

## **Evalusi Kinerja Waste Heat Boiler 22-Whb-102 Pada Unit 22 Hydrogent Plant**

**Bamita Kusuma Fadhillah<sup>\*</sup>, dan Anisa Felisiana Salsabila**

Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya, Indonesia

<sup>\*</sup>) Corresponding Author : [Bamitakusuma24@gmail.com](mailto:Bamitakusuma24@gmail.com)

### **Abstract**

*Pertamina International Refinery Unit VI as one of the companies engaged in the oil and gas industry (Migas). To produce fuel oil and gas, supporting equipment is needed, one of which is a Heat Exchanger (Waste Heat Boiler). To find out its performance, an analysis of the effect of fouling factors on tool performance is carried out. Reference studies are carried out by researching literature relevant to the problem at hand. From the analysis and observations made in the period May 13 to May 27, 2024, it can be seen that the performance of heat exchanger 22-WHB-102 in terms of the average value of actual  $R_d$  is 0.007769 btu/hr.ft<sup>2</sup>.oF greater than the design  $R_d$  which is worth 0.007768 btu/hr.ft<sup>2</sup>.oF, so from these results the performance of heat exchanger 22-WHB-102 is still in good condition but requires cleaning of the equipment. In heat exchanger 22-WHB-102 the average value of actual  $U_d$  is 35.8028 btu/hr.ft<sup>2</sup>.oF, while the design  $U_d$  value is 83.6047 btu/hr.ft<sup>2</sup>.oF. The large actual  $U_d$  value is due to fouling and corrosion problems that can provide additional resistance to heat flow can reduce heatload but are still small and do not need cleaning.*

### **Abstrak**

PT. Kilang Pertamina Internasional *Refinery Unit VI* sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri minyak dan gas (Migas). Untuk memproduksi bahan bakar minyak dan gas dibutuhkan peralatan-peralatan penunjang salah satunya adalah Heat Exchanger (Waste Heat Boiler). Untuk mengetahui performanya dilakukan analisa pengaruh fouling factor pada kinerja alat. Studi pustaka dilakukan dengan penelitian kepustakaan yang relevan dengan masalah yang dihadapi. Dari analisa dan pengamatan yang dilakukan pada periode tanggal 13 Mei sampai 27 Mei 2024 dapat diketahui bahwa kinerja pada heat exchanger 22-WHB-102 jika ditinjau dari nilai rata-rata  $R_d$  aktual adalah sebesar 0,007769 btu/hr.ft<sup>2</sup>.oF lebih besar dari  $R_d$  desain yang bernilai 0,007768 btu/hr.ft<sup>2</sup>.oF, sehingga dari hasil tersebut performance heat exchanger 22-WHB-102 masih berada pada kondisi yang baik namun membutuhkan cleaning pada peralatan. Pada heat exchanger 22-WHB-102 nilai rata-rata  $U_d$  aktual adalah sebesar sebesar 35,8028 btu/hr.ft<sup>2</sup>.oF, sedangkan nilai  $U_d$  desain sebesar 83,6047 btu/hr.ft<sup>2</sup>.oF. besar nya nilai  $U_d$  aktual ini dikarenakan fouling dan korosi yang dapat memberikan tahanan tambahan terhadap aliran panas yang dapat menurunkan heatload namun masih sedikit dan belum perlu dilakukan cleaning.

