

EVALUASI EFEKTIVITAS ALAT *HEAT EXCHANGER* 11E-25 PADA KILANG FUEL OIL COMPLEX (FOC) I DI PT PERTAMINA RU-IV CILACAP

Khairunnisa¹, Eko Naryono¹, M Ismail A²

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia

²PT Pertamina (Persero) RU-IV Cilacap, Jl. Mt Haryono No.77, Rawakeong, Lomanis, Kec.

Cilacap Tengah, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah 53221

1741420049@student.polinema.ac.id, [eko.naryono@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Heat exchanger merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mentransfer energi panas antara dua fluida berdasarkan perbedaan temperatur. Pada PT Pertamina RU-IV Cilacap, *Heat Exchanger* 11E-25 digunakan untuk memanaskan *crude oil* sebelum memasuki ke *furnace*. Lokasi *Heat Exchanger* 11E-25 ini berada di *Crude Distilling Unit* (CDU) I pada Kilang *Fuel Oil Complex* (FOC) I. Sistem peralatan ini telah relatif lama dioperasikan, yang diperkirakan efektivitas dari *Heat Exchanger* 11E-25 ini menurun sehingga perlu diketahui. Metode evaluasi efektivitas alat *heat exchanger* dilakukan dengan cara pengambilan data suhu pemanas masuk dan keluar saat kondisi di lapangan, data pada *control room* berupa *flowrate crude oil* dan *long residue*, hasil dari laboratorium pengujian hasil produk berupa viskositas *crude oil* dan *long residue* serta buku literatur. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai *Dirt Factor* (Rd) sebesar 0,0146 hr.ft².°F/Btu dengan nilai yang diperbolehkan sebesar 0,003 hr.ft².°F/Btu. Pada *Pressure Drop* (ΔP) didapatkan nilai sebesar 7,160 Psi dengan nilai yang diperbolehkan sebesar 10 Psi. Efektivitas pada kondisi aktual (kondisi saat di lapangan) sebesar 38% dengan nilai yang diperbolehkan sebesar 30%. Berdasarkan harga Rd sebesar 0,0146 hr.ft².°F/Btu dengan melebihi nilai yang diperbolehkan maka *Heat Exchanger* 11E-25 masih layak dioperasikan namun demikian perlu dilakukan pembersihan secara berkala agar dapat bekerja secara maksimal.

Kata kunci: penukar panas, dirt factor, pressure drop, efektivitas

ABSTRACT

Heat exchanger is a unit operation to transfer heat energy between two fluids based on a temperature difference. At PT Pertamina RU-IV Cilacap, *Heat Exchanger* 11E-25 is used to heat *crude oil* before entering the *furnace*. The location of *Heat Exchanger* 11E-25 is in *Crude Distilling Unit* (CDU) I at Refinery *Fuel Oil Complex* (FOC) I. This equipment system has been operating for a relatively long time, it is estimated that the effectiveness of *Heat Exchanger* 11E-25 is decreasing that it needs to be known. The method of evaluating the effectiveness of the *heat exchanger* is carried out by taking data on the incoming and outgoing heater temperatures during conditions in the field, data in the control room in the form of *crude oil flowrate* and *long residue*, results from laboratory testing product results in the form of *crude oil viscosity* and *long residue* and literature books. Based on the calculation results, the *Dirt Factor* (Rd) value is 0.0146 hr.ft².°F/Btu with an allowable value of 0.003 hr.ft².°F/Btu. At the *Pressure Drop* (ΔP) obtained a value of 7,160 Psi with an allowable value of 10 Psi. The effectiveness in actual conditions (current conditions in the field) is 38% with an allowable value of 30%. Based on the Rd price of 0.0146 hr.ft².°F/Btu by exceeding the permissible value, the *Heat Exchanger* 11E-25 is still feasible to operate, however, it needs to be cleaned regularly so that it can work optimally.

