

# Evaluasi Efisiensi *Furnace 32-F-102* Pada *Platforming Proses Unit*

ANDIKA MUSLIM SITINDAON , VIBIANI DWI PRATIWI

Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung  
Email : ms.andikatindaon@gmail.com

*Received* 01 September 2022 | *Revised* 02 September 2022 | *Accepted* 02 September 2022

## ABSTRAK

Pabrik x merupakan salah satu industri yang memproduksi bahan bakar minyak (BBM), non BBM dan propylene. Industri ini menggunakan bahan baku yang berasal dari minyak mentah minas dan duri. Proses pembuatan bahan bakar minyak menggunakan *Crude Distillation Unit* (CDU), *Atmospheric Residue Hydrodemetallization Unit* (ARHDM), *Naptha Processing Unit* (NPU), *H<sub>2</sub> Plant*, *RCC Of gas to Propylene Project* (ROPP), *Light End Unit* (LEU), *Platformer*, *Hydrotreating Unit* (HTU), *Residue Catalytic Cracker Unit* (RCU) dan lain-lain. Dengan produk - produk unggulan seperti Peralite, Pertamina, Pertamina Plus, Solar, Pertamina DEX, LPG, *Propylene*. Untuk pembuatan produk bahan bakar melalui beberapa proses salah satunya yaitu *platforming unit*. pada proses *platforming unit* terdapat alat *furnace 32-F-102* yang berfungsi untuk menaikkan suhu umpan hingga suhu 534C, untuk mengetahui kebutuhan panas agar efisiensi alat menjadi 50% pada *Furnace 32-F-102* dapat dihitung menggunakan metode *solver* dengan membanding menggunakan data *primer* dan *sekunder*. Kebutuhan panas yang dibutuhkan 34,25 Mmkcal/h.

**Kata kunci:** *Platforming Unit, Metode solver, Furnace*

## ABSTRACT

Factory x is one of the industries that produces fuel oil (BBM), non-fuel and propylene. This industry uses raw materials derived from minas and thorn crude oil. The process of making fuel oil using *Crude Distillation Unit* (CDU), *Atmospheric Residue Hydrodemetallization Unit* (ARHDM), *Naptha Processing Unit* (NPU), *H<sub>2</sub> Plant*, *RCC Of gas to Propylene Project* (ROPP), *Light End Unit* (LEU), *Platformer*, *Hydrotreating Unit* (HTU), *Residue Catalytic Cracker Unit* (RCU) and others. With superior products such as Peralite, Pertamina, Pertamina Plus, Solar, Pertamina DEX, LPG, *Propylene*. For the manufacture of fuel products through several processes, one of which is a *platforming unit*. in the *platforming unit* there is a *32-F-102 furnace* which functions to increase the feed temperature to 534C, to determine the heat requirement so that the efficiency of the tool becomes 50% at *the 32-F-102 Furnace* can be calculated using the *solver* by bending using *primary* and *secondary*. The required heat requirement is 34.25 Mmkcal/h.

**Keywords:** Platforming Unit, Solver method, Furnace

Sitindaon,

$$N = \frac{m \text{ (kg)}}{Mr \text{ Campuran}} \dots\dots\dots(5)$$

Pratiwi

## 1. PENDAHULUAN

Pabrik x merupakan *industry* yang berkegiatan dalam pengolahan minyak mentah (*crude oil*) untuk menjadi produk produk bahan bakar minyak (BBM) , non BBM dan Petrokemia. Pabrik ini memiliki banyak unit plant seperti *refinery unit* , unit ini bertugas untuk mengolah minyak mentah yang berasal dari duri dan minas yang berasal dari Provinsi Riau. Plant ini dirancang untuk mengolah *crude* dengan kapasitas residu yang cukup sebesar yaitu sekitar 62% dari total *feed* . *Refinery unit VI* memiliki ciri utama yaitu RCC yang terdiri atas dua alat utama adalah reactor dan regenerator. Pada plant *Refinery unit* terdiri dari beberapa unit-unit yang menjadi andalan seperti *crude distillation unit (CDU)*, *Atmospheric Residu Hydrodemetallization Unit (ARHDM)*, *Naptha Processing Unit (NPU)*, *H<sub>2</sub> plant* , *RCC Of Gas to Propylene Project (ROPP)*, *Light End Unit (LEU)*, *Platformer*, *Hydrotreating Unit (HTU)*, *Residue catalytic Cracker Unit (RCU)* dan lain –lain. Dengan produk- produk unggulan seperti Premium, Pertamina Plus, Pertamina , Solar, Pertamina DEX, LPG, Propylene.

