

Evaluasi Kinerja *Heat Exchanger* 02 Di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia (PPSDM) Minyak Dan Gas Bumi Cepu

Fadiya A. Dardiri¹, Dyan Hatining Ayu Sudarni²

Teknik, Program Studi Teknik Kimia, Universitas PGRI Madiun, Madiun, Indonesia

Email: ^{1*}anandafadiya15@email.com, ^{2*}dyanhatining.ayu@email.com

Abstrak - *Heat exchanger* merupakan suatu alat proses produksi yang sangat krusial sebagai proses perpindahan panas. Proses perpindahan panas ini berjalan dari temperatur tinggi ke temperatur rendah hingga memiliki temperatur sama, baik langsung (tanpa pemisahan) maupun tidak langsung (adanya pemisahan). *Heat exchanger* merupakan alat penukar kalor yang bermanfaat untuk mengubah temperatur dan fasa suatu jenis fluida. Oleh karena itu perlu adanya evaluasi kinerja *heat exchanger*. Evaluasi kinerja ini sangat mempengaruhi performen dari *heat exchanger* tersebut. Parameter yang diukur untuk mengetahui performen adalah penentuan nilai R_d , *pressure drop*, dan efisiensi alat. Sedangkan data yang diperlukan diambil dengan pengamatan secara langsung. Tujuan dari evaluasi yang dilakukan untuk mengetahui kinerja terkini *heat exchanger* khususnya HE-02 di kilang PPSDM Migas Cepu. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan diperoleh hasil evaluasi kinerja *heat exchanger* 02 adalah nilai efisiensi 95,275%, nilai *fouling factor* R_d yaitu $0,417 \text{ hr. ft}^2. \text{ }^\circ\text{F} / \text{btu}$, *pressure drop* untuk *shell* yaitu sebesar 0,046 Psi dan nilai *pressure droop* pada *tube* yaitu sebesar 0,005 Psi.

Kata Kunci: Efisiensi, Evaluasi Kinerja, *Fouling Factor*, *Heat Exchanger*, *Pressure Drop*

Abstract – *Transfer from high temperature to low temperature to have the same temperature, either directly (without separation) or indirectly (the separation). Heat exchanger is a heat exchanger that is useful for changing the temperature and phase of a type of fluid. Therefore, it is necessary to evaluate the performance of heat exchangers. This performance evaluation greatly affects the performen of the heat exchanger. Parameters measured to know performen is the determination of the value of R_d , *pressure drop*, and efficiency of the tool. While the necessary data is taken by direct observation. The purpose of the evaluation was to determine the current performance of the heat exchanger, especially HE-02 at the PPSDM Migas CEPU refinery. From the results of calculations that have been done obtained the results of performance evaluation of heat exchanger 02 is the value of efisiensi 95.275%, the value of *fouling factor* (R_d) is $0.417 \text{ hr. ft}^2. \text{ }^\circ\text{F} / \text{btu}$, the *pressure drop* for the *shell* is 0.046 Psi and the value of the *pressure droop* on the *tube* is 0.005 Psi.*

Keywords: : Efficiency, *Fouling Factor*, *Heat Exchanger*, Performance Evaluation, *Pressure Drop*

1. PENDAHULUAN

Unit kilang Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas bumi merupakan pengeboran dan kilang minyak pertama di Indonesia. Dari pengeboran sumur dihasilkan minyak mentah yang kemudian diolah dengan bantuan pompa dialirkan di unit kilang sehingga dihasilkan produk bahan bakar petrasol, kerosin, solar dan residu. Pengolahan crude oil dilakukan didalam *Crude Distillation Unit* (CDU), secara prinsip kerja dasarnya CDU merupakan pemisahan yang dipengaruhi oleh titik didih komponen penyusunnya.

PPSDM Migas ini pengolahan minyak mentah dilakukan di *Crude Destilation Unit* (CDU), ada dua proses didalamnya yaitu proses distilasi atmosferik dan proses *treating*. Perpindahan panas merupakan ilmu yang mempelajari laju perpindahan panas antara sumber panas dengan penerimanya secara independent yang disebabkan adanya perbedaan suhu (*driving force* ΔT) antara sumber panas dengan penerimanya. Proses perpindahan ini terjadi yaitu berpindahnya panas dari temperature tinggi ke temperature rendah hingga memiliki temperature sama, baik langsung (tanpa pemisahan) maupun tidak langsung (adanya pemisahan).

