

# Evaluasi Efisiensi Furnace 01 Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi Cepu (PPSDM MIGAS Cepu)

Hadi, N.H.<sup>1</sup>, Muhaimin, M.H.<sup>1</sup>, Rahmasari, S.D.F.<sup>1</sup>, Zuhdi, F.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya

## INFORMASI NASKAH

Diterima : 26 September 2023  
Direvisi : 19 Mei 2024  
Disetujui : 19 Mei 2024  
Terbit : 26 Mei 2024

Email korespondensi:  
[20031010093@student.  
upnjatim.ac.id](mailto:20031010093@student.upnjatim.ac.id)

Laman daring:  
[https://doi.org/10.37525/  
sp/2024-1/504](https://doi.org/10.37525/sp/2024-1/504)

## ABSTRAK

Furnace merupakan suatu alat yang biasa digunakan untuk menaikkan temperatur crude oil pada suatu kilang pengolahan minyak dan gas bumi. Di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi Cepu (PPSDM Migas Cepu) memiliki furnace sebanyak 6 buah tetapi hanya beroperasi sebanyak 2 buah. Furnace yang masih beroperasi tersebut berjenis box furnace dan pengapiannya tersusun secara horizontal. Kedua furnace yang masih beroperasi tersebut menggunakan bahan bakar fuel oil dan gas dan berfungsi sebagai menaikkan suhu crude oil hingga titik didih sebelum masuk ke evaporator.

Furnace yang terdapat di PPSDM Migas Cepu pasti mengalami penurunan kemampuan untuk mentransfer panas seiring berjalannya waktu sehingga efisiensi dari alat furnace tersebut menurun. Pada jurnal ini penulis akan melakukan evaluasi terhadap efisiensi furnace 01 di PPSDM Migas Cepu sehingga diharapkan dapat dicari seberapa efisien kerja dari furnace tersebut. Dari perhitungan didapatkan nilai total panas masuk yang diserap furnace sebesar "65808654,15" btu/jam dan total panas keluar furnace sebesar "9271496,56" btu/jam. Didapatkan juga nilai efisiensi furnace 01 di PPSDM Migas Cepu sebesar 85,9%.

**Kata kunci:** furnace, efisiensi, kilang



## PENDAHULUAN

Crude oil adalah bahan baku utama untuk menghasilkan berbagai produk turunan minyak, seperti bensin, solar, aspal, residu dan lain sebagainya. Crude oil memiliki komposisi yang kompleks dan bervariasi, tergantung pada sumber dan kualitasnya. Untuk memisahkan komponen-komponen crude oil menjadi fraksi-fraksi yang memiliki nilai ekonomis, diperlukan proses pengolahan crude oil di kilang minyak dan gas. Proses pengolahan crude oil secara umum terdiri dari pemanasan pada heat exchanger dan furnace dan pemisahan pada unit distilasi. Furnace merupakan pemanas utama pada pemanasan crude oil yang terjadi di unit kilang. Furnace adalah alat yang memanfaatkan bahan bakar fuel oil dan fuel gas untuk menghasilkan panas yang diperlukan untuk meningkatkan suhu minyak mentah sebelum masuk ke dalam evaporator. Tujuan dari pemanasan ini adalah untuk menyesuaikan suhu minyak mentah dengan kondisi operasi yang diinginkan untuk proses pengolahan selanjutnya.

Furnace memiliki peran penting dalam proses pengolahan crude oil, karena menentukan kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan. Di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi Cepu (PPSDM Migas Cepu) memiliki furnace sebanyak 6 buah tetapi hanya beroperasi sebanyak 2 buah. Furnace yang masih beroperasi tersebut berjenis box furnace dan pengapiannya tersusun secara horizontal. Furnace yang terdapat di PPSDM Migas Cepu pasti mengalami penurunan kemampuan untuk mentransfer panas seiring berjalannya waktu sehingga efisiensi dari alat furnace tersebut menurun. Oleh karena itu, perancangan, operasi, dan pemeliharaan furnace harus dilakukan dengan baik agar furnace dapat berfungsi secara optimal dan efisien.

