



**SIMULASI COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)
PENGARUH *WIRE MESH* TERHADAP PERPINDAHAN PANAS
DAN PENURUNAN TEKANAN PADA *DOUBLE PIPE HEAT
EXCHANGER***

TESIS

RIZKY NANDA PARELY

55821110007

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



**SIMULASI COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)
PENGARUH *WIRE MESH* TERHADAP PERPINDAHAN PANAS
DAN PENURUNAN TEKANAN PADA *DOUBLE PIPE HEAT
EXCHANGER***

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Magister

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

RIZKY NANDA PARELY

55821110007

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizky Nanda Parely
NIM : 55821110007
Fakultas/Program Studi : Teknik/Magister Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tesis berjudul:

“Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) Pengaruh *Wire Mesh* Terhadap Perpindahan Panas Dan Penurunan Tekanan Pada *Double Pipe Heat Exchanger*” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

MERCU BUANA

Jakarta, 8 Oktober 2025



Rizky Nanda Parely

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Rizky Nanda Parely
NIM : 558211110007
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD)
Pengaruh Wire Mesh Terhadap Perpindahan Panas
dan Penurunan Tekanan Pada Double Pipe Heat
Exchanger

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 19 Juli 2025** dengan hasil presentase sebesar **19 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 19 Juli 2025
Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

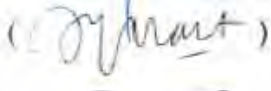
Laporan Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Rizky Nanda Parely
NIM : 55821110007
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Judul Tesis : Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) Pengaruh Wire Mesh Terhadap
Perpindahan Panas dan Penurunan Tekanan Pada Double Pipe Heat Exchanger

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar **Strata S2** pada Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh :

Pembimbing : Dr. Nanang Ruhyat, S.T., M.T.
NIDN : 0323027301
Ketua Penguji : Dra. I Gusti Ayu Arwati, M.T., Ph.D.
NIDN : 0010046408
Anggota Penguji : Dianta Ginting, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIDN : 0324118202

()
()
()

Jakarta, 8 Agustus 2025

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

Ketua Program Studi
Magister Teknik Mesin



(Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D.)

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan kesehatan, serta atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tesis dengan judul “**Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) Pengaruh Wire Mesh Terhadap Perpindahan Panas Dan Penurunan Tekanan Pada Double Pipe Heat Exchanger**” yang ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta.

Penelitian ini mengkaji peningkatan kinerja *double pipe heat exchanger* (DPHE) melalui penambahan *wire mesh* sebagai elemen pengganggu aliran. Tiga parameter geometrik *wire mesh* (sudut kemiringan, jarak antar kawat, dan jarak antar *wire mesh*) dikaji untuk melihat pengaruhnya terhadap perpindahan panas dan penurunan tekanan. Temuan ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan desain DPHE yang lebih efisien.

Penyusunan laporan ini tidak lepas dari peran, dukungan dan doa, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M. Eng., selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Bapak Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, M.T., selaku dosen pembimbing penyusunan tesis atas bimbingan, bantuan, dan saran-saran yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan tesis ini.
5. Bapak Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D., selaku dosen penguji seminar proposal, seminar hasil 1 dan 2 yang telah memberi banyak masukan untuk kesempurnaan tesis ini.

6. Ibu Dra. I Gusti Ayu Arwati, M.T., Ph.D., selaku ketua penguji sidang akhir tesis dan Bapak Dianta Ginting, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku penguji sidang akhir tesis yang telah memberi banyak masukan untuk kesempurnaan tesis ini.
7. Bapak/Ibu dosen dan staff lainnya serta seluruh civitas akademika Program Studi Magister Teknik Mesin yang telah memberikan banyak ilmu, pengalaman, dan bantuan kepada penyusun selama berada di lingkungan Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta.

Penyusun menyadari bahwa banyak kekurangan dalam menuliskan laporan tesis ini, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat dibutuhkan oleh penyusun sebagai masukan bagi penyusun untuk menyempurnakannya. Akhir kata, penyusun mengharapkan semoga laporan tesis ini bermanfaat bagi pribadi maupun bagi para pembaca.

