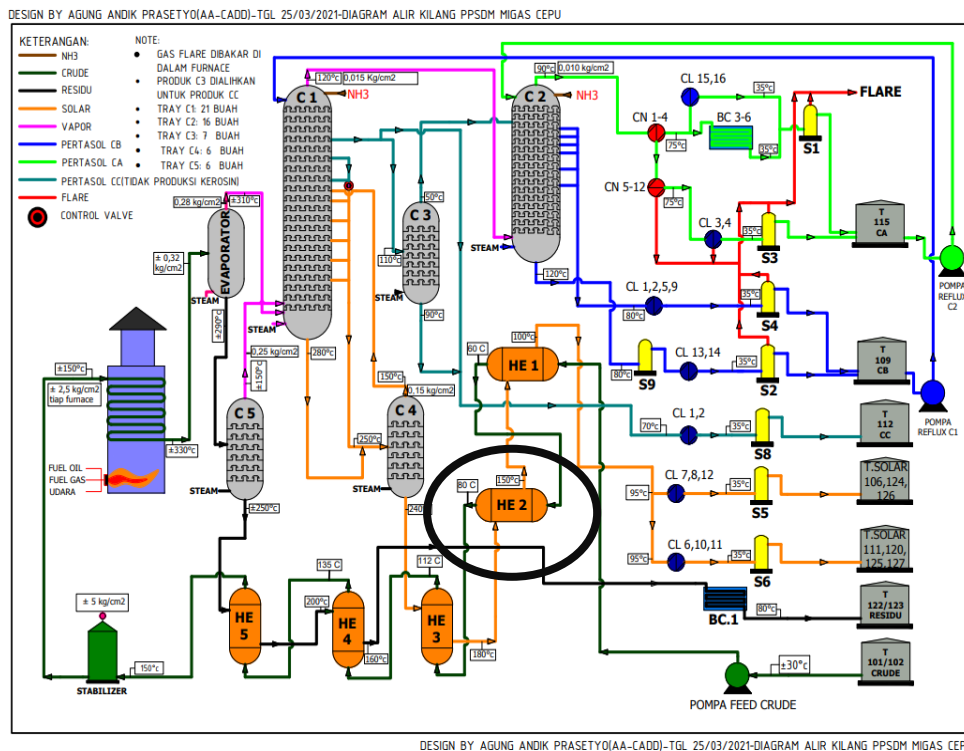


**BAB IX
TUGAS KHUSUS**

IX.1 Heat Exchanger-02 di Kilang PPSDM Migas



Gambar IX. 1 Posisi HE-02

Heat exchanger merupakan alat penukar panas yang berfungsi untuk memindahkan panas dari suatu fluida ke fluida lain yang memiliki perbedaan panas yang signifikan. Perpindahan panas tersebut bisa terjadi dengan kontak secara langsung maupun tidak langsung. Jenis alat penukar panas pada unit kilang PPSDM Migas Cepu adalah shell and tube heat exchanger dengan arah aliran counter current. Terdapat 5 alat penukar panas yang berada di unit kilang PPSDM Migas Cepu yaitu HE-01, HE-02, HE-03, HE-04, dan HE-05. Perbedaan antara kelima heat exchanger tersebut selain media pemanas dan pendinginnya berbeda, posisi heat exchangernya pun berbeda yaitu HE-01 dan HE-02 dipasangkan secara horizontal sedangkan HE-03, HE-04, dan HE-05 dipasangkan secara vertikal. Adapun alasan perbedaan posisi tersebut dikarenakan keterbatasan tempat. Pada



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
MINYAK DAN GAS BUMI CEPU**



saat ini, HE-01, HE-02 dan HE- 03 ini bertugas untuk memanaskan bahan baku berupa crude oil dan mendinginkan produk berupa solar sedangkan HE-04 dan HE-05 bertugas untuk memanaskan bahan baku berupa crude oil dan mendinginkan produk berupa residu. Pemanasan bahan baku (crude oil) ini bertujuan sebagai pemanasan awal sebelum masuk furnace agar dapat meringankan beban pemanasan furnace serta dapat menghemat energi sedangkan pendinginan produk berupa solar ataupun residu bertujuan untuk meringankan beban pendinginan pada cooler. Bahan baku (crude oil) bertindak sebagai fluida dingin ditempatkan di tube sedangkan produk (solar) sebagai media pemanas ditempatkan pada shell heat exchanger. Heat Exchanger-02 menggunakan energi panas yang berasal dari produk outlet HE-03 dan akan dikeluarkan menuju inlet HE-1. Crude oil berasal dari keluaran HE-01 yang kemudian akan menjadi masukan untuk HE-03.