Tabel 1 produk yang dihasilkan Industri

Produk	Spesifikasi Utama	Kebutuhan
Premium	RON min. 88	Domestik
Solar	CN min. 48	Domestik
HOMC	ON min. 92	Domestik
Pertadex	CN min. 53 Sulphur content max 300 ppm	Domestik
Pertamax	RON min. 92	Domestik
Pertamax Plus	RON min. 95	Domestik
LPG	Total Sulphur max. 15 grains/1000 cuft	
<i>Propylene</i>	Purity Min. 99,6% wt	Eksport
<i>Decant Oil</i>	SG Max 0,990	Eksport

Platforming proses unit menerima umpan dari Naptha Hydrotreating Unit, tujuan dari proses ini ialah menghasilkan aromatik dari naptha dan parafin yang berguna sebagai bahan bakar motor, yang terdiri dari seksi reactor, net gas compressor, seksi debutanizer dan seksi recovery plus. Salah satu alat yang terdapat pada platforming unit ialah furnace 32-F-102 yang disusun secara beseri dengan furnace yang lainnya. Hal ini bertujuan agar suhu umpan yang masuk ke dalam reactor tetap optimal agar reaksi dapat berjalan. Furnace 32-F-102 berfungsi untuk menaikkan suhu dari 412C hingga 534C.

## 2. METODOLOGI

Pada percobaan ini untuk mengetahui efisiensi pada furnace 32-F-102 untuk dilakukan evaluasi, diperlukan beberapa data- data dan akan diselesaikan dengan beberapa persamaan untuk dijadikan dasar analisa. Untuk data pada percobaan ini di dapatkan dari data sekunder laporan kerja praktek berupa data PFD dan maintenance seperti data desain furnace 32-F-102 pada platforming unit. Dan data ini didapatkan dari monthly report yang berupa kondisi aktual operasi Heat Exchanger 32-F-102 seperti temperatur masuk dan keluar serta laju alir fluida pada aliran furnace 32-F-102 dan studi literature. Kemudian pengolahan data dilakukan dengan cara perhitungan dengan persamaan berikut

- Perhitungan Duty (Panas Yang Diserap )

$$duty = h_2 - h_1$$

Keterangan :

$h_1$  : Entalpi Aliran 1  $h_2$  : Entalpi Aliran 2

(1)

- Laju alir

Menghitung laju alir untuk mengetahui panas yang disuplai . Persamaan umum

untuk neraca panas, yaitu:

$$Q = m \times NHV \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- Q : Jumlah panas yang dipindahkan, J/s
- m : Laju alir massa fluida, kg/h
- NHV : Net Heating Value (BTU/lb)

Tetapi pada perhitungan percobaan ini menggunakan metode *goalseek* pada Microsoft excel untuk mengetahui laju alir *fuel gas* pada efisiensi 50% dengan membandingkan pada laju alir *fuel gas* pada efisiensi 30%

- Perhitungan Efisiensi

Perhitungan Nilai Efisiensi Furnace dapat dilakukan dengan cara :

$$efisiensi = \frac{Duty}{Q} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Untuk mengetahui kandungan komponen fuel gas maka dilakukan perhitungan sebagai beriku :

- Menghitung Massa Laju alir Komponen Fuel Gas

$$m = \frac{Q}{NHV} \dots \dots \dots (4)$$

- Keterangan :
- m : Laju alir massa fuel gas
  - Q : Jumlah panas yang dipindahkan J/s
  - NHV : Net Heating Value ( BTU/lb)

- Menghitung Mol Total

$$N = \frac{m (kg)}{Mr \text{ Campuran}} \dots \dots \dots (5)$$

Sitindaon,

$$N = \frac{m \text{ (kg)}}{Mr \text{ Campuran}} \dots\dots\dots(5)$$

Pratiwi

Keterangan :