Salah satu furnace yang masih beroperasi di PPSDM Migas Cepu adalah furnace 01. Tujuan dari penulisan jurnal ini adalah untuk melakukan evaluasi terhadap efisiensi furnace 01 di PPSDM Migas Cepu. Dari evaluasi yang dilakukan diharapkan dapat dicari seberapa efisien kerja dari furnace tersebut. Evaluasi furnace yang akan dilakukan meliputi perhitungan neraca panas total yang masuk ke dalam furnace dan panas total yang keluar dari furnace sehingga dapat diketahui efisiensi dari furnace tersebut. Dari evaluasi tersebut dapat diketahui apakah furnace 01 yang terdapat di PPSDM Migas Cepu masih layak untuk dioperasikan atau tidak.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data di lapangan dan mengolah data perhitungan. Langkah pertama yang dilakukan yaitu studi tinjauan pustaka mengenai furnace dari berbagai literatur. Langkah selanjutnya yaitu pengambilan data yang dibutuhkan pada kilang seperti suhu masuk dan keluar crude oil, tekanan masuk dan keluar crude oil, laju alir crude oil dan fuel oil, massa jenis, specific gravity diambil selama lima hari mulai tanggal 4-9 September 2023. Berikut merupakan data yang didapatkan dari lapangan :

Tabel 1. Data Furnace-01 PPSDM Migas Cepu

Tanggal	Tin Crude Oil (°C)	Tout Crude Oil (°C)	Tin Fuel Oil (°C)	T Wall (°C)	T Stack (°C)	T Skin Tube (°C)
04/09/2023	110	342	60,7	775,7	300,6	630,3
05/09/2023	121	329	66,5	755	300,1	630,3
06/09/2023	124	340	63,4	711,5	303,17	630,3
07/09/2023	122	338	63,4	726	304,8	630,3
08/09/2023	110	345	62	773	300	630,3
Rata-rata	117,4	338,8	62	751,33	301,734	630,3



Tabel 2. Data Tekanan pada Furnace

Tanggal	Pin Crude Oil (kg/cm <sup>3</sup> )	Pout Crude Oil (kg/cm <sup>3</sup> )	Pin Fuel Oil (kg/cm <sup>2</sup> )
04/09/2023	0,4	0,173	8,8
05/09/2023	0,3	0,168	8,9
06/09/2023	0,2	0,131	8
07/09/2023	0,4	0,15	8
08/09/2023	0,3	0,13	8,7
Rata-rata	0,3	0,1504	8,48

Tabel 3. Data kapasitas crude oil dan fuel oil pada furnace

Tanggal	Kapasitas Crude Oil (m <sup>3</sup> /jam)	Kapasitas Fuel oil (m <sup>3</sup> /jam)
04/09/2023	11,63395833	0,272291667
05/09/2023	10,57133333	0,272291667
06/09/2023	10,30779167	0,268625
07/09/2023	10,30466667	0,366625
08/09/2023	10,308625	0,329083333
Rata-rata	10,625275	0,301783333

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### a. Perhitungan Panas Masuk

- 1) Mencari jumlah Fuel Gas yang digunakan

$$W_s = 443,35 \frac{T_s}{P_s} \times d^{2,667} \times \sqrt{\frac{P_1^2 - P_2^2}{L \times S_g \times T}} \equiv 5236,5203 \frac{lb}{jam}$$

- 2) Mencari nilai bahan bakar Fuel Oil

= ...

- 3) Mencari Lower Heating Value (LHV)

$$Q_L = Q_H - 92,7H = 18016,0272 \frac{Btu}{lb}$$

- 4) Panas pembakaran Fuel Oil (Q1)

$$\rho_{fuel\ oil} = S_g \times 1000 = 896,244$$

$$Kebutuhan\ Fuel\ Oil = mass\ flow\ fuel\ oil \times \rho \times 2,205 = 20997,85992 \frac{lb}{jam}$$

$$Q_1 = Kebutuhan\ Fuel\ Oil \times LHV = 378298017,2 \frac{Btu}{jam}$$

- 5) Panas Sensibel Fuel Oil (Q2)

$$Q_2 = Kebutuhan\ Fuel\ Oil \times C_p\ Fuel\ Oil \times (T_1 - T_2) = \frac{632802,0056 Btu}{jam}$$

- 6) Panas yang dibawa umpan (Q3)

$$Q_3 = massa\ umpan \times C_{prata - rata} \times (T_2 - T_1) = 1787721,636$$



7) Panas pembakaran flue gas (Q4)

$$Q4 = \text{Kebutuhan flue gas (V1)} \times \text{LHV flue gas} = 1467276627$$

8) Panas sensible flue gas (Q5)