**Kata Kunci :** *fouling factor, hydrotreating unit, waste heat boiler*

## PENDAHULUAN

Di Indonesia, PT. Pertamina (Persero) merupakan bagian dari Badan Usaha Milik Negara (BUMN) sebagai unit pengolahan (Refinery Unit) salah satu sumber daya alam yakni minyak dan gas bumi. Salah satu unit pengolahan yang dimiliki PT. Pertamina (Persero) adalah Refinery Unit VI yang merupakan kilang yang beroperasi sejak tahun 1994 dan kilang ke enam dari tujuh kilang yang dimiliki PT. Pertamina (Persero). Bertempat di Kecamatan Balongan, Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. PT. Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI memiliki beberapa unit – unit yang menjadi andalan seperti CDU, AHU, RCC, HTU, NPU, POC, LEU, CCU dan lain – lain. Dengan produk produk unggulannya yaitu Premium, Peralite, Pertamina, Pertamina Turbo, Solar, Avtur, Liquefied Petroleum Gas (LPG) dan Propylene. Untuk memenuhi kebutuhan minyak dan gas dalam menunjang kebutuhan pasokan energi untuk negara, maka dibutuhkan alat penunjang untuk memproduksi bahan bakar minyak dan gas seperti Heat Exchanger, Furnance, Blower, Pompa dan lain-lain. Mengingat pentingnya peranan heat exchanger (22-WHB-102) pada unit hidrogen plant ini, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap kinerja alat tersebut dengan melihat nilai fouling factor (Rd) pada analisa data kondisi actual dengan desain. Tujuan dari kerja praktek yaitu untuk menyajikan informasi mengenai kinerja alat WHB 102 pada tanggal tersebut untuk mengetahui pengaruh fouling factor (Rd) terhadap kinerja *Waste Heat Boiler 22-WHB-102* pada unit *Hydrogen Plant* dan menganalisa data kinerja *Waste Heat Boiler 22-WHB-102* pada unit *Hydrogen Plant* agar dapat dilakukan tindakan jika performanya sudah menurun.

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka masalah yang akan dibahas pada penulisan ini yaitu :

1. Bagaimana kinerja *Waste Heat Boiler 22-WHB-102* pada unit *Hydrogen Plant* pada kondisi aktual berdasarkan *Fouling Factor* (Rd) dari tanggal 13 Mei – 27 Mei 2024
2. Bagaimana perbandingan *Waste Heat Boiler 22-WHB-102* pada unit *Hydrogen Plant* pada kondisi aktual dengan data desain.

## METODE PENELITIAN

Untuk membantu dan menunjang penulisan kerja praktek ini, metode yang digunakan yaitu metode studi lapangan dengan melihat data pada Distributed Control System (DCS) untuk mengevaluasi *Waste Heat Boiler 22-WHB-102* yang digunakan yaitu data kerja heat exchanger pada tanggal 13 Mei 2024 sampai tanggal 27 Mei 2024.

Table 1 Data Sekunder Waste Heat Boiler 13 Mei - 27 Mei 2024

Tanggal	Shell		Tube		Laju Alir
	T in	T out	T in	T out	22FC201
	°C	°C	°C	°C	KNm <sup>3</sup> /hr
13/05/2024	208.1	256.8	364.6	264.2	16.14
14/05/2024	208.4	256.9	363.3	264.3	16.03
15/05/2024	209.2	257.4	363.4	265	18.42
16/05/2024	209.1	257.5	363.7	265	18.39
17/05/2024	209.1	257.5	364.7	265.1	18.40
18/05/2024	209.1	257.5	362.6	264.9	18.78
19/05/2024	208.2	256.7	366.2	264.3	16.37
20/05/2024	208.2	256.9	365.2	264.2	16.11
21/05/2024	208.3	256.8	365.5	264.4	16.24
22/05/2024	208.1	256.8	365.1	264.3	16.18
23/05/2024	208.2	256.9	364.3	264.3	16.20
24/05/2024	208.4	256.9	365.3	264.3	16.27
25/05/2024	208.4	256.9	364.4	264.3	16.07
26/05/2024	208.3	256.8	364.7	264.3	16.19
27/05/2024	208.4	256.8	361.2	264.3	19.52
Rata-rata	208.5	257.0	364.28	264.48	17.02067

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Unit-unit proses yang terdapat pada kilang RU VI Balongan sebagian besar membutuhkan *hydrogen* yang akan digunakan dalam reaksi hidrogenasi, *hydrocracking*, dan *hydrotreating*. Hydrogen Plant (Unit 22) merupakan unit yang dirancang untuk memproduksi hidrogen dengan kemurnian 99,9% sebesar 76 MMSFSD dengan umpan yang berasal dari *refinery off gas* dan natural gas. Produk gas hidrogen dari *Hydrogen Plant* digunakan untuk memenuhi kebutuhan di unit-unit *Light Cycle Oil Hydrotreating Unit (LCO HTU)*, *Gas Oil Hydrotreating Unit (GO HTU)*, dan *Atmospheric Hydrotreating Unit (AHU)*.

