

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada masa sekarang ini, teknologi untuk meningkatkan perpindahan panas pada sebuah alat penukar kalor banyak dikembangkan dan dipergunakan pada dunia industri. Beberapa aplikasi penukar kalor yang digunakan antara lain adalah sistem pendingin, otomotif, dan pada alat pemanas air tenaga surya. Adapun tujuan utama dari peningkatan perpindahan panas adalah untuk mengakomodasi fluks kalor atau koefisien perpindahan panas yang tinggi. Unjuk kerja penukar kalor dapat ditingkatkan secara substansial dengan sejumlah teknik. Tujuan umum teknik ini adalah untuk mengurangi ukuran penukar kalor yang dibutuhkan dan untuk meningkatkan kapasitas dari sebuah penukar kalor (untuk mengurangi daya pemompaan/*pumping power*).

Peningkatan perpindahan panas dalam penukar kalor dapat diklasifikasikan dalam 3 kelompok 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. Tujuannya untuk menghasilkan peningkatan perpindahan panas, dimana peningkatan perpindahan panas lebih tinggi daripada teknik aktif dan pasif saja. Di antara berbagai teknik yang efektif untuk meningkatkan laju perpindahan panas adalah penyisipan dengan pita terpilin (*twisted tape*). Teknik ini adalah salah satu teknik peningkatan perpindahan panas pasif yang paling populer digunakan karena biaya rendah, kemudahan instalasi, dan pemeliharaan yang mudah.

Ada banyak peralatan yang digunakan dalam teknik pasif dengan untuk menghasilkan aliran berputar dalam pipa, seperti *helical vanes*, *helical grooved tube*, *helical screw-tape*, *axial-radial guide vanes* dan *snail entry*. *Twisted tape* adalah salah satu kelompok yang paling sering digunakan karena biaya rendah, perawatan yang rendah, kehilangan tekanan rendah dan kemudahan konstruksi.

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. Penambahan *twisted tape insert* pada pipa penukar kalor merupakan teknologi peningkatan perpindahan panas konveksi yang sederhana dengan menghasilkan aliran berputar yang menyebabkan aliran semakin turbulen. Aliran turbulen dan berputar (*swirl flow*) pada pipa penukar kalor menyebabkan lapis batas termal menjadi lebih tipis, sehingga akan menghasilkan koefisien perpindahan panas konveksi yang tinggi.

Hampir semua penukar kalor dengan penyisipan *twisted tape* yang diteliti mempunyai penampang lingkaran, sedangkan untuk penampang persegi (*rectangular*) belum banyak diteliti. Banyak ditemukan penukar kalor dengan penampang persegi dalam aplikasi industri, misalnya pada *plate fin heat exchangers*. Jika dibandingkan dengan penukar kalor penampang lingkaran, penukar kalor dengan penampang persegi memberikan perbandingan luas permukaan terhadap volume yang lebih tinggi. Pada kenyataannya sudut yang ada pada penampang persegi merupakan tempat yang kurang efektif untuk perpindahan panas. *Twisted tape insert* menimbulkan pusaran aliran sekunder (dengan efek mengaduk), maka akan lebih baik mempelajari unjuk kerja dari *twisted tape insert* yang menggunakan saluran persegi. (Ray, S., 2003).

Banyak penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa unjuk kerja peningkatan perpindahan panas dengan penyisipan *twisted tape* sangat tergantung pada geometrinya. Desain yang tepat dari *twisted tape* memberikan peningkatan laju perpindahan panas dengan nilai penurunan tekanan dalam batas yang dapat diterima, sehingga mempengaruhi penghematan energi. Optimasi desain dari *twisted tape* adalah tugas yang menantang untuk meningkatkan laju perpindahan panas dan meminimalkan kerugian gesekan sehingga bermanfaat untuk mengurangi ukuran penukar kalor dan mempengaruhi penghematan energi. Berdasarkan literatur, modifikasi pada *classic twisted tape insert* yaitu berupa penambahan potongan-potongan kecil pada *tape* yang berbentuk segitiga dengan dimensi tertentu di bagian tengah/*centre wing* (Eimsa-ard, S., 2010) akan memberikan jaminan untuk peningkatan laju perpindahan panas dan unjuk kerja termal. Alasan di balik unjuk kerja termal yang tinggi adalah potongan-potongan

kecil pada *classic twisted tape insert* menghasilkan penurunan tekanan dalam sistem. Potongan-potongan kecil pada *twisted tape* memberikan gangguan tambahan ke fluida di sekitar dinding pipa dan vortisitas di belakang potongan dengan demikian memicu peningkatan perpindahan panas lebih tinggi dibandingkan dengan *classic twisted tape insert*. Dari literatur (Eimsa-ard, S., 2010), didapatkan bahwa alasan terjadinya peningkatan perpindahan panas karena adanya pencampuran fluida dari intensitas turbulensi yang terjadi pada sisi-sisi *twisted insert* yang berbentuk *wing*, efek sinergi dari sirkulasi vorteks bersama dengan aliran sekunder, di samping dengan adanya aliran pusaran utama dan peningkatan turbulensi di dekat permukaan dinding pipa. Dalam literatur (Eimsa-ard, S., 2010) menggunakan jenis pipa berpilin yaitu *twisted insert with centre wing and twisted insert with centre wing with alternate-axis*. Dari literatur yang ada maka 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 di pipa dalam (*inner tube*) dan pengaruh penambahan *twisted tape insert with centre wing* dengan sudut (β : 20° , 40° , 60°) dari penukar kalor pipa konsentrik saluran persegi terhadap karakteristik perpindahan panas dan faktor gesekannya.

1.2 Perumusan Masalah

Bagaimanakah pengaruh variasi bilangan Reynolds aliran air di pipa dalam dan pengaruh penambahan *twisted tape with centre wing* (β : 20° , 40° , 60°) 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 yang dibatasi adalah sebagai berikut ini :

1. Perpindahan panas ke lingkungan diminimalkan.
2. Faktor pengotoran (*fouling factor*) diabaikan.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh variasi bilangan Reynolds di pipa dalam dan pengaruh penambahan *twisted tape with centre wing* di pipa dalam dari penukar kalor pipa konsentrik saluran persegi terhadap karakteristik perpindahan panas dan faktor gesekannya.

Hasil penelitian yang didapat diharapkan memberi manfaat sebagai berikut:

1. Mampu memberikan informasi dan pengetahuan baru yang berguna dalam ilmu penukar kalor, khususnya mengenai metode peningkatan perpindahan panas secara pasif dengan menggunakan modifikasi *twisted tape insert*.
2. Dapat diterapkan pada penukar kalor untuk meningkatkan perpindahan panas yang murah, perawatan mudah dan 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, serta 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.