

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Untuk mendukung terlaksananya penelitian ini maka perlu beberapa referensi yang dibutuhkan dari peneliti terdahulu agar tidak terjadinya plagiatisme dalam penelitian ini. Berikut beberapa jurnal yang digunakan dalam sebagai referensi:

Qi Chong., et al pada tahun 2018 melakukan penelitian tentang Pengaruh memutar pita bengkok pada kinerja termo-hidrolik nanofluida dalam sistem penukar panas. Percobaan dilakukan dengan menyelidiki dan membandingkan perpindahan panas dan karakteristik aliran nanofluida TiO₂-H₂O dalam tabung melingkar dengan memutar pita twist bawaan statis secara eksperimental. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi rotating built-in twisted tape dan nanofluida TiO₂-H₂O menunjukkan peningkatan perpindahan panas sebesar 101,6% dibandingkan dengan dalam tabung bundar.

Ditahun berikutnya Kwok Yoong Lim., et al (2017) juga melakukan penelitian yang sama tetapi dengan penambahan twisted-tape laminar counter-flow concentric tube heat exchanger secara eksperimental. Hasil penelitian ini, twisted tape meningkatkan faktor gesekan sebanyak 10 kali lipat dan bilangan Nusselt sebanyak 3 kali lipat.

N.T Ravi Kumar., et al (2018) juga melakukan penelitian yang sama tetapi dengan menggunakan nanofluida Fe₃O₄ dengan bilangan Reynolds

16.000 s/d 32.000. Hasil dari penelitian ini bilangan Nusselt tanpa penambahan twisted tape sebesar 14,76% dan dengan penambahan twisted tape sebesar 38,75%. Pada konsentrasi volume 0,06% dan bilangan Reynolds 30.000 dibandingkan dengan data air, dan hasil faktor gesekan 1.092 kali (tanpa penambahan twisted tape) dan 1.251 kali (dengan penambahan twisted tape).

Pada tahun yang sama Budi Santoso., et al (2018) melakukan penelitian yang sama tetapi dengan menggunakan nanofluida Titanium Oxide (TiO_2) dengan fluida dasar oil termo Xt32. Penelitian dilakukan dengan menguji pengaruh variasi twist ratio dari penambahan twisted tape pada inner tube. Hasil dari penelitian ini semakin kecil twist ratio dari penambahan twisted tape maka semakin besar laju perpindahan kalornya. Laju perpindahan kalor terbesar terjadi pada temperature $120^\circ C$ dengan penambahan twisted ratio pada ratio 3 bernilai 1731,2 W, Sedangkan laju perpindahan kalor terendah terjadi pada temperature yang sama yaitu $120^\circ C$ tanpa penambahan twisted tape pada fraksi volume nanofluida 0,3% bernilai 1057,4W

M.E Nakhchi dan J.A Esfahani (2019) melakukan penelitian yang sama tetapi tidak menggunakan nanofluida dan menambahkan double V-cut twisted tape. Percobaan bertujuan untuk menyajikan model numerik untuk intensifikasi perpindahan panas dalam tabung heat exchanger, pengaruh rasio pemotongan berbeda ($0,6 < b/c < 1,8$) pada karakteristik aliran turbulen dan kinerja termal sistem diselidiki paada bilangan Reynolds 5.000 s/d 15.000. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tabung yang dilengkapi

dengan double V-cut twisted tape menunjukkan kinerja termal yang lebih baik dibandingkan conventional twisted tape.

K. Sivakaumar., et al (2019) melakukan penelitian yang sama tetapi tidak menggunakan nanofluida dan menambahkan triangular cut twisted tape (TCTT) dan circular cut twisted tape (CCTT). Perpindahan panas dianalisis dalam kondisi aliran berputar menggunakan simulasi CFD yang digunakan untuk meningkatkan laju perpindahan panas fluida atau laminar. Hasil penelitian ini menunjukkan perbandingan angka Reynolds dan Nusselt, jumlah angka Nusselt pada TCTT memberi nilai yang lebih tinggi dari CCTT.

