

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah Ilmu termodinamika yang membahas tentang transisi kuantitatif dan penyusunan ulang energi panas dalam suatu tubuh materi. perpindahan panas adalah ilmu yang berkaitan dengan nilai perubahan panas antara tubuh panas dan dingin yang berasal dari sumber dan penerima. Ketika satu pon air menguap atau kondensasi, energi akan mengalami perubahan baik proses identik. Nilai dimana baik proses dapat dibuat untuk kemajuan dengan sumber independen atau penerima namun, secara inheren sangat berbeda. Penguapan umumnya merupakan fenomena yang jauh lebih cepat dibandingkan kondensasi. (Donald Q Kern)

2.2 Mekanisme Perpindahan Panas

Mekanisme perpindahan panas ada 3 macam, yaitu :

- a. Konduksi : perpindahan panas melalui suatu benda oleh perpindahan momentum dari molekul atau atom tanpa proses pencampuran. Contoh : aliran panas melalui dinding metal.
- b. Konveksi : perpindahan panas dari fluida panas ke bagian yang dingin dengan pengadukan. Contoh : memasak air.
- c. Radiasi : proses aliran panas dari fluida yang bersuhu tinggi ke fluida yang bersuhu rendah bila fluida tersebut terpisah dalam suatu ruang tanpa menggunakan medium. (Indra Wibawa Dwi)

2.3 Alat penukar panas

Alat penukar panas adalah suatu alat yang difungsikan untuk mengkomondasikan perpindahan panas dari fluida panas ke fluida dingin dengan

adanya perbedaan temperatur. Karena panas yang dipertukarkan terjadi dalam sebuah sistem maka kehilangan panas dari suatu fluida akan sama dengan panas yang diterima fluida lain. (Indra Wibawa Dwi)

2.4 Kemampuan menerima panas

Kemampuan untuk menerima panas dipengaruhi oleh 3 hal

a. Koefisien *overall* perpindahan panas (U)

Koefisien *overall* perpindahan panas (U) menyatakan mudah atau tidaknya panas berpindah dari fluida panas ke fluida dingin dan juga menyatakan aliran panas menyeluruh sebagai gabungan proses konduksi dan konveksi.

b. Luas bidang yang tegak lurus terhadap arah perpindahan panas.

Karena luas perpindahan panas tidak konstan, sehingga dalam praktek dipilih luas perpindahan panas berdasarkan luas dinding bagian luar.

c. Selisih temperatur rata-rata logaritmik (ΔT LMTD).

LMTD : perbedaan temperatur yang dipukul rata-rata setiap bagian HE. Karena perbedaan temperatur di setiap bagian HE tidak sama. (Indra Wibawa Dwi)

2.5 Jenis – Jenis Heat Exchanger

Berdasarkan bentuknya, jenis Heat Exchanger antara lain :

a. Double Pipe Heat Exchanger (DPHE)

Heat Exchanger ini adalah tipe yang paling sederhana, terdiri dari dua buah pipa dengan ukuran diameter yang berbeda, pipa dengan diameter lebih kecil diletakkan di dalam pipa yang dikenal dengan nama tube dengan diameter lebih besar dan kedua pipa disusun secara kosentris (sesumbu). Heat exchanger yang ini digunakan hanya untuk luas perpindahan panas yang kecil, dapat digunakan untuk gas liquid atau gas – gas.

b. Shell and Tube Heat Exchanger

Heat exchanger ini terdapat banyak pipa – pipa kecil (tube) yang tersusun dalam sebuah pipa besar (shell). Shell and tube heat exchanger memiliki penampang perpindahan panas yang lebih besar dibandingkan dengan tipe yang lain sehingga banyak digunakan dalam industri minyak dan gas bumi.

c. Plate and Frame Heat Exchanger

Heat Exchanger jenis ini terdiri atas plate – plate yang dipasang sebagai perangkat antara fluida panas dan fluida dingin.

