

STUDI LITERATUR KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS TOTAL SHELL AND TUBE TIPE 1-1 SISTEM FLUIDA LARUTAN ETILEN GLIKOL DAN LARUTAN GLIKOL

Sugeng Hadi Sutrisno, Abdul Chalim

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
Sugenghadi87@gmail.com, [chalim.polinema@gmail.com]

ABSTRAK

Konservasi energi menjadi hal yang di perhitungkan di masa depan. Cara efektif mengurangi permintaan energi adalah menggunakan energi lebih efektif. Penukar kalor merupakan cara mentransfer energi yang banyak digunakan untuk oil refinery, industri kimia dan makanan. Salah satu aplikasi alat penukar kalor adalah heat exchanger yang merupakan perangkat penyedia energi termal antara dua atau lebih cairan pada suhu berbeda. Salah satu jenis *heat exchanger* yang sering digunakan *heat exchanger shell and tube*. Tujuan dari studi literatur ini untuk mengetahui besar koefisien perpindahan panas dan mendapatkan nilai U. Pada setiap literatur membandingkan setiap jurnal dan mereview jurnal yang diperoleh. Dari setiap jurnal didapatkan nilai U dengan memvariasi variable bahan coolant, pengaruh konsentrasi coolant, laju alir fluida dan suhu fluida. Dari hasil pembahasan penggunaan nano fluida menambah koefisien perpindahan panas sebesar 15% daripada menggunakan fluida air. Pengaturan suhu fluida panas dan dingin juga mempengaruhi hasil koefisien perpindahan panas dimana semakin rendah suhu fluida dingin masuk semakin besar koefisien perpindahan panas. Mengatur laju alir juga mempengaruhi besar koefisien perpindahan panas dikarenakan radiasi dari fluida panas dapat berpindah secara maksimal ke fluida dingin.

Kata kunci: koefisien perpindahan panas total, variable suhu, aliran fluida counter current

ABSTRACT

Energy conservation will be taken into account in the future. An effective way to reduce energy demand is to use energy more effectively. The heat exchanger is a way of transferring energy that is widely used for oil refineries, the chemical and food industries. One application of heat exchanger is a heat exchanger which is a device providing thermal energy between two or more liquids at different temperatures. One type of heat exchanger that is often used is shell and tube heat exchangers. The purpose of this literature study is to find out the heat transfer coefficient and to get a U value. In each literature comparing each journal and reviewing the journals obtained. From each journal U values are obtained by varying the coolant material variable, the effect of coolant concentration, fluid flow rate and fluid temperature. From the results of the discussion of the use of nano fluids increase the coefficient of heat transfer by 15% instead of using water fluids. Temperature regulation of hot and cold fluids also affects the results of the heat transfer coefficient where the lower the temperature of cold fluid entering the greater the heat transfer coefficient. Adjusting the flow rate also affects the heat transfer coefficient because the radiation from the hot fluid can move maximally to the cold fluid.

Keywords: total heat transfer coefficient, variable temperature, counter fluid flow

1. PENDAHULUAN

Konservasi energi cara efektif mengurangi permintaan energi adalah menggunakan energi lebih efektif. Penukar kalor merupakan cara mentransfer energi yang banyak digunakan untuk *oil refinery*, industri kimia dan makanan. Salah satu aplikasi alat penukar kalor adalah *heat exchanger* yang merupakan perangkat penyedia energi termal antara dua atau lebih cairan pada suhu berbeda [1]. Salah satu tipe *heat exchanger* adalah *shell and tube* 1-1. Dalam proses perpindahan panas di setiap *heat exchanger* melibatkan dua fluida, yaitu fluida panas dan fluida dingin. Dalam penelitian ini digunakan etilen glikol sebagai fluida pendingin dan polyethylene glikol sebagai fluida panas, yang bertujuan untuk mendapatkan koefisien perpindahan panas total. Penelitian ini merujuk pada data nilai koefisien perpindahan panas di literatur [2]. Geankoplis (2003) menyatakan bahwa nilai koefisien perpindahan panas total untuk sistem fluida organik – organik adalah bernilai 100-200 BTU/h.ft².°F [3]. Data tersebut tidak menyatakan secara spesifik untuk fluida tertentu. Dengan demikian, dalam penelitian ini diharapkan dapat ditentukan nilai koefisien perpindahan panas untuk salah satu fluida organik-organik.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan berbagai informasi deskriptif maupun data dari berbagai penelitian terdahulu mengenai topik yang telah diambil. Informasi yang didapatkan dari berbagai sumber selanjutnya dilakukan analisa dan dibandingkan untuk mendapatkan sebuah kesimpulan yang mengarah pada jawaban dari rumusan masalah yang telah diambil mengenai konsentrasi coolant dan kondisi operasi (suhu dan laju alir fluida) untuk mendapatkan nilai overall heat transfer coefficient

