

EVALUASI KINERJA *FURNACE* DI *HIGH VACUUM UNIT* PT. Y MENGUNAKAN METODE *HEAT ABSORBED & HEAT LOSS*

Al Misqi^{1*}, Budi Sulistiyo Nugroho¹, Akhmad Badaruddin¹

¹Teknik Pengolahan Minyak dan Gas, Politeknik Energi Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada No. 38, Blora, Jawa Tengah, 58315

E-mail: almisqimac@gmail.com

ABSTRAK

Furnace adalah salah satu alat proses utama dalam unit pengolahan *High Vacuum Unit* (HVU) yang mempengaruhi efisiensi energi dan kualitas produk akhir dan berfungsi sebagai pemanas fluida atau *feed* agar mendapatkan temperature tinggi sekitar 350°C sebelum diproses lebih lanjut ke proses berikutnya yaitu pada kolom distilasi vakum sebagai pemisah fraksi-fraksi berdasarkan trayek didih. HVU mempunyai kapasitas pengolahan ± 54 MBSD. Proses pemanasan *furnace* menggunakan hasil panas pembakaran bahan bakar berupa *fuel oil* dan *fuel gas*. Metode *heat absorbed* digunakan untuk mengukur jumlah panas yang diserap oleh sistem, sedangkan metode *heat loss* digunakan untuk menentukan jumlah panas yang hilang selama proses. Berdasarkan data hasil perhitungan evaluasi dari tanggal 01 – 30 July 2024 menggunakan kedua metode tersebut efisiensi *furnace* masih dalam batasan desain yaitu sebesar 85,10%. Dari hasil perhitungan evaluasi, pada penggunaan bahan bakar, khususnya bahan bakar gas masih digunakan rata-rata selama 1 bulan sebesar 39,62 T/D, hal tersebut masih dapat dievaluasi dengan cara menurunkan angka *mass flow fuel gas* mendekati batas minimal desain yaitu 30 T/D.

Kata kunci: *Furnace*, Efisiensi, Metode *Heat Loss*, Metode *Heat Absorbed*

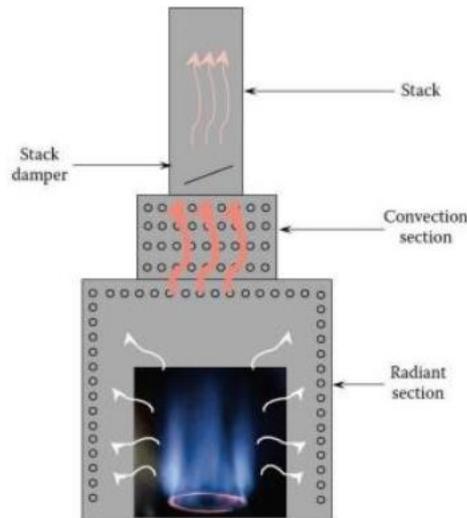
1. PENDAHULUAN

Dalam industri modern, efisiensi dan kinerja peralatan merupakan faktor kunci dalam mencapai produktivitas yang optimal. Salah satu peralatan penting dalam proses industri adalah *furnace*, yang berfungsi untuk memanaskan bahan baku pada suhu tinggi. Pada PT. Y, *furnace* yang digunakan beroperasi dalam kondisi *High Vacuum Unit*, dimana pengendalian suhu dan efisiensi energi sangat krusial. Evaluasi kinerja *furnace* ini menjadi penting untuk memastikan bahwa proses pemanasan berlangsung secara efisien dan efektif [1].

Penggunaan energi dari sumber energi tidak terbarukan berkontribusi pada peningkatan emisi gas buang, baik dari aktivitas domestik maupun non-domestik, yang pada gilirannya memperburuk pemanasan global dan dampak-dampaknya. Memanfaatkan energi dari sumber-sumber ini dengan teknologi konvensional, akan dilakukannya pelepasan lebih banyak CO₂, yang akan merusak lingkungan dan mempercepat perubahan iklim global. Penyediaan energi Listrik sering kali bergantung pada bahan bakar minyak melalui generator atau turbin listrik, yang menyebabkan pencemaran udara akibat emisi CO₂ dari pembakaran bahan bakar tersebut [2].

Furnace menggunakan energi panas hasil dari selama reaksi *fuel combustion*. Bahan bakar yang berbentuk minyak, gas maupun padat dapat digunakan sebagai bahan bakar. Panas yang dihasilkan selama pembakaran diserap oleh cairan yang mengalir di pipa-pipa tungku. Hal ini permintaan temperature operasinya [3].