Keywords: heat exchanger, dirt factor, pressure drop, effectiveness

1. PENDAHULUAN

PT Pertamina (Persero) RU-IV Cilacap merupakan salah satu badan usaha milik negara yang bergerak di bidang pengolahan produksi utama minyak dan LPG yang dibutuhkan oleh konsumen sebagai bahan bakar kendaraan dan kebutuhan rumah tangga. PT Pertamina (Persero) RU-IV Cilacap terdiri dari dua plant utama yaitu FOC I dan FOC II yang memiliki lima unit utama yaitu Kilang Minyak I, Kilang Minyak II, Kilang Paraxylene, *Debottlenecking Project*, dan Kilang *Sulphur Recovery Unit (SRU)*. Pada semua unit proses produksi tersebut terdapat alat penukar panas (*heat exchanger*) untuk pemanasan atau pendinginan bahan. Alat penukar panas (*heat exchanger*) adalah sistem peralatan yang digunakan untuk perpindahan panas dari suatu fluida berdasarkan perbedaan temperatur dari fluida suhunya lebih tinggi ke fluida lain suhunya lebih rendah [1].

Salah satu *Heat exchanger* yang digunakan pada proses Crude Distilling Unit (CDU) adalah *Heat Exchanger 11E-25* pada unit *Fuel Oil Complex (FOC) I*. *Heat exchanger* ini bertipe *Shell and Tube Exchanger* dengan arah aliran *counter current flow* yang memiliki fungsi diantaranya mendinginkan produk dari kilang (*long residue*), memberikan pemanasan awal pada minyak mentah (*crude oil*), mengurangi beban pemanasan pada *furnace*, dan menghemat energi (bahan bakar). Alat ini berada pada *Crude Distilling Unit (CDU) I* di bagian *Heat Pick-Up Session II*. *Heat exchanger* apabila telah dioperasikan dalam kurun waktu tertentu akan mengalami penurunan efektivitas. Hal ini dapat disebabkan oleh pembentukan kerak, korosi, serta kebocoran yang terjadi di dalam *heat exchanger*. Faktor utama yang menyebabkan penurunan dari kinerja *Heat Exchanger 11E-25* antara lain *Dirt Factor (Rd)*, *Pressure Drop (ΔP)* dan harga efektivitas itu sendiri.

Penelitian terdahulu [2], telah dilakukan evaluasi pada faktor *Coefficient Clean Overall (Uc)*, *Coefficient Dirt Overall (Ud)*, *Fouling/Dirt Factor (Rd)* dan Efisiensi. Keterbaruan dari penelitian ini adalah dengan adanya tambahan analisa pada faktor *Pressure Drop (ΔP)* yang juga berpengaruh pada efektivitas kinerja suatu alat *heat exchanger*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi aktual (kondisi saat di lapangan) dan desain (baru) serta mengetahui efektivitas dari alat *Heat Exchanger 11E-25*. Penurunan efektivitas ini dievaluasi berdasarkan parameter operasi *Pressure Drop* serta *Dirt Factor (Rd)* apakah telah melebihi ketentuan yang diijinkan. Selain itu terdapat beberapa parameter lain yang dapat digunakan sebagai indikator performa *heat exchanger* yaitu *Heat Balance (Q)*, *Coefficient Clean Overall (Uc)* dan *Coefficient Dirt Overall (Ud)*. Luaran dari hasil evaluasi ini dapat digunakan untuk mengetahui efisiensi pemakaian panas pada *Heat Exchanger 11E-25*, karena dapat dipakai sebagai dasar perhitungan berapa besar terbuangnya energi sebanding dengan ukuran dan efisiensinya [3].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode evaluasi efektifitas panas ini terdiri dari tahapan sebagai berikut:

2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam mengevaluasi efektivitas *Heat Exchanger 11E-25* di unit kilang *Fuel Oil Complex (FOC) I* ini diperoleh dari data lapangan yang berupa data suhu masuk dan keluar pemanas bagian *shell (long residue)* dan data suhu masuk dan keluar

produk bagian *tube* (*crude oil*), data *control room* berupa *flowrate crude oil* dan *long residue*, data laboratorium PHP (Pengujian Hasil Produk) Unit Kilang berupa viskositas *crude oil* dan *long residue* serta buku literatur yaitu *Process Heat Transfer, D. Q. Kern* [4] dan spesifikasi alat *Heat Exchanger 11E-25*.

