SKRIPSI

PENGARUH KONSENTRASI 0,1%, 0,3%, DAN 0,5% PARTIKEL TIO_2 TERHADAP KOEFISIEN KONVEKSI PADA PENUKAR KALOR PIPA GANDA DENGAN DIAMETER 0,5 INCH DAN 4 INCH

M. RIZKI MUHARDANA
03051381821007

PROGRAM STUDI JURUSAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020

SKRIPSI
PENGARUH KONSENTRASI 0,1%, 0,3%, DAN 0,5% PARTIKEL TIO_2 TERHADAP KOEFISIEN KONVEKSI PADA PENUKAR KALOR PIPA GANDA DENGAN DIAMETER 0,5 INCH DAN 4 INCH

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

Oleh :

M. RIZKI MUHARDANA

03051381821007

PROGRAM STUDI JURUSAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH KONSENTRASI 0,1%, 0,3%, DAN 0,5% PARTIKEL TIO_2 TERHADAP KOEFISIEN KONVEKSI PADA PENUKAR KALOR PIPA GANDA DENGAN DIAMETER 0,5 INCH DAN 4 INCH

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

M. RIZKI MUHARDANA
03051381821007

Palembang, Maret 2020
Diperiksa dan disetujui oleh :
Dosen Pembimbing,

Astuti, S.T., M.T
NIP. 197210081998022001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19712251997021001

JURUSAN TEKNIK MESIN	**Agenda No. :**
FAKULTAS TEKNIK	**Diterima Tanggal :**
UNIVERSITAS	**Paraf :**
SRIWIJAYA	

SKRIPSI

NAMA : M. RIZKI MUHARDANA

NIM : 03051381821011

JUDUL : PENGARUH KONSENTRASI 0,1%, 0,3%, DAN 0,5% PARTIKEL TIO_2 TERHADAP KOEFISIEN KONVEKSI PADA PENUKAR KALOR PIPA GANDA BERDIAMETER 0,5 INCH DAN 4 INCH

DIBERIKAN : JANUARI 2020

SELESAI : MARET 2020

Palembang, Maret 2020
Diperiksa dan disetujui oleh :
Dosen Pembimbing,

Astuti, S.T., M.T
NIP. 197210081998022001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19712251997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "**PENGARUH KONSENTRASI 0,1%, 0,3%, DAN 0,5% PARTIKEL TIO_2 TERHADAP KOEFISIEN KONVEKSI PADA PENUKAR KALOR PIPA GANDA BERDIAMETER 0,5 INCH DAN 4 INCH**" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 29 Maret 2020

Palembang, 29 Maret 2020
Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi/
Ketua :

1. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D ( )

   NIP.197705072001121001

Anggota :

2. Ir. Firmansyah Burlian, M.T ( )

   NIP.195612271988111001

3. Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T ( )

   NIP.196004071990031003

4. Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D. ( )

   NIP.19712251997021001

Ketua Jurusan Teknik Mesin	Pembimbing
Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D	Astuti, S.T., M.T
NIP. 19712251997021001	NIP. 197210081998022001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Rizki Muhardana

NIM : 03051381821007

Judul : Pengaruh Konsentrasi 0,1%, 0,3%, Dan 0,5% Partikel TiO_2 Terhadap Koefisien Konveksi Pada Penukar Kalor Pipa Ganda Berdiameter 0,5 Inch Dan 4 Inch

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat.* Apabila ditemukan unsur tersebut 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 pihak manapun.

Palembang, 28 Maret 2020

M. Rizki Muhardana
NIM. 03051381821007

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Rizki Muhardana

NIM : 03051381821007

Judul : Pengaruh Konsentrasi 0,1%, 0,3%, Dan 0,5% Partikel TiO_2 Terhadap Koefisien Konveksi Pada Penukar Kalor Pipa Ganda Berdiameter 0,5 Inch Dan 4 Inch

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.