Jakarta, 8 Oktober 2025

Penyusun

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Rizky Nanda Parely
55821110007

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizky Nanda Parely
NIM : 55821110007
Fakultas/Program Studi : Teknik/Magister Teknik Mesin
Judul Tesis : Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD)
Pengaruh *Wire Mesh* Terhadap Perpindahan Panas Dan
Penurunan Tekanan Pada *Double Pipe Heat Exchanger*

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 8 Oktober 2025

Yang menyatakan,



Rizky Nanda Parely

SIMULASI COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) PENGARUH WIRE MESH TERHADAP PERPINDAHAN PANAS DAN PENURUNAN TEKANAN PADA DOUBLE PIPE HEAT EXCHANGER

RIZKY NANDA PARELY

ABSTRAK

Efisiensi *double pipe heat exchanger* (DPHE) konvensional sering kali terbatas oleh rendahnya koefisien perpindahan panas, sehingga menjadi tantangan dalam aplikasi industri berskala kompak. Salah satu solusi potensial adalah penggunaan *wire mesh insert* yang dapat meningkatkan turbulensi dan konveksi paksa. Penelitian ini dilakukan secara numerik dengan simulasi CFD menggunakan ANSYS Fluent 2024 R2 pada DPHE tembaga konsentris (panjang 1240 mm; pipa dalam 26/34 mm; pipa luar 68/76 mm). Fluida kerja berupa air dengan aliran berlawanan arah, di mana air panas bersuhu masuk 70 °C (Re 4000-16000) dialirkan pada pipa dalam, sedangkan air dingin 31 °C (Re 2000) pada pipa luar. Parameter yang divariasikan meliputi sudut *wire mesh* (30°, 60°, 90°), jarak antar kawat (3, 4, 5 mm), dan jarak antar *wire mesh* (4, 5, 6 cm), menghasilkan sembilan kombinasi berdasarkan *orthogonal array* L9. Validasi dilakukan dengan korelasi Sieder-Tate dan Petukhov. Hasil analisis menunjukkan bahwa perpindahan panas terbaik diperoleh pada konfigurasi sudut 30°, jarak antar kawat 3 mm, dan jarak antar *wire mesh* 4 cm, dengan nilai bilangan Nusselt masing-masing 17,01; 17,79; dan 16,99. Sementara itu, dari sisi penurunan tekanan, konfigurasi paling efisien adalah sudut 30°, jarak antar kawat 5 mm, dan jarak antar *wire mesh* 6 cm, dengan nilai friction factor masing-masing 0,56; 1,18; dan 1,55. Berdasarkan metode normalisasi min-max, desain optimal secara keseluruhan ditunjukkan pada kombinasi 30°, 3 mm, dan 4 cm, dengan peningkatan perpindahan panas sebesar 34,55% dan kenaikan friction factor sebesar 2310,66% dibandingkan DPHE polos. Visualisasi kontur suhu dan tekanan mengonfirmasi bahwa penambahan *wire mesh* menghasilkan turbulensi kuat, yang mempercepat perpindahan panas sekaligus memengaruhi distribusi tekanan.

Kata kunci : Double Pipe Heat Exchanger, Wire Mesh, CFD, Perpindahan Panas, Penurunan Tekanan

COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) SIMULATION OF THE EFFECT OF WIRE MESH ON HEAT TRANSFER AND PRESSURE DROP IN A DOUBLE PIPE HEAT EXCHANGER

RIZKY NANDA PARELY

ABSTRACT

The efficiency of conventional double pipe heat exchangers (DPHE) is often constrained by low heat transfer coefficients, posing challenges for compact industrial applications. A potential solution is the use of wire mesh inserts, which enhance turbulence and forced convection. This study employed CFD simulations using ANSYS Fluent 2024 R2 on a concentric copper DPHE (length 1240 mm; inner tube 26/34 mm; outer tube 68/76 mm). Water was used as the working fluid in counterflow, with hot water at 70 °C (Re 4000–16000) in the inner tube and cold water at 31 °C (Re 2000) in the outer tube. Parameters varied were wire mesh angle (30°, 60°, 90°), wire spacing (3, 4, 5 mm), and mesh distance (4, 5, 6 cm), producing nine combinations based on an L9 orthogonal array. Validation was conducted using the Sieder-Tate and Petukhov correlations. Results showed that the best heat transfer occurred at 30°, 3 mm, and 4 cm, with Nusselt numbers of 17.01, 17.79, and 16.99, respectively. For pressure drop, the most favorable configuration was 30°, 5 mm, and 6 cm, with friction factors of 0.56, 1.18, and 1.55. Using min–max normalization, the optimal overall design was identified as 30°, 3 mm, and 4 cm, yielding a 34.55% increase in heat transfer and a 2310.66% rise in friction factor compared to a plain DPHE. Contour visualizations confirmed that wire mesh induced strong turbulence, improving heat transfer while influencing pressure distribution.