2.2. Pengolahan Data

Untuk mengevaluasi efektivitas dari *heat exchanger*, maka parameter-parameter yang digunakan adalah sebagai berikut [4]:

Heat Balance (Q)

$$Q = W \times C_p \times \Delta T \quad (1)$$

Dengan keterangan Q merupakan jumlah panas yang dipindahkan (Btu/Jam), W adalah laju alir fluida (Lb/Jam), C_p merupakan *specific heat* fluida (Btu/Lb) dan ΔT adalah perbedaan suhu antara masuk dan keluar.

Clean Overall Coefficient (U_c)

$$U_c = \frac{h_{io} \times h_o}{h_{io} + h_o} \quad (2)$$

Dengan keterangan h_{io} adalah koefisien perpindahan panas konveksi *inside* (Btu/Jam.Ft².°F) dan h_o merupakan koefisien perpindahan panas konveksi *outside* (Btu/Jam.Ft².°F).

Desain Overall Coefficient (U_d)

$$U_d = \frac{Q}{A \times \Delta t} \quad (3)$$

Dengan keterangan Δt merupakan LMTD terkoreksi (°F) dan A adalah luas permukaan perpindahan panas (ft²). Harga A dapat diketahui dengan rumus:

$$A = Nt \times L \times a'' \quad (4)$$

Dengan keterangan Nt adalah jumlah *tube*, L merupakan panjang *tube* dan a'' adalah luas permukaan luar *tube* (ft²).

Dirt Factor

$$R_d = \frac{U_c - U_d}{U_c \times U_d} \quad (5)$$

Dengan keterangan R_d merupakan *dirt factor* (jam.ft.°F/Btu), U_c adalah *clean overall heat transfer coefficient* (Btu/Jam.Ft².°F) dan U_d merupakan desain / *dirty overall heat transfer coefficient* (Btu/Jam.Ft².°F).

Pressure Drop

Menghitung *pressure drop* (ΔP) pada *shell side*:

$$\Delta P_s = \frac{f \times G_s^2 \times ID \times (N+1)}{5,225 \times 10^{10} \times D_e \times SG_s \times \phi_s} \quad (6)$$

Dengan keterangan ΔP_s adalah *shell side pressure* (psi), f merupakan *friction factor* (ft²/in), s adalah *specific gravity*, N+1 merupakan jumlah *cross* sedangkan D_s diameter dalam *shell* (ft) dan D_e merupakan diameter ekivalen (ft).

Menghitung *pressure drop* (ΔP) pada *tube side*:

$$\Delta P_t = \frac{f \times G_t^2 \times L \times n}{5,225 \times 10^{10} \times ID_t \times SG_{co} \times \phi_t} \quad (7)$$

$$\Delta Pr = \frac{4n \times V^2}{SGco \times 2g} \tag{8}$$

$$\Delta PT = \Delta Pt + \Delta Pr \tag{9}$$

Dengan keterangan V merupakan *velocity* (fps), L adalah panjang *tube*, ΔPT merupakan total *pressure drop* (psi) sedangkan ΔPt adalah *tube side pressure drop* (psi). D merupakan diameter dalam *tube* (ft), n adalah jumlah lintas *tube* (pass), f merupakan *friction factor* (ft²/in) dan SG adalah *specific gravity*.