Palembang, 28 Maret 2020

METERAI TEMPEL
EA5A2AHF528364446
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Rizki Muhardana
51381821007

RINGKASAN

PENGARUH KONSENTRASI 0,1%, 0,3%, DAN 0,5% PARTIKEL TIO_2 TERHADAP KOEFISIEN KONVEKSI PADA PENUKAR KALOR PIPA GANDA BERDIAMETER 0,5 INCH DAN 4 INCH

M. Rizki Muhardana, dibimbing oleh Astuti, S.T, M.T.

THE INFLUENCE OF CONSETRATION 0,1%, 0,3%, AND 0,5% OF TiO_2 PARTICLES ON CONVECTION COEFFICIENT IN 0,5 INCH AND 4 INCH HEAT EXCHANGER DOUBLE PIPE

xxi + 67 halaman, 55 tabel, 14 gambar, 7 lampiran

RINGKASAN

Peningkatan teknologi di industri saat ini yang makin berkembang memberikan dampak di dalam dunia industri. Industri yang memanfaatkan fenomena perpindahan panas memanfaatkan teknologi yang mampu meningkatkan produktifitas dan efisiensi. Salah satu proses perpindahan panas yang mempunyai peran adalah perpindahan kalor secara konveksi.

Perpindahan kalor secara konveksi adalah perpindahan kalor yang disertai dengan perpindahan zat perantaranya. Umumnya peristiwa perpindahan kalor secara konveksi terjadi pada zat cair dan gas. Zat yang menerima kalor akan memuai dan menjadi lebih ringan sehingga akan bergerak ke atas. Saat zat yang lebih ringan tersebut pindah ke atas, molekul zat yang ada di atasnya akan menggantikannya.Penukar kalor (*Heat Exchanger*) adalah alat yang digunakan untuk memindahkan kalor dari sistem ke sistem lain tanpa perpindahan massa dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai adalah air yang dipanaskan sebagai fluida panas dan air biasa sebagai air pendingin (*cooling water*). Penukar kalor dirancang sebisa mungkin agar perpindahan panas antar fluida dapat berlangsung secara efisien. Alat Penukar kalor mempunyai kegunaan untuk memindahkan energi panas dari suatu fluida ke fluida lainnya. Tiap fluida mempunyai ciri yang berbeda-beda, yaitu konduktivitas thermal, panas spesifik, massa jenis dan viskositas dinamik.

Karakteristik properti fluida mempengaruhi dari laju aliran massa, kesetimbangan energy kalor, reynold, prandtl, nusselt, dan koefisien konveksi. Karakteristik properti tersebut nilainya dapat berubah apabila dicampur dengan partikel nano (Nanoparticles). Partikel nano merupakan material-material yang mempunyai ukuran nanometer. Partikel nano yang digunakan di penelitian ini adalah TiO_2 yang nantinya dicampurkan dengan air dengan konsentrasi 0,1%, 0,3%, dan 0,5% sehingga fluida ini disebut nanofluida.Pada penelitian ini menganalisis beberapa pengaruh dari nanofluida TiO_2 terhadap hasil koefisien konveksi dan hasilnya total koefisien konveksi terbesar adalah nanofluida dengan konsentrasi 0,5% yakni sebesar 1.011,19 $W/m^2.K$.

Kata Kunci : Alat penukar kalor, Berlawanan arah, Bilangan Reynold, Bilangan Prandtl, Bilangan Nusselt, Koefisien Konveksi

SUMMARY

THE INFLUENCE OF CONSETRATION 0,1%, 0,3%, AND 0,5% OF TiO_2 PARTICLES ON CONVECTION COEFFICIENT IN 0,5 INCH AND 4 INCH HEAT EXCHANGER DOUBLE PIPE.

M. Rizki Muhardana, supervised by Astuti, S.T., M.T.

TERHADAP KOEFISIEN KONVEKSI PADA PENUKAR KALOR PIPA GANDA BERDIAMETER 0,5 INCH DAN 4 INCH

xxi + 47 pages, 55 tables, 14 pictures, 7 attachments

SUMMARY

Improved technology in the industry today which is increasingly developing an impact in the industrial world. Industries that utilize the phenomenon of heat transfer utilize technology that can increase productivity and efficiency. One of the heat transfer processes that has a role is heat transfer by convection.