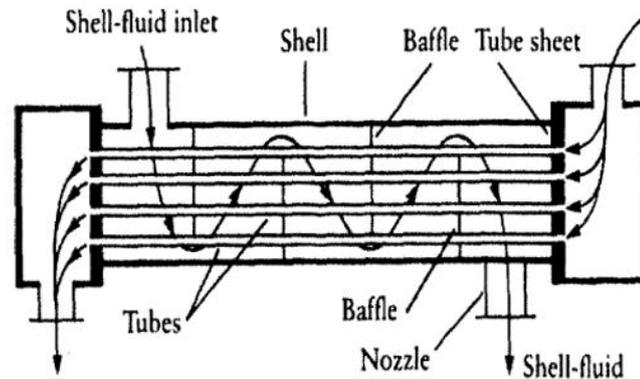
2.6 Tipe Heat Exchanger

Salah satu jenis alat penukar panas telah disebutkan, bahwa dari pengaturan *double* pipa seperti yang ditunjukkan pada. Kontra flow atau paralel flow dapat digunakan dalam jenis alat penukar panas, dengan fluida panas atau dingin menempati ruang annular dan fluida lainnya menempati bagian dalam pipa. Suatu jenis alat penukar panas yang banyak digunakan dalam proses industri kimia adalah Shell and Tube Heat Exchanger. satu fluida mengalir di bagian dalam tabung, sedangkan fluida lainnya melalui *shell* di luar tabung. Untuk memastikan bahwa bagian *shell* cairan akan mengalir di tabung sehingga mendorong perpindahan panas yang lebih tinggi, *baffles* ditempatkan di *shell* seperti yang ditunjukkan dalam angka. Tergantung pada pengaturan ujung kepala heat exchanger, satu atau lebih melewati tabung dapat dimanfaatkan. (J.P. Holman)

2.7 Shell and Tube Heat Exchanger

Alat penukar shell dan tube terdiri atas suatu bundel pipa yang dihubungkan secara paralel dan ditempatkan dalam sebuah pipa (cangkang). Fluida yang satu mengalir di dalam bundel pipa, sedangkan fluida yang lain mengalir di luar pipa pada arah yang sama, berlawanan, atau bersilangan. Untuk meningkatkan

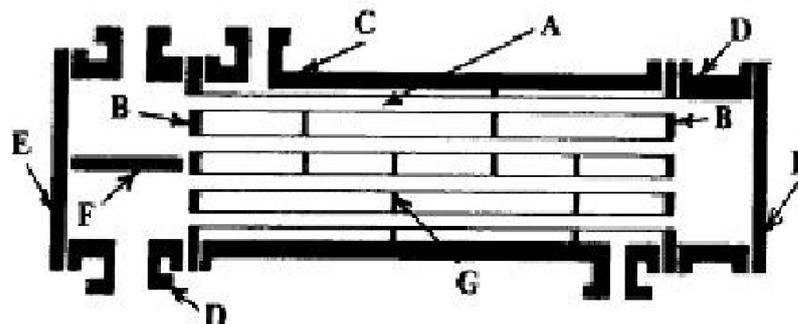
efisiensi pertukaran panas, biasanya pada alat penukar panas shell dan tube dipasang sekat (baffle). (Harlan S. F. Egeten¹, Frans P. Sappu, Benny Maluegga)



Gambar 1. Sheel and Tube Heat Exchanger

2.8 Komponen – Komponen Shell and Tube Heat Exchanger

Alat penukar kalor tipe Shell and Tube memiliki komponen – komponen yang sangat berpengaruh pada konstruksinya. Adapun komponen – komponen dari alat penukar kalor tipe ini adalah



Gambar 2. Komponen-komponen alat penukar kalor tipe shell and tube

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| A. Tubes | E. Channel Covers |
| B. Tube sheets | F. Pass divider |
| C. Shell and shell side nozzles | G. Baffles |
| D. Tube side channels and nozzles | (Bizy dan R. Setiadi) |

2.9 Keuntungan Shell & Tube Heat Exchanger

Alat penukar panas shell and Tube Heat Exchanger mempunyai keuntungan sebagai berikut:

1. Memiliki permukaan perpindahan panas persatuan volume yang lebih besar
2. Mempunyai susunan mekanik yang baik dengan bentuk yang cukup baik untuk operasi bertekanan.
3. Tersedia dalam berbagai bahan konstruksi
4. Prosedur pengopersian lebih mudah
5. Metode perancangan yang lebih baik telah tersedia
6. Pembersihan dapat dilakukan dengan mudah (Indra Wibawa Dwi)

2.10 Penentuan Fluida dalam Shell and Tube

Penentuan fluida dalam shell and tube Heat Exchanger yaitu :

- a. Fluida bertekanan tinggi dialirkan di dalam tube karena tube standar cukup kuat menahan tekanan yang tinggi
- b. Fluida berpotensi fouling dialirkan di dalam tube agar pembersihan lebih mudah dilakukan.
- c. Fluida korosif dialirkan di dalam tube karena pengaliran di dalam shell membutuhkan bahan konstruksi yang mahal yang lebih banyak.
- d. Fluida bertemperatur tinggi dan diinginkan untuk memanfaatkan panasnya dialirkan di dalam tube karena dengan ini kehilangan panas dapat dihindarkan.
- e. Fluida dengan viskositas yang lebih rendah dialirkan di dalam tube karena pengaliran fluida dengan viskositas tinggi di dalam penampang alir yang kecil membutuhkan energi yang lebih besar. Fluida dengan viskositas tinggi

ditempatkan di shell karena dapat digunakan baffle untuk menambah laju perpindahan.