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Koefisien perpindahan panas secara menyeluruh dipelajari dengan menentukan perpindahan panas yang terjadi pada suatu dinding logam antara fluida panas pada satu sisi dan fluida dingin pada sisi lain dengan pengaliran konveksi paksa. Pertukaran panas yang terjadi merupakan pertukaran secara tidak langsung. Berdasarkan aliran dapat dibedakan menjadi pertukaran panas dengan aliran searah (*co-current flow*) Pertukaran ini, kedua fluida (panas dan dingin) masuk pada sisi yang sama, mengalir dengan arah sama dan keluar pada sisi sama pula. Pertukaran panas dengan aliran berlawanan arah (*counter flow*) Pertukaran panas sistem ini, kedua fluida (panas dan dingin) masuk penukar panas dengan arah berlawanan dan keluar pada sisi yang berlawanan [3].

Faktor faktor yang mempengaruhi nilai koefisien perpindahan panas total terbagi menjadi 3 variable yaitu variable suhu, laju alir keluar masuk bahan dan variable konsentrasi bahan. Secara umum penelitian ini menggunakan fluida yang dapat menyerap panas. Contoh fluida yang sering digunakan adalah air. Air sendiri termasuk fluida yang dapat menyerap panas dimana panas akan berpindah dari suhu yang tinggi menuju suhu yang lebih rendah. Tetapi air memiliki titik didih yang relatif rendah apabila berkontak dengan bahan yang lebih tinggi titik didihnya akan menguap [4].

Berikut adalah kumpulan-kumpulan jurnal beberapa peneliti dengan menggunakan bahan-bahan yang digunakan untuk menghitung koefisien perpindahan panas total:

Tabel 1. Nilai koefisien perpindahan panas *overall* (U) dari berbagai literatur

| No. | Jenis alat | Bahan | | Suhu | | | | laju alir | | Nilai U BTU/h.ft ² .F |
|-----|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|------|------|------|-------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | | fluida panas | fluida dingin | Thi | Tho | Tci | Tco | fluida panas (l/mnt) | fluida dingin (l/mnt) | |
| 1 | Plate and frame heat exchanger | Air | Air | 50 | 32 | 35 | 32,5 | 20,531 | 22,3974 | 24,233149 |
| 2 | Shell and tube | Minyak pelumas SAE 30 | Air | 62 | 50 | 37 | 30 | 1001867 | 183370 | 3,421 |
| 3 | Shell and tube | Air | ethilen glikol-air | 40 | 37,8 | 29,7 | 31,5 | 330,6 | 286,6 | 45,26 |
| 4 | double pipe heat Exchanger | air | TiO ₂ 0,1% | 68 | | 26 | | | | 69,56 |
| 5 | double pipe heat Exchanger | oli | air | 90 | 54,5 | 26 | 27 | 972,63 | 8799,96 | 1,0549 |
| 6 | Shell and tube singel pas | air | air | 43 | 38 | 32 | 38 | 6600 | 25002 | 259,0457 |
| 7 | Heat exchanger | steam | air | 47,2 | 45,8 | 33,8 | 44,59 | 9,23 | 324900 | 208,73 |
| 8 | double pipe heat Exchanger | oli | propana | 150 | | | 107 | 10 | 1 | 493,12 |
| 9 | shell and tube | biogas | air | 35 | 12 | 7 | 12 | 11,22 | 25,54 | 4533,12 |
| 10 | double pipe heat Exchanger | Air | GFN 0,2% | 70 | | | | 2,16 | | 332,14 |
| 11 | Plate Heat | Air | Air | 32,1 | 37 | 42,5 | 38,46 | 7002 | 7500 | 196,32 |

Dari Tabel 1 mencari nilai dari koefisien perpindahan panas total berdasarkan Studi literatur penelitian dapat dilakukan dengan berbagai jenis fluida mulai dari fluida berjenis liquid ataupun fluida berjenis gas yang digunakan sebagai *coolant*. Pada Tabel 1 dilihat terdapat beberapa jurnal penelitian yang menggunakan berbagai jenis fluida yang dijadikan sebagai *coolant* untuk melakukan penelitian tentang seberapa besar ke efektivitasannya dari alat *heat exchanger* bertipe *shell and tube* dan diambil koefisien perpindahan panas.