Menghitung Efektivitas-NTU

$$\varepsilon = \frac{Q \text{ Aktual}}{Q \text{ Maksimal}} \tag{10}$$

Dengan keterangan ε adalah efektivitas, Q aktual merupakan laju perpindahan kalor aktual dan Q maksimal adalah laju perpindahan kalor maksimal.

$$NTU = \frac{U A}{C \text{ min}} \tag{11}$$

Dengan keterangan NTU merupakan *number of transit unit*, U adalah koefisien perpindahan panas total, A merupakan luas penampang dan C min merupakan kapasitas panas minimal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan data spesifikasi fluida, suhu dan alat Heat Exchanger 11E-25 pada Kilang Fuel Oil Complex (FOC) I di PT. Pertamina RU-IV Cilacap yang dipergunakan untuk mengetahui nilai *Dirt Factor* (Rd), *Pressure Drop* (ΔP) dan Efektivitas *heat exchanger*:

Tabel 1. Data spesifikasi fluida dan suhu pada *heat exchanger* 11E-25 di kilang FOC I secara aktual (kondisi saat di lapangan).

No	Uraian	Satuan	HE 11E-25
<i>Shell Fluide</i>			
1.	Jenis Fluida		<i>Long residue</i>
2.	Laju Alir	lb/hr	520827,6
3.	Kapasitas Panas	Btu/lb°F	0,701
4.	°API		46,26
5.	T1	°F	681,8
6.	T2	°F	579,2
7.	Viskositas	lb/ft.hr	1,851
8.	SG		0,796
<i>Tube Fluide</i>			
1.	Jenis Fluida		<i>Crude Oil</i>
2.	Laju Alir	lb/hr	1289471
3.	Kapasitas Panas	Btu/lb°F	0,658
4.	°API		58,31
5.	t1	°F	408,2
6.	t2	°F	453,2
7.	Viskositas	lb/ft.hr	1,391
8.	SG		0,7455

Tabel 2. Data spesifikasi fluida dan suhu pada *heat exchanger* 11E-25 di kilang FOC I secara desain (baru).

No	Uraian	Satuan	HE 11E-25
<i>Shell Fluide</i>			
1.	Jenis Fluida		<i>Long residue</i>
2.	Laju Alir	lb/hr	520827,6
3.	Kapasitas Panas	Btu/lb°F	0,691
4.	°API		46,26
5.	T1	°F	674,6
6.	T2	°F	575,6
7.	Viskositas	lb/ft.hr	1,851
8.	SG		0,796
<i>Tube Fluide</i>			
1.	Jenis Fluida		<i>Crude Oil</i>
2.	Laju Alir	lb/hr	1289471
3.	Kapasitas Panas	Btu/lb°F	0,708
4.	°API		58,31
5.	t1	°F	413,6
6.	t2	°F	460,4
7.	Viskositas	lb/ft.hr	1,391
8.	SG		0,7455

Tabel 3. Data spesifikasi alat *heat exchanger* 11E-25 pada kilang FOC I.

No	Uraian	Satuan	HE 11E-25
<i>Shell Side</i>			
1.	ID	in	44
2.	Baffle Space	in	19,685
3.	Passes		1
<i>Tube Side</i>			
1.	Number		11
2.	Length	ft	20
3.	OD	in	0,75
4.	BWG		14
5.	Pitch	in	1
6.	Passes		2
7.	Jumlah Tube		1060

Tabel 4. Suhu masuk dan keluar alat *heat exchanger* 11E-25 pada kilang FOC I.

Suhu	Shell Side (T)		Tube Side (t)	
	Aktual	Desain	Aktual	Desain
Suhu Masuk (1)	681,8 °F	674,6 °F	408,2 °F	413,6 °F
Suhu Keluar (2)	579,2 °F	575,6 °F	453,2 °F	460,4 °F

Tabel 5. Hasil analisa data alat *heat exchanger* 11E-25 secara aktual dan teoritis pada kilang FOC I.

Analisa Data	Secara Teoritis	Secara Aktual
<i>Fouling Factor</i> (Rd)	0,003 hr.ft ² .°F/Btu	0,0146 hr.ft ² .°F/Btu
<i>Pressure Drop</i> (ΔP)	10 Psi	7,160 Psi
Efektivitas-NTU	30%	38%

Tabel 6. Hasil analisa data alat *heat exchanger* 11E-25 secara desain dan aktual pada kilang FOC I.