Keywords : Double Pipe Heat Exchanger, Wire Mesh, CFD, Heat Trasfer, Pressure Drop

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR PERSAMAAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Kebaruan Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah	5
1.6. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Landasan Teori	13
2.2.1. <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	13
2.2.2. <i>Wire Mesh dalam Double Pipe Heat Exchanger</i>	14
2.2.3. <i>Aliran Fluida dalam Heat Exchanger</i>	15

2.2.4. Jenis Aliran <i>Viscous</i>	17
2.2.5. Total Laju Perpindahan Kalor dalam <i>Heat exchanger</i>	18
2.2.6. Bilangan Reynold	19
2.2.7. <i>Pressure Drop</i>	20
2.2.8. Koefisien Perpindahan Kalor	21
2.2.9. <i>Computational Fluid Dynamics</i>	22
2.2.10. Persamaan Dasar <i>Computational Fluid Dynamics</i>	24
2.2.11. Jenis Grid	27
2.2.12. Kualitas <i>Mesh</i>	27
2.2.13. Matrik Ortogonal Array (OA)	28
2.2.14. Normalisasi Data Min–Max	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1. Model Penelitian	31
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.3. Alat dan Bahan Penelitian	31
3.4. Rancangan Percobaan	33
3.4.1. Variabel Bebas	33
3.4.2. Variabel Terikat	36
3.4.3. Variabel Kontrol	36
3.4.4. Matriks Orthogonal Array L9 (3 ³)	37
3.5. Diagram Alir Penelitian	38
3.6. Teknik Pengumpulan Data	40
3.7. Kalibrasi Instrumen	40
3.8. <i>Grid Independent Test</i>	41
3.9. Validasi Penelitian	41
3.10. Teknik Analisis data	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1. <i>Grid Independency</i>	44
4.2. Validasi Penelitian	45
4.3. Analisis Pengaruh Variasi <i>Wire Mesh</i> Terhadap Perpindahan Panas	48
4.3.1. Pengaruh Sudut Kemiringan <i>Wire Mesh</i> Terhadap Perpindahan Panas	49

4.3.2. Pengaruh Jarak Antar Kawat <i>Wire Mesh</i> Terhadap Perpindahan Panas	51
4.3.3. Pengaruh Jarak Antar <i>Wire Mesh</i> Terhadap Perpindahan Panas	53
4.4. Analisis Pengaruh Variasi <i>Wire Mesh</i> Terhadap Penurunan Tekanan	56
4.4.1. Pengaruh Sudut Kemiringan <i>Wire Mesh</i> Terhadap Penurunan Tekanan	56
4.4.2. Pengaruh Jarak Antar Kawat <i>Wire Mesh</i> Terhadap Penurunan Tekanan....	59
4.4.3. Pengaruh Jarak Antar <i>Wire Mesh</i> Terhadap Penurunan Tekanan.....	61
4.5. Evaluasi Desain Terbaik dan Perbandingan dengan Plain DPHE.....	63
4.5.1. Identifikasi Desain <i>Wire Mesh</i> Terbaik.....	64
4.5.2. Perbandingan Desain <i>Wire Mesh</i> Terbaik vs Plain DPHE	67
4.5.3. Visualisasi Kontur Suhu dan Tekanan <i>Wire Mesh</i> Terbaik vs Plain DPHE	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1. Kesimpulan	73
5.2. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	92