Penurunan efisiensi pada suatu alat penukar panas akan terjadi jika alat tersebut digunakan secara terus menerus tanpa dilakukan perawatan Hal ini terjadi dikarenakan adanya penimbunan deposit, kerak, korosi, kebocoran maupun aliran fluida yang dapat menyebabkan friksi terhadap dinding alat Penurunan efisiensi ini dapat dilihat dari parameter pressure drop yang tinggi, dan nilai dirt factor (Rd) yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan Oleh karena itu, untuk mengetahui penurunan efisiensi suatu alat khusus nya heat exchanger diperlukan sebuah analisis kinerja heat exchanger.

IX.2 Perhitungan *Heat Exchanger-02*

Tabel IX. 1 Dimensi *Heat Exchanger* – 002

Shell (Solar)			
Uraian	Notasi	HE-02	Satuan
Diameter luar	ODs	31,614	Inchi
Diameter dalam	ID	30,748	Inchi
Jumlah baffle	N	4	Buah
Jarak antar baffle	B	23,623	Inchi
Jumlah passes	n	1	1 passes



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
MINYAK DAN GAS BUMI CEPU**



Jenis fluida		Solar	
Tube (Crude Oil)			
Uraian	Notasi	HE-02	Satuan
Diameter luar	ODs	1	Inchi
Panjang tube	L	10	Feed
Jumlah tube	Nt	400	Buah
BWG		14	
Pitch	Pt	1,25	Inchi
Jarak antar tube	C"	0,25	Inchi
Jumlah passes	n	1	1 passes
Jenis fluida		<i>Crude oil</i>	

Tabel IX. 2 Data Operasi Heat Exchanger – 002

Shell (Solar)	Tanggal	Kapasitas, V (L/D)	Suhu Masuk, T1 (°C)	Suhu Keluar, T2 (°C)	Densitas 15°C, ρ (kg/m ³)
	05-12-2022	42.943	144	105	0,8435
	06-12-2022	49.916	139	103	0,8358
	07-12-2022	42.366	143	101	0,8497
	08-12-2022	53.523	144	100	0,8467
	09-12-2022	63.440	142	102	0,8425
	Rata - rata	50437,6000	142	102	0,8436
		74,2166 ft ³ /jam			
Tube (Crude Oil)	Tanggal	Kapasitas, V (L/D)	Suhu Masuk, T1 (°C)	Suhu Keluar, T2 (°C)	Densitas 15°C, ρ (kg/m ³)
	05-12-2022	92.033	40	55	0,8251
	06-12-2022	66.658	46	63	0,8246
	07-12-2022	98.363	37	50	0,8435



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
MINYAK DAN GAS BUMI CEPU**



	08-12-2022	98.312	35	45	0,8414
	09-12-2022	123.721	40	62	0,8258
	Rata - rata	95817	40	55	0,8321
		140,9909 ft ³ /jam			