Bagian konveksi dan radiasi mempunyai peran penting dalam proses pemanasan pada *furnace*. Cairan pertama memasuki *convection section* dan kemudian bagian radiasi. Sekitar 70% energi ditransfer ke cairan di bagian radiasi dan 30% di bagian konveksi. Tabung bagian konveksi terkadang mempunyai *fins* untuk meningkatkan perpindahan panas secara konveksi. Pada Gambar 1. berikut adalah skema proses yang terjadi pada *furnace* [4].



Gambar 1. Skema Proses pada *Furnace*

Pada *furnace* atau pemanas, pembakaran bahan bakar di ruang terbuka melepaskan panas dan memindahkannya ke cairan di pipa yang mengalir di sepanjang dinding dan langit-langit ruang bakar. Perpindahan panas terjadi secara radiasi dan konveksi, serta pantulan dari dinding refraktori yang membatasi ruang [5].

Bahan bakar (*fuel*) secara umum dapat digambarkan sebagai zat yang mengandung banyak karbon (C) dan hydrogen (H) dan menggunakan oksigen atmosfer (O_2) dengan atau tanpanya selama pembakaran dan menghasilkan panas dalam jumlah tertentu dalam prosesnya. Jumlah panas yang dihasilkan disebut nilai kalor bruto (*calorific value*) dari bahan bakar. Komponen utama bahan bakar adalah karbon dan hydrogen, oleh karena itu disebut sebagai bahan bakar hidrokarbon. Minyak dan gas biasanya sering digunakan sebagai bahan bakar di tungku [6].

- **Bahan Bakar Gas (*Fuel Gas*)**

Gas adalah bahan bakar yang paling mudah terbakar karena tidak mengandung partikel padat. Gas yang digunakan sebagai bahan bakar di kilang dapat berasal dari sumber berikut:

- Gas alam, baik berupa *associated gas* ataupun *non-associated gas*.
- Gas kilang, berasal dari proses pemurnian minyak.

Gas-gas tersebut biasanya akan dikumpulkan terlebih dahulu di *knock out drum* untuk menghilangkan kondensat yang masih terbawa sebelum akhirnya digunakan sebagai bahan bakar *furnace*.

a. Kelebihan menggunakan *fuel gas* adalah:

- Lebih mudah terbakar dan tidak menyisakan sisa pembakaran
- Tidak menciptakan jelaga atau asap dan nyala api lebih bersih
- Tidak membutuhkan *steam atomizing*
- Memiliki panas pembakaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar cair.

b. Kelemahan menggunakan *fuel gas* adalah:

- Membutuhkan perlakuan yang lebih hati-hati karena gas mudah terbakar.

- **Bahan Bakar Minyak (*Fuel Oil*)**

Bahan bakar yang paling umum digunakan terdiri dari 2 jenis, yaitu:

- Bahan bakar cair dengan viskositas tinggi

- Bahan bakar cair dengan viskositas rendah.
 - a. Kelebihan menggunakan bahan bakar cair yaitu:
 - Dapat menggunakan residu hasil dari CDU jika umpan yang digunakan selain *bottom product*
 - Titik nyala relatif tinggi
 - Kerugian akan penguapan rendah
 - b. Kelemahan menggunakan bahan bakar cair yaitu:
 - Titik lebur yang tinggi membutuhkan pemanasan dan isolasi
 - Untuk pengkabutan membutuhkan alat bantu seperti pompa dan uap sebagai medianya
 - Membentuk jelaga saat dibakar.