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Double pipe heat exchanger</i> (Hanshik et al., 2016)	14
Gambar 2.2. (a) Penempatan <i>wire mesh</i> pada <i>double pipe heat exchanger</i> , (b) struktur mikro <i>wire mesh</i> pada <i>double pipe heat exchanger</i> (Sayed et al., 2020)	15
Gambar 2.3. Tipe Aliran <i>Parallel Flow</i> (Husen et al., 2020).....	16
Gambar 2.4. Tipe aliran <i>counter flow</i> (Husen et al., 2020).....	16
Gambar 2.5. Tipe aliran <i>cross flow</i> (Husen et al., 2020)	17
Gambar 2.6. Aliran laminar.....	17
Gambar 2.7. Aliran turbulen.....	18
Gambar 2.8. Zona Aliran Berdasarkan Bilangan Reynolds Pada Rotameter (Bahrudin & Alam, 2017).....	20
Gambar 3.1. <i>Isometric view</i>	32
Gambar 3.2. <i>Side view</i> dengan potongan tengah	33
Gambar 3.3. Tampak depan	33
Gambar 3.4. Konfigurasi <i>Wire Mesh</i> Sudut (a) 30°, (b) 60°, (c) 90°	34
Gambar 3.5. <i>Wire Mesh</i> dengan Jarak Antar Kawat (a) 3 mm, (b) 4 mm, (c) 5 mm	35
Gambar 3.6. Jarak Antar <i>Wire Mesh</i> (a) 4 cm, (b) 5 cm, (c) 6 cm	36
Gambar 3.7. Diagram alir penelitian.....	39
Gambar 4.1. Uji <i>Grid Independency</i>	44
Gambar 4.2. Grafik hubungan bilangan nusselt dengan bilangan reynolds untuk plain tube dan korelasi Sieder	46
Gambar 4.3. Grafik hubungan Friction Factor dengan bilangan Reynolds untuk plain tube dan korelasi Petukhov.....	47
Gambar 4.4. Variasi sudut kemiringan <i>wire mesh</i> terhadap bilangan Nusselt	49
Gambar 4.5. Kontur suhu sudut kemiringan <i>wire mesh</i> (a) 30°, (b) 60°, (c) 90°	50
Gambar 4.6. Variasi jarak antar kawat terhadap bilangan Nusselt	52
Gambar 4.7. Kontur suhu jarak antar kawat (a) 3 mm, (b) 4 mm, (c) 5 mm	53
Gambar 4.8. Variasi jarak antar <i>wire mesh</i> terhadap bilangan Nusselt	54
Gambar 4.9. Kontur suhu jarak antar <i>wire mesh</i> (a) 4 cm, (b) 5 cm, (c) 6 cm.....	55

Gambar 4.10. Variasi sudut kemiringan <i>wire mesh</i> terhadap friction factor	57
Gambar 4.11. Kontur tekanan sudut kemiringan <i>wire mesh</i> (a) 30°, (b) 60°, (c) 90°	58
Gambar 4.12. Variasi jarak antar kawat terhadap friction factor	59
Gambar 4.13. Kontur tekanan jarak antar kawat (a) 3 mm, (b) 4 mm, (c) 5 mm.....	60
Gambar 4.14. Variasi jarak antar <i>wire mesh</i> terhadap friction factor.....	62
Gambar 4.15. Kontur tekanan jarak antar <i>wire mesh</i> (a) 4 cm, (b) 5 cm, (c) 6 cm	63
Gambar 4.16. Grafik hubungan bilangan nusselt dengan bilangan reynolds untuk WM DPHE dan plain DPHE	67
Gambar 4.17. Grafik hubungan friction factor dengan bilangan reynolds untuk WM DPHE dan plain DPHE	68
Gambar 4.18. Kontur suhu (a) DPHE dengan <i>wire mesh</i> , (b) DPHE polos.....	70
Gambar 4.19. Kontur tekanan (a) DPHE dengan <i>wire mesh</i> , (b) DPHE polos.....	71



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Properties material fluida.....	37
Tabel 3.2. Hasil matriks <i>orthogonal array</i> L9	37
Tabel 4.1. Hasil normalisasi min–max.....	65