Tabel IX. 3 Evaluasi Data *Heat Exchanger* – 002

<i>Shell, Hot Fluid (Solar)</i>		<i>Tube, Cold Fluid (Crude Oil)</i>	
Suhu masuk T ₁ (°F)	288	Suhu masuk t ₁ (°F)	103
Suhu masuk T ₂ (°F)	216	Suhu masuk t ₂ (°F)	131
<i>Flow rate V</i> (ft ³ /jam)	74,2166	<i>Flow rate V</i> (ft ³ /jam)	140,9909
Sg 60/60 °F	0,8444	Sg 60/60 °F	0,8325
a. °API $API = \frac{141,5}{Sg \frac{60}{60} F} - 131,5$ $API = \frac{141,5}{0,8444} - 131,5$ $API = 36,0669$		a. °API $API = \frac{141,5}{Sg \frac{60}{60} F} - 131,5$ $API = \frac{141,5}{0,8325} - 131,5$ $API = 38,4741$	
b. Densitas $\rho_{solar} = \frac{Sg}{\rho_{air}}$ $\rho_{solar} = \frac{0,8444}{62,5 \text{ lb/ft}^3}$ $\rho_{solar} = 52,7774 \text{ lb/ft}^3$		b. Densitas $\rho_{crude\ oil} = \frac{Sg}{\rho_{air}}$ $\rho_{crude\ oil} = \frac{0,8325}{62,5 \text{ lb/ft}^3}$ $\rho_{crude\ oil} = 52,03 \text{ lb/ft}^3$	
c. <i>Mass Flow</i> $W_{solar} = \rho_{solar} x V$ $W_{solar} = 52,7774 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} x 74,2166 \text{ ft}^3/\text{jam}$ $W_{solar} = 3916,9608 \text{ lb/jam}$		c. <i>Mass Flow</i> $W_{co} = \rho_{solar} x V$ $W_{co} = 52,03 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} x 140,9909 \text{ ft}^3/\text{jam}$ $W_{co} = 7335,7553 \text{ lb/jam}$	
d. <i>Heat balance</i> $\Delta T = T_1 - T_2$		d. <i>Heat balance</i> $\Delta t = t_2 - t_1$	



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
MINYAK DAN GAS BUMI CEPU



$\Delta T = 288 - 216$ $\Delta T = 72,36 \text{ }^\circ\text{F}$ $C_{solar} = 0,56 \text{ Btu/lb }^\circ\text{F}$ Fig.4 Kern $Q_{solar} = W_{solar} \times C_{solar} \times \Delta T$ $Q_{solar} = 3916,9608 \text{ lb/jam} \times 0,56 \text{ Btu/lb.}^\circ\text{F}$ $\times 72,316^\circ\text{F}$ $Q_{solar} = 158721,52 \text{ Btu/jam}$	$\Delta t = 131 - 103$ $\Delta t = 27,72 \text{ }^\circ\text{F}$ $C_{co} = 0,495 \text{ Btu/lb }^\circ\text{F}$ Fig.4 Kern $Q_{co} = W_{co} \times C_{co} \times \Delta t$ $Q_{co} = 7335,7553 \text{ lb/jam} \times 0,495 \text{ Btu/lb.}^\circ\text{F}$ $\times 27,72^\circ\text{F}$ $Q_{co} = 100657 \text{ Btu/jam}$
$Q = Q_{solar} - Q_{co}$ $Q = 158721,52 - 100657$ $Q = 58064,687 \text{ Btu/jam}$ $losses = \frac{Q}{Q_{solar}} \times 100\%$ $losses = \frac{58064,687}{158721,52} \times 100\%$ $losses = 36,58\%$ $Q_{losses} = \%losses \times Q$ $Q_{losses} = 36,58\% \times 58064,687$ $Q_{losses} = 21241,6557 \text{ Btu/jam}$ $Q_{transfer} = Q - Q_{losses}$ $Q_{transfer} = 58064,687 - 21241,6557$ $Q_{transfer} = 36823,0314 \text{ Btu/hr}$ $\eta = \frac{Q_{transfer}}{Q} \times 100\%$ $\eta = \frac{36823,0314}{58064,687} \times 100\%$ $\eta = 63,42\%$	
e. ΔT LMTD $\Delta t_h = T_1 - t_2 = 288 - 131 = 157 \text{ }^\circ\text{F}$ $\Delta t_c = T_2 - t_1 = 216 - 103 = 113 \text{ }^\circ\text{F}$	