3.1 Pengaruh suhu masuk fluida panas dan dingin terhadap koefisien perpindahan panas

Dalam teori perpindahan panas yang mana dipengaruhi oleh perbedaan suhu antara 2 atau lebih fluida yang berbeda, dimana panas akan berpindah dari fluida yang bersuhu tinggi ke fluida yang bersuhu rendah [1]. Ketika kalor bergerak akan terjadi pertukaran dan kemudian berhenti ketika kedua tempat tersebut memiliki suhu yang sama. Pada tabel 4.1 semakin kecil nilai ΔT_{LMTD} maka semakin besar koefisien perpindahan panas begitu juga sebaliknya. dimana suhu fluida dingin yang memiliki nilai suhu yang rendah agar bisa memaksimalkan pendinginan pada fluida panas. Pada penelitian yang dilakukan oleh [8] suhu fluida bahan yang masuk rendah sehingga nilai koefisien perpindahan panas tinggi.

3.2 Pengaruh laju alir fluida terhadap nilai koefisien perpindahan panas total

Salah satu cara meningkatkan laju perpindahan panas adalah flowrate fluida. Dimana perubahan laju alir dari kedua fluida sangat mempengaruhi nilai dari efektivitas alat penukar panas. Dalam suatu proses perpindahan panas terdapat laju alir fluida dingin dan laju alir fluida panas. Pada tabel 4.1 pada penelitian yang dilakukan [9] laju alir fluida dingin 324900 l/m lebih besar dibanding fluida panas sehingga nilai koefisien perpindahan pun besar.

3.3 Pengaruh konsentrasi coolant terhadap nilai koefisien perpindahan panas

Pada penelitian yang dilakukan oleh [1,7,10] pada ke tiga jurnal tersebut menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi penambahan coolant menambah nilai koefisien perpindahan panas, akan tetapi pada ketiga jurnal tersebut menggunakan metode yang berbeda dimana yang dilakukan oleh Ch [1] menggunakan blending etilen glikol-air dengan konsentrasi yang berbeada yaitu (10%,20%,30%) didapatkan hasil tertinggi pada konsentrasi 30% dengan nilai 45,26 BTU/h..ft².F. Pada peneliatan yang dilakukan oleh [5] dan [10] menggunakan metode yang sama dengan menambahkan partikel berukuran nano pada fluida dasar air dengan ukuran partikel (10–100 nm) sehingga koefisien perpindahan panas akan meningkat. menggunakan bahan TiO₂ sebagai bahan tambahan coolant dengan vaiabel (0,5%, 1%) didapatkan hasil terbaik dengan 69,56 BTU/h..ft².F. [menggunakan bahan Graphene dengan variabel (0,01%, 0,05%, 0,1%, 0,2%) didapatkan hasil terbaik 332,13 BTU/h..ft².F. pada pembahasan ini dapat membuktikan bahwa penambahan nano fluida pada dasar air lebih efektif dibandingkan dengan penggunaan larutan organik. menurut [10] melakukan sebuah penelitian yang diketahui bahwa pada suhu ruang, konduktifitas termal pada logam lebih tinggi daripada fluida pendingin konveksional. Contohnya, konduktifitas termal tembaga 700 kali lebih tinggi dari air dan 3000 kali lebih tinggi dibandangka pelumas, penelitian ini dilakukan degan mendispersikan partikel logam yang berukuran milimeter atau micrometer ke dalam fluida.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari studi literatur diatas penambahan larutan organik atau menambahkan kompenen nano fluida pada fluida dingin mempengaruhi besar nilai koefisien perpindahan panas pada alat tersebut dibandingkan menggunakan air. Semakin besar kosentrasi yang ditambahkan pada fluida pendingin semakin besar nilai perpindahan panas. Faktor-faktor yang bisa mempengaruhi nilai perpindahan panas suhu fluida dan laju alir fluida.