Analisa Performa <i>Heat Exchanger</i>		Secara Aktual	Secara Desain
<i>Heat Balance</i> (Q)	Q Shell	37459275 Btu/hr	35629295 Btu/hr
	Q Tube	38181236 Btu/hr	42725848 Btu/hr
<i>Coefficient Clean Overall</i> (Uc)		150,6870 Btu/hr.ft ² .°F	104,9092 Btu/hr.ft ² .°F
<i>Coefficient Dirt Overall</i> (Ud)		47,18539 Btu/hr.ft ² .°F	56,05707 Btu/hr.ft ² .°F

Suatu alat *heat exchanger* dapat dilihat dari kinerja banyaknya panas yang dipertukarkan. Jika panas yang dipertukarkan semakin besar, maka alat *heat exchanger* tersebut memiliki kinerja yang semakin baik. Dari data perhitungan yang diperoleh, dapat dilihat bahwa nilai Q *Shell* aktual (kondisi saat pengamatan di lapangan) seharga 37459275 Btu/hr memiliki angka yang lebih besar dari pada Q *Shell* desain (baru) seharga 35629295 Btu/hr. Sedangkan pada Q *Tube* aktual (kondisi saat pengamatan di lapangan) seharga 38181236 Btu/hr memiliki angka yang lebih kecil dibandingkan dengan Q *Tube* desain (baru) seharga 42725848 Btu/hr. Dari nilai Q *Shell* dan Q *Tube* kondisi aktual (kondisi saat di lapangan) maupun kondisi desain (baru), menunjukkan bahwa HE masih layak digunakan. Hal ini disebabkan karena Q merupakan perkalian dari $U \times A \times \Delta T$ (LMTD) yang mana dipengaruhi ketiga variabel tersebut. Apabila diasumsikan U desain (baru) dan U aktual (kondisi saat di lapangan) sama, juga luas A desain (baru) sama dengan saat aktual (kondisi saat di lapangan) maka yang berpengaruh adalah ΔT (LMTD). Penyebab perbedaan suhu aktual (kondisi saat di lapangan) lebih besar dari suhu desain (baru) dapat disebabkan dari

over design luas perpindahan panas (A) saat kondisi desain. Selain itu juga dapat dipengaruhi jenis bahan logam yang digunakan. Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan Q aktual (kondisi saat di lapangan) memiliki perpindahan panas yang lebih besar dari Q desain (baru).

Secara teoritis, nilai U_c harus lebih besar dari pada nilai U_d . U_d merupakan hantaran perpindahan panas dalam keadaan kotor sedangkan U_c merupakan hantaran perpindahan panas dalam keadaan bersih. Hal ini dikarenakan perpindahan panas saat *Heat Exchanger* dalam keadaan bersih lebih besar daripada dalam keadaan kotor karena belum ada pengotor (*fouling*) [2].

Pada hasil yang didapatkan, harga U_c dalam perhitungan aktual (kondisi saat pengamatan di lapangan) yaitu 150,6870 Btu/hr.ft².°F memiliki harga yang lebih besar dari U_c kondisi desain (baru) yaitu 104,9092 Btu/hr.ft².°F. Hal ini disebabkan karena tahanan konveksi panas pada *inside* dan *outside* saat kondisi aktual (kondisi saat di lapangan) lebih besar dibandingkan dengan saat desain (baru). Sedangkan untuk harga U_d aktual (kondisi saat pengamatan di lapangan) yaitu 47,18539 Btu/hr.ft².°F memiliki harga yang lebih rendah dari U_d desain (baru) 56,05707 Btu/hr.ft².°F. Hal ini dipengaruhi dari berbagai macam faktor antara lain pada nilai Q. Nilai Q saat kondisi desain (baru) akan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi aktual (kondisi saat di lapangan) karena belum adanya penghambat sehingga dapat menghantarkan panas lebih baik. Selain itu nilai ΔT (LMTD) juga dipengaruhi dari pengaturan suhu masuk dan keluar baik pada *Shell* maupun *Tube*. Sama halnya diatas, faktor yang mempengaruhi dari perbedaan suhu tersebut dapat berasal dari *over design* luas perpindahan panas (A) saat kondisi desain.