- N : Mol
- m : Massa ( kg)
- Mr : massa atom relative

- Menghitung Mol Komponen

$$\%mol = \frac{N_{Komponen}}{N_{total}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

- $N_{Komponen}$  : Mol Komponen
- $N_{total}$  : Mol total

- Menghitung Massa Komponen

$$m = N_{Komponen} \times Mr_{Komponen} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

- $N_{Komponen}$  : Mol Komponen
- $Mr_{Komponen}$  : Mol total
- $m$  : Massa komponen

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Laju Alir Fuel Gas

Furnace 32-F-102 merupakan *Furnace* yang terdapat di *platforming unit*, *Furnace* ini menggunakan *Fuel gas* sebagai bahan bakar. *Fuel gas* mengandung komponen-komponen hidrokarbon rantai pendek. *Fuel gas* tidak memerlukan atomizing steam karena *fuel gas* sudah dalam fasa gas yang mudah terbakar. *Furnace* 32-F-102 digunakan untuk memanaskan aliran campuran antara naphta hasil distilasi yang telah di treating sebelumnya dengan hydrogen. Untuk mengetahui laju alir fuel gas pada saat efisiensi yang diinginkan mencapai 50% pada aliran fuel gas dengan asumsi panas yang termanfaatkan itu tidak terjadi perubahan dari data aktualnya. Dengan menggunakan metode *Goalseek* pada Microsoft excel dengan membandingkan laju alir actual pada saat efisiensi 30% dengan efisiensi furnace jika 50% .

Dilihat dari hasil perhitungan menggunakan metode *goalseek* pada Microsoft excel didapat nilai laju alir yang berbeda karena pada efisiensi 30% didapatkan 55,77 Mmkcal/h dan untuk efisiensi 50% didapatkan 34,25 Mmkcal/h, terjadi penurunan nilai laju alir *fuel gas* jika diinginkan efisiensi Furnace 50% dengan asumsi pemanfaatan panasnya tidak diubah dari data aktualnya. Pada furnace 32-F-102 membutuhkan 2-3 % eksese oksigen tetapi untuk mencegah terbentuknya hotspot digunakan eksese oksigen 4-5%. Besarnya eksese yang digunakan dapat menimbulkan penurunan suhu pada furnace yang

menyebabkan perbedaan suhu yang merupakan driving force pada proses perpindahan panas menjadi kecil, sehingga proses perpindahan panas pun kecil. Hal ini menyebabkan laju alir 55,77 Mmkcal/h menghasilkan efisiensi yang kecil sebesar *furnace* 30 % dikarenakan pemberian %ekses 4-5% oksigen tersebut tidak sesuai dengan desain yang menyebabkan pemberian laju alir besar tetapi % efisiensi yang dihasilkan kecil. Jika diinginkan % efisiensi 50% maka pemberian % ekkses oksigen seharusnya 2-3% ekkses oksigen agar driving force pada perpindahan panas menjadi besar.

**komponen fuel gas**

Pada *furnace* 32-F-102 digunakan untuk memanaskan aliran campuran antara naptha hasil destilasi yang telah detreating sebelumnya dengan hydrogent. Untuk memanaskan naptha dan hydrogent *furnace* 32-F-102 menggunakan bahan bakar gas (*fuel gas*) dengan komposisi sebagai berikut :

Komponen	Rumus Kimia	%(mol)	kmol	BM (kg/kmol)	massa (kg)
Metana	CH4	3,26	13,20	16,04	211,74
Etena	C2H4	2,14	8,67	28,06	243,15
Ethylene	C2H2	0	0,00	30,07	0,00
Propena	C3H8	2,32	9,39	42,08	395,31
Propylene	C3H6	0	0,00	44,09	0,00
Iso Butana	i-C4H10	2,88	11,66	58,12	677,79
Normal Butana	n-C4H10	0,44	1,78	58,12	103,55
1,3-Butadiene	C4H6	0	0,00	56,10	0,00
2-C4=TRANS	C4H8	0	0,00	56,10	0,00
2-C4=CIS	C4H8	0	0,00	56,10	0,00
1-Butane	C4H8	0	0,00	72,15	0,00
n-pentana	C5H12	0,18	0,73	72,15	52,59
Iso Pentana	1-C5H12	0,48	1,94	72,15	140,24
Heksana	C6H14	2,19	8,87	86,17	764,15
Karbon Dioksida	CO2	0	0,00	44,00	0,00
Karbon Monoksida	CO	0	0,00	28,01	0,00
Oksigen	O2	0	0,00	32,00	0,00
Hidrogen	H2	85,04	344,35	2,01	692,15
Iso Butana	i-C4H10	0	0,00	58,12	0,00
Nitrogen	N2	1,01	4,09	28,02	114,58
Total		100	4,05	939,66	3395,26