Heat transfer by convection is heat transfer accompanied by the transfer of intermediates. Generally the event of heat transfer by convection occurs in liquids and gases. Substances that receive heat will expand and become lighter so that it will move upward. When the lighter substance moves up, the molecules of the substance above it will replace it.

Heat exchanger is a device used to move heat from a system to another system without mass transfer and can function as a heater or as a cooler. Typically, the heating medium used is water that is heated as hot fluid and ordinary water as cooling water. The heat exchanger is designed as much as possible so that heat transfer between fluids can take place efficiently. The heat exchanger has the purpose of transferring heat energy from one fluid to another fluid. Each fluid has different characteristics, namely thermal conductivity, specific heat, density and dynamic viscosity. Fluid property characteristics affect the mass flow rate, heat energy equilibrium, reynolds, prandtl, nusselt, and convection coefficients. The

property characteristics can change in value when mixed with nanoparticles (Nanoparticles). Nanoparticles are materials that have a nanometer size. The nanoparticles used in this study are TiO2 which will be mixed with water with concentrations of 0.1%, 0.3% and 0.5% so that this fluid is called nanofluids. and the result is the largest total convection coefficient is nanofluid with a concentration of 0.5% which is equal to 1,011.19 W / m2.K.

Keywords : Heat Exchanger, Countre Flow, Reynold Number, Prandtl Number, Nusselt Number, Coefficient Convection

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang Maha pengasih lagi Maha penyayang, karena berkat rahmat dan hidayat-Nya penulis masih diberi kesehatan dan kesempatan sehingga dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan juga tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Strata I pada pada jurusan Teknik Mesin di Universitas Sriwijaya dengan judul, "Pengaruh ukuran dan rasio campuran bahan bakar batubara dan tongkol jagung terhadap produk *syngas* pada co-gasifikasi sistem *downdraft*".

Dalam kesempatan kali ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa saran ataupun kritik, terimakasih juga kepada orang-orang yang telah memberi pengarahan, motivasi, serta bimbingan dan doa kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff. MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Univesitas Sriwijaya.
3. Ibu Astuti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbung skripsi yang telah memberikan bimbingan dan saran.
4. Bapak Ir. Arizal Aswan, M.T selaku Ketua Laboratorium Energi Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan info seputar alat gasifikasi dan beberapa masukan.

5. Bapak dan Ibu Staf Pengajar dan instruktur Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh Staf perpustakaan Universitas Sriwijaya dan Perpustakaan Daerah Palembang, yang telah membantu penulis dalam pencarian referensi.
7. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan, motivasi, serta doa kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Mesin khususnya kelas D3 yang telah membantu menyelesaikan setiap masalah yang penulis hadapi.
9. Orang-orang yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis pun menyadari masih banyak kekeliruan dan kekurangan pada skripsi ini, oleh karenanya diharapkan kritik maupun saran yang sifatnya membangun yang penulis harap demi sempurnanya skripsi ini. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Palembang, Maret 2020

M. Rizki Muhardana
NIM. 03051381821007

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul ..... **i**
Halaman Pengesahan ..... **iii**
Halaman Agenda ..... **v**
Halaman Persetujuan ..... **vii**
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi ..... **xi**
Halaman Pernyataan Integritas ..... **xi**
Kata Pengantar ..... **xvii**
Ringkasan ..... **xiii**
Summary ..... **xv**
Daftar Isi ..... **xviii**
Daftar Gambar ..... **xxiii**
Daftar Tabel ..... **xxv**
Daftar Lampiran ..... **xxvii**

BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Metode Penelitian 4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Perpindahan Kalo Konduksi 5
2.1.1 Perpindahan Kalor Konveksi 5
2.1.2 Perpindahan Kalor Radiasi 7
2.2 Heat Exchanger 8
2.2.1 Macam-Macam Heat Exchanger 8