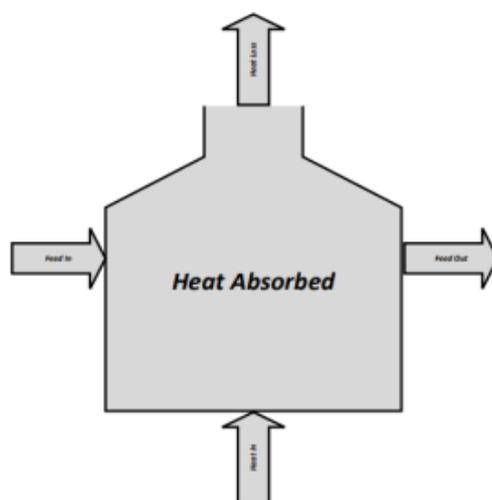
Efisiensi *furnace* merupakan hal yang sangat penting dalam mengukur kinerja dari *furnace*. Perhitungan efisiensi *furnace* harus dilakukan secara berkala agar dapat mengetahui performa dapur sehingga dapat menghindari kerusakan jangka panjang yang dapat menyebabkan *maintenance* sehingga mempengaruhi produksi dan *cost* kilang. Umpan yang masuk ke *furnace* apabila tidak sesuai dengan spesifikasi, dapat memberatkan kinerja (*duty*) *furnace*, akan lebih serius apabila efisiensi *furnace* itu sendiri rendah, untuk menghitung efisiensi *furnace* [7]. Untuk menghitung efisiensi *furnace* dapat dilakukan dengan 2 metode dibawah ini dan skema yang terjadipun dapat dilihat pada Gambar 2. dibawah.

a. Metode *Heat Absorbed*

$$\eta = \frac{\text{Panas yang diserap fluida}}{\text{Total panas masuk furnace}} \times 100\% \quad (1)$$

b. Metode *Heat Loss*

$$\eta = \frac{\text{Panas yang diserap fluida}}{\text{Total panas masuk furnace}} \times 100\% \quad (2)$$



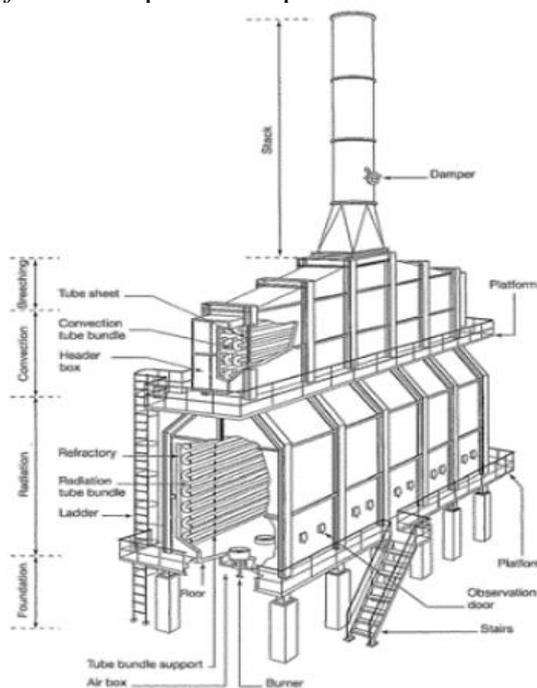
Gambar 2. Skema Efisiensi pada *Furnace*

Metode *heat absorbed* berfokus pada jumlah energi panas yang berhasil diserap oleh material dalam *furnace*. Ini penting untuk memastikan bahwa material mencapai suhu yang diinginkan untuk proses pengolahan lebih lanjut. Evaluasi *heat absorbed* melibatkan analisis terhadap laju perpindahan panas yang terjadi di dalam *furnace* serta efisiensi *heat transfer* antara elemen pemanas dan material. Metode *heat loss* adalah teknik yang digunakan untuk menghitung jumlah energi panas yang hilang dari *furnace* selama proses pemanasan.

Kehilangan ini dapat terjadi melalui berbagai mekanisme, seperti konduksi melalui dinding *furnace* konveksi dengan udara di sekitarnya [8].

Transfer energi pada tungku terjadi dalam tahapan pembangkitan energi panas oleh elemen *heater* yang energinya disuplai dari energi listrik. Dimana hal ini terjadi perubahan energi listrik menjadi energi panas. *Furnace* yang digunakan bervariasi mulai dari kapasitas pemanasan 300°C – 1800°C. Tujuan dari penelitian ini sendiri yaitu menentukan seberapa efisien *furnace* dalam mentransfer panas dari proses pembakaran ke fluida yang dipanaskan, serta menghitung nilai *thermal efficiency* aktual, mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan efisiensi seiring waktu, memberikan rekomendasi untuk pemeliharaan dan perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja *furnace*, termasuk analisis terhadap suhu gas buang dan spesifikasi umpan, dan juga menilai apakah *furnace* masih layak untuk dioperasikan berdasarkan hasil evaluasi efisiensi yang diperoleh [9].

