OPTIMASI OPERASI HEATER 110 - H - 1 A/B DI HIGH VACUUM UNIT PT X

Lenny Marlina Fenanlampir[1], Silvya Yusnica Agnesty[2]
lennyfenan26@gmail.com[1], syusnica@gmail.com[2]
Politeknik Energi dan Mineral Akamigas

ABSTRAK

Heater 110-H-1 A/B Unit 110 High Vacuum Unit didesain untuk memanaskan feed Long Residue yang merupakan bottom product Crude Distilling Unit dengan kapasitas 820 m3/hr. Berdasarkan konstruksinya heater ini adalah tipe Horizontal Box Double cell dengan draft force draft dan induce draft. Dengan jumlah burner sebanyak 48 burner untuk Heater A/B yang diletakan pada dasar heater. Berdasarkan kalkulasi evaluasi penulis menunjukan, heater ini memiliki efisiensi sebesar 78.216%. Pada penulisan ini, penulis mencoba untuk mengoptimasi heater dengan memaksimalkan pemakaian fuel gas dan mengurangi pemakaian fuel oil dengan memperhatikan batas panas yang dihasilkan per burner. Permasalahan yang dihadapi adalah tingginya biaya operasional dan rendahnya efisiensi dari heater akibat dari ketergantungan pada penggunaan fuel oil. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan agar penulis dapat mengoptimalkan penggunaan bahan bakar dengan cara meningkatkan penggunaan fuel gas yang lebih ekonomis dan juga menghasilkan emisi yang lebih rendah. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengumpulan data operasional heater, analisis perbandingan historis penggunaan fuel oil dan fuel gas, serta perhitungan potensi untuk penghematan energi dan biaya bahan bakar. Dari hasil optimasi yang dilakukan menunjukan bahwa efisiensi heater meningkat dari yang semula 78% menjadi 80% setelah peningkatan penggunaan fuel gas dan pengurangan penggunaan fuel oil. Selain itu, panas yang hilang melalui flue gas berkurang signifikan. Dimana hal ini menunjukan peningkatan efisiensi pembakaran. Optimasi ini membuktikan bahwa penggunaan fuel gas dapat menekan biaya operasional dan meningkatkan efisiensi tanpa melampaui batas operasi aman dari burner.

Kata Kunci: Heater, High Vacuum Unit, Fuel Oil, Fuel Gas.

PENDAHULUAN

Vacuum Distilatiion Unit merupakan salah satu unit yang sangat penting pada kilang minyak di PT X bagian Heavy Oil Complex (HOC) yang mana unit init berfungsi untuk mengolah minyak berat (Long Residu) dari Crude Distiling Unit kilang X dengan proses distilasi vakum dengan tekanan operasi dibawah tekanan atmosfir menjadi produk seperti Light Vacuum Gas Oil (LVGO), Heavy Vacuum Gas Oil (HVGO), dan short Residu [1].

Peralatan Heater atau dapur merupakan salah satu alat yang digunakan untuk menghasilkan panas dengan cara pembakaran bahan bakar. Hasil pembakaran bahan bakar pada heater kemungkinan ada yang hilang atau terbuang. Alasan yang paling sederhana untuk itu adalah kebanyakan bahan bakar yang dibakar dengan tidak memperhatikan jumlah kebutuhan bahan bakar serta perbandingan yang tepat antara bahan bakar dan udara pembakaran yang dibutuhkan [2]

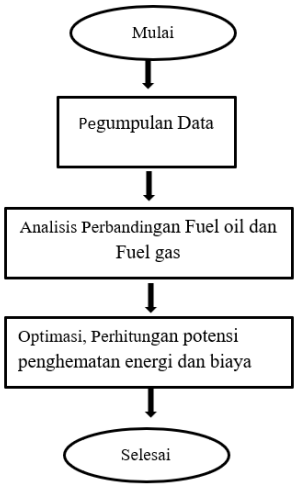
Secara natural, heater diharapkan dapat beroperasi dengan bahan bakar yang sedikit namun menghasilkan panas yang maksimal. Penggunaan bahan bakar pada heater berbanding lurus dengan operating cost pada proses. Semakin tinggi penggunaan fuel heater maka semakin tinggi biayanya. Biaya produksi yang tinggi akan berpengaruh pada profit Perusahaan. Oleh karena itu heater juga diharapkan memiliki efisiensi yang tinggi. Karena losses energi pada heater juga dapat berpengaruh langsung terhadap biaya operasional proses pengolahan secara keseluruhan [3].