*Heat Exchanger 22-WHB-102* pada Unit 22 *Hydrotreating Unit (HTU)* termasuk alat penukar panas jenis shell and tube *heat exchanger* dengan tipe aliran nya *cross flow*. Pada *Reformer Waste Heat Boiler (22-WHB-102)* akan terjadi proses kondensasi (pendinginan) Syngass. Gas didinginkan keluar suhu 290 °C dari 22-WHB-102 kemudian di alirkan ke 22-E-101 AB (*BFW Heater*), 22-E-103, dan 22-E-102 sampai suhu 36 °C lalu kondensat yang ada di syngas dialirkan ke 22-V-103 untuk proses pemisahan. *Heat exchanger* ini *feed* berupa *shiff*

*product* gas di alirkan ke dalam *tube* dan *feed* berupa *boiler feed water/steam* di alirkan ke dalam *shell*.

Ketika fluida mengalir di sepanjang *Heat Exchanger* sebagian pengotordan fluida lainnya akan menempel pada dinding-dinding *shell* dan *tube* yang dalam jangka waktu yang cukup lama akan membentuk kerak yang menyebabkan terhambatnya laju perpindahan panas dan penyumbatan pada aliran fluida di dalam *Heat exchanger*. Transfer panas yang terhambat akan membuat proses perpindahan perlu dilakukan evaluasi terhadap kinerja *heat exchanger*. Adapun parameter evaluasi dilaksanakan berdasarkan hasil perhitungan nilai duty ( $Q$ ), *overall Koefisien* ( $U_c$  dan  $U_d$ ) dan *fouling factor* ( $R_d$ ) *Heat Exchanger* 22-WHB-102 pada Unit 22 *Hydrotreating Unit* (TU) pada periode 13 Mei 2024 sampai dengan 27 Mei 2024.

### 1. Evaluasi nilai $Q$ Desain dan $Q$ Aktual

Nilai  $Q$  (*duty*) merupakan total panas yang ditransfer dari fluida yang panas ke fluida yang dingin ataupun sebaliknya. Berdasarkan dari hasil perhitungan data desain dan data aktual  $Q$  (*duty*) pada *Heat Exchanger* 22-WHB-102 pada Unit 22 *Hydrotreating Unit* (HTU).

Table 2 Data Nilai  $Q$  Desain dan  $Q$  Actual

NO	KONDISI	Shell				Tube (°F)		Q	
		Laju Alir Massa (lb/hr)		Enthalpy	Cp	in	out	Shell	Tube
		Shell	Tube	(lb/hr)	(Btu/b*F)	T1	T2	(btu/hr)	(btu/hr)
1	Desain	59777,55	244713,11	702,35	0,64	820,4	554	41984762,24	41722606,4
2	Aktual (Rata-rata)	141095,85	165346,7	721,5	0,64	682,16	509,54	101800655,78	18266974,31

Pada tabel diatas dapat dilihat nilai  $Q$  desain dan  $Q$  aktual pada *heat exchanger* 22-WHB-102. Pada tanggal 13 Mei 2024 sampai dengan 27 Mei 2024.  $Q$  aktual lebih tinggi apabila dibandingkan dengan nilai  $Q$  desain. Hal ini menandakan panas yang ditransfer pada *heat exchanger* 22-WHB-102 maksimal. Yang dimana hasil dari  $Q$  aktual adalah sebesar 18266974,31 btu/hr dan nilai  $Q$  desain sebesar 41722606,4 btu/hr. Jika nilai  $Q$  aktual lebih besar dari  $q$  desain pada *heat exchanger*, itu bisa menunjukkan bahwa *heat exchanger* tersebut lebih efisien dari yang direncanakan. Ini umumnya dianggap baik karena berarti *heat exchanger* dapat mentransfer panas dengan lebih efisien daripada yang diharapkan.