2.3 Sifat-sifat Thermal Nanofluida 11
2.3.1 Konduktivitas Thermal 12
2.3.2 Kalor Spesific 13
2.3.3 Massa Jenis 13
2.3.4 Viskositas Dinamic 14
2.4 Bilangan Reynold 14
2.5 Bilangan Prandtl 15
2.6 Bilangan Nusselt 16
2.7 Perhitungan Koefisien Konveksi 17
2.8 Nanopartikel 18
2.9 Nanofluida 19
BAB 3 METODELOGI PENELITIAN 21
3.1 Diagram Alir Penelitian 22
3.2 Perangkat Uji 22
3.3 Rangkaian Pengujian 22
3.4 Peralatan Pengujian 23
3.5 Instrumen Ukur 24
3.5 Prosedur Pengambilan Data 26

BAB 4 PEMBAHASAN 27
4.1 Pengambilan & Pengolahan Data 27
4.1.1 Data Temperatur Pada Alat Penukar Kalor 27
4.1.2 Perhitungan Selisih Nilai Perubahan Temperatur 30
4.1.3 Perhitungan Laju Aliran Massa 32
4.2 Analisis Data 37
4.2.1 Perhitungan Keseimbangan Kalor 37
4.2.2 Perhitungan Bilangan Reynold 40
4.2.3 Perhitungan Bilangan Prandtl 46
4.2.4 Perhitungan Bilangan Nusselt 54
4.2.5 Perhitungan Koefisien Konveksi 59
4.2.6 Perhitungan Koefisien Konveksi Keseluruhan 67

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....71
5.1 Kesimpulan.....71
5.2 Saran.....72

Daftar Rujukan.....xxix
Lampiran 73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perpindahan kalor konveksi 6
Gambar 2.2 Perpindahan kalor radiasi 7
Gambar 2.3 Aliran sejajar 10
Gambar 2.4 Aliran berlawanan arah 10
Gambar 2.5 Nanopartikel TiO_2 19
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....21
Gambar 3.2 Skema Perangkat Uji 22
Gambar 4.1 Grafik Bilangan Reynold air panas terhadap thi 43
Gambar 4.2 Grafik Bilangan Reynold air dingin terhadap tci 46
Gambar 4.3 Grafik Bilangan Prandtl air panas terhadap thi 49
Gambar 4.4 Grafik Bilangan Prandtl air dingin terhadap tci 53
Gambar 4.5 Grafik hubungan NU-Thi untuk air panas 57
Gambar 4.6 Grafik hubungan NU-Tci untuk air dingin.....60
Gambar 4.7 Grafik hubungan Hi-Thi untuk air panas 63
Gambar 4.8 Grafik hubungan Ho-Tci untuk air dingin.....66

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil pengukuran temperature fluida pendingin murni 31