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
MINYAK DAN GAS BUMI CEPU



$$\Delta_{LMTD} = \frac{\Delta t_h - \Delta t_c}{\ln \frac{\Delta t_h}{\Delta t_c}}$$

$$\Delta_{LMTD} = \frac{157-113}{\ln \frac{157}{113}} = 133,7608 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$R = \frac{T1 - T2}{t2 - t1} = \frac{72}{28} = 2,6104$$

$$R = \frac{t2 - t1}{T1 - T2} = \frac{28}{72} = 0,15$$

$$FT = 0,98$$

Fig.18 Kern

$$\Delta T \text{ LMTD correction} = FT \times \Delta T \text{ LMTD} = 131,0856 \text{ } ^\circ\text{F}$$

<p>f. Temperatur Kalor</p> $\frac{\Delta t_c}{\Delta t_h} = 0,7162$ <p>Kc = 0,18 fig.17 Kern Fc = 0,46 fig.17 Kern Tc = T2 + Fc(T1-T2) = 216 + 0,46(88-216) = 249,2456 °F</p>	<p>f. Temperatur Kalor</p> $\frac{\Delta t_c}{\Delta t_h} = 0,7162$ <p>Kc = 0,18 fig.17 Kern Fc = 0,46 fig.17 Kern tc = t2 + Fc(t2-t1) = 131 + 0,46(131-103) = 116,0312 °F</p>
<p>g. <i>Flow Area</i></p> <p>L = 10 ft OD = 31,614 in BWG = 14 a'' = 0,2618 ft² Nt = 400 ID shell = 30,748 in Pass (n) = 1 Pt = 1,25 Triangular pitch</p>	<p>g. <i>Flow Area</i></p> <p>Nilai At'' = 0,546 tabel 10 Kern</p> $At = \frac{Nt \times At''}{144 \times n}$ $At = \frac{400 \times 0,546}{144 \times 1}$ <p>At = 1,5167 ft²</p>



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
MINYAK DAN GAS BUMI CEPU**



$C'' = Pt-ODS$ $= 0,25 \text{ ft}^2$ $B = 23,623 \text{ in}$ $as = \frac{ID \times C'' \times B}{144 \times Pt}$ $as = \frac{30,748 \times 0,25 \times 23,623}{144 \times Pt}$ $as = 1,0088 \text{ ft}^2$	
<p>h. <i>Mass Velocity</i></p> $Gs = \frac{W}{as}$ $Gs = \frac{3916,9608 \text{ lb/hr}}{1,0088 \text{ ft}^2}$ $Gs = 3882,6639 \text{ lb/hr ft}^2$	<p>h. <i>Mass velocity</i></p> $Gt = \frac{W}{at}$ $Gs = \frac{7335,7553 \text{ lb/hr}}{1,5167 \text{ ft}^2}$ $Gt = 4836,7618 \text{ lb/hr ft}^2$
<p>i. Bilangan Reynold</p> $De = 0,73 \text{ in} = 0,060833 \text{ ft}$ $Tc = 249,2456 \text{ }^\circ\text{F}$ $^\circ\text{API} = 36,0699$ <p>Diketahui :</p> $^\circ\text{API} = 35; x= 10; y=20; \mu = 0,75$ $^\circ\text{API} = 42; x= 11,6; y=16; \mu = 0,41$ <p>Untuk $^\circ\text{API} = 36,0699$</p> $\frac{\mu - 0,75}{0,41 - 0,75} = \frac{36,0699 - 35}{42 - 35}$ $\mu = 1,6896 \text{ lb/ft hr}$ $Re = \frac{De \times Gs}{\mu}$ $Re = \frac{0,060833 \times 3882,6639}{1,6896}$ $Re = 139,7943$	<p>i. Bilangan Reynold</p> $D = 0,834 \text{ in} = 0,0695 \text{ ft}$ $Tc = 116,0312 \text{ }^\circ\text{F}$ $^\circ\text{API} = 38,4741$ <p>Diketahui :</p> $^\circ\text{API} = 35; x= 10; y=20; \mu = 2,5$ $^\circ\text{API} = 42; x= 11,6; y=16; \mu = 1,1$ <p>Untuk $^\circ\text{API} = 36,0699$</p> $\frac{\mu - 2,5}{1,1 - 2,5} = \frac{38,4741 - 35}{42 - 35}$ $\mu = 4,3686 \text{ lb/ft hr}$ $Re = \frac{D \times Gt}{\mu}$ $Re = \frac{0,0695 \times 38,4741}{4,3686}$ $Re = 76,9487$