Furnace memiliki banyak jenis jika ditinjau dari berbagai aspek. Adapun untuk *Furnace* yang ditinjau berupa *double cabin* dengan *horizontal tubes*, memiliki 16 *burners* yang dipasang secara *end wall* (nyala api sejajar dengan posisi *tube*), menggunakan *dual fuel* (*fuel gas* dan *fuel oil*), menggunakan *balanced draft* (*induced draft fan* & *forced draft fan*), dan juga menggunakan kondisi operasi vakum dalam pengoperasian (tekanan operasi dibawah tekanan atmosfer). Adapun ilustrasi *furnace* dapat dilihat pada Gambar 3. dibawah [10].



Gambar 3. Ilustrasi *Furnace*

Furnace (dapur atau pemanas pembakaran atau tungku) adalah alat dalam industri proses hidrokarbon dan petrokimia yang memanaskan cairan di bagian tabung untuk diproses lebih lanjut. Tungku terdiri dari ruang pembakaran dengan satu atau lebih pembakar (*burner*) dan serangkaian tabung tempat aliran fluida proses. Tungku merupakan peran yang berperan penting dalam proses distilasi atmosfer dan vakum, perengkakan termal, dan pengolahan gas bersuhu tinggi. Tungku biasa dipakai di bermacam-macam aplikasi *fired heater*, pemrosesan, serta evaporasi. Beragam-tipe tungku pemurnian dibutuhkan untuk memproses cairan yang memiliki suhu 1500°F dan kondisi aktual 1100°F pada tekanan 1600 psig [11].

2. METODE

Dalam mengevaluasi efisiensi *furnace* diperlukan beberapa tahapan, diawali dari tahapan mencari studi literatur dan mulai untuk menentukan judul dan topik dari penelitian yang ingin dijadikan bahan pembahasan. Kemudian mencari referensi tentang prinsip dasar pengoperasian perhitungan efisiensi. Referensi tersebut antara lain majalah, dan buku panduan. Dari observasi lapangan di PT. Y terkait *furnace* dan memulai memahami proses kinerja dan memahami permasalahannya. Kemudian mencatat dan mengumpulkan data mulai dari tanggal 1 July sampai dengan 30 July 2024 dan menggunakannya sebagai media menghitung perhitungan dalam upaya meningkatkan efisiensi *furnace* dengan menggunakan metode *heat absorbed* dan *heat loss*. Kedua metode ini tidak berbeda secara signifikan, dan keduanya memiliki pendekatan yang berbeda dalam menghitung efisiensi, dan pemilihan metode tergantung pada tujuan penelitian. Jika *heat absorbed*, digunakan rasio panas yang diserap oleh air terhadap total panas yang masuk ke *furnace*. Sedangkan metode *heat loss* menggunakan persamaan antara total panas yang masuk ke *furnace* dikurangi total panas dan total panas yang masuk ke *furnace*. Kedua metode ini digunakan untuk menciptakan hasil kinerja yang diinginkan.

Pada perhitungan efisiensi menggunakan kedua metode tersebut menggunakan pers. (1) dan pers. (2) yang tertera pada bab sebelumnya, setelah dilakukannya perhitungan efisiensi dari kedua metode tersebut, selanjutnya melakukan analisis membandingkan hasilnya. Baik metode *heat absorbed* maupun *heat loss* memiliki kelebihan masing-masing dalam evaluasi efisiensi *furnace*. Pemilihan metode harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti jenis *furnace*, tujuan evaluasi, dan ketersediaan data. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengeksplorasi kombinasi kedua metode ini guna mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif tentang efisiensi operasional *furnace*.

3. PEMBAHASAN

A. Proses Pada *Furnace*

Feed yang digunakan pada unit ini adalah *long residue*, yang disuplai dari *hot feed drum*. Kemudian proses dimulai dengan memanaskan umpan dengan *heat exchanger* (sebagai *pre-heater*), yang kemudian dipanaskan lagi di dalam *furnace*. *Heat exchanger* tersebut diharapkan bisa menyediakan *feed* untuk *furnace* dengan suhu sebesar 262 – 270°C, juga untuk mengurangi konsumsi energi pendinginan untuk produk dari *High Vacuum Unit* sendiri. *Feed* untuk proses *pre-heater* tersebut dipanaskan di dalam *furnace* dengan harapan dapat menaikkan suhu umpan menjadi 340 – 360°C sebelum masuk ke dalam kolom distilasi vakum. *Furnace* di *High Vacuum Unit* menggunakan dua jenis bahan bakar, yaitu *fuel oil* dan *fuel gas*. Parameter penting dari *furnace* ini adalah *tube skin temperature* (maksimum 593°C), *radiant temperature* (650-792°C), CIT (*Coil Inlet Temperature*) dan COT (*Coil Outlet Temperature*) menuju kolom distilasi vakum. *Fuel oil* yang dipakai untuk *fuel furnace* harus disuplai dengan *steam atomizing* yang merupakan *medium pressure steam*. Tujuan dalam pemakaian *steam atomizing* disini adalah untuk atomisasi atau pengkabutan molekul-molekul yang terkandung pada *fuel oil* tersebut. Dengan demikian *fuel oil* yang kemudian masuk ke ruang pembakaran *furnace* telah menjadi gas yang siap untuk digunakan sebagai bahan bakar.