Tabel 4.2 Hasil pengukuran temperature fluida pendingin 0,1% 31

Tabel 4.3 Hasil pengukuran temperature fluida pendingin 0,3% 32

Tabel 4.4 Hasil pengukuran temperature fluida pendingin 0,5% 32

Tabel 4.5 Tabel ΔT_1 dan ΔT_2 fluida kalor dan fluida pendingin 33

Tabel 4.6 Tabel ΔT_1 dan ΔT_2 fluida kalor dan fluida pendingin 0,1% 34

Tabel 4.7 Tabel ΔT_1 dan ΔT_2 fluida kalor dan fluida pendingin 0,3% 34

Tabel 4.8 Tabel ΔT_1 dan ΔT_2 fluida kalor dan fluida pendingin 0,5% 35

Tabel 4.9 Data Laju Aliran Massa Fluida Kalor (air kalor 95°C) 36

Tabel 4.10 Data Laju Aliran Massa Air Kalor dengan nanofluida TiO_2 0,1%..... 36

Tabel 4.11 Data Laju Aliran Massa Fluida Kalor dengan nanofluida 0,3%..... 37

Tabel 4.12 Data Laju Aliran Massa Fluida Kalor dengan nanofluida 0,5% 37

Tabel 4.13 Data Laju Aliran Massa Fluida Pendingin murni 38

Tabel 4.14 Data Laju Aliran Massa Fluida Pendingin Nanofluida 0,1% 39

Tabel 4.15 Data Laju Aliran Massa Fluida Pendingin Nanofluida TiO_2 0,3% 39

Tabel 4.16 Data Laju Aliran Massa Fluida Pendingin Nanofluida 0,5% 40

Tabel 4.17 Nilai Energi Kalor Air Kalor 41

Tabel 4.18 Nilai Energi Kalor Air Kalor dengan nanofluida TiO_2 0,1% 42

Tabel 4.19 Nilai Energi Kalor Air Kalor dengan nanofluida TiO_2 0,3% 42

Tabel 4.20 Nilai Energi Kalor Air Kalor dengan nanofluida TiO_2 0,5% 43

Tabel 4.21 Nilai Bilangan Reynold pada Fluida Kalor (air kalor) 44

Tabel 4.22 Nilai Bilangan Reynold pada Fluida Kalor dengan nanofluida..... 45

Tabel 4.25 Nilai Bilangan Reynold pada Fluida Pendingin (air dingin 17°C) 47

Tabel 4.26 Nilai Bilangan Reynold pada Fluida Pendingin Nanofluida 48

Tabel 4.29 Nilai Bilangan Prandtl pada Fluida Kalor (air kalor 95°C) 50

Tabel 4.30 Nilai Bilangan Prandtl pada Fluida Kalor dengan nanofluida..... 51

Tabel 4.33 Nilai Bilangan Prandtl pada Fluida Pendingin (air dingin 17°C) 55

Tabel 4.34 Nilai Bilangan Prandtl pada Fluida Pendingin Nanofluida 55

Tabel 4.37 Nilai Bilangan Nusselt pada Fluida Panas (air panas 95°C)..... 58

Tabel 4.38 Nilai Bilangan Nusselt pada Fluida Panas dengan nanofluida 59

Tabel 4.42 Nilai Bilangan Nusselt pada Fluida Pendingin (air dingin 17°C)..... 61

Tabel 4.44 Nilai Bilangan Nusselt pada Fluida Pendingin dengan nanofluida ... 62

Tabel 4.45 Nilai Koefisien Konveksi pada Air Panas 65

Tabel 4.46 Nilai Koefisien Konveksi pada Air Panas dengan Nanofluida..... 65

Tabel 4.49 Nilai Koefisien Konveksi pada Air Dingin 68

Tabel 4.50 Nilai Koefisien Konveksi pada Air Dingin dengan Nanofluida..... 68

Tabel 4.53 Nilai Koefisien Konveksi Keseluruhan 70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Alat Heat Exchanger Double Pipe 73
Lampiran 2 Alat Bantu pengujian 74
Lampiran 3 Tabel Saturasi Air 75

PENGARUH KONSENTRASI 0,1%, 0,3%, DAN 0,5% PARTIKEL TIO_2 TERHADAP KOEFISIEN KONVEKSI PADA PENUKAR KALOR PIPA GANDA BERDIAMETER 0,5 INCH DAN 4 INCH

Muhammad Rizki Muhardana[(1)], Astuti[(2)]

[(1), (2)] Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

[(2)]E-mail Corresponding Author : astute@unsri.ac.id

Abstrak

Alat Penukar kalor mempunyai kegunaan untuk memindahkan energi panas dari suatu fluida ke fluida lainnya. Tiap fluida mempunyai ciri yang berbeda-beda, yaitu konduktivitas thermal, panas spesifik, massa jenis dan viskositas dinamik. Karakteristik properti fluida mempengaruhi dari laju aliran massa, kesetimbangan energy kalor, reynold, prandtl, nusselt, dan koefisien konveksi. Karakteristik properti tersebut nilainya dapat berubah apabila dicampur dengan partikel nano (Nanoparticles). Partikel nano merupakan material-material yang mempunyai ukuran nanometer. Partikel nano yang digunakan di penelitian ini adalah TiO_2 yang nantinya dicampurkan dengan air dengan konsentrasi 0,1%, 0,3%, dan 0,5% sehingga fluida ini disebut nanofluida.Pada penelitian ini menganalisis beberapa pengaruh dari nanofluida TiO_2 terhadap hasil koefisien konveksi dan hasilnya total koefisien konveksi terbesar adalah nanofluida dengan konsentrasi 0,5% yakni sebesar 1.011,19 $W/m^2.K$.

