

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Inovasi-inovasi yang dilakukan terhadap alat penukar kalor bertujuan untuk mengatasi masalah seperti; laju perpindahan panas, faktor gesekan, pola aliran fluida, luas permukaan perpindahan panas, daya pemompaan, serta jenis material apa yang digunakan untuk memindahkan panas pada penukar panas. Unjuk kerja penukar kalor dapat ditingkatkan secara substansial dengan sejumlah teknik. Tujuan umum teknik-teknik ini adalah untuk mengurangi ukuran penukar kalor yang dibutuhkan untuk tugas panas tertentu, untuk meningkatkan kapasitas dari sebuah penukar kalor yang ada, atau untuk mengurangi daya pemompaan (*pumping power*).

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi untuk meningkatkan perpindahan panas pada penukar kalor banyak dikembangkan, dan digunakan pada beberapa aplikasi penukar kalor antara lain pada sistem pendingin, otomotif, proses industri, dan pemanas air tenaga surya. Peningkatan perpindahan panas dalam penukar kalor dapat dicapai dengan berbagai teknik, yaitu; teknik pasif, teknik aktif, dan teknik campuran. Dalam teknik aktif, peningkatan perpindahan panas dilakukan dengan memberikan tambahan energi aliran ke fluida. Dalam teknik pasif, peningkatan perpindahan panas diperoleh tanpa menyediakan tambahan energi aliran. Dalam teknik campuran, dua atau lebih dari teknik aktif dan pasif digunakan secara simultan untuk menghasilkan peningkatan perpindahan panas.

Teknologi penyisipan pita terpilin (*twisted tape*) banyak digunakan pada berbagai industri yang menggunakan penukar kalor. Penggunaan *twisted tape insert* pada sebuah pipa penukar kalor merupakan teknik peningkatan perpindahan panas metode pasif yang paling sering digunakan karena harganya murah, ringkas dan perawatannya mudah. Penambahan *twisted tape insert* membuat lapis batas termal pada permukaan pipa penukar kalor menjadi tidak beraturan, karena perubahan fluks panas yang terus menerus pada permukaan yang disebut dengan aliran berputar (*swirl flow*).

*commit to user*

Belum banyak penelitian mengenai penukar kalor dengan penampang persegi (*rectangular*), yang paling banyak diteliti adalah penukar kalor ringkas dengan penyisipan *twisted tape* yang mempunyai penampang lingkaran, walaupun banyak ditemukan penukar kalor dengan penampang persegi dalam aplikasi industri, misalnya pada *plate fin heat exchangers*. Penampang persegi jika dibandingkan dengan penampang lingkaran akan mempunyai perbandingan luas permukaan terhadap volume yang lebih tinggi. Meskipun pada sudutnya merupakan tempat yang kurang efektif untuk perpindahan panas. Karena *twisted tape insert* menimbulkan pusaran aliran sekunder, maka diperlukan pemahaman lebih lanjut mengenai unjuk kerja dari *twisted tape insert* yang disebabkan oleh pusaran aliran yang melalui saluran persegi. (Ray, S., 2003).

Dalam beberapa dekade ini, variasi *twisted tape* berupa *winglet* atau *wing* (*delta winglet* dan *winglet* tipe persegi) secara luas dipakai pada alat penukar kalor untuk membuat aliran vorteks agar laju perpindahan panas lebih tinggi. Aliran vorteks dapat menambah turbulensi aliran pipa penukar kalor yang dapat menyebabkan lapis batas termal menjadi lebih tipis dan akibatnya menghasilkan koefisien perpindahan panas konveksi yang tinggi. Aliran vorteks dapat ditingkatkan dengan peningkatan aliran berputar dan turbulensi sehingga lapis batas termal tipis, meningkatkan kecepatan rata-rata, gradien temperatur, dan meningkatkan koefisien perpindahan panas pada penukar kalor. Pembangkit aliran vorteks dengan *winglet* sudah banyak di aplikasi dalam perpindahan panas seperti penukar kalor bersirip, *air conditioning* (AC), dan peralatan elektronik.