Pada tahun yang sama C. Gnanavel., et al (2019) melakukan penelitian yang sama dengan menggunakan nano fluida dan penambahan twisted tape dengan potongan persegi panjang pada rusuknya dalam double pipe heat exchanger. Dilakukan dengan peningkatan konduktivitas termal media fluida dengan menggunakan fluida nano dan hambatan aliran yang ditawarkan dengan memasukkan twisted tape with rectangular cut pada rangkanya. Analisis kinerja termal dari penambahan twisted tape dalam double tube heat exchanger dilakukan dengan bilangan Reynolds 1000, 2000, 3000, 5000 dan 10.000. Hasil penelitian ini adalah heat exchanger tube dengan penambahan special twisted tape lebih baik tanpa penambahan twisted tape.

Pada tahun berikutnya Naveenkumar R., et al (2020) melakukan penelitian yang sama dengan penambahan twisted tape dan nano fluida Al₂O₃ berbasis air. Percobaan dilakukan dengan menggunakan nanofluida Al₂O₃ dengan konsentrasi volume 0,3% pada batas fluks panas tetap (ϕ). Dengan

bilangan Reynolds 500 s/d 20.000. Analisis dilakukan dalam tabung bundar polos dengan penambahan ($Y=6$, $Y=4$) untuk kondisi aliran laminar dan turbulen.

Mohsen H. Fagr., et al (2020) melakukan penelitian yang sama dengan menambahkan twisted tape konfigurasi baru, Percobaan dilakukan dengan cara fluks panas konstan disuplai ke permukaan tabung dan fluida kerjanya adalah udara yang dialirkan dengan aliran turbulen $10000 \leq Re \leq 40000$. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam faktor kinerja termal antara beberapa kasus yang diteliti dari penambahan tapered twisted tape dan kasus penambahan typical twisted tape. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kinerja termal dari tabung polos dengan penambahan twisted tape ($Y = 4$) & Al₂O₃ nanofluid lebih tinggi dari penambahan twisted tape ($Y = 6$) & nanofluida Al₂O₃.

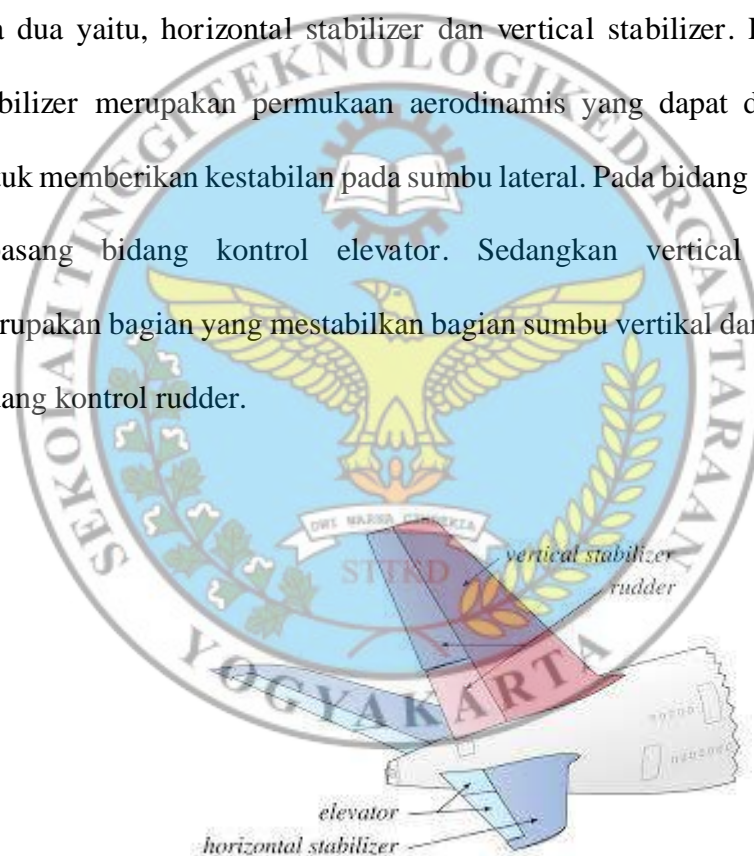
Pada tahun yang sama J.D. Moya-Rico., et al (2020) melakukan penelitian yang sama dengan menambahkan twisted tape elements, sebanyak 320 uji eksperimental dilakukan, memvariasikan kecepatan aliran (bilangan Reynolds) dan konfigurasi TTE. Hasil penelitian dari sembilan konfigurasi yang berbeda, termasuk pitch element twisted tape yang berbeda dan panjang ruang bebas. Akhirnya, hasil dari setiap kasus dikorelasikan untuk bilangan Nusselt dan faktor gesekan menggunakan minimum variance methodology. Kesepakatan antara hasil yang diperoleh dari data eksperimen dan yang diperoleh dari korelasi yang diusulkan adalah wajar, dengan