Steam atomizing yang digunakan disini adalah *medium pressure steam* dengan kondisi *saturated steam* yang bersuhu sekitar 250°C. pada suhu tersebut belum dikatakan sebagai suhu yang mampu membuat *steam* itu dikatakan sebagai *dry* atau *superheated*, karena *steam* pada suhu 374°C biasa disebut dengan *superheated steam*. Pada suhu tersebut, kandungan air pada *steam* telah kering. Oleh karena itu, terdapat *drain* sebelum *fuel oil* tersebut memasuki *burner* untuk dibakar agar tidak mengganggu proses pembakaran yang terjadi.

B. Data dan Hasil Perhitungan

Perhitungan evaluasi kinerja yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan hasil efisiensi yang signifikan. Sehingga untuk melakukan perhitungan efisiensi *furnace*, dibutuhkan data-data seperti Tabel 1 berikut. Tabel tersebut digunakan sebagai acuan untuk mencari efisiensi pada *furnace*.

Tabel 1. Data Spesifikasi Furnace

Data Spesifikasi Furnace		
Parameter	Spesifikasi	Satuan
Tipe	<i>Double cabin</i>	-
Total Duty per heater	46,27 (proses) & 0,53 (steam) = 46,8	Mmkcal/hr
Material	<i>Carbon Steel</i>	-
System Type	<i>Balanced Draft</i>	-
Susunan Tube	<i>Horizontal</i>	-
Tekanan Inlet	3,73 - 9,513	Kg/cm ² A
Tekanan Outlet	0,753 - 2,93	Kg/cm ² A
Around Burner Wall Temp.	792	°C
Shielded Wall Temp.	714	°C
Stack Temperature	180 – 210	°C
Inlet Temperature (CIT)	148 – 272	°C
Outlet Temperature (COT)	350 – 418	°C
Num. of Burner	16 (for fuel oil and gas)	Burner
Lokasi Burner	<i>End wall</i>	-
Efisiensi	85	%

Tabel 2. Data Kondisi Operasi Feed dan Fuel

Tanggal	Flow Feed (T/D)	Fuel Gas (T/D)	Fuel Oil (T/D)	CIT (°C)	COT (°C)	Stack Temperature (°C)
01/07/2024	5442	23,30	21	256	351	215
02/07/2024	5970	38,90	9	256	348	214
03/07/2024	5959	37,30	12	253	346	216
04/07/2024	5959	36,80	12	255	349	217
05/07/2024	5959	36,90	12	254	347	217
06/07/2024	5959	39,80	6	254	349	214
07/07/2024	5971	40,30	6	253	347	213
08/07/2024	5967	40,00	6	251	346	217
09/07/2024	5966	40,30	6	251	344	214
10/07/2024	5966	40,30	6	251	344	214
11/07/2024	5966	40,30	6	251	344	215
12/07/2024	5961	40,30	12	249	347	215
13/07/2024	5962	36,20	12	252	346	215
14/07/2024	5954	38,40	6	251	346	215
15/07/2024	5952	39,70	6	249	345	216
16/07/2024	5956	41,50	3	252	346	213
17/07/2024	5967	41,00	3	249	342	214
18/07/2024	5970	42,00	3	249	343	215
19/07/2024	5970	41,00	3	249	343	214
20/07/2024	6036	41,00	3	248	343	216
21/07/2024	6103	42,10	3	248	343	214
22/07/2024	6103	42,10	3	248	343	213
23/07/2024	5965	42,10	3	248	343	215
24/07/2024	5962	43,50	3	248	344	213
25/07/2024	5740	41,60	3	249	344	214