Oleh karena itu, penelitian mengenai peningkatan perpindahan panas pada sebuah penukar kalor dengan modifikasi *twisted tape insert* penting untuk dikembangkan. Penelitian ini akan menguji pengaruh variasi bilangan Reynolds aliran air di pipa dalam (*inner tube*) dan pengaruh penambahan *straight delta winglet twisted tape* (S-DWT) *insert* dan *oblique delta winglet twisted tape* (O-DWT) *insert* di pipa dalam dari penukar kalor pipa konsentrik saluran persegi terhadap karakteristik perpindahan panas dan faktor gesekannya.

## 1.2 Perumusan Masalah

Bilangan Reynolds merupakan salah satu parameter tanpa dimensi untuk mengetahui apakah aliran tersebut berada pada kondisi laminar, transisi atau turbulen. Dengan meningkatnya angka Reynolds maka turbulensi aliran juga semakin meningkat sehingga koefisien perpindahan panas akan semakin meningkat dan berimbas pada laju perpindahan panas. Oleh karena itu perlu diadakan pengujian tentang bagaimanakah pengaruh variasi bilangan Reynolds aliran air di pipa dalam dan pengaruh penambahan *straight delta-winglet twisted tape* (S-DWT) *insert* dan *oblique delta-winglet twisted tape* (O-DWT) *insert* di pipa dalam dari penukar kalor pipa konsentrik saluran persegi terhadap karakteristik perpindahan panas dan faktor gesekannya.

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini masalah dibatasi sebagai berikut ini :

1. Pipa luar diisolasi dengan *glasswool isolator*, ketebalan 35 mm sehingga perpindahan panas ke lingkungan diminimalisasi.
2. Fluida yang digunakan dalam pengujian ini adalah air panas dan air dingin.
3. Laju aliran massa air dingin di *annulus* dan temperatur air panas masuk ke pipa dalam sebesar 60°C dijaga konstan.
4. Faktor pengotoran (*fouling factor*) diabaikan.

## 1.4 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh bilangan Reynolds aliran air di pipa dalam dan penambahan *straight delta-winglet twisted tape* (S-DWT) *insert* dan *oblique delta-winglet twisted tape* (O-DWT) *insert* di pipa dalam dari penukar kalor pipa konsentrik saluran persegi terhadap karakteristik perpindahan panas konveksi dan faktor gesekannya.
2. Membandingkan karakteristik perpindahan panas dan faktor gesekan dengan penambahan *straight delta-winglet twisted tape* (S-DWT) *insert* dan *oblique delta-winglet twisted tape* (O-DWT) *insert* terhadap karakteristik perpindahan panas dan faktor gesekan dari penukar kalor pipa konsentrik

saluran persegi tanpa penambahan *twisted tape insert (plain tube)* dan dengan penambahan *classic twisted tape insert*.

Hasil penelitian yang didapat diharapkan memberi manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan pengetahuan baru yang berguna dalam ilmu penukar kalor khususnya mengenai metode peningkatan perpindahan panas konveksi secara pasif dengan menggunakan modifikasi *twisted tape insert*.
2. Dapat diterapkan pada penukar kalor untuk meningkatkan perpindahan panas dengan desain yang ringkas.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I : Pendahuluan, menjelaskan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : Dasar teori, berisi tinjauan pustaka yang berkaitan dengan pengujian alat penukar kalor dengan *twisted tape insert*, teori tentang metode peningkatan perpindahan panas pada penukar kalor, aliran dalam sebuah pipa (*internal flow*), dan karakteristik perpindahan panas dan faktor gesekan pada penukar kalor.

BAB III : Metodologi penelitian, menjelaskan peralatan yang digunakan, tempat dan pelaksanaan penelitian, langkah-langkah percobaan dan pengambilan data.

BAB IV : Data dan analisis, menjelaskan data hasil pengujian, perhitungan data hasil pengujian serta analisis hasil dari perhitungan.

BAB V : Penutup, berisi tentang kesimpulan dan saran.