Idealnya heater juga harus mampu beroperasi dengan penggunaan bahan bakar

minimal, namun tetap mengahasilkan panas yang maksimal. Penggunaan bahan bakar pada alat ini berhubungan dengan biaya operasional. Semakin banyak bahan bakar yang digunakan maka akan semakin tinggi biaya operasionalnya. Dimana hal ini dapat mempengaruhi profibiitas Perusahaan. Oleh karena itu, penting untuk memastikan heater dapat beroperasi dengan efisiensi yang tinggi. Kehilangan energi pada heater akan berdampak langsung pada biaya operasional keseluruhan proses pengolahan.

Sehingga untuk mengatasi permasalahan ini, penulis berupaya untuk mengoptimalkan penggunaan fuel oil dan fuel gas pada heater untuk meningkatkan efisiensinya. Hal ini dilakukan dengan mengatur perbandingan bahan bakar minyak dan bahan bakar gas, agar hasil yang maksimal bagi perusahaan.. Berdasarkan hal tersebut, penuis menyusus laporan deengan judul " OPTIMASI OPERASI HEATER 110-H-1 A/B HIGH VACUUM UNIT (HVU) PT X [4].

METODE PENELITIAN



HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *High Vacuum Unit*

High Vacuum Unit (HVU/Unit 10) adalah salah satu bagian dari proses Distilasi Vakum yang memiliki fungsi untuk memisahkan fraksi hidrokarbon dari umpan *long residu* yang berasal dari Unit 110. Dimana proses ini berlangsung pada tekanan vakum yang rendah, Dengan tekanan desain dari vakum ini yaitu sebesar 12 mmHg. Tujuan penggunaan tekanan yang rendah dalam Unit *HVU* ini adalah bertujuan agar fraksi hidrokarbon dapat menguap pada suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan distilasi atmosferik, yang mana memungkinkan proses pemisahan tanpa resiko terjadinya *thermal cracking*. *Thermal Cracking* sendiri merupakan proses Dimana molekul – molekul hidrokarbon akan terurai pada suhu yang tinggi, yang tidak diinginkan dalam proses pada HVU (*High Vacuum Unit)* karena dapat merusak struktur molekul produk yang diinginkan.

Dalam HVU (Hi*gh Vacuum Unit) ini, long residu akan diolah dengan cara Distilasi Vacuum, Dimana pada proses ini akan menghasilkan tiga produk utama, yaitu :*

1. *Light Vacuum* G*as Oil (LV*GO) *:* Dimana *LVGO* ini merupakan fraksi hidrokarbon ringan yang dihasilkan dari proses *Distilasi Vacuum.* Produk ini digunakan sebagai komponen dalam blending untuk memproduksi bahan bakar *ADO (Automotive Diesel Oil)* atau solar. *LVGO* memiliki nilai yang tinggi sebagai bahan baku dikarenakan memiliki kualitas yang baik sebagai bahan bakar pencampuran.

2. *Heavy Vacuum* Gas Oil *(HVGO) : HVGO* merupakan fraksi hidrokarbon yang lebih berat dibandingkan dengan *LVGO*. Produk ini biasanya digunakan sebagai umpan atau bahan baku pada unit *Hydrocracker*, khusunya pada unit 211 dan 212 (UNBON). Dimana pada bagian dalam unit *hydrocracker*, HVGO akan mengalami proses pemecahan molekul yang lebih lanjut dibawah tekanan tinggi sepertu *naptha dan diesel*. Dimana proses ini bertujuan untuk meningkatkan nilai dari produk akhir dan menghasilkan bahan bakar dengan kualitas yang lebih baik .
3. *Short Residue :* Short Residu ini merupakan *residue* terakir yang diperoleh seteah pengambilan *LVGO dan HVGO*. Produk *Short residue* ini memiliki karakteristik hidrokarbon berat yang mana lebih sulit untuk diuapkan, bahkan pada kondisi vacuum sekalipun. *Short Residue* ini digunakan sebagai umpan untuk *Delayed Coker Unit 140*, Dimana produk ini akan diproses lebih lanjut untuk menghasilkan produk yang bernilai seperti *petroleum coke. Delayed Coker* ini dirancang untuk memproses fraksi hidrokarbon berat yang tersisa dari *HVU* dan menghasilkan produk berupa padatan yang mana dapat digunakan dalam industry lain, seperti pembangkit Listrik atau sebagai bahan dalam pembuatan elektroda.