- f. Fluida dengan laju alir rendah dialirkan di dalam tube. Diameter tube yang kecil menyebabkan kecepatan linier fluida (velocity) masih cukup tinggi, sehingga menghambat fouling dan mempercepat perpindahan panas.
- g. Fluida yang mempunyai volume besar dilewatkan melalui tube, karena adanya cukup ruangan. (Indra Wibawa Dwi)

2.11 Perancangan Shell & Tube Heat Exchanger

Pemenuhan banyak layanan industri memerlukan penggunaan sejumlah besar alat penukar panas pipa ganda. Konsumen yang mempunyai daerah tanah yang cukup besar dan juga memerlukan sejumlah besar poin kebocoran mungkin terjadi. di mana besarnya transfer permukaan panas- diperlukan, mereka dapat memperoleh yang terbaik dengan peralatan shell dan tube. Sebuah contoh sederhana dan umum dari tabung expandad ditampilkan adalah ara 7.1. lubang tabung adalah dibor dalam lembar tabung dengan diameter sedikit lebih besar dari diameter luar tabung, dan dua atau lebih alur dipotong di dinding lubang. Tabung ditempatkan di dalam lubang tabung, dan roller tabung dimasukkan ke dalam ujung bak. roller adalah mandril berputar yang sedikit lancip.

Heat Exchanger Tabung juga dirujuk sebagai tabung kondensor dan tidak harus bingung dengan pipa baja atau jenis lain dari pipa yang diekstrusi untuk ukuran pipa besi. Diameter luar penukar panas atau tabung kondensor adalah diameter luar yang sebenarnya dalam inci dalam toleransi yang sangat ketat. tabung penukar panas tersedia dalam berbagai logam yang meliputi baja, tembaga, kelautan, logam Muntz, kuningan, 70-30 nikel tembaga, perunggu alumunium, alumunium, dan baja tahan karat. Mereka dapat diperoleh di sejumlah

ketebalan dinding yang berbeda didefinisikan oleh Birmingham kawat pengukur, yang biasanya dirujuk sebagai BWG atau pengukur tabung. Ukuran tabung yang umumnya tersedia tercantum pada Tabel 10 dari Lampiran dimana $\frac{3}{4}$ diameter luar dan 1 in. (D.Q Kern, 1950)

2.12 Perhitungan Nilai Efektivitas Heat Exchanger

Untuk menentukan efektivitas dari penukar panas kita perlu menemukan perpindahan panas maksimum yang mungkin yang dapat diduga dicapai dalam penukar panas kontra-aliran panjang tak terbatas. Oleh karena itu salah satu cairan akan mengalami perbedaan suhu maksimum yang mungkin, yang merupakan perbedaan suhu antara suhu masuk dari arus panas dan suhu inlet aliran dingin. Hasil metode dengan menghitung harga kapasitas panas (laju aliran massa yaitu dikalikan dengan panas spesifik C_h dan C_c untuk cairan panas dan dingin masing-masing, dan yang menunjukkan yang lebih kecil sebagai C_{min} . Alasan untuk memilih tingkat kapasitas panas yang lebih kecil adalah untuk menyertakan perpindahan panas maksimum antara cairan bekerja selama perhitungan.

Kemudian ditemukan, dimana q_{max} adalah panas maksimum yang dapat ditransfer antara cairan. Menurut persamaan di atas, untuk mengalami perpindahan panas maksimum kapasitas panas harus diminimalkan karena kita menggunakan perbedaan suhu maksimum mungkin. Hal ini membenarkan penggunaan C_{min} dalam persamaan *Efektivitas (E)*, adalah rasio antara tingkat perpindahan panas yang sebenarnya dan transfer rate mungkin panas maksimum:

$$E = \frac{q}{q_{max}} \quad q_{max} = C_{min}(T_{h,i} - T_{c,i})$$

$$q = C_h(T_{h,i} - T_{h,o}) = C_c(T_{c,o} - T_{c,i})$$