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
MINYAK DAN GAS BUMI CEPU



<p>j. Faktor <i>heat transfer</i></p> <p>Jh = 6,6 (fig. 28 kern)</p>	<p>j. Faktor <i>heat transfer</i></p> <p>L/D = 143,8849</p> <p>Jh = 1,4 (fig.24 kern)</p>
<p>k. Bilangan Prandtl</p> <p>Tc = 249,2456 °F</p> <p>°API = 36,0699</p> <p>c = 0,57 Btu/lb °F fig.4 kern</p> <p>k = 0,074 Btu/ft² hr (°F.ft) fig1 Kern</p> <p>μ = 1,6896 lb/ft hr</p> $Pr = \left[\frac{c \times \mu}{k} \right]^{\frac{1}{5}}$ <p>Pr = 2,3522</p>	<p>k. Bilangan Prandtl</p> <p>Tc = 116,0312 °F</p> <p>°API = 38,4741</p> <p>c = 0,49 Btu/lb °F fig.4 kern</p> <p>k = 0,08 Btu/ft² hr (°F.ft) fig1 Kern</p> <p>μ = 4,3686 lb/ft hr</p> $Pr = \left[\frac{c \times \mu}{k} \right]^{\frac{1}{5}}$ <p>Pr = 2,991</p>
<p>l. Koefisien perpindahan fluida (h_o)</p> $h_o = j_H \times \frac{K}{D_e} \times \left[\frac{c \times \mu}{K} \right]^{1/3} \times \phi_s$ <p>h_o/φ_s = 18,8847 btu/ft²hr°F</p>	<p>l. Koefisien perpindahan fluida (h_i)</p> $h_i = j_H \times \frac{K}{D} \times \left[\frac{c \times \mu}{K} \right]^{1/3} \times \phi_s$ <p>h_i//φ_t = 4,82 btu/ft²hr°F</p> $h_{io} // \phi_t = \frac{h_i \times ID}{\phi_t \times OD}$ <p>= 4,0199 btu/ft²hr°F</p>
<p>m. Suhu <i>Tube Wall</i></p> <p>Tc = 249,2456 °F</p> <p>tc = 116,0312 °F</p> <p>Tc-tc = 133,2144 °F</p> <p>tw =</p> $t_c + \frac{\frac{h_o}{\phi_s} \times (T_c - t_c)}{\frac{h_o}{\phi_s} + \frac{h_{io}}{\phi_t}}$ <p>tw = 225,8657 °F</p>	
<p>n. Rasio viskositas dalam <i>shell</i> (φ_s)</p> <p>tw = 225,8657 °F</p>	<p>n. Rasio viskositas dalam tube (φ_t)</p>



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
MINYAK DAN GAS BUMI CEPU**



$\text{°API} = 36,0699$ Diketahui $\text{°API} = 35; x = 10; y = 20; \mu_w = 0,95$ $\text{°API} = 42; x = 11,6; y = 16; \mu = 0,47$ Untuk $\text{°API} = 36,0699$ $\mu_w = 2,122 \text{ lb/ft hr}$ $\phi_s = \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14}$ $\phi_s = 0,9686$	$tw = 225,8657 \text{ °F}$ $\text{°API} = 38,4741$ Diketahui $\text{°API} = 35; x = 10; y = 20; \mu_w = 0,95$ $\text{°API} = 42; x = 11,6; y = 16; \mu = 0,47$ Untuk $\text{°API} = 38,4741$ $\mu_w = 1,7 \text{ lb/ft hr}$ $\phi_t = \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14}$ $\phi_t = 1,1392$
o. Hitung h_0 koreksi $h_0 = \frac{h_0}{\phi_s} \times \phi_s$ $h_0 = 18,8847 \times 0,9686$ $h_0 = 18,2918 \text{ Btu/hr ft}^2\text{°F}$	o. Menghitung h_{i0} koreksi $h_{i0} = \frac{h_{i0}}{\phi_t} \times \phi_t$ $h_0 = 4,0199 \times 1,1392$ $h_0 = 4,5793 \text{ Btu/hr ft}^2\text{°F}$
p. Menghitung U_c $U_c = \frac{h_{i0} \times h_0}{h_{i0} + h_0}$ $U_c = \frac{4,5793 \times 18,2918}{4,5793 + 18,2918}$ $U_c = 3,6624 \text{ Btu/hr ft}^2\text{°F}$	
q. Menghitung U_d $A = N \times L \times a'' = 1047,2$ $U_d = \frac{Q_s}{A \times \Delta T \text{ LMTD}}$ $U_d = \frac{158721,52}{1047,2 \times 131,0856}$ $U_d = 1,1562$	
r. Menghitung R_d $R_d = \frac{U_c - U_d}{U_c \times U_d}$	