B. Heater

Heater atau *Fired Heater* merupakan peralatan yang terdiri dari sebuah ruang pembakaran atau biasanya disebut dengan tungku, dan memiliki sekumpulan *tube*, Dimana *tube* ini sebagai tempat fluida proses meengalir. Dinding *heater* ini biasanya terbuat dari bahan metal, dimana pada bagian dalamnya ditutupi oleh lapisan tahan api. Bahan bakar yang digunakan untuk proses pembakaran pada *heater* ini yaitu berupa bahan bakar gas atau bahan bakar minyak. Dimana bahan bakar ini akan diinjeksikan kedalam burner udara pembakaran yang diperlukan.

C. Optimasi

1. Identifikasi Masalah

Heater 110-H-1 A/B terletak pada *Unit High Vacuum (HVU)* dimana *heater* ini *Heater* 110 A/B terletak pada unit *High Vacuum* (HVU). Dimana pada *heater* ini terdapat 24 *burner* pada setiap heater yang diletakan pada dasar *heater* dan bahan bakar yang digunakan untuk proses pembakaran adalah *fuel oil* dan *fuel gas*. Dimana terdapat 14 *burner* yang digunakan untuk *fuel oil* dan 10 *burner* yang digunakan untuk *fuel gas*. Optimasi yang penulis lakukan bertujuan untuk memaksimalkan penggunaan bahan bakar *fuel gas* dan meminimalkan penggunaan *fuel oil*. Optimasi ini dilakukan untuk memperkecil biaya operasi proses pada *heater*, dikarenakan harga dari *refinery fuel oil* lebih mahal dari pada *refinery fuel gas*, sehingga penggunaan *fuel oil* harus dikurangi. Terlebih nilai *Low Heating Value* (LHV) dari *fuel gas* lebih besar dibandingkan dengan *Low Heating Value /(LHV) fuel oil*, serta pembakaran yang lebih bersih yang membuat efisiensi lebih tinggi dengan berkurangnya panas yang terbawa *flue gas*

2. Perhitungan Optimasi

Untuk mengoptimasi operasi *heater* ini, harus melalui beberapa tahapan – tahapan berikut :

a. Menghitung panas yang dihasilkan oleh setiap jenis *fuel* kondisi actual
   - Menentukan presentasi *flow* masing – masing fuel

Tabel 1 Presentasi Flow Masing – masing Fuel

Jenis *Fuel*	*Flow* (Kg/Hr)	%
Fuel Oil	4678.68	60.33
Fuel Gas	3074.82	39.67
total	7753.5	100.00

Pada tabel 1 menunjukan presentase aliran bahan bakar yang digunakan pada *Heater*. Dimana terdapat dua jenis bahan bakar, yaitu *fuel oil* dan *fuel gas*, dengan total aliran bahan bakar sebesar 7753.42 kg/jam. Dimana dari total tersebut, *fuel oil* berkontribusi sebesar 4678.68 kg//jam atau sekitar 60 dari total aliran bahan bakar, sedangkan untuk fuel gas sebesar 3074.82 % atau sekitar 39% dari total bahan bakar. Data ini mencerminkan Gambaran proposi penggunaan *fuel oil* yang lebih dominan dibandingkan *fuel gas.*

- Dengan asumsi *Cp fuel oil, CP fuel gas*, ΔT *fuel gas*, ΔT *fuel oil*,dan jumlah *steam atomizing* yang dibutuhkan per kg/kg *fuel oil* sama karena pada optimasi ini variabel yang akan diatur hanya *flow fu*el saja.
- Menghitung panas yang dihasilkan oleh tiap – tiap bahan bakar dengan asumsi diatas dan menghitung panas yang dihasilkan dari setiap *burner*. Pada saat penulis melakukan praktik kerja lapangan, jumlah *burner fuel gas* yang digunakan adlaah 28 *burner* dan untuk *fuel oil* adalah 20 *burner*

