUMBER	27

4.4 PENGARUH CIRCULAR TURBULATOR TERHADAP KOEFISIEN GESEK (FRICTION FACTOR)	28
4.5 PENGARUH CIRCULAR TURBULATOR TERHADAP THERMAL PERFORMANCE	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	31
Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	35
Kartu Asistensi	36
Data Pengujian	38



UNIVERSITAS
MERCU BUANA