Komposisi *fuel gas* tersebut dialirkan dengan laju alir 55,77 Mmkcal dengan efesiensi *furnace* 30% dengan % ekkses oksigen 4-5%. Pemberian hal tersebut dikarenakan untuk mengurangi terbentuknya jelaga, jelaga bisa terbentuk oleh adanya senyawa karbon yang tidak terbakar yang disebabkan karena kurangnya oksigen yang diberikan lalu menempel pada dinding tube. Kemudian jelaga dapat menyebabkan menghambat transfer panas dari api menuju fluida yang berada dalam tube. Sebetulnya jelaga bisa ditanggulangi dengan mengurangi banyaknya komposisi senyawa karbon, lalu dengan banyaknya komposisi senyawa karbon yang diberikan pun dapat menyebabkan hambatan pada sisi dalam tube berupa *fouling*.

Sitindaon,

$$N = \frac{m \text{ (kg)}}{Mr \text{ Campuran}} \dots\dots\dots(5)$$

Pratiwi

Maka dari itu komposisi senyawa karbon harus dikurangi agar tidak terbentuk jelaga dan *fouling*. Dengan cara mengurangi laju alir massa fuel gas yang masuk agar banyaknya komposisi senyawa karbon berkurang, agar efisiensi pada *furnace* tidak berkurang karena pengurangan banyaknya komposisi senyawa karbon *fuel gas* maka % eksese oksigen yang diberikan harus dikurangi menjadi 2-3% saja. Dan untuk perubahan banyaknya komposisi senyawa karbon sebagai berikut :

Komponen	Rumus Kimia	%(mol)	kmol	BM (kg/kmol)	massa (kg)
Metana	CH4	3,26	8,11	16,04	130,04
Etena	C2H4	2,14	5,32	28,06	149,33
Ethylene	C2H2	0	0,00	30,07	0,00
Propena	C3H8	2,32	5,77	42,08	242,78
Propylene	C3H6	0	0,00	44,09	0,00
Iso Butana	i-C4H10	2,88	7,16	58,12	416,27
Normal Butana	n-C4H10	0,44	1,09	58,12	63,60
1,3-Butadiene	C4H6	0	0,00	56,1	0,00
2-C4=TRANS	C4H8	0	0,00	56,1	0,00
2-C4=CIS	C4H8	0	0,00	56,1	0,00
1-Butane	C4H8	0	0,00	72,15	0,00
n-pentana	C5H12	0,18	0,45	72,15	32,30
Iso Pentana	1-C5H12	0,48	1,19	72,15	86,13
Heksana	C6H14	2,19	5,45	86,17	469,30
Karbon Dioksida	CO2	0	0,00	44	0,00
Karbon Monoksida	CO	0	0,00	28,01	0,00
Oksigen	O2	0	0,00	32	0,00
Hidrogen	H2	85,04	211,48	2,01	425,08
Iso Butana	i-C4H10	0	0,00	58,12	0,00
Nitrogen	N2	1,01	2,51	28,017	70,37
Total		100	2,49	939,657	2336,81

Berdasarkan grafik 4.1 dan 4.2 menunjukkan operasi tiap jam yang mengalami fluktuasi . Nilai batas atas temperatur operasi ( UCL ) 515,26°C dan nilai batas bawah ( LCL ) 514,95°C sedangkan nilai batas atas tekanan operasi ( UCL ) 119,053 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai batas bawah ( LCL ) 118,197 kg/cm<sup>2</sup> . Dari grafik 4.1 dan 4.2 dapat diketahui pada operasi tiap jam nya mengalami penurunan pada dini hari di bawah batas bawah ( LCL ) dan mengalami peningkatan pada siang hari melebihi batas ata (UCL), hal ini menunjukkan sistem tidak berada pada temperatur dan tekanan proses yang telah ditentukan. Oleh karena itu *guide word* yang digunakan *less* dan *more*