  Panas yang dihasilkan setiap 1 kg fuel oil

  1 kg *fuel oil* = Total panas yang dihasilkan / massa *fuel oil*
  = 95783197.63 kcal/hr / 4678.68 kg.hr
  = 20472.27 kcal/kg

  Panas yang didapatkan per *burner fuel oil*
  = Total panas *fuel oil* / jumlah *burner*
  = 95783197.63 kcal/hr / (20)
  = 4789159.88 kcal/jam

  Panas yang dihasilkan setiap 1 kg *fuel gas*

  1 kg *fuel gas* = Total Panas *fuel gas* / massa *fuel gas*
  = 36187541.35 Kcal/hr / 3074.82 kg/hr
  = 11765.92 Kcal/kg

  Panas yang didapatkan per *burner fuel gas*
  = Total panas *fuel gas* / jumlah *burner*
  = 36187541.35 Kcal/hr / (28)
  = 1292411.48 Kcal/hr

  Total panas yang didapatkan bahan bakar
  = 95783197.63 Kcal/hr + 36187541.35 Kcal/hr
  = 131970738.98 Kcal/hr
- Menghitung panas masing – masing fuel dengan *Ton Standard Refinery Fuel (TSRF).*

  Faktor TSRF fuel oil = 0.9605 TSRF/ton *fuel*

  Faktor TSRF fuel gas = 1.2055 TSRF/ton *fuel*

  Konversikan fuel dari satuan kg/hrke Ton/hr setelah itu kalikan dengan factor TSRF, sehingga didapatkan jumlah panas yang dihasilkan dari setiap fuel.

Tabel 2. Jumlah Panas Fuel Sebelum Optimasi

Jenis *fuel*	*Flow* (Ton/hr)	Panas yang dihasilkan
Fuel oil	4.678	4.493TSRF/hr
Fuel Gas	3.076	3.708 TSRF/hr
Total	7.755	8.201 TSRF/hr

Tabel 2 dimana panas yang dihasilkan sebelum optimasi dilakukan. Pada tabel, dilihat bahwa flow bahan bakar dapat diukur dalam satuan ton/hr dengan *Factor Ton Standard Refinery Fuel (TSRF)* yang berbeda untuk fuel oil dan fuel gas. Dimana *fuel oil* memiliki faktor TSRF sebesar 0.9605 TSRF/ton fuel, sedangkan *fuel gas* memiliki factor TSRF sebesar 1.2055 TSRF/ton *fuel.* Dengan mengkonversi satuan flow bahan bakar dari

kg/hr menjadi Ton/hr, maka jumlah panas yang dihasilkan untuk *fuel oil* adalah sebesar 4.678 ton/hr panas yang dihasilkan adalah 4.493 TSFR/hr dan untuk *fuel gas* dengan flow 3.076, panas yang dihasilkan sebesar 3.708 TSRF/hr. Sehingga secara keseluruhan, total panas yang dihasilkan untuk penggunaan kedua bahan bakar yaitu sbesar 8.201 TSRF/hr.

b. Menghitung *Flow* optimasi jenis bahan bakar

Untuk menghitung aliran *(flow)* yang optimal, maka diperlukan beberapa pendekatan dengan metode uji coba atau trial melalui rasio perbandingan antara bahan bakar minyak *(fuel oil)* dan bahan bakar gas *(fuel gas)* sesuai dengan yang terlihat pada tabel 4.3. Dimana denga melakukan uji coba ini, dapat menemukan rasio terbaik yang dapat memberikan efisiensi maksimum dalam penggunaan energi, sehingga aliran bahan bakar menjadi lebih optimal dalam operasional.

Tabel 3. Data Efisiensi dengan Variasi Fuel

Flow Feed (kg/hr)	*Rasio Fuel*		*Flow fuel* total (kg/hr)	*Flow fuel oil* (kg.hr)	*Flow fuel gas* (kg/hr)	Panas Masuk (Kcal/hr)	Eff	*Heat Release /burner*
	%Fuel Oil	*%Fuel gas*						
770898,4	100	0	7753,432	7753,432	0,000	158942357,8	65,433	3.311.299
770898,4	80	20	7753,432	6202,745	1550,686	125423202	71,739	3.029.650
770898,4	68	32	7753,432	5272,333	2481,098	137311708,5	75,831	2.860.661
770898,4	62	38	7753,432	4807,128	2946,304	133255961,1	78,063	2.776.166
770898,4	55	45	7753,432	4264,387	3849,044	128524257,2	80,847	2.677.589
770898,4	47	53	7753,432	3644,113	4109,310	123116594,9	84,289	2.564.929
770898,4	39	61	7753,432	3023,838	4729,593	117708932,6	88,048	2.452.269
770898,4	20	80	7753,432	1550,686	6202,745	104865734,5	98,529	2.184.703