26/07/2024	5768	40,80	3	249	345	212
27/07/2024	5759	40,10	3	250	345	214
28/07/2024	5748	39,70	3	253	346	216
29/07/2024	5776	39,70	3	253	344	216
30/07/2024	5112	40,60	3	236	346	213
31/07/2024	5112	40,60	3	236	346	215
Rata-rata	5870	39,62	6	250,03	345,32	214,65

Tabel 2. diatas digunakan untuk menghitung panas yang diserap *feed*. Untuk data *fuel gas* dan *fuel oil* digunakan untuk menghitung panas yang masuk pada *furnace*, yaitu panas sensibel dan pembakaran *fuel*. Data CIT, COT, dan *stack temperature* digunakan untuk menghitung panas keluar yang dibawa oleh *feed*.

Tabel 3. Data Kondisi Operasi dan Desain *Fuel Oil*

Parameter	Rata-rata (Aktual)	Desain (min. / max.)	Satuan
<i>Flow Fuel Oil</i>	6	(3 – 24)	T/D)
	551,156		lb/hr
Temp. Inlet <i>Fuel Oil</i>	139,7	-	°C
	283,46		°F
Tekanan Inlet <i>Fuel Oil</i>	5,928	(2 – 6)	kg/cm ²
SG 60/60	0,9033	0,8 – 0,9	-
API Gravity	25,148	-	-
Pour Point	110	-	-
Ash Content	0,4	-	%wt
Water Content	0,1	0,1	%wt
Sulphur Content	0,25	0,23	%wt

Tabel 4. Data Kondisi Operasi dan Desain *Fuel Gas*

Parameter	Rata-rata (Aktual)	Desain (min. / max.)	Satuan
<i>Flow Fuel Gas</i>	40,3	(3 – 24)	T/D)
	3.701,929		lb/hr
Temp. Inlet <i>Fuel Gas</i>	32	-	°C
	89,6		°F
Tekanan Inlet <i>Fuel Gas</i>	1,5	(0,6 – 1,6)	kg/cm ²

Tabel 3. digunakan untuk menghitung panas yang diserap *furnace* sedangkan Tabel 4. digunakan untuk menghitung panas sensible dan panas pembakaran *fuel gas*.

Tabel 5. Data Distilasi ASTM & *Properties Feed*

Data Distilasi ASTM		
%Volume	Temperature	Satuan
IBP	212	°C
10 % vol	313	°C
50 % vol	350	°C
Rec. at 350 °C	24% vol	-
Pour Point	110	°F
Flash Point	220	°F
Water Content	0,1	%vol (0,05 max)

Tabel 5. Diatas digunakan untuk menghitung nilai distilasi EFV dan panas yang diserap oleh *feed*. Sedangkan tabel 6. berikut digunakan untuk menghitung LHV dan panas sensibel serta panas pembakaran *fuel gas*.

Tabel 6. Data Komposisi Fuel Gas

Komponen	Komposisi
<i>Methane</i> (C ₁)	30,000
<i>Ethylene</i> (C ₂₌)	14,800
<i>Ethane</i> (C ₂)	11,400
<i>Propylene</i> (C ₃₌)	7,500
<i>Propane</i> (C ₃)	1,700
<i>Iso Buthane</i> (iC ₄)	1,000
<i>N-Buthane</i>	0,300
<i>I - C₄"</i>	0,200
<i>I - C₄" trans</i>	0,100
<i>I - C₄" Cis</i>	0,200
<i>Iso Penthane</i>	0,100
<i>n-Pentane</i> (C ₅ H ₁₂)	0,100
<i>Total Penthylene</i>	0,000
<i>Hexane Plus</i>	0,000
Carbon Dioksida (CO ₂)	4,000
Carbon Monoksida (CO)	4,300
<i>Oxygen</i> (O ₂)	0,600
<i>Hydrogen</i> (H ₂)	5,800
Nitrogen (N ₂)	17,900
Total	100,000

Tabel 7. Data Udara Pembakaran

Parameter	Rata-rata (Aktual)	Desain (min. / max.)	Satuan
<i>Inlet Temperature</i>	29	(28 – 31)	°C
<i>Outlet Temperature</i>	129	-	°C
<i>Excess Air</i>	27,09	-	%
<i>Flow Rate</i>	28800	120.000	kg/hr