Didapatkan dari figure 3 dan 4 Kern

$$Q5 = 2690,1 \text{ Btu/lb}$$

9) Panas Automizing Steam (Q6)

$$Q6 = M_{\text{steam}} \times \text{Entalpi rata - rata} = 258093,59 \text{ Btu/jam}$$

10) Panas udara pembakaran (Q7)

$$W_a = 11,59C + 34,78(H_2 - \left(\frac{O_2}{8}\right)) + 4,35S = 14,051 \frac{\text{kg}}{\text{kg bahan bakar}}$$

$$X = \frac{O_2}{0,266 N_2 - O_2} \times 100\% = 34,07 \%$$

$$W_A = \left(1 + \frac{X}{100}\right) \times W_a = 19,443 \frac{\text{kg}}{\text{kg bahan bakar}}$$

$$\text{Penggunaan fuel oil} = \text{jumlah umpan} \times S_g \times \rho_{\text{air}} = 270,471 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

$$\text{Kebutuhan udara pembakaran} = W_A \times \text{penggunaan fuel oil} = 5258,9874 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kebutuhan udara pembakaran flue gas} = \sum \text{udara pembakaran} \times X = 1058,990 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

$$\begin{aligned} Q7 &= \text{Kebutuhan udara pembakaran seluruhnya} \times C_p \text{ udara} \times (T_{\text{actual}} - T_{\text{basis}}) \\ &= 192856,4562 \frac{\text{Btu}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

11) Panas sensibel air karena kelembaban udara (Q8)

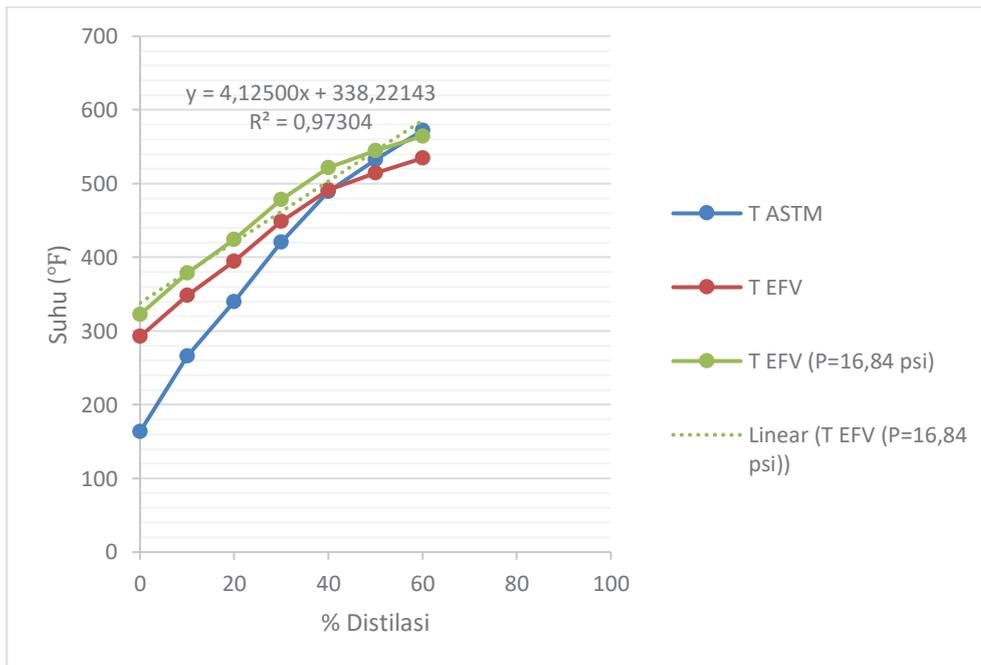
$$Q8 = (W_A \times M_a) \times C_p \text{ air} \times (T_{\text{actual}} - T_{\text{basis}}) = 3630,5906 \frac{\text{Btu}}{\text{jam}}$$

## b. Perhitungan Panas Keluar

Tabel 4. Konversi T ASTM ke T EFV

%Distilasi	Suhu ASTM		Interval	Suhu EFV	
	T (F)	T		T	T(F)
IBP	163.4				292.4
10	266	102.6	0-10	56	348.4
20	339.8	73.8	10%-30%	46	394.4
30	420.8	81	10%-30%	54	448.4
40	489.2	68.4	30%-50%	43	491.4
50	532.4	43.2	30%-50%	23	514.4
60	572	39.6	50%-70%	20	534.4