Kata Kunci: Alat penukar kalor, , Bilangan Reynold, Bilangan Prandtl, Bilangan Nusselt,Koefisien Konveksi

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Ketua Jurusan Teknik

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

Diperiksa dan disetujui
Pembimbing

Astuti, S.T.,M.T.
NIP: 19721008 199802 2 001

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan teknologi di industri saat ini yang makin berkembang memberikan dampak di dalam dunia industri. Industri yang memanfaatkan fenomena perpindahan kalor memanfaatkan teknologi yang mampu meningkatkan produktifitas dan efisiensi. Salah satu proses perpindahan kalor yang mempunyai peran adalah perpindahan kalor secara konveksi.

Perpindahan kalor secara konveksi adalah perpindahan kalor yang disertai dengan perpindahan zat perantaranya. Umumnya peristiwa perpindahan kalor secara konveksi terjadi pada zat cair dan gas. Zat yang menerima kalor akan memuai dan menjadi lebih ringan sehingga akan bergerak ke atas. Saat zat yang lebih ringan tersebut pindah ke atas, molekul zat yang ada di atasnya akan menggantikannya.

Penukar kalor (*Heat Exchanger*) adalah alat yang digunakan untuk memindahkan kalor dari sistem ke sistem lain tanpa perpindahan massa dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai adalah air yang dikalorkan sebagai fluida kalor dan air biasa sebagai air pendingin (*cooling water*). Penukar kalor dirancang sebisa mungkin agar perpindahan kalor antar fluida dapat berlangsung secara efisien.

Pertukaran kalor terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung (*direct contact*).Salah satu alat yang digunakan untuk melakukan proses pemindahan kalor tersebut adalah Penukar kalor pipa ganda, alat ini mempunyai desain yang sederhana, dengan pipa yang membentuk horizontal dimana terdapat 2 pipa kecil di bagian dalam masing-masing pipa dan pipa besar di bagian luarnya.Pada penukar kalor yang digunakan ini memiliki jenis aliran *counter flow* yang kedua aliran fluidanya tidak searah dan tidak bercampur.

Dalam aliran tersebut pada fluida pendinginnya digunakan nanofluida TiO_2. Nanofluida merupakan cairan yang mengandung partikel berukuran nanometer yang disebut nanopartikel. Cairan ini merupakan suatu rekayasa dengan adanya kemajuan teknologi saat ini.

Ide penelitian menggunakan dispersi partikel sebagai metode guna menambah nilai konduktivitas termal bukan hal yang baru. Lebih dari 120 tahun yang lampau, Maxwell sudah melakukan penelitian untuk meningkatkan konduktivitas elektrik dari suatu cairan dengan teori pendispersian partikel. Penelitian dan investigasi teori meningkatnya konduktivitas termal dengan menggunakan partikel nano dilakukan pertama kali oleh Masuda pada tahun 1993, dalam penelitian ini menunujukan bahwa konduktivitas dari alumina (Al 2O3), silica (SiO 2) dan titania (TiO 2) dengan *base fluid* nya menggunakan air, untuk alumina dengan konsentrasi di bawah 5% konduktivitasnya mempunyai nilai sebasar 32% lebih tinggi dari fluida dasarnya. Ditemukan pula bahwa konduktivitas termal meningkat dan viskositas berkurang mengikuti perubahan dari suhu fluida dasar (Williams, C. 2006).

Setelah itu beberapa peneliti dari Argonne National Lab (ANL) melakukan penelitian yang sama dalam mekanisme perpindahan kalor dari suatu fluida dan jelas terlihat bahwa dengan menggunakan nanopartikel yang didispersikan menambah nilai perpindahan kalor, penggunaan nanopartikel yang didispersikan ini kemudian dipatenkan dengan nama nanofluids. Penelitian konduktivitas nanofluida dengan TiO 2 sebagai nanopartikelnya dan air sebagai fluida dasar yang dilakukan oleh beberapa peneliti mendapatkan nilai konduktivitas nanofluida lebih tinggi dibandingkan dengan konduktivitas fluida dasarnya, dari penelitian yang dilakukan tersebut variasi konsentrasi dari nanofluida TiO 2 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0 dan 5,0 %, dengan variasi ukuran partikel yang berbeda-beda. Kondisi yang optimum dari nanofluida TiO 2 masih belum bisa ditentukan dari hasil penelitian yang telah ada karena hasil konduktivitas yang beragam.(Williams, C. 2006).