penurunan relatif rata-rata absolut kurang dari 9,5% untuk laju perpindahan panas dan 15% untuk faktor gesekan.

B. Landasan Teori

1. Stabilizer

Stabilizer merupakan bagian dari pesawat yang berfungsi untuk menjaga kestabilan pesawat saat terbang. bidang stabilizer pada pesawat ada dua yaitu, horizontal stabilizer dan vertical stabilizer. Horizontal stabilizer merupakan permukaan aerodinamis yang dapat digerakkan untuk memberikan kestabilan pada sumbu lateral. Pada bidang horizontal dipasang bidang kontrol elevator. Sedangkan vertical stabilizer merupakan bagian yang mestabilkan bagian sumbu vertikal dan dipasang bidang kontrol rudder.

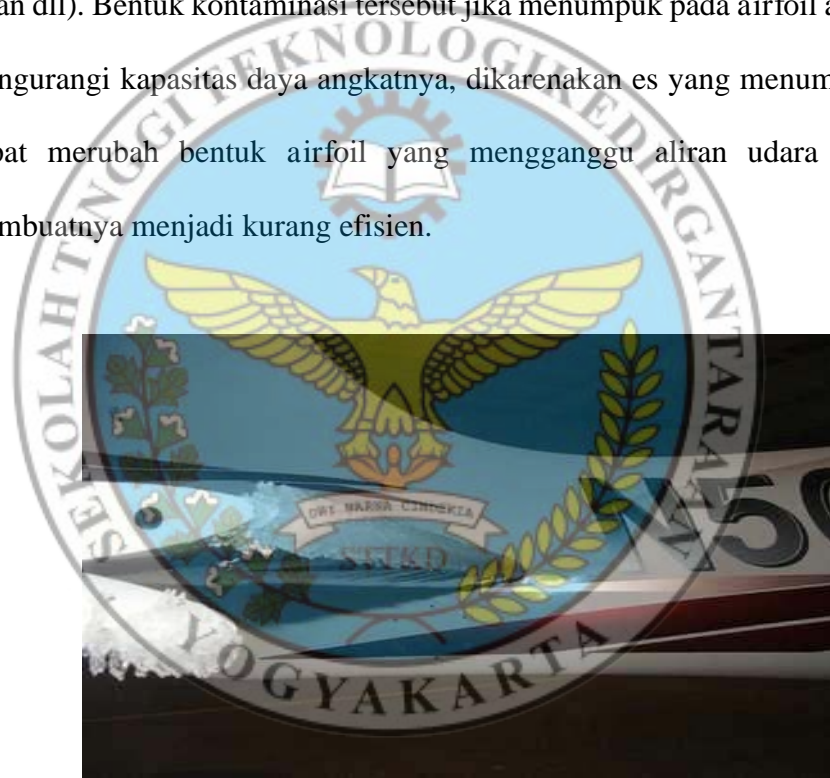


Gambar 2. 1 Bagian Stabilizer
Sumber: www.wikipedia.org

2. Airfoil Contamination

Airfoil contamination merupakan sebuah kondisi yang terjadi karena interaksi antara airfoil dengan udara yang melewati airfoil sehingga

terjadinya pembentukan es (icing) ataupun bunga es (embun beku) pada bagian depan airfoil (leading edge). Jika terjadi penumpukan es pada bagian ini akan mengakibatkan aliran laminar yang melewati penampang airfoil menjadi aliran turbulen. Kondisi icing dapat terjadi pada temperature dibawah 0°C dan di atas -40°C serta pada ketinggian 10.000 ft dan dapat terjadi visible moisture (uap air yang terlihat seperti kabut, awan dll). Bentuk kontaminasi tersebut jika menumpuk pada airfoil akan mengurangi kapasitas daya angkatnya, dikarenakan es yang menumpuk dapat merubah bentuk airfoil yang mengganggu aliran udara dan membuatnya menjadi kurang efisien.