Tabel 8. Data Steam Atomizing

Parameter	Rata-rata (Aktual)	Desain (min. / max.)	Satuan
<i>Inlet Temperature</i>	289	-	°C
	552,2	-	°F
<i>Outlet Temperature</i>	310	-	°C
	590	-	°F
<i>Pressure</i>	7,6	7,5 – 8,5	kg/cm ²
<i>Mass Flow</i>	8,892	-	T/D
	816,813	-	lb/hr

Tabel 7. diatas digunakan untuk menghitung panas masuk udara pembakaran sedangkan Tabel 8. digunakan untuk menghitung panas masuk udara pembakaran. Data yang digunakan adalah data rata-rata selama satu bulan untuk tabel 1 – 4 dan tabel 7 – 8. Sedangkan tabel 5 – 6, data yang digunakan adalah data sampel pada tanggal 9 Juli 2024. Kemudian menggunakan data-data tersebut untuk mencari neraca panas yang digunakan untuk menghitung persentase efisiensi dan menghasilkan neraca panas pada kondisi operasi *furnace* tanggal 9 Juli 2024.

Tabel 9. Contoh Neraca Panas Furnace pada Tanggal 9 Juli 2024

No.	Jenis Panas	Jumlah Panas (BTU/hr)	
		Masuk	Keluar
1.	Panas <i>Sensible Fuel Oil</i>	60,349,01	
2.	Panas Pembakaran <i>Fuel Oil</i>	9.977.922,71	
3.	Panas <i>Sensible Fuel Gas</i>	41.489,45	
4.	Panas Pembakaran <i>Fuel Gas</i>	53.061.445,47	
5.	Panas <i>Sensible</i> Udara Pembakaran	3.392.979,03	
6.	Panas <i>Steam Atomizing</i>	1.017.136,42	
7.	Panas <i>Sensible</i> Uap Air	13.739,48	
8.	Panas yang Diserap <i>Feed</i>		59.600.385,93
9.	Panas Hilang yang Terbawa <i>Flue Gas</i>		4.371.729,00
10.	Panas Hilang Melalui Dinding <i>Fired Heater</i>		625.675,08
11.	Panas Hilang Tidak Diketahui		2.967.271,55
Total		67.565.061,56	67.565.061,56

Efisiensi *furnace* pada tanggal 9 Juli 2024 dapat dihitung menggunakan pers. (1) dan pers. (2) sebagai berikut.

a. Metode *Heat Absorbed*

$$\eta = \frac{\text{Panas yang diserap fluida}}{\text{Total panas masuk furnace}} \times 100\%$$

$$\eta = 88,21 \%$$

b. Metode *Heat Loss*

$$\eta = \frac{\text{Panas yang diserap fluida}}{\text{Total panas masuk furnace}} \times 100\%$$

$$\eta = 88,21 \%$$

Kemudian untuk data efisiensi *furnace* selama pengoperasian bulan Juli 2024 dapat dilihat pada Tabel 10. dibawah ini

Tabel 10. Data Efisiensi Furnace Dari Tanggal 01 - 30

Tanggal	Flow Feed (T/D)	Fuel Gas (T/D)	Fuel Oil (T/D)	Efisiensi (%)
01/07/2024	5442	23,30	21	83,61
02/07/2024	5970	38,90	9	85,86
03/07/2024	5959	37,30	12	86,93
04/07/2024	5959	36,80	12	86,26
05/07/2024	5959	36,90	12	86,67
06/07/2024	5959	39,80	6	85,64
07/07/2024	5971	40,30	6	85,11
08/07/2024	5967	40,00	6	86,47
09/07/2024	5966	40,30	6	88,21
10/07/2024	5966	40,30	6	86,14
11/07/2024	5966	40,30	6	85,21
12/07/2024	5961	40,30	12	85,44
13/07/2024	5962	36,20	12	85,92
14/07/2024	5954	38,40	6	86,08
15/07/2024	5952	39,70	6	84,27
16/07/2024	5956	41,50	3	84,16
17/07/2024	5967	41,00	3	84,53
18/07/2024	5970	42,00	3	83,03
19/07/2024	5970	41,00	3	83,03
20/07/2024	6036	41,00	3	83,87
21/07/2024	6103	42,10	3	83,93
22/07/2024	6103	42,10	3	86,41
23/07/2024	5965	42,10	3	84,19

24/07/2024	5962	43,50	3	84,15
25/07/2024	5740	41,60	3	83,13
26/07/2024	5768	40,80	3	83,67
27/07/2024	5759	40,10	3	87,56
28/07/2024	5748	39,70	3	84,63
29/07/2024	5776	39,70	3	84,46
30/07/2024	5112	40,60	3	84,83
31/07/2024	5112	40,60	3	84,39
Rata-rata	5870	39,62	6	85,10