Heat Exchanger merupakan alat penukar panas yang dipengaruhi oleh endapan pada permukaan (*fouling factor*) sehingga akan mengurangi kinerja saat proses perpindahan panas (Dewi,2021). *Heat Exchanger* terdiri dari kata *heat* yang merupakan bagian utama untuk

memanaskan cairan proses, sedangkan *exchanger* merupakan pemulihan panas antara dua aliran proses. Sehingga *Heat Exchanger* merupakan alat penukar kalor yang bermanfaat untuk mengubah temperature dan fasa suatu jenis fluida (Prayoga, 2021).

Proses itu terjadi memanfaatkan perpindahan kalor dari fluida temperature tinggi menuju fluida temperature rendah atau sebaliknya. Heat exchanger merupakan perpindahan panas yang memanfaatkan panas yang tak langsung yaitu fluida panas tidak berhubungan langsung dengan fluida dingin tetapi dengan media perantara seperti plat, pipa dll (Sudarni, 2019)

Proses distilasi atmosferik terdapat 6 tahapan proses antara lain pemanasan awal dalam *Heat Exchanger*, pemanasan pada *furnance*, pemisahan dalam evaporator, distilasi dalam kolom fraksinasi dan stripper, pengembunan dan pendinginan pada condenser dan cooler, pemisahan pada separator. Di dalam CDU *heat exchanger* memiliki peranan yang penting sebagai pemanasan awal *crude oil* sebelum masuk ke *furnance* sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemanasan (Prihantono, 2019).

Salah satu *heat exchanger* yang ada di CDU PPSDM Migas yaitu *heat exchanger 02* dengan tipe *shell and tube*. *Heat Exchanger-02* merupakan salah satu unit operasi yang berada pada kilang PPSDM Migas Cepu. HE-02 digunakan untuk memanaskan *crude oil* sebelum masuk *furnace*. Fluida yang digunakan dalam proses memanaskan *crude oil* adalah solar yang berasal dari HE-02. Tipe ini sering digunakan dalam dunia industri dikarenakan dapat digunakan pada laju alir yang tinggi. Tipe ini terdiri dari *shell* yang terdapat *bundle* pipa didalamnya dengan diameter yang relative kecil (Tahzaanu, 2021). Aliran fluida pada tipe ini mengalir didalam pipa sedangkan fluida yang lain mengalir dibagian luar pipa atau didalam *shell* dengan arah yang sama, berlawanan atau bersilangan. Tipe ini memiliki satu pipa yang dihubungkan secara *parallel* dan ditempatkan dalam sebuah *shell*.

Tujuan dari evaluasi ini dilakukan untuk mengetahui kinerja terkini Heat Exchanger-02 di kilang PPSDM Migas Cepu. Kinerja HE dapat ditinjau menggunakan persamaan perpindahan panas. Perpindahan panas dipengaruhi oleh suhu fluida pendingin dan suhu fluida panas yang didinginkan. Terjadinya perubahan panas merupakan fenomena yang terjadi yaitu adanya proses melepaskan dan menerima panas hingga suhu mengalami perubahan (Yoga, 2019).

Pada penelitian evaluasi kinerja HE-02 di Unit Kilang PPSDM Migas Cepu diketahui hasil menghitung *dirt factor coefficient* pada *heat exchanger* setelah digunakan beberapa periode. *Dirt factor coefficient* menunjukkan tahanan kotor atau yang digunakan untuk mengantisipasi penumpukan kerak pada dinding dalam dan luar *tube heat exchanger*. Bila R_d perhitungan lebih besar daripada R_d yang diizinkan setelah pemakaian peralatan untuk periode yang lama, maka peralatan tersebut tidak lagi dapat mentransfer panas sejumlah keperluan proses sehingga perlu dilakukan pembersihan pada tube.

2. METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data pengamatan heat exchanger (HE)-02 pada *Crude Distillation Unit* (CDU) di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia (PPSDM) Minyak dan Gas Cepu. Berikut tahapan dalam metode penelitian:

2.1 Orientasi Proses

Orientasi proses dilakukan pada tanggal 2 Juni 2022 dengan mengunjungi perpustakaan PPSDM Migas mencari referensi dalam mengambil judul untuk laporan kerja praktik

2.2 Pengambilan Data HE-02

1. Mengambil data kapasitas produksi solar dan *crude oil*, spesifikasi alat HE-002 dan *Specific Gravity* yang berada di *control room*.
2. Mengambil data suhu *shell* (solar) masuk dan keluar yang berada pada alat HE-2
3. Mengambil data suhu *tube* (solar) masuk dan keluar yang berada pada alat HE-2