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
MINYAK DAN GAS BUMI CEPU**



$Rd = \frac{3,6624 - 1,1562}{3,6624 \times 1,1562}$ $Rd = 0,5918 \text{ hr.ft}^2 \cdot \text{°F/Btu}$	
<p>Shell</p> <p>Res = 139,7943</p> <p>f = 0,0053 fig.29 kern</p> <p>Sg = 0,8444</p> <p>Ds = 30,748 in = 2,5623 ft</p> <p><i>Number of crosses</i></p> $N+1 = 12 \times \frac{L}{B}$ $= 5$ <p>Pressure drop</p> $\Delta P_s = \frac{f x (G_s)^2 x D_s x (N + 1)}{(5,22 x 10^{10}) x D_s x S_g x \phi_s}$ $\Delta P_s = \frac{0,0053 x (3882,6639)^2 x 2,5623 x 5}{(5,22 x 10^{10}) x 2,5623 x 0,8444 x 0,9686}$ $\Delta P_s = 0,0004 \text{ Psi}$	<p>Tube</p> <p>Res = 76,9487</p> <p>f = 0,0061 fig.29 Kern</p> <p>Sg = 0,8325</p> <p>Pressuer drop</p> $\Delta P_t = \frac{f x (G_t)^2 x L x N}{(5,22 x 10^{10}) x D x S_g x \phi_t}$ $\Delta P_t = \frac{0,0061 x (4836,7618)^2 x 10 x 1}{(5,22 x 10^{10}) x 0,0695 x 0,8325 x 1,1392}$ $\Delta P_t = 0,0004 \text{ Psi}$

IX.3 Pembahasan

Heat Exchanger merupakan alat penukar panas yang berfungsi untuk memindahkan panas dari suatu fluida ke fluida lain yang memiliki perbedaan panas yang signifikan. Perpindahan panas tersebut bisa terjadi dengan kontak secara langsung maupun tidak langsung. Jenis alat penukar panas pada unit kilang PPSDM MIGAS Cepu adalah *shell and tube heat exchanger* dengan arah aliran counter current. Terdapat 5 alat penukar panas yang berada di unit kilang PPSDM Migas Cepu yaitu HE-001, HE-002, HE-003, HE-004, dan HE-005. Perbedaan antara kelima *heat exchanger* tersebut selain media pemanas dan pendinginnya berbeda,



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
MINYAK DAN GAS BUMI CEPU**



posisi *heat exchanger* pun berbeda yaitu HE-001 dan HE-002 dipasang secara horizontal sedangkan HE-003, HE-004, dan HE-005 dipasang secara vertikal, adapun alasan ketidakrataan posisi tersebut dikarenakan keterbatasan tempat.

Pada Kerja Praktik ini, *Heat Exchanger* yang diamati yaitu HE-002. Dimana HE-002 ini bertugas untuk memanaskan bahan baku berupa *crude oil* dan mendinginkan produk berupa solar. Pemanasan bahan baku (*crude oil*) ini bertujuan sebagai pemanasan awal sebelum masuk *furnace* agar dapat meringankan beban pemanasan *furnace* serta dapat menghemat energi sedangkan pendinginan produk berupa solar bertujuan untuk meringankan beban pendinginan pada *cooler*. Bahan baku (*crude oil*) bertindak sebagai fluida dingin ditempatkan di tube sedangkan produk (solar) sebagai media pemanas ditempatkan pada *shell heat exchanger*.