Dari tabel 3. Efisiensi bahan bakar diatas, maka dapat diamati bahwa dengan meningkatkan penggunaan bahan bakar gas *(fuel gas)*, maka efisiensi sistem dapat meningkat dari yang semula 78% menjadi 80%. Dengan peningkatan ini, maka total panas yang dihasilkan sebesar 129.200.215 Kcal, dengan *output* panas per *burner*nya yaitu sebesar 2.677.589 Kcal. Jika dibandingkan dengan data desain dari *burner*, dimana batas minimum pelepasan panas dari *heater burner* yaitu 1.28 MMKcal dan batas maksimumnya yaitu 2.7 MMKcal, sehingga hasil yang telah diperoleh masih berada dalam batasan kemampuan setiap *burner* untuk beroperasi secara optimal. Dan hal ini menunjukan bahwa setiap system dapat beroperasi dengan baik tanpa melebihi kapasitas dari *burner* sendiri.

Tabel 4. Perbandingan presentase Flow Bahan Bakar

Jenis *Fuel*	Flow (Kg/hr) Sebelum Optimasi	Presentase Total	Flow (Kg/hr) Sesudah Optimasi	Presentase Total
Fuel Oil	4678.68	59.50 %	4264.38	56.000 %
Fuel Gas	3074.82	39.658 %	3489.04	44.000 %
Total	7753.42		7753.42	

Pada tabel 4 menunjukan perbandingan antara *flow fuel oil* dan *fuel gas* sebelum dan sesudah optimasi. Dimana penggunaan *fuel oil* sebelum optimasi lebih dominan yaitu sebesar 59% dari total aliran, dan setelah dilakukan optimasi, komposisi bahan baar mengalami perubahan Dimana penggunaan *fuel oil* diberkurang menjadi 56%, sementara penggunaan *fuel gas* menjadi 44%. Dimana perubahan ini meningkatkan efisensi pembakaran, mengurangi biaya bahan bakar, dan meminimalkan dampak lingkungan.

c. Rekapitulasi Hasil Optimasi

Diketahui Faktor TSRF masing – masing *fuel*

TSRF *fuel oil* = 0.9605 TSRF/ton *fuel*

TSRF *fuel gas* = 1.2055 TSRF/ton *fuel*

- TSRF *fuel oil* setelah optimasi

  TSRF = TSRF *fuel oil* x *flow fuel oil* (ton/jam)
  = 0.9605 TSRF/ton *fuel* x 4264 ton/hr
  = 4.035 TSRF/hr
- TSRF *fuel gas* setelah optimasi

  TSRF = TSRF *fuel gas* x Flow fuel gas (ton/jam)
  = 1.2055 TSRF/ton *fuel* x 3. 489 ton/hr
  = 4.206 TSRF/hr

Tabel 5. Penggunaan Fuel sebelum dan Setelah Optimasi

Jenis *Fuel*	Sebelum Optimasi	Setelah Optimasi	Selisih
Fuel Oil	4.492	4.034	0.458
Fuel Gas	3.705	4.205	0.498
Total	8.20	8.24	0.04

Dari tabel 5 menunjukan hasil perbandingan antara penggunaan energi bahan bakar sebelum dan setelah optimasi. Dimana setelah dilakukan optimasi maka terjadi peningkatan kebutuhan total energi sebesar 0,04 TSRF/hr. Perubahan ini dipengaruhi oleh variasi konsumssi energi masing-masing jenis bahan bakar. Untuk *fuel oil*, setelah optimasi kebutuhan energi menurun dari 4.492 TSRF/hr menjadi 4.034 TSRF/hr, dengan penurunan sebesar 0.458 TSRF/hr menjadi 4.034 TSRF/jam, dengan penurunan sebesar 0.458 TSRF/hr. Dan sebaliknya penggunaan *fuel gas* meningkat dari 3.705 TSRF/hr menjadi 4.205 TSRF/hr dan mengalami kenaikan sebesar 0.498 TSRF/hr