Gambar 1. Grafik Hubungan % Distilasi Atmosferik vs T ASTM dan T EFV

1. Menghitung crude oil yang teruapkan, dibutuhkan data Analisa Distilasi crude oil yang dapat dilihat pada tabel 4. Pada tabel tersebut, suhu ASTM dikonversi menjadi suhu EFV dibuat dalam bentuk grafik yaitu gambar 1. Dari gambar tersebut dapat ditentukan titik didih crude oil dalam keadaan standard (P = 14,7 psi) yaitu dengan mengamati perpotongan kurva T ASTM dengan T EFV pada suhu 490°F. Titik didih pada kondisi operasi furnace (P = 16,84 psi) dapat ditentukan menggunakan gambar 5.27 W.L. Nelson yaitu 510°F. Setelah itu, dibuat kurva dengan intercept  $\Delta T$  pada kondisi standard dan kondisi operasi furnace. Dari kurva tersebut didapatkan jumlah crude oil yang teruapkan pada suhu keluar furnace (641,84°F) sebanyak 73,6%.

2. Panas yang terbawa crude oil dalam fase cair ( $Q_a$ )

$$Q_a = m \times L$$

$$= (100\% - 73\%) \times 10,625 \frac{m^3}{jam} \times 264,17 \frac{gal}{m^3} \times 611,4 \frac{btu}{gal} = 452983,37 \frac{btu}{jam}$$

3. Panas yang terbawa crude oil dalam fase uap ( $Q_b$ )

$$Q_b = m \times H$$

$$= (73\%) \times 10,625 \frac{m^3}{jam} \times 264,17 \frac{gal}{m^3} \times 1378,68 \frac{btu}{gal}$$

$$= 1848359,6 \frac{btu}{jam}$$

4. Panas yang terbawa oleh gas asap kering ( $Q_1'$ )

- Menghitung berat gas asap per kg bahan bakar

$$\frac{\text{panas pembakaran flue gas}}{\text{LHV fuel oil}} = \frac{63545092 \frac{\text{btu}}{\text{jam}}}{18016,027 \frac{\text{btu}}{\text{lb}}} = 3527,12 \frac{\text{lb}}{\text{jam}}$$

- Penggunaan bahan bakar fuel oil seluruhnya

$$= 3527,12 \frac{\text{lb}}{\text{jam}} + 593,39 \frac{\text{lb}}{\text{jam}} = 4123,53 \frac{\text{lb}}{\text{jam}} = 1872,08 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

- Berat bahan bakar

$$\begin{aligned} W_{FG} &= \frac{11}{3} C + 9H^2 + 2S + 0,77Wa + (0,00023 \times X \times WA) \\ &= \frac{11}{3} (0,8744) + 9(0,1255)^2 + 2(0) + 0,77(14,501) + (0,00023 \times 34,0782 \times 19,443) \\ &= 15,5042 \text{ kg/kg bahan bakar} \end{aligned}$$

- Berat gas asap keseluruhan

$$\begin{aligned} &= WFG \times \text{penggunaan fuel oil seluruhnya} \\ &= 15,5042 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \text{ bahan bakar} \times 1872,08 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} = 29025,269 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

- Panas yang terbawa asap kering (Q1')

$$\begin{aligned} Q1' &= \text{berat gas asap seluruhnya} \times C_{FG} \times \Delta T \\ &= 29025,269 \times 0,238 \times (30 - 0)^\circ\text{C} \times 3,97 = 824535,63 \frac{\text{Btu}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

5. Panas yang terbawa oleh asap uap air dalam gas karena adanya H<sub>2</sub> dalam bahan bakar (Q2')

$$\begin{aligned} Q2' &= 9H_2 \times H_{sup} \times \text{penggunaan bahan bakar fuel oil} \\ Q2' &= 9(0,12556) \times \frac{610,224 \text{ kkal}}{\text{kg}} \times \frac{1872,083 \text{ kg}}{\text{jam}} = 1290981 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}} \end{aligned}$$

6. Panas yang terbawa oleh uap air dalam gas asap karena kandungan air dalam udara bahan bakar (Q3')

$$\begin{aligned} Q3' &= W \times H_{sup} \times \text{penggunaan bahan bakar fuel oil} \\ Q3' &= 0,1 \times 610,224 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}} \times 1872,083 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 3,968 = 453300,467 \frac{\text{btu}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