Berdasarkan data historis, deviasi temperatur dan tekanan pada superheat burner ketika temperatur dan tekanan berlebih memiliki kemungkinan berada di tingkat 3 dimana risiko mungkin terjadi antara 6-8 kali dalam 10 tahun dan kategori konsekuensi tingkat 5 dimana jika deviasi terjadi maka akan mengakibatkan sumber risiko (unsur/komponen/objek dalam beraktifitas) berdampak sangat besar, akibatnya sangat signifikan terhadap kelangsungan aktivitas, sehingga aktifitas tidak dapat terlaksana. Menurut hasil analisis tersebut, tingkat risiko dari deviasi temperatur dan tekanan berlebih pada superheat burner dihitung (3) x (5) = 15. Didalam tabel *Matrik Risk ranking* PT. Petrokimia Gresik dengan likelihood 3 dan konsekuensi 5 berada pada tingkat resiko tinggi. Sedangkan pada deviasi

Mennevaluasi Efisiensi Eumace 32-F-102 Pada Platformin Proses

temperatur dan tekanan rendah memiliki kemungkinan berada di tingkat 3 dimana Risiko mungkin

Sitindaon,

$$N = \frac{m \text{ (kg)}}{Mr \text{ Campuran}} \dots\dots\dots(5)$$

Pratiwi

terjadi antara 6-8 kali dalam 10 tahun dan kategori konsekuensi tingkat 3 dimana jika deviasi terjadi maka akan mengakibatkan Sumber risiko berdampak sedang, akibatnya sedang terhadap kelangsungan aktivitas, sehingga aktifitas tetap masih terlaksana namun tidak optimal. Menurut hasil analisis tersebut, tingkat risiko dari deviasi temperatur dan tekanan rendah pada superheat burner dihitung  $(3) \times (9) = 9$ . Didalam tabel *Matrik Risk ranking* PT. Petrokimia Gresik dengan likelihood 3 dan konsekuensi 3 berada pada tingkat resiko sedang

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan data pada efisiensi 50% beserta data aktual dan desain data aktual pada Furnace 32-F-102, dapat disimpulkan bahwa, kebutuhan panas untuk memanaskan naphtha dan hydrogen jika diinginkan efisiensi furnace sebesar 50% maka kebutuhan panas yang dibutuhkan sebesar 34,25 Mmkcal/ h. Massa *Fuel gas* pada furnace pada saat efisiensi furnace 50% mengalami penurunan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan jurnal penelitian ini. Penulis menyadari akan banyaknya bantuan serta dukungan dari banyak pihak selama penyusunan jurnal penelitian ini. Penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang sebesar besarnya kepada Ibu Vibianti Dwi Pratiwi ST., MT., selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan wawasan, pengarahan dan dukungan kepada penulis. Kepada kedua orangtua dan teman-teman yang telah memberikan support dan bantuan kepada penulis.

#### DAFTAR PUSTAKA

American Petroleum Institute 560. 1995. *Fired Heaters for General Refinery Service*.API, Northwest Washington D.C USA.

Aulia A, D.H., 2012, “ Laporan Kerja Praktek PT. PERTAMINA (Periode 1-30 September 2012) Jurusan Teknik Kimia Industri STMI Kementrian Perindustrian’ ”, Jakarta.

Eri, Fradikta, dkk. 2009. *Evaluasi Furnace Tipe Box sebagai Proyeksi Perhitungan Design Furnace Tipe Silinder Vertikal terhadap Kebutuhan Jumlah Tube dan Diameter dengan Kapasitas Produksi 3800 Barrel/hari di Pusdiklat Migas Cepu*. Malang: Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang.

Kern, D, Q. 1984. *Proces Heat Transfer*. Mc. Graw Hill Book Co. New York.

MC , W L & S , J.C. 1999. O T K . A B J , E.I. Edisi ke-4. Penerbit Erlangga: Jakarta

Perry, R, H. 1984. *Pe Che ica E gi ee Ha d B k. 6 h ed*. Mc Graw Hill Book Co. Singapor