Fluida yang mengalir secara terus menerus dalam suatu alat akan membawa pengotor yang ikut terbawa ke dalam aliran, pengotor tersebut akan menempel pada dinding-dinding *shell dan tube heat exchanger*. Pengotor tersebut dalam waktu yang lama akan membentuk kerak sehingga dapat menghambat laju perpindahan panas dan penyumbatan aliran fluida dalam *heat exchanger*. Penghambatan laju perpindahan panas akan menyebabkan proses perpindahan panas terhalang sehingga suhu yang diinginkan sulit tercapai atau panas yang diberikan harus lebih tinggi dari biasanya dan dapat menyebabkan pemborosan bahan bakar.

Penyumbatan aliran fluida dapat menyebabkan naiknya *pressure drop* saat alat beroperasi sehingga dapat menurunkan efisiensi alat. Selain itu, penumpukan kerak juga dapat menyebabkan *localize overheating* karena kerak yang menempel tidak akan merata maka akan terjadi kenaikan suhu pada spot tertentu dan jika terjadi terus menerus tanpa ada *maintenance* akan menyebabkan kebocoran pada *heat exchanger*. Oleh karena itu, evaluasi kinerja pada alat *heat exchanger* sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi alat yang sedang beroperasi sehingga dapat mencegah kerusakan alat. Metode yang digunakan dalam menghitung evaluasi kinerja ini yaitu berdasarkan buku *Process Heat Transfer* yang ditulis oleh D.Q. Kern.



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
MINYAK DAN GAS BUMI CEPU



Suatu alat perpindahan panas dinilai mampu berfungsi dengan baik apabila memenuhi dua ketentuan, yaitu nilai *fouling factor* (Rd) tidak melebihi 0,003 Jam.ft².°F/Btu dan penurunan tekanan tidak melebihi 10 psi (Kern dalam Agusmanto, 2021). *Fouling factor/dirty factor* (Rd) adalah nilai yang menunjukkan besarnya faktor pengotor, dikarenakan adanya endapan sehingga memberikan tahanan tambahan terhadap aliran panas (Muhammad Rais Zain, 2020). Pressure drop merupakan penurunan tekanan yang terjadi pada suatu aliran karena gesekan dinding / saluran (Muhammad Rais Zain, 2020).

Heat Exchanger - 002 menggunakan energi panas yang berasal dari produk bottom C-4 dengan suhu *inlet* sekitar $\pm 288^{\circ}\text{F}$ dan suhu *outlet* sekitar $\pm 216^{\circ}\text{F}$ sedangkan *crude oil* berasal dari keluaran HE-001 dengan suhu inlet HE-002 sekitar $\pm 103^{\circ}\text{F}$ dan suhu *outlet* sekitar $\pm 131^{\circ}\text{F}$. Berdasarkan perhitungan yang telah diperoleh, nilai dirt factor (Rd) HE-002 sebesar 0,5918 jam ft².°F/Btu, nilai ini sedikit melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Hal tersebut membuktikan bahwa terdapat kerak yang menempel pada dinding heat exchanger yang dapat menurunkan efisiensi kinerja heat exchanger.

Nilai pressure drop pada *shell and tube* HE-002 ini secara berturut-turut yaitu 0,0004 psi dan 0,0004 psi, nilai tersebut masih di bawah batas yang ditentukan yaitu 10 psi. Nilai yang melebihi batas yang telah ditentukan akan menyebabkan laju alir massa masukan *shell and tube* jauh berbeda dengan laju alir massa keluaran aliran *shell and tube*. Penurunan tekanan yang besar akan menyebabkan menurunnya *driving force* masing-masing fluida sehingga menyebabkan penurunan kinerja heat exchanger yang digunakan. Adapun nilai efisiensi kinerja HE-002 adalah sebesar 63,42%. Berdasarkan nilai *pressure drop*, *dirt factor* (Rd) dan efisiensi membuktikan bahwa *heat exchanger* - 02 perlu dilakukan pembersihan terhadap keberadaan kerak yang terdapat di dalam *heat exchanger* agar efisiensi dapat berjalan dengan maksimum.