Peningkatan total kebutuhan energi ini menggambarkan perubahan yang sangat signifikan dalam konsumi energi bahan bakar yang efisien. Dimana dengan peningkatan penggunaan *fuel gas* dan penurunan penggunaan *fuel oil*, optimasi yang telah dilakukan ini berhasil memanfaatkan potensi energi *fuel gas* yang lebih efisien, ekonomis, dan mengurangi ketergantungan pada *fuel oil* yang lebih mahal. Meskipun terdapat kenaikan yang kecil pada total kebutuhan energi, tetapi perubahan ini menunjukan peningkatan efisiensi dalam pembakaran, yang mana berdampak positif pada penghematan biaya operasional dan juga pengurangan emisi gas rumah kaca. Optimasi ini menunjukan bahwa perubahan dan pengurangan emisi dari bahan bakar dapat memberikan dampak yang sangat besar terhadap performa sistem pemanasan, dengan tetap menjaga keseimbangan operasional dan juga efisiensi energi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, perhitungan optimasi Heater 110-H-1/ A/B yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Optimasi yang dilakukan pada Heater 110-H-1 A/B menunjukan bahwa terdapat peningkatan efisiensi dari bahan bakar setelah pengurangan fuel oil dan peningkatan penggunaan fuel gas. Efisiensi mengingkat yaitu dari 78% menjadi 80%. Dimana hal ini menunjukan bahwa penggunaan bahan bakar fuel gas lebih efisien di bandingkan dengan bahan bakar fuel oil.
2. Setelah optimasi dilakukan, penggunaan bahan bakar fuel oil berkurang sebesar 0.459 TSRF/jam, dan fuel gas meningkat yaitu sebesar 0.499 TSRF/jam. Hal ini menunjukan optimasi yang dilakukan berhasil untuk mengurangi ketergantungan pada fuel oil yang mana harganya lebih mahal di banding fuel gas.
3. Panas yang hilang melalui Flue gas berkurang Dimana semula 23.739.169,689 Kcal/jam menjadi 12.319.211,682 Kcal/jam. Hal ini dapat meningatkan efisiensi pembakaran yang lebih optimal.

4. Panas yang dihasilkan per burner setelah dilakukan optimasi adalah 2.677.589 Kcal/jam, dimana hal ini masih dalam batas operasi burner yang aman yaitu minimal 1.28 MMKcal dan maksimumnya 2.7 MMKcal). Ini menunjukan bahwa modifikasi rasio fuel gas dan fuel oil tidak hanya meningkatkan efisiensi saja tetapi juga berada dalam rentang operasional yang aman.
5. Berdasarkan data desain, hasil optimasi masih berada dalam batas minimum dan maksimum kemampuan setiap burner. Hal ini berarti proses optimasi yang dilakukan tidak mengakibatkan perbuahan yang signifikan yang dapat merusak atau mengganggu operasi dari Heater.

DAFTAR PUSTAKA

Ahamad, S., 2012. "Identifi and Control Excess Air from Process Heater", Hydrocarbons Processing, Houston

Anonim, 1982, 'Measurement of the Thermal Efficiency of Fired Process Heater' API Refinery Departemen, Washington.

Anonim, 2013. 'Peralatan Proses dan Utilitas', Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.

Connoly, N.P., 1974, "Safe Operation Of fired Heaters" BP Oil International, British

Donal Q, 1965. 'Process Heat Tranfer International Edition', Mc. Graw-Hill Book Company

Eduardo, 2010. 'Heat transfer in Process Engginering', The Mc. Graw-Hill Comapany, Inc., USA

Maxwell, 1950. 'Data Book On Hydrocarbons' Robert E Krieger Publishng Company, Inc. Malabar.

Nelson, 1969, "Petroleum Refinery Engginering". Mc. Raw Hill Book Company, New York.

Patel, Sanjay. 2005. "Hydrocarbons Processing". Gulf Publishing Company, Houston. Texas.

Perry, Robert H, 1997, "Perry' chemical Engginers' Handbook – Seventh Edition", McGraw-Hill, New York

Wildy, Francis, 2000/ 'Fired Heater Optimizition', AMATEK Process Instruments, Pittsburgh.