Fluida panas mempengaruhi besar dari nilai U dan efektivitas alat yang mana jika suhu fluida panas semakin mengalami kenaikan maka nilai U dan efektivitas alat semakin kecil, hal ini terjadi karena nilai ΔT_{LMTD} berbanding terbalik dengan nilai NTU dan efektivitas, dimana jika nilai ΔT_{LMTD} semakin besar maka nilai U semakin kecil. Sama dengan fluida laju alir fluida dingin menaikkan nilai koefisien perpindahan panas Semakin tinggi laju alir suatu fluida dingin maka konduksi panas akan berpindah dengan baik dikarenakan suhu fluida masuk terkonduksi ke fluida dingin sehingga koefisien perpindahan panas meningkat

4.2 Saran

Dilakukan penelitian lebih lanjut tentang koefisen perpindahan panas total dari setiap jurnal dengan variabel yang berbeda agar didapatkan hasil yang terbaik

REFERENSI

- [1] Chalim, A., Ariani, A., Mufid, M., Hardjono, H., 2017, *Koefisien Perpindahan Kalor Total (U) Sistim AirEtilen Glikol Menggunakan Alat Penukar Kalor Shell and Tube 1-1*, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Proses Industri Kimia, 19 Oktober, Malang, 69-76.
- [2] Geankopolis, C.J., 1993, *Transport Processes and Unit Operations*, Prentice Hall, New Jersey.
- [3] Chalim, A., Radella, R., Zulfatus,Z., 2019, *Efektivitas Alat Penukar Panas Shell and Tube 1-1 Sistem Blending Propylene Glicol - Ethanol Sebagai Fluida Pendingin*, Laporan Akhir, Progra,m Studi D-III Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Malang.
- [4] Kakaç, S., Liu, H., Pramuanjaroenkij, A., 2020, *Heat Exchangers: Selection, Rating, and Thermal Design*, Third Edition, CRC Press.
- [5] Harmen, H., Adriansyah, W., Abdurrachim, A., Pasek, A.D., 2017, *Metodologi Perhitungan Koefisien Perpindahan Panas Konveksi Paksa Fluida Organik Propana pada Kondisi Superkritik*, Jurnal Teknologi, Vol. 9, No. 2, 89-95.
- [6] Syaichurrozi, I., Metta, A., Imanuddin, A., 2014, *Kajian Performa Alat Penukar Panas Plate and Frame: Pengaruh Laju Alir Massa, Temperatur Umpan dan Arah Aliran Terhadap Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh*, Eksergi, Vol. 11, No. 2, 11–18.
- [7] Astuti, A., Sari, S.P., 2018, *Analisis Pengaruh Konsentrasi Partikel TiO₂ Terhadap Koefisien Perpindahan Panas Konveksi pada Penukar Kalor Pipa Ganda*, Seminar Nasional – XVII Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri, 21 – 21 November, Bandung.
- [6] Patayang, M., Shanty, S., 2017, *Analisa Laju Perpindahan Panas Locoller Tipe Shell And Tube Aliran Berlawanan Arah Pada KM PANTOKRATOR*, Vol. 7, 19-25.
- [7] Sutowo, C., 2010, *Analisa Heat Exchangr Jenis Sheel and Tube Dengan Sistem Single Pass*, Jurnal Penelitian Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jakarta, 1–9.
- [8] Putra.,I., 2017, *Studi Perhitungan Heat Exchanger Type Shell And Tube Dehumidifier Biogas Limbah Sawit Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Biogas*, Jurnal Polimesin, Vol. 15, No. 2, 42-49.
- [9] Sudrajat, J., 2017, *Analisis Kinerja Heat Exchanger Shell & Tube Pada Sistem Cog Booster Di Integrated Steel Mill Krakatau*, Jurnal Teknik Mesin, Vol. 6, No. 3, 174-181.
- [10] Alfian, D.G.C., Supriyadi, D., 2019, *Analisis Kinerja High Pressure Heater (Hph) Tipe Shell and Tube Heat Exchanger*, Journal of Science and Application Technology, Vol. 2, No. 1, 23–33.