

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PENDAHULUAN

Pembakaran adalah suatu proses reaksi kimia yang melibatkan *fuel*, panas dan oksigen. Proses industri di pengilangan minyak bumi, pengolahan gas, petrokimia, dan pembangkit listrik menggunakan penanganan pembakaran yang memiliki karakteristik yang unik. Pembakaran digunakan secara langsung dan tidak langsung untuk menghasilkan produk yang diinginkan dalam proses industri.

2.1.1 Reaksi Pembakaran

Pembakaran gas khususnya menggunakan gas metana CH₄ dan udara. Metana adalah komponen utama dalam gas alam, pembakaran dari metana menghasilkan karbondioksida (CO₂) dan uap air (H₂O). Persamaan reaksi tersebut dapat dilihat dibawah ini :



Persamaan stoikiometri menunjukkan bahwa molekul metana tersusun dari empat buah atom hidrogen dalam satu atom karbon, direaksikan dengan dua buah atom oksigen. Persamaan stoikiometri adalah persamaan yang setara, yaitu jumlah atom reaktan sama dengan jumlah atom produk, artinya jumlah masa di reaktan sama dengan jumlah masa di produk.

2.1.2 Heating Value

Gas dalam *flaring* yang akan dibuang termaksud *exothermic flare gasses* artinya gas tersebut mempunyai nilai *heating value* yang cukup (pada umumnya lebih dari 300 BTU/SCF) untuk menjaga gas tersebut dapat terbakar sendiri tanpa dibutuhkan penambahan *fuel*. *Endothermic gas* dapat dibuang menggunakan desain khusus seperti *enclosed ground flare* dimana dibutuhkan tambahan *fuel* untuk membakar gas tersebut, penambahan *fuel* tersebut akan meningkatkan nilai *heating value* dari campuran komposisi tertentu. Pada kasus tertentu terdapat kandungan CO₂ dan amonia dan juga H₂S [3]. Komposisi gas yang mempunyai kandungan *heating value* yang rendah serta

mengandung CO₂ dan sebagainya dapat menggunakan *thermal oxidizer* sebagai *enclosed flaring*.

2.2 FLARE

Proses pembakaran khususnya *flaring* atau *flare* digunakan di berbagai proses industri. *Flare* adalah pembuangan gas buang secara aman melalui proses pembakaran. *Flaring* mempunyai beberapa tipe aplikasi yang digunakan dalam proses industri, pada umumnya *flaring* dilakukan di ketinggian tertentu, dilokasikan secara terbuka di udara dengan desain *burner tip* menggunakan *fuel*, *steam* atau udara. Proses *flaring* dapat menghasilkan produk samping yang tidak diinginkan seperti suara, asap, radiasi panas, cahaya, SO_x, NO_x, dan CO sehingga desain yang tepat dibutuhkan untuk mengurangi hal tersebut [3].

Pada industri pengolahan minyak bumi, terminal penampungan, petrokimia dan dalam area yang padat profil *enclosed ground flare* dengan *no visible flame* dan *no noise* atau *thermal radiation* dikombinasikan dengan efisiensi untuk pembakaran tanpa asap menjadi menarik. *Enclosed flare* (dapat juga disebut *thermal oxidizer*) sangat berhubungan dengan persyaratan keamanan, sebelum unit tersebut dapat dioperasikan secara *online, fully automatic control* diharuskan untuk melakukan pengecekan terhadap seluruh alat pengaman atau *safe-guards*. Setiap pilot sebagai contoh harus dilengkapi dengan *UV scanner* yang akan memastikan pilot tersebut berjalan sebelum *burner* utama dioperasikan.

2.2.1 Tipe Flare

Flare yang digunakan pada industri secara umum dikategorikan sebagai berikut [4] :

1. *Single point*
2. *Multi point*
3. *Enclosed*

2.2.1.1 Single Point

Single point flare pada umumnya dapat di aplikasikan dan di desain tanpa timbulnya asap dan secara umum dilokasikan pada ketinggian tertentu dengan mempertimbangkan tingkat kebisingan, radiasi panas dan akses terhadap peralatan proses.

Single point flare pada umumnya terdiri dari beberapa item dibawah ini :

1. *Flare burner*
 - a. *Pilots*
 - b. *Pilot ignitors*
 - c. Pendeteksi api
2. Struktur pendukung, perpipaan
3. *Pressure vessel*
4. Instrumentasi

2.2.1.2 Multi Point

Multi point flare digunakan untuk meningkatkan pembakaran dengan memanfaatkan aliran gas dan jumlah dari titik pembakaran. Pada industri pengilangan, petrokimia, *flare* tipe ini di desain dengan harapan dapat menghasilkan pembakaran tanpa asap di setiap jumlah laju alir.

Multi point flare pada umumnya terdiri dari beberapa item dibawah ini :

1. *Flare burner* dengan jumlah lebih dari satu.