

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan alat penukar kalor menuju ke arah kebutuhan akan penghematan ruang atau pengurangan ukuran akan tetapi diikuti dengan peningkatan laju perpindahan panasnya. Perkembangan-perkembangan itu mengarah pada efektivitas alat penukar kalor yang nilainya semakin tinggi. Secara umum, unjuk kerja termal dari penukar kalor dapat ditingkatkan menggunakan teknik-teknik peningkatan perpindahan panas dengan berbagai alat-alat turbulator (*swirl-generator*). Secara umum, turbulator menimbulkan kondisi-kondisi berikut yang menguntungkan untuk meningkatkan koefisien perpindahan panas konveksi; (1) mengganggu pembentukan lapis batas termal dan meningkatkan intensitas turbulensi, (2) meningkatkan luas percampuran aliran atau luas perpindahan panas, dan (3) membangkitkan vorteks dan atau vorteks longitudinal.

Teknik-teknik peningkatan perpindahan panas secara garis besar dapat diklasifikasikan dalam 3 macam: teknik pasif, teknik aktif dan teknik campuran. Teknik-teknik yang tidak memerlukan sumber daya tambahan disebut teknik pasif sebagai contoh: alat *swirl-generator*, turbulator, pelapisan permukaan, permukaan yang diperkasar, permukaan yang diperluas, dan aditif untuk cairan atau gas. Sedangkan pada teknik aktif, peningkatan perpindahan panas dapat dilakukan dengan memberikan tambahan energi aliran ke fluida seperti bantuan mekanis, getaran permukaan fluida, injeksi dan hisapan fluida, *jet impingement*, dan penggunaan medan elektrostatis, yang tentunya hanya menarik sedikit perhatian dalam penelitian. Dalam teknik campuran, dua atau lebih dari teknik aktif dan pasif digunakan secara simultan untuk menghasilkan peningkatan perpindahan panas, dimana peningkatan perpindahan panas lebih tinggi dari pada jika teknik aktif dan teknik pasif dioperasikan secara terpisah.

Peningkatan perpindahan panas dengan pembangkitan vorteks adalah sebuah metode pasif yang mengandalkan pada pembangkitan dengan sengaja

vorteks yang searah arah aliran fluida (*streamwise vortices*) untuk meningkatkan perpindahan panas. Vorteks adalah aliran berputar di sekitar sebuah sumbu putar. Vorteks dihasilkan oleh gesekan fluida dan pemisahan (*separation*), karena itu, untuk menghasilkan vorteks tertentu, diperlukan permukaan khusus. Ini disebut *vortex generator*, promotor turbulensi (*turbulence promoters*), atau kadang-kadang *turbulators*. *Longitudinal tape insert* merupakan salah satu cara meningkatkan perpindahan panas secara pasif dengan pembangkitan vorteks. Sebagai alat yang dapat digunakan secara praktis, *longitudinal tape insert* sering disisipkan ke dalam pipa penukar kalor untuk meningkatkan perpindahan panas sisi pipa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pipa bulat yang disisipi dengan *longitudinal tape insert*, penurunan tekanan dapat dikurangi tanpa mengurangi secara serius peningkatan perpindahan panas (Hsieh dkk, 1996). Secara umum, pipa bulat yang disisipi dengan *longitudinal tape insert* di pusat pipa, pola aliran berupa sel-sel vorteks yang simetris. Juga didapatkan bahwa jika bilangan Reynolds meningkat, maka kekuatan vortisitas simetris juga akan meningkat (Wen dkk, 2003).

Beberapa contoh *vortex generator* adalah *pin fin*, *ribs*, *wings* dan *winglets*. *Wing* dan *winglet* telah digunakan secara luas dalam sistem termal berunjuk kerja tinggi untuk menghasilkan vorteks longitudinal dalam sistem yang membawa ke laju perpindahan panas yang lebih tinggi dan pencampuran fluida. Aliran vorteks longitudinal membangkitkan pusaran (*swirling*) dan membuat medan aliran tidak stabil, dan oleh karena itu aliran menjadi lebih turbulen untuk meningkatkan pencampuran fluida, merusak lapis batas termal membawa ke peningkatan kecepatan rata-rata fluida dan gradien temperatur dan meningkatkan koefisien perpindahan panas konveksi dalam saluran. Aliran vorteks longitudinal oleh *wing* dan *winglet* adalah perhatian utama dalam banyak aplikasi perpindahan panas seperti *fin-tube heat exchanger*, pengkondisian udara dan peralatan-peralatan elektronik.