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1. Laju perpindahan kalor	18
Persamaan 2.2. Keseimbangan energi	18
Persamaan 2.3. Laju aliran perpindahan kalor fluida panas.....	18
Persamaan 2.4. Laju aliran perpindahan kalor fluida dingin.....	18
Persamaan 2.5. Bilangan reynold	19
Persamaan 2.6. Pressure drop.....	20
Persamaan 2.7. Koefisien perpindahan kalor	21
Persamaan 2.8. Koefisien perpindahan kalor total	21
Persamaan 2.9. Koefisien perpindahan kalor total	21
Persamaan 2.10. Hambatan total terhadap perpindahan panas.....	22
Persamaan 2.11. Navier-Stokes	24
Persamaan 2.12. Navier-Stokes	24
Persamaan 2.13. Navier-Stokes	24
Persamaan 2.14. Dasar kontinuitas	25
Persamaan 2.15. Dasar momentum x.....	25
Persamaan 2.16. Dasar momentum y.....	26
Persamaan 2.17. Dasar momentum z.....	26
Persamaan 2.18. Dasar energi	26
Persamaan 2.19. Rasio panas jenis efektif medium berpori.....	26
Persamaan 2.20. Thermal diffusivity efektif.....	26
Persamaan 2.21. Konduktivitas thermal efektif.....	26
Persamaan 2.22. Xnorm semakin besar semakin baik	29
Persamaan 2.23. Xnorm semakin kecil semakin baik.....	29
Persamaan 3.1. Bilangan nusselt	42
Persamaan 3.2. Friction factor	42
Persamaan 3.3. Bilangan nusselt korelasi Sieder-Tate.....	42
Persamaan 3.4. Friction factor korelasi Petukhov	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel perhitungan variasi <i>wire mesh</i>	92
Lampiran 2. Tabel perhitungan plain tube	93
Lampiran 3. Tabel perhitungan desain terbaik <i>wire mesh</i>	93
Lampiran 4. Grafik pressure drop inner dan outer tube untuk mengkalkulasi koefisien pressure jump dan face permeability pada variasi 30 deg, 3 mm, 4 cm	94
Lampiran 5. Grafik pressure drop inner dan outer tube untuk mengkalkulasi koefisien pressure jump dan face permeability pada variasi 30 deg, 4 mm, 5 cm	95
Lampiran 6. Grafik pressure drop inner dan outer tube untuk mengkalkulasi koefisien pressure jump dan face permeability pada variasi 30 deg, 5 mm, 6 cm	96
Lampiran 7. Grafik pressure drop inner dan outer tube untuk mengkalkulasi koefisien pressure jump dan face permeability pada variasi 60 deg, 3 mm, 5 cm	97
Lampiran 8. Grafik pressure drop inner dan outer tube untuk mengkalkulasi koefisien pressure jump dan face permeability pada variasi 60 deg, 4 mm, 6 cm	98
Lampiran 9. Grafik pressure drop inner dan outer tube untuk mengkalkulasi koefisien pressure jump dan face permeability pada variasi 60 deg, 5 mm, 4 cm	99
Lampiran 10. Grafik pressure drop inner dan outer tube untuk mengkalkulasi koefisien pressure jump dan face permeability pada variasi 90 deg, 3 mm, 6 cm	100
Lampiran 11. Grafik pressure drop inner dan outer tube untuk mengkalkulasi koefisien pressure jump dan face permeability pada variasi 90 deg, 4 mm, 4 cm	101
Lampiran 12. Grafik pressure drop inner dan outer tube untuk mengkalkulasi koefisien pressure jump dan face permeability pada variasi 90 deg, 5 mm, 5 cm	102
Lampiran 13. Grafik pressure drop inner dan outer tube untuk mengkalkulasi koefisien	

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	: Luas permukaan perpindahan kalor (m^2)
C_p	: Kalor jenis ($J/kg.^{\circ}C$)
CFD	: Computational Fluid Dynamics
D/D_h	: Diameter pipa/diameter hidrolis pipa (m)
DPHE	: Double pipe heat exchanger
f	: Friction factor (tak berdimensi)
f_D	: Factor darcy
h	: Koefisien perpindahan kalor konveksi ($W/m^2.^{\circ}C$)
K	: Konduktivitas termal fluida ($W/m.^{\circ}C$)
L/L_t	: Panjang total pipa (m)
M	: Laju aliran masa (kg/s)
Nu	: Bilangan nusselt (tak berdimensi)
Pr	: Bilangan prandtl (tak berdimensi)
ρ	: Massa jenis fluida (kg/m^3)
Q	: Laju perpindahan kalor (W)
Re	: Bilangan reynold (tak berdimensi)
T_h	: Suhu fluida panas ($^{\circ}C$)
T_c	: Suhu fluida dingin ($^{\circ}C$)
U	: Koefisien perpindahan panas total
μ	: Viskositas fluida ($kg/m.s$)
V	: Kecepatan aliran fluida (m/s)
WM	: Wire mesh
ΔP	: Penurunan tekanan (Pa)
ΔT	: Perbedaan suhu ($^{\circ}C$)
$\Delta_{T_{LMTD}}$	: Beda temperatur rata-rata logaritmik ($^{\circ}C$)