Gambar 2. 2 Airfoil Contamination
Sumber: www.aero-news.net

3. Anti Icing

Anti icing merupakan suatu alat yang terdapat pada pesawat yang berfungsi sebagai pencegah terjadinya penumpukan es pada airfoil, window passanger dan windshield. Pada saat ini alat pencegahan terjadinya icing yang digunakan pada pesawat terbang komersil yaitu:

a. **Electric Heater**

Menggunakan sistem elemen pemanas yang dapat memanaskan leading edge bila dialiri listrik.

4. Bleed Air

Bleed Air merupakan udara bertekanan yang dihasilkan oleh engine setelah proses kompresi dan sebelum masuk ke dalam combustion chamber

5. Heater

Heater merupakan salah satu jenis dari heat exchanger yang berfungsi untuk memanaskan. Heater adalah suatu objek yang memancarkan atau menyebabkan suatu bagian lain menerima temperatur yang lebih tinggi. Di kehidupan sehari-hari biasanya digunakan untuk menghasilkan panas. Heater yang akan digunakan dalam penelitian ini jenis v-cut twisted tape insert dengan beberapa geometri twist ditujukan untuk mengetahui efektivitas perpindahan kalor yang dihasilkan, sehingga dapat mencegah terjadinya pembentukan es.

6. Vortex Generator

Peningkatan perpindahan panas dengan pembangkitan vorteks adalah sebuah metode pasif yang mengandalkan pada pembangkitan dengan sengaja streamwise vortices untuk meningkatkan perpindahan panas. Vorteks memiliki dua fitur yang meningkatkan proses transport, yaitu vorteks berputar-putar dan menggoyahkan (destabilisasi) medan aliran, sehingga aliran laminar yang stabil akan berubah menjadi turbulen.

Sebuah vortex generator tidak hanya menyebabkan penambahan perpindahan panas tetapi juga disipasi, atau kehilangan tekanan (pressure drop). Peningkatan perpindahan panas karena vortex generator dihubungkan dengan peningkatan kehilangan tekanan. Kenaikan kehilangan tekanan adalah karena vortex generator membentuk gaya seret (drag), perubahan gesekan dinding, dan dalam situasi non periodik, perubahan dalam fluks dan momentum. Vortex generator membangkitkan vorteks longitudinal dimana memutar aliran utama dan menaikkan percampuran daerah hilir (downstream). Selain itu, vortex generator menentukan pola aliran sekunder.

Pada penelitian ini akan membandingkan karakteristik perpindahan panas dan faktor gesekan pada heater pipa konsentrik dengan penambahan double v-cut twisted yang bertujuan membangkitkan aliran turbulen, dimana bentuk dari v-cut twisted berguna untuk mengurangi terjadinya pressure drop

7. **Bilangan Reynolds Dalam Tube**

Menurut Cengel, Y. A. & C. J. M. (2013) bilangan Reynolds adalah bilangan yang tidak berdimensi yang menjelaskan tentang rasio antara gaya inersia terhadap viskos yang mengkuantifikasikan hubungan kedua gaya dengan kondisi aliran tertentu. Bilangan ini digunakan untuk mengidentifikasi jenis aliran yang berbeda, seperti laminar, turbulen dan transisi. Dengan penambahan vortex generator diharapkan akan meningkatkan aliran turbulen pada tube. Tidak semua aliran turbulen

yang hasilnya baik untuk digunakan, contohnya pada aliran laminar yang cocok digunakan pada industri perkapalan untuk menentukan arah dan kecepatan aliran pada kapal ikan tradisional, dan dapat digunakan membantu kincir angin bergerak. Sedangkan aliran turbulen juga sangat cocok pada kasus pemanas (heater) dan juga dapat digunakan sebagai menambah gaya hambat pada pesawat saat terbang.