7. Panas yang terbawa oleh uap air dalam gas karena adanya kelembaban udara dalam bahan bakar (Q4')

$$\begin{aligned} Q4' &= WA \times Ma \times H_{sup} \times \text{penggunaan bahan bakar fuel oil} \\ Q4' &= 19,44 \frac{\text{kg}}{\text{kg bahan bakar}} \times 0,026 \times 610,224 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}} \times 1872,08 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 3,968 \frac{\text{btu}}{\text{kkal}} \end{aligned}$$



8. Panas yang hilang melalui dinding furnace (Q5')

$$h = \left(17,4 \times 10^{-10} \times \epsilon \times (T_2^4 - T_1^4)\right) + \left((1 + 0,255V) \times (T_2 - T_1)\right) = 236,614 \frac{\text{btu}}{\text{jam ft}^2}$$

$$hi = \frac{h}{T_2 - T_1}$$

$$hi = \frac{236,614}{(601,47 - 549,27)} = 4,3817 \frac{\text{btu}}{\text{jam ft}^2 \text{ } ^\circ R}$$

$$Q5' = hi \times A \times (T_2 - T_1)$$

$$= 4,3817 \frac{\text{btu}}{\text{jam ft}^2 \text{ } ^\circ R} \times 2448,87 \text{ ft}^2 \times (601,47 - 549,27) ^\circ R = 579438,13 \frac{\text{btu}}{\text{jam}}$$

**C. Hasil perhitungan efisiensi furnace**

Tabel 5. Panas masuk dan keluar furnace

Panas Masuk	Btu/jam	Panas Keluar	Btu/jam
Panas pembakaran flue oil (Q1)	596.39	Panas yang terbawa crude oil fase cair (Qa)	452,983.37
Panas sensible flue oil (Q2)	17,973.10	Panas yang terbawa crude oil fase uap (Qb)	2,848,359.59
Panas yang dibawa umpan (Q3)	1,787,721.64	Panas yang terbawa oleh gas asap kering (Q1')	824,535.63
Panas pembakaran flue gas (Q4)	63,545,092.30	Panas terbawa oleh asap uap air dalam gas asap karena adanya H2 dalam bahan bakar (Q2')	5,122,615.33
Panas sensible flue gas (Q5)	2,690.10	Panas terbawa oleh uap air dalam gas asap karena kandungan air dalam bahan bakar (Q3')	453,300.47
Panas atomizing steam (Q6)	258,093.59	Panas terbawa oleh uap air dalam gas asap karena kelembaban udara dalam bahan bakar (Q4')	2,291,607.00
Panas udara pembakaran (Q7)	192,856.46	Panas hilang melalui dinding furnace (Q5')	579,438.13
Panas sensibel karna kelembaban udara (Q8)	3,630.59		
Total	65,808,654,15		9,271,496.56

“Efisiensi furnace=” “total panas masuk-total panas keluar” /”total panas masuk” “×100%”  
 “=” “65808654,15-9271496,56” /”65808654,15” “×100%”=85,9%

Penelitian ini mengkaji proses pemanasan crude oil menggunakan furnace di PPSDM Migas Cepu. Furnace merupakan alat yang menggunakan bahan bakar fuel oil dan fuel gas untuk menghasilkan panas yang diperlukan untuk meningkatkan suhu crude oil sebelum masuk ke kolom fraksinasi. Tujuan dari pemanasan ini adalah untuk menyesuaikan suhu crude oil dengan kondisi operasi yang diinginkan untuk

proses pengolahan selanjutnya. Proses perpindahan panas di furnace melibatkan tiga mekanisme, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi. Konduksi terjadi karena adanya perbedaan suhu antara dinding luar dan dalam tube furnace. Konveksi terjadi karena adanya perbedaan suhu antara dinding dalam tube furnace dan crude oil yang mengalir di dalamnya. Radiasi terjadi karena adanya pancaran energi panas dari api pembakaran bahan bakar ke dinding luar tube furnace.