Pada penelitian rekayasa nanofluida berbasis TiO 2 sebagai media pendingin pada sistem penukar kalor ini variasi konsentrasi yang digunakan berbeda dengan yang dilakukan oleh para peneliti yang telah ada, variasi

konsentrasi yang digunakan adalah 0,1; 0,3; 0,5. Konduktivitas fluida yang menggunakan nanopartikel mempunyai nilai yang tinggi jika dibandingkan dengan fluida yang tidak menggunakan nanopartikel. Alasan menggunakan TiO 2 sebagai nanopartikel adalah karena TiO_2mempunyai konduktivitas termal yang tinggi, secara umum TiO 2 adalah bahan yang aman bagi manusia dan binatang, nanopartikel TiO 2 mudah ditemukan, metal oksida seperti nanopartikel TiO 2 mempunyai kestabilan yang tinggi (Heris, dkk. 2006)

Maka oleh karena itu, penulis mencoba menganalisis pengaruh karakteristik dari nanofluida TiO_2 untuk mendapatkan nilai koefisien perpindahan kalor konveksi pada double pipe heat exchanger.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, saya akan menganalisa pengaruh karakterisitik nanofluida TiO_2 terhadap nilai koefisien konveksi, dengan konsentrasi yang berbeda dari yang sudah di lakukan sebelumnya.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis debit aliran, kecepatan aliran nanofluida TiO_2 untuk (0,1%,0,3%,0,5%)
2. Menganalisis karakteristik nanopartikel TiO_2untuk densitas, kalor spesifik, konduktivitas termal, dan viskositas dinamik.
3. Menganalisis dan mendapatkan koefisien konveksi nanofluida TiO_2dengan masing-masing (0,1%,0,3%,0,5%)

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diangkat dalam penelitian pada alat penukar kalor adalah sebagai berikut :

1. Pada penukar kalor menggunakan system aliran *counter flow*.
2. Pada penukar kalor menggunakan jenis pipa double pipe silinder.
3. Mencari nilai koefisien perpindahan kalor konveksi menggunakan nanofluida TiO_2 pada fluida pendingin.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat digunakan orang lain sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Metode penelitian

Penulis menggunakan beberapa sumber yang digunakan dalam proses pembuatan skripsi ini, yaitu :

1. Eksperimental

   Merupakan percobaan dan penelitian untuk mendapatkan sampel uji beserta data-data di lapangan hingga melakukan pengujian dan mengambil data di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

1. Williams, C, W. 2006. Experimental And Theoritical Investigation Of Transport Phenomena In Nanoparticle Colloids (Nanofluids).
2. Heris, S.J., Esfahany, M.N., and Etemad, S.Gh. 2006. Experimental Investigation of Convective Heat Transfer of Al 2O3/Water Nanofluid in
   Circular Tube . International Journal of Heat and Fluid Flow. 28: 203-210.v
3. P. Sivashanmugam. 2012. *Application of nanofluids in heat transfer, An Overview of Heat Transfer*. INTECH Publications, Croatia, Chapter 14, 411-440.
4. Yunus A. 2004. Heat Transfer :*A practical Approach, 6thedition*.)
5. Rathakrisnhan, Ethirajan. 2012. *Element of Heat Transfer*
6. Tiyaboonchai,W.(2003).Chitosan Nanoparticles :A Promosing System for Drug Delivery.Journal of Naresuan University,51-66 Holman, J.P. 2010. *Heat Transfer, Tenth Edition*. New York : McGraw-Hill Companies, Inc.
7. Arya,D.T.(2016).Sintesis dan Karekterisasi Nanopartikel Zirkonium Dioksida (ZrO2) dengan Metoda Sol Gel Menggunakan Ekstrak Nanas sebagai Pangkelat untuk Aplikasi Nanofluida sebagai Pendingin. Pillar of Physic Vol 8 25-32