*Wing* dan *winglet vortex generators* telah dikenalkan untuk peningkatan perpindahan panas oleh banyak peneliti. Baru-baru ini, peningkatan perpindahan panas dengan pembangkitan vorteks telah diteliti untuk saluran dengan pipa-pipa

melintang untuk simulasi penukar kalor pipa bersirip plat. Dalam penelitian-penelitian ini, *wing* atau *winglet* telah diaplikasikan untuk membangkitkan vorteks longitudinal dan laju perpindahan panas naik sekitar 50% - 100% melebihi saluran biasa (*plain tube*) dapat diperoleh tergantung dari konfigurasi dan bilangan Reynolds dengan kenaikan kehilangan tekanan (*pressure loss*) yang minimal dibandingkan dengan pembangkit vorteks lainnya. Karakteristik sayap (*wing*) berupa bentuk sayap, luasan sayap, sudut serang (*angle of attack*) sayap dan susunan sayap (*backward wing* dan *forward wing*) adalah parameter kunci yang mempengaruhi secara signifikan terhadap kelakuan perpindahan panas dan penurunan tekanan dalam pipa.

Pada penelitian ini akan membandingkan karakteristik perpindahan panas dan faktor gesekan pada penukar kalor pipa konsentrik dengan penggunaan *double-sided delta wing tape insert* dan *double-sided delta winglet tape insert*. Penggunaan *longitudinal tape insert* dengan modifikasi berupa *wing* dan *winglet* segitiga di ke dua sisi *tape* (*double sided delta-wing tape insert* dan *double-sided delta winglet tape insert*) diharapkan dapat membangkitkan aliran vorteks dengan tujuan mengganggu perkembangan lapis batas termal di pipa dalam, meningkatkan percampuran fluida dan aliran lebih turbulen sehingga meningkatkan koefisien perpindahan panas konveksi pipa dalam.

## 1.2 Perumusan Masalah

Bagaimana karakteristik perpindahan panas dan faktor gesekan di pipa dalam dari penukar kalor pipa konsentrik dengan penambahan *double-sided delta wing tape insert* (*T-Wing*) dan *double-sided delta winglet tape insert* (*T-Winglet*).

## 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini masalah dibatasi sebagai berikut:

1. Pipa luar dari penukar kalor pipa konsentrik diisolasi dengan *glasswool* dengan ketebalan  $\pm 80$  mm sehingga perpindahan panas ke lingkungan diminimalisasi.
2. Faktor pengotoran (*fouling factor*) di pipa dalam dan pipa luar diabaikan.

## 1.4 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk membandingkan karakteristik

perpindahan panas dan faktor gesekan pipa dalam dari penukar kalor pipa konsentrik dengan penambahan *double-sided delta wing tape insert (T-Wing)* dan *double-sided delta winglet tape insert (T-Winglet)*.

Hasil penelitian diharapkan memberi manfaat sebagai berikut:

1. Mampu memberikan pengetahuan baru yang berguna dalam pengembangan ilmu penukar kalor khususnya mengenai metode peningkatan perpindahan panas secara pasif dengan menggunakan modifikasi *longitudinal tape insert* berupa *double-sided delta wing tape insert (T-Wing)* dan *double-sided delta winglet tape insert (T-Winglet)*.
2. Dapat diterapkan pada penukar kalor untuk meningkatkan perpindahan panas yang murah, perawatan mudah dan ringkas.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi 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 : Landasan teori, berisi tinjauan pustaka yang berkaitan dengan pengujian alat penukar kalor dengan *longitudinal tape insert*, *double-sided delta wing tape insert* dan *double-sided delta winglet tape insert*, teori tentang perpindahan panas, aliran dalam sebuah pipa (*internal flow*), teori metode peningkatan perpindahan panas pada penukar kalor, *vortex generator*, *longitudinal tape insert*, 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.