4. Mengambil data densitas (solar dan crude oil)

2.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan perhitungan terhadap data yang diperoleh. Lalu menganalisis hasil dari pengolahan data

2.4 Kesimpulan

Dalam kesimpulan ini, mencakup hasil perhitungan *performance Heat Exchanger*, *fouling factor*, *heat balance*, UD, UC dan *pressure drop* serta mengevaluasi kinerja *Heat Exchanger*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Heat Exchanger-02 merupakan salah satu unit operasi yang berada pada kilang PPSDM Migas Cepu. HE-02 digunakan untuk memanaskan *crude oil* sebelum masuk furnace. Fluida yang digunakan dalam proses memanaskan *crude oil* adalah solar yang berasal dari HE-02. Dari hasil pengolahan data diperoleh kondisi Heat Exchanger-002 dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Pengolahan Data Kondisi HE-2

Shell (Solar)		
t_1 (Masuk)	42,8	$^{\circ}C$
	109,04	$^{\circ}F$
t_2 (Keluar)	54,2	$^{\circ}C$
	129,56	$^{\circ}F$
Kapasitas (v)	293	ft^3 / jam
Densitas	842	kg / m^3
	52,51116668	lb / ft^3
Tube (Crude Oil)		
t_1 (Masuk)	125,6	$^{\circ}C$
	258,08	$^{\circ}F$
t_2 (Keluar)	109,2	$^{\circ}C$
	228,56	$^{\circ}F$
Kapasitas (v)	510,12	ft^3 / jam
Densitas	839	kg / m^3
	51,79171565	lb / ft^3

Tujuan dari evaluasi ini dilakukan untuk mengetahui kinerja terkini Heat Exchanger-02 di kilang PPSDM Migas Cepu. Menghitung *dirt factor coefficient* pada *heat exchanger* setelah digunakan beberapa periode. *Dirt factor coefficient* menunjukkan tahanan kotor atau yang digunakan untuk mengantisipasi penumpukan kerak pada dinding dalam dan luar *tube heat exchanger*. Bila R_d perhitungan lebih besar daripada R_d yang diizinkan setelah pemakaian peralatan untuk periode yang lama, maka peralatan tersebut tidak lagi dapat mentransfer panas sejumlah keperluan proses sehingga perlu dilakukan pembersihan pada tube.

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui bahwa dirt factor (R_d) pada *heat exchanger*-sebagai berikut :

Tabel 2. Evaluasi Data *Heat Exchanger*

Dirt factor (R_d)	0,41714981 $hr. ft^2. \frac{F}{btu}$
nilai efisiensi	95,27529422%
losses	-4,959004131 %
Overall Head Coefficient (UC)	13,06222616 $\frac{btu}{jam}. F. ft^2$
Design Overall Coefficient (Ud)	2,025498558 $\frac{btu}{jam}. F. ft^2$
pressure drop untuk shell	0,046285367 Psi
pressure drop untuk tube	0,005191697 Psi

Nilai R_d tersebut kurang dari *standrt* R_d yang diizinkan yaitu $0,002 hr. ft^2. \frac{F}{btu}$. Fouling factor yang diperoleh cukup tinggi disbanding nilai yang diizinkan hal tersebut dapat terjadi akibat terakumulasinya kotoran atau residu yang dibawa oleh *raw oil* (SR napptha).Dapat diketahui nilai efisiensi pada tabel 2 HE-02 sebesar 95,27529422% dengan losses sebesar -4,959004131 % nilai losses sudah terbilang cukup kecil hal tersebut membuktikan bahwa panas tidak banyak terbuang.

Nilai Overall Head Coefficient (UC) didapat dari perhitungan ini yaitu 13,06222616 $\frac{btu}{jam}. F. ft^2$, nilai ini juga dipengaruhi oleh *fouling factor* karena semakin banyak kotoran yang menempel pada tube maka nilai Overall Head Coefficient mengalami penurunan. Nilai Overall Head Coefficient menyatakan mudah atau tidaknya panas berpindah dari fluida panas ke fluida dingin dan juga menyatakan aliran panas menyeluruh sebagai gabungan proses konduksi dan konveksi. Sedangkan nilai Design Overall Coefficient (Ud) diperoleh sebesar 2,025498558 $\frac{btu}{jam}. F. ft^2$