Dapat dilihat dari Tabel 10. diatas, efisiensi *furnace* tertinggi sebesar 88,21% yaitu pada tanggal 08 Juli 2024 dan efisiensi terendah sebesar 83,03% yaitu pada tanggal 19 Juli 2024 dengan rata-rata efisiensi selama satu bulan sebesar 85,10%. Jika ditinjau berdasarkan data spesifikasi desain efisiensi *furnace*, minimal efisiensi sebesar 85%. Hal tersebut menandakan bahwa pengoperasian *furnace* selama bulan Julii tergolong atau termasuk baik dan layak karena nilai efisiensi melebihi batas minimal desain. Akan tetapi, akan lebih baik lagi apabila nilai efisiensi *furnace* mendekati angka 100%.

Jika dianalisa dari parameter lainnya, terdapat penggunaan rata-rata laju alir *fuel gas* sebesar 39,62 T/D dalam satu bulan, yang tergolong tinggi jika dibandingkan dengan desain minimum laju alir *fuel gas* yang hanya 30 T/D. oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengurangan penggunaan *fuel gas* pada *furnace* di PT. Y.

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian atau evaluasi yang telah dilakukan terhadap kinerja *furnace* menggunakan metode *heat absorbed* dan *heat loss*, dapat disimpulkan bahwa menggunakan kedua metode tersebut digunakan dan mendapatkan hasil yang baik, *heat absorbed* memberikan gambaran langsung tentang seberapa efektif *furnace* dalam memanfaatkan energi dari bahan bakar, *heat loss* memungkinkan identifikasi area Dimana energi terbuang, sehingga membantu dalam perbaikan desain dan pengoperasian *furnace* untuk mengurangi kehilangan panas. Hasil dari perhitungan evaluasi selama bulan Juli 2024 efisiensi yang dapat diperoleh oleh *furnace* adalah maksimum sebesar 88,21% pada 09 Juli 2024, sedangkan efisiensi minimum yang didapat sebesar 83,03% pada 18 Juli 2024. Dilihat dari hasil perhitungan evaluasi, penggunaan bahan bakar, khususnya *fuel gas* masih digunakan dengan rata-rata selama satu bulan sebesar 39,62 T/D. Hal tersebut masih dapat dilakukan penelitian lebih lanjut agar dapat menurunkan Kembali angka *mass flow fuel gas* mendekati batas minimal desainnya yaitu 30 T/D.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rizal, Y. Samantha and A. Rachmat, Pembuatan Tungku Pemanas (Muffle Furnace) Kapasitas 1200C, Majalengka: Fakultas Teknik Universitas Majalengka, 2016.
- [2] S. M. Walas, Chemical Process Equipment, Unity State of America: Reed Publishing (USA) Inc, 1990.
- [3] N. P. Connolly, Safe Operation of Fired Heater, London: BP Oil International, 1974.
- [4] C. Jr. and E. Baukal, The John Zink Hamworthy Combustion Handbook-Second Edition, New York: CRC. Press, 2013.
- [5] W. L. Nelson, Petroleum Refinery Engineering 4 th Edition, New York: McGraw-Hill, 1985.
- [6] S. P. Yasinda and A. Akbar, "Analisa Heat Transfer Pada Electric Furnace 3 Fasa," Jurnal Mesin Nusantara, 2021.
- [7] K. Noval, Evaluasi Efisiensi Furnace-02 Pada Unit Kilang di PPSDM MIGAS, Jawa Tengah, 2020.

- [8] Correa, H., Pineda, S. R., & Lara, D. Pena. (2023). *Furnace for Scientific Research with Temperature Control Using Peltier Cells and a Gas Heat Transference system: Design and Building. Journal of Industrial and Manufacturing Engineering.*
- [9] Anonim. 2024. Deskripsi Proses PT. Y. PT. Y. Indonesia
- [10] Wahaj, M., Asim., Owais, A. W., Waqas, A. W., & Anwar Ul Hasson, S. (2017). “*Indigenous Scheming and Manufacturing of a Laboratory Scale Heat Treatment Furnace – Technical Report.*” *Journal of the Institute of Engineering*, 12(1), 151-161.
- [11] Kern, Donald Q. 1983. *Process Heat Transfer*. The McGraw-Hill. New York.