Dirt factor (R_d) menunjukkan besarnya faktor pengotor, dikarenakan adanya endapan sehingga memberikan tahanan tambahan terhadap aliran panas. Semakin lama *Heat Exchanger* digunakan maka akan menyebabkan pengotoran pada bagian dalam *heat exchanger*. Lapisan pengotoran yang terbentuk akan menyebabkan laju perpindahan panas menjadi berkurang sehingga mempengaruhi performa *heat exchanger* [2]. Dari perhitungan didapatkan R_d aktual (kondisi saat pengamatan di lapangan) sebesar 0,0146 hr.ft².°F/Btu sedangkan nilai toleransi R_d yang diperbolehkan (appendix fouling factor Kern) sebesar 0,003 hr.ft².°F/Btu. Dengan nilai R_d aktual (kondisi saat di lapangan) lebih besar dari nilai toleransi yang diperbolehkan memungkinkan adanya kerak yang menempel pada *tube* menyebabkan performa *Heat Exchanger* menjadi menurun.

Penurunan performa *Heat Exchanger* juga dapat disebabkan karena *pressure drop* yang melebihi dari harga yang diperbolehkan. *Pressure drop* (ΔP) merupakan penurunan tekanan yang terjadi pada suatu aliran karena gesekan dinding/saluran. Hal ini dapat menyebabkan laju alir massa fluida pada inlet akan jauh berbeda dengan laju alir massa fluida pada outlet. Dari perhitungan didapatkan penurunan tekanan pada sebesar 7,160 Psi sedangkan penurunan tekanan yang diijinkan untuk *liquid* sebesar 10 Psi [4]. Harga penurunan tekanan masih dibawah toleransi yang diijinkan, maka HE 11E-25 pada PT Pertamina (Persero) RU-IV Cilacap khususnya di kilang *Fuel Oil Complex* (FOC) I masih layak dioperasikan karena tidak melebihi standar yang diijinkan.

Nilai Efektivitas-NTU alat *Heat Exchanger* 11E-25 aktual (kondisi saat pengamatan di lapangan) yang di dapatkan sebesar 0,38 (38%) dengan nilai NTU 0,5378. Untuk kondisi desain (baru) memiliki angka sebesar 0,45 (45%) dengan nilai NTU 0,6482. Besarnya nilai *effectiveness* ini berkisar antara 0 sampai dengan 1. Semakin besar nilai *effectiveness* suatu *heat exchanger* maka kemampuan mentransfer panas dari *heat exchanger* ini akan semakin bagus karena nilai laju perpindahan panas aktualnya mendekati jumlah energi panas yang dapat dipindahkan [5]. Hal ini menunjukkan penurunan angka efektivitas dari desain (baru)

ke aktual (kondisi saat di lapangan). Hubungan antara nilai Δ LMTD dan nilai NTU (*Number Transfer Unit*) telah sesuai dengan teori yaitu pada persamaan Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh (U) dimana semakin kecil nilai Δ LMTD maka nilai perpindahan panas total (U) akan semakin besar karena nilai Δ LMTD dan nilai perpindahan panas total (Ud) berbanding terbalik. Sedangkan nilai perpindahan panas total (U) dan nilai NTU (*Number Transfer Unit*) berdasarkan persamaan NTU-*Effectiveness Method* adalah setara, sehingga semakin besar nilai perpindahan panas total (U) maka semakin besar NTU (*Number Transfer Unit*) [6]. Batas efektifitas alat *Heat Exchanger* yang masih layak beroperasi sebesar 30% pada PT Pertamina (Persero) RU-IV Cilacap. Dengan nilai efektifitas paling rendah yang didapatkan sebesar 38%, maka alat *heat exchanger* tersebut masih layak dioperasikan.