Untuk mengetahui jenis aliran turbulen digunakan persamaan Bilangan Reynolds dapat ditentukan sebagai berikut:

$$Re = \frac{\rho v D_t}{\mu} \quad (2.3)$$

$Re < 2300$ Laminer

$Re > 2300 - < 10.000$ Transisi

$Re > 10.000$ Turbulent

8. Bilangan Nusselt Dalam Tube

Menurut Cengel, Y. A. (2006) bilangan Nusselt merupakan bilangan yang menunjukkan proses perpindahan panas pada dinding pipa atau lapisan batas (boundary layer).

Bilangan Nusselt dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \quad (2.5)$$

Nilai 0,023 merupakan ketetapan dalam rumus bilangan Nusselt yang digunakan untuk menghitung proses perpindahan panas dalam tube.

Sedangkan 0,4 menunjukkan bahwa aliran fluida yang mengalir dalam tube adalah fluida panas sehingga menggunakan angka tersebut.

9. Perpindahan kalor

Menurut Cengel, Y. A. (2006) perpindahan kalor merupakan suatu energi yang dapat berpindah karena adanya perbedaan temperatur. Perpindahan kalor yang terjadi didalam leading edge dan rasio twisted tergantung pada geometri dan dimensinya. Analisa perpindahan kalor dalam sisi heater memperhitungkan banyaknya kalor yang tersalurkan.

Perpindahan kalor dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = \dot{m} \cdot C_p \cdot (\Delta T) \quad (2.1)$$

$$\dot{m} = \rho \cdot A \cdot V_o \quad (2.2)$$

Perpindahan kalor aktual dihitung dengan persamaan:

$$Q_s = h \cdot A_s \cdot \Delta T_{lm} \quad (2.3)$$

10. Faktor Gesek

Menurut Cengel, Y. A. (2006) faktor gesek merupakan gaya yang berlawanan arah dengan gerak benda. Gaya terjadi akibat sentuhan antara benda dengan bidang lintasannya, sehingga tercipta suatu gesekan. Besar nilai gesekannya dilihat dari seberapa kasar permukaan kedua bidang tersebut. Semakin kasar semakin besar nilai gaya geseknya. Faktor gesekan juga berpengaruh terhadap tegangan yang terjadi pada pipa konsentrik. Menurut Cengel, Y. A. dan C. J. M. (2013), Gaya tarik yang

menyebabkan tegangan ini bekerja sejajar dengan permukaan dan disebabkan oleh gaya tarik antar molekul cairan. Besarnya gaya ini per satuan panjang disebut tegangan permukaan atau koefisien tegangan permukaan (σ_s) dan biasanya dinyatakan dalam satuan N / m (atau lbf / ft dalam satuan bahasa Inggris).

Untuk menghitung gaya gesek digunakan persamaan dari :

Smooth tubes:

$$f = (0,79 \ln Re - 1,64)^{-2} \quad (2.4)$$

Dimana nilai 0,79 merupakan ketetapan dalam rumus perhitungan faktor gesekan untuk pipa konsentrik atau pipa lurus tanpa lubang bagian sisi-sisinya.

11. Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi

Menurut Cengel, Y. A. (2006) perpindahan kalor secara konveksi merupakan suatu perpindahan panas melalui aliran zat yang perantaranya ikut berpindah. Pada saat partikel berpindah dan kalor merambat, terjadilah suatu konveksi. Konveksi ini terjadi pada zat cair dan juga gas.

Koefisien perpindahan kalor konveksi ini dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$h = \frac{Nu.k}{D_t} \quad (2.5)$$

12. Pressure Drop

Menurut Cengel, Y. A. & C. J. M. (2013) pressure drop adalah penurunan tekanan yg terjadi didalam sistem pipa akibat panjangnya lintasan yang dilalui dan adanya gangguan di dalam lintasan yang dilalui. Nilai dari pressure drop juga berpengaruh pada nilai friction, semakin tinggi nilai pressure drop maka semakin rendah nilai friction yang dihasilkan dikarenakan pipa konsentrik yang digunakan berjenis smooth tube.

Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung pressure drop sebagai berikut:

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad (2.6)$$