Nilai Design Overall Coefficient (Ud) digunakan juga sebagai acuan untuk melihat kondisi *heat exchanger*, semakin banyak kotoran yang terakumulasi pada permukaan *heat exchaner* maka nilai Ud yang diperoleh semakin kecil. Kemampuan dalam perpindahan panas yang sesuai dengan kebutuhan proses operasi keadaan kotor *fouling factor* (Rd), dirt faktor koefisien menunjukkan tahanan kotor yang digunakan untuk mengantisipasi penumpukan kerak pada dinding dalam dan luar tube *heat exchanger* (apabila tidak dilakukann pembersihan setelah maksimum tercapai maka akan mengakibatkan panas yang dialihkan akan lebih kecil sehingga diperlukan proses /operasi). Yang terpenting dalam *fouling factor* (Rd) yaitu nilai Overall Head Coefficient (UC) dan Design Overall Coefficient (UD), dimana data nilai Uc lebih besar dibanding nilai Ud.

Dari hasil perhitungan diperoleh pressure drop untuk shell yaitu sebesar 0,046285367 Psi dan nilai *pressure droop* pada tube yaitu sebesar 0,005191697 Psi. Nilai *pressure drop* tersebut masih dibawah nilai *standart* yang diperbolehkan yaitu sebesar 10 Psi. Hal tersebut menyatakan bahwa batas yang *heat exchanger* masih layak untuk dioperasikan karena tidak melebihi *standart* batas yang diperbolehkan. Berdasarkan data *faouling factor* yang diperoleh beserta penyebabnya dapat dihubungkan, *pressure drop* yang terjadi pada HE-02 disebabkan oleh adanya akumulasi pengotor yang terdapat pada permukaan tube dan shell, yang menyebabkan adanya friksi antara aliran fluida dengan permukaan tube dan shell yang berdampak pada penurunan tekanan pada *heat exchanger-02*.

Berdasarkan hasil evaluasi, menunjukkan bahwa *heat exchanger-02* masih layak digunakan. Namun tidak menutup kemungkinan ada penumpukan kerak pada dinding dalam dan luar tube. Pembersihan dan pengecekan unit kilang secara berkala masih diperlukan, agar proses penukaran panas pada HE-02 menjadi lebih baik dan tidak menurunkan effisiesnsi kerja alat selama proses berlangsung

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan data desain dan data actual selama 2 bulan periode 2 Juni – 31 Juli 2022 dapat disimpulkan bahwa terjadinya penurunan kinerja pada heat exchanger 02 ditinjau dari nilai *faouling factor* (R_d) yaitu $0,417148981 \text{ hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot \frac{F}{\text{btu}}$. Berdasarkan hasil evaluasi, menunjukkan bahwa *heat exchanger-02* masih layak digunakan. Namun tidak menutup kemungkinan ada penumpukan kerak pada dinding dalam dan luar *tube*.

REFERENCES

- Dewi, R. K. (2021). *Evaluasi Kinerja Cooler Tipe Shell and Tube pada Unit Kilang Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi(PPSDM) Migas Cepu*. 3(March), 6. (diakses pada Senin, 15 Agustus 2022)
- Sudarni, D.H.A (2019) Cleaning schedule for increased energy efficiency on heat exchanger process: Sugar plant case study,15.doi:10.1088/17426596/1375/1/012007 (diakses pada Jum'at,16 Desember 2022)
- Kern, D., Q. 1965. *Process Heat Transfer*. International Student Edition. McGraw Hill Book Co: Tokyo
- Prayoga, F. R. (2021). *Laporan Magang Industri di PPSDM migas cepu*. (diakses pada Rabu, 17 Agustus 2022)
- Prihantono, C. F. (2019). *Laporan Kerja Praktek Industri, Kerja Praktek di, Evaluasi Efisiensi Furnace-01 pada Kilang Bumi, Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas*. 121150061, 1–9. <https://doi.org/10.37//00332909.I26.1.78> (diakses pada Rabu, 17 Agustus 2022)
- Tahzanuu, A. (2021). *Analisis Neraca Massa dan Neraca Panas di Kilang Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi*. (diakses pada Jum'at, 19 Agustus 2022)
- Wicaksono, C., Wijanarko, E., Simanullang, O. H., & Tahad, A. (2018). Perancangan Eco Heat Exchanger Type 1-2 Shell And Tube dan Pengaruh Jumlah Baffle Terhadap Transfer Panas. *Jurnal Chemurgy*, 1(1), 27.
- Yoga Satria Winasi. (2019). *Laporan Tugas Khusus Pt. Pertamina (Persero) RU- VI Balongan Evaluasi Kinerja Heat Exchanger 31 E-102 A/B Pada Naphta Hydrotreating Process Unit*.(diakses pada Jum'at, 19 Agustus 2022)