### 1. Perbandingan Antara Nilai $U_d$ Desain dan $U_d$ Aktual

Table 3 Data nilai  $U_d$  Desain dan  $U_d$  Actual

NO	KONDISI	$U_d$	$U_c$	$R_d$
		1	Desain	83,6047982
2	Aktual (Rata-rata)	35,8028409	49,599	0,00776900

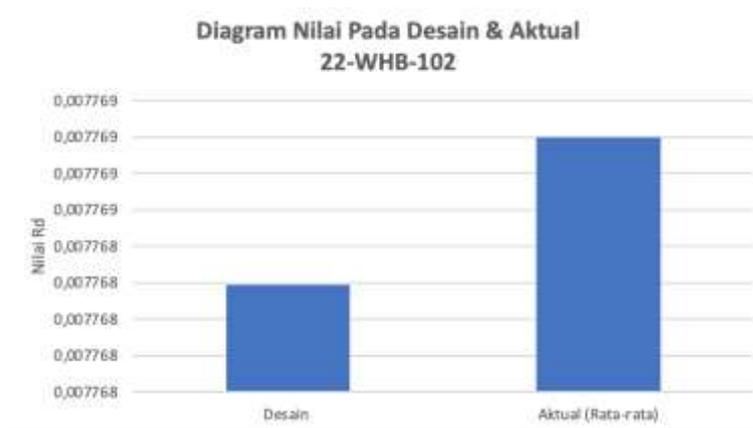
Pada tabel dapat dilihat bahwa  $U_d$  desain lebih besar dari nilai  $U_d$  actual. Nilai  $U_d$  desain yang lebih besar daripada  $U_d$  actual pada alat penukar panas sering disebabkan oleh *fouling* atau kotoran yang menumpuk pada permukaan perpindahan panas, korosi atau degradasi material, perbedaan kondisi operasional, Memahami dan mengidentifikasi penyebab ini

memungkinkan dilakukannya tindakan perbaikan untuk mengoptimalkan kinerja penukar panas. Nilai  $U_d$  pada kondisi aktual pada periode 13 Mei 2024 sampai dengan 27 Mei 2024 sebesar  $35,8028 \text{ btu/hr.ft}^2.\text{°F}$ , sedangkan nilai  $U_d$  desain sebesar  $83,6047 \text{ btu/hr.ft}^2.\text{°F}$ . Koefisien perpindahan panas overall desain ( $U_d$ ) umumnya adalah suatu konstanta yang berfungsi sebagai parameter yang menunjukkan jumlah panas/kalor pada perpindahan panas yang terjadi dalam HE. besarnya nilai  $U_d$  aktual ini dikarenakan fouling dan korosi yang dapat memberikan tahanan tambahan terhadap aliran panas yang dapat menurunkan heatload masih sedikit dan belum perlu dilakukan *cleaning*.

## 2. Evaluasi Nilai Fouling Factor ( $R_d$ ) Desain dan Aktual

Nilai *fouling factor* ( $R_d$ ) merupakan nilai yang digunakan untuk menunjukkan besar kecilnya faktor pengotor yang terdapat dalam *heat exchanger*. Parameter  $R_d$  ini digunakan untuk mengetahui perlu tidaknya *heat exchanger* tersebut dibersihkan. Apabila  $R_d$  aktual  $>$   $R_d$  desain maka *heat exchanger* perlu dibersihkan. Berdasarkan dari hasil perhitungan data desain dan data aktual  $R_d$  *fouling factor* pada *Heat Exchanger 22-WHB-102* pada Unit 22 *Hydrotreating Unit* (HTU) pada periode 13 Mei 2024 sampai dengan 27 Mei 2024 dapat dilihat pada grafik berikut ini :

Table 4 Diagram Nilai  $R_d$  Desain dan  $R_d$  Aktual



Nilai  $R_d$  aktual rata-rata sebesar  $0,007769 \text{ btu/hr.ft}^2.\text{°F}$  lebih besar dari  $R_d$  desain yang bernilai  $0,007768 \text{ btu/hr.ft}^2.\text{°F}$ . Ini berarti bahwa *heat exchanger* ini mempunyai faktor pengotor yang lebih rendah dari desainnya. Semakin besar nilai *fouling factor* suatu *heat exchanger* terjadi karena terdapat jumlah pengotor (deposit) yang tinggi sehingga proses transfer panas tidak berjalan optimal, panas yang diserap fluida dingin tidak maksimal karena tahanan terhadap proses perpindahan semakin besar sehingga koefisien perpindahan panas menjadi kecil, oleh karena itu dari hasil evaluasi  $R_d$  tersebut maka direkomendasikan untuk dilakukan *cleaning*.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan data desain dan data aktual dari tanggal 13 Mei 2024 sampai dengan 27 Mei 2024 dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil dari perhitungan LMTD yang dimana LMTD Desain lebih kecil di bandingkan LMTD Aktual yaitu sebesar 137,72 °F dan 140,80 °F. Semakin besar nilai LMTD maka semakin tidak efisien suatu heat exchanger, karena LMTD yang besar menyebabkan semakin banyak panas yang di transfer dan semakin banyak biaya yang dikeluarkan.
2. Kinerja pada heat exchanger 22-WHB-102 jika ditinjau dari nilai rata-rata  $R_d$  aktual adalah sebesar 0,007769  $\text{btu/hr.ft}^2.\text{°F}$  lebih besar dari  $R_d$  desain yang bernilai 0,007768  $\text{btu/hr.ft}^2.\text{°F}$ , sehingga dari hasil tersebut performance heat exchanger 22-WHB-102 masih berada pada kondisi yang baik namun membutuhkan cleaning pada peralatan.
3. Pada heat exchanger 22-WHB-102 periode tanggal 13 Mei 2024 sampai dengan 27 Mei 2024 bahwa nilai rata-rata  $U_d$  aktual adalah sebesar sebesar 35,8028  $\text{btu/hr.ft}^2.\text{°F}$ , sedangkan nilai  $U_d$  desain sebesar 83,6047  $\text{btu/hr.ft}^2.\text{°F}$ . besarnya nilai  $U_d$  aktual ini dikarenakan fouling dan korosi yang dapat memberikan tahanan tambahan terhadap aliran panas yang dapat menurunkan *heatload* namun masih sedikit dan belum perlu dilakukan *cleaning*.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada Pimpinan perusahaan dan segenap karyawan PT. Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan atas perhatian dan kesediannya memberikan kesempatan untuk melaksanakan kerja praktek industri.

## DAFTAR NOTASI

- Q = Jumlah panas yang diinginkan (btu/hr)  
 $U_c$  = Clean overall Koefisient ( $\text{btu/hr. ft}^2.\text{°F}$ )  
 $U_d$  = Overall Heat Transfer Koefisient ( $\text{btu/hr. ft}^2.\text{°F}$ )  
 $R_d$  = Fouling Factor ( $\text{btu/hr.ft}^2$ )

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fatimah, dan Marisa Asrieti. 2022. Laporan Kerja Praktek PT. PERTAMINA (PERSERO) RU-VI Balongan-Indramayu Jawa Barat. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Ghufuran, Satria., “Evaluasi Heat Exchanger 12-E-101”, Jurusan Teknik Kimia Universitas Syiah Kuala Darussalam. 2020. Aceh.
- [3] Kartiko,Hendro. 2018. Laporan Kerja Praktek PT. PERTAMINA (PERSERO) RU VI Balongan-Indramayu Jawa Barat. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- [4] Kern, D.Q., 1983, Process Heat Transfer, McGraw Hill International Book Company, Japan.
- [5] Laksamana, Ahmad., “Evaluasi Waste Heat Boiler PT Pertamina RU-VI Balongan”, Jurusan Teknik Kimia UII. 2022. Yogyakarta.

- [6] Pertamina Exor-1. 1992. Pedoman operasi kilang : unit 22 HTU Unit. JGC Cooperation & Foster Wheeler (Indonesia)
- [7] Pertamina Exor-1. 1992. Pedoman operasi kilang : unit 21 Light Cycle Hydrotreating Unit. JGC Cooperation & Foster Wheeler (Indonesia)
- [8] Puspitasari, dan Sulastri Handayani. 2016. Laporan Kerja Praktek PT. PERTAMINA (PERSERO) RU-VI Balongan-Indramayu Jawa Barat. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.