Hasil perhitungan parameter diatas (Δ T LMTD, Ud, Rd, dan Δ P) dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja *Heat Exchanger* 11E-25. Faktor-faktor tersebut secara aktual (kondisi saat pengamatan di lapangan) memiliki nilai yang lebih rendah dari desain (baru). Nilai *Fouling Factor* (Rd) dan *Pressure Drop* (Δ P) mempunyai batasan nilai yang diperbolehkan [4]. Nilai *Fouling Factor* (Rd) yang didapat pada kondisi aktual (kondisi saat di lapangan) memiliki angka yang lebih tinggi dari *standard* yang telah ditentukan. *Fouling Factor* (Rd) menunjukkan besarnya faktor pengotor pada alat *heat exchanger* [2]. *Pressure Drop* (Δ P) memiliki angka yang lebih rendah dari *standard* yang telah ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa *heat exchanger* masih layak dioperasikan. Namun demikian perlu selalu dilakukan monitoring *Pressure Drop* (Δ P) yang pada saat dilakukan evaluasi harganya sebesar 7,160 Psi. Berdasarkan nilai *Overall Heat Coefficient* (Ud), *Fouling Factor* (Rd), efektifitas dan *Pressure Drop* (Δ P), *Heat Exchanger* 11E-25 ini perlu dilakukan pembersihan secara berkala dikarenakan nilai efektifitasnya yang telah menurun.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada praktek kerja lapangan di PT. Pertamina (Persero) RU-IV Cilacap ini telah dilakukan evaluasi *Heat Exchanger* 11E-25. Hasil evaluasi ini dapat digunakan sebagai masukan kepada perusahaan dengan kesimpulan bahwa harga parameter pada saat HE 11E-25 dioperasikan yaitu Efektivitas sebesar 38%, Q *Shell* sebesar 37459275 Btu/hr, Q *Tube* sebesar 38181236 Btu/hr, Uc sebesar 150,6870 Btu/hr.ft².°F dan Ud sebesar 47,18539 Btu/hr.ft².°F. HE 11E-25 masih dapat dioperasikan, namun memerlukan pembersihan pengotornya dengan harga faktor pengotor sebesar 0,0146 hr.ft².°F/Btu yang telah melebihi batas maksimal sebesar 0,003 hr.ft².°F/Btu serta berdasarkan nilai *pressure drop* sebesar 7,160 Psi yang sudah mendekati batas maksimal sebesar 10 Psi. Saran yang dapat ditambahkan pada penelitian selanjutnya berupa penambahan variabel penelitian seperti efektifitas LMTD atau efektifitas-NTU baik secara grafik maupun perhitungan sehingga terdapat perbandingan dalam menghitung evaluasi kinerja alat *heat exchanger* selanjutnya lebih akurat.

REFERENSI

- [1] Geankoplis, C. J., 1993, *Transport Processes and Separation Process*. Third Edition. Prentice-Hall International, Inc., New Jersey.
- [2] Zain, M. R., Mustain, A., 2020, *Evaluasi Efisiensi Heat Exchanger (He - 4000) Dengan Metode Kern*, Jurnal Teknologi Separasi, Vol. 6, No. 2, 415-421.
- [3] Thirumarimurugan, M., Kannadasan, T., Ramasany, E., 2008, *Simulation Studies on a Cross Flow Plate Turbulator Heat Exchanger*, American Journal of Applied Sciences, Vol. 5, No. 10, 1318-1321.

- [4] Kern, D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, McGraw Hill International Book Company, Japan.
- [5] Alfian, D.G., Supriyadi, D., 2018, *Analisis Kinerja High Pressure Heater (HPH) Tipe Shell and Tube Heat exchanger*, Journal of Science and Applicative Technology, Vol. 2, No. 2, 23-33.
- [6] Chalim, A., Ariani., Indra, M. A., 2017, *Efektivitas Heat Exchanger Shell And Tube 1-1 Sistem Fluida Gliserin – Air*, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Proses Industri Kimia, Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang, Vol. 4, 2580-6572.