Efisiensi furnace dapat diukur dengan membandingkan antara panas yang tersalurkan ke crude oil dengan panas yang dihasilkan oleh bahan bakar. Efisiensi furnace menunjukkan seberapa baik kinerja furnace dalam memanfaatkan panas yang dihasilkan untuk memanaskan crude oil. Efisiensi furnace dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti sistem penyalaan api burner, reaksi pembakaran, kebersihan tube, dan kebocoran panas. Sistem penyalaan api burner harus sempurna agar tidak terjadi pemborosan bahan bakar. Reaksi pembakaran harus berlangsung sempurna agar tidak terjadi pembentukan gas-gas tidak diinginkan yang dapat mengurangi efisiensi dan meningkatkan emisi. Kebersihan tube harus terjaga agar tidak terjadi penumpukan kotoran atau karbon yang dapat menghambat perpindahan panas. Kebocoran panas harus diminimalkan agar tidak terjadi kerugian energi panas baik melalui stack maupun dinding furnace.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi furnace-01 di PPSDM Migas Cepu adalah 85,9%. Nilai ini masih berada dalam rentang kelayakan menurut W. Trinks (2000) yang menyatakan bahwa efisiensi furnace yang masih layak dipakai sebesar 60-90%. Hal ini menunjukkan bahwa furnace-01 di PPSDM Migas Cepu masih dapat beroperasi dengan baik dalam memanaskan crude oil. Namun, efisiensi furnace-01 ini mengalami penurunan dibandingkan dengan efisiensi furnace-02 yang mencapai 89,7%. Penurunan efisiensi ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain adalah usia alat dan excess air. Usia alat yang sudah tua menyebabkan adanya kerusakan atau aus pada komponen-komponen furnace, seperti tube, burner, refractory, dll. Kerusakan atau aus ini dapat menyebabkan kebocoran panas atau penurunan kualitas pembakaran. Excess air adalah jumlah udara yang berlebihan dalam proses pembakaran bahan bakar. Excess air dapat menyebabkan penurunan suhu api dan peningkatan volume gas buang. Hal ini dapat mengurangi efisiensi dan meningkatkan emisi.

## KESIMPULAN

Dari perhitungan didapatkan nilai total panas masuk yang diserap furnace sebesar “65808654,15” btu/jam dan total panas keluar furnace sebesar “9271496,56” btu/jam. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh efisiensi furnace-01 PPSDM Migas Cepu sebesar 85,9%, menurut W. Trinks (2000) menyatakan bahwa efisiensi furnace yang masih layak dipakai sebesar 60-90 %, sehingga furnace-01 pada PPSDM Migas Cepu masih layak untuk beroperasi. Penurunan efisiensi furnace disebabkan alat sudah tua dan excess air cukup besar sehingga adanya kebocoran pada alat baik lewat dinding maupun lewat cerobong.

## DAFTAR PUSTAKA

- Davis, M. E. (2013). *Numerical methods and modeling for chemical engineers*. Courier Corporation.
- Filipponi, M., Rossi, F., Presciutti, A., De Ciantis, S., Castellani, B., & Carpinelli, A. (2016). Thermal analysis of an industrial furnace. *Energies*, 9(10), 833.
- Kataoka, K. (2023). *Transport Process Chemical Engineering Phase II Edition*. Transport Process Chemical Engineering Phase II Edition, vi-1.
- Lee, T. S., Liu, C. H., & Chen, T. W. (2006). Thermodynamic analysis of optimal condensing temperature of cascade-condenser in CO<sub>2</sub>/NH<sub>3</sub> cascade refrigeration systems. *International Journal of Refrigeration*, 29(7), 1100–1108. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2006.03.003>
- Niu, J., et al. (2020). Review on microbial enhanced oil recovery: Mechanisms, modeling and field trials. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 192(January), 107350. doi: 10.1016/j.petrol.2020.107350.
- Priandoko, B. (2021). Strategi Penentuan Potensi Penghematan Energi Unit Heat Exchanger Kilang PPSDM Migas Menggunakan Analisis Metoda Pinch. *MigasZoom*, 3(1).
- Priandoko, B. (2023). Strategi Penentuan Potensi Penghematan Energi Unit Heat Exchanger Kilang



PPSDM Migas Menggunakan Analisis Metoda Pinch: Optimizing the Energy Performance of the PPSDM Migas Cepu Refinery Furnace Using a Genetic Algorithm. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, 5(2), 63-72

Rusli, M., Trinurwati, & Bastian Tarigan, F. (2021). Optimasi Kontrol untuk Variabel Flow Rate dan Temperatur Furnace Berbasis Solusi Persamaan Riccati. *Jurnal EECCIS*, 15(3), 109-114.

Susilowati, E., Moerad, S. K., Rahmawati, D., & Prasetyawati, N. (2022). Analysis of the Oil and Petrochemical Integrated Refinery Development Plan's environmental impact and its mitigation of public health status. *Jurnal Sosial Humaniora (JSH)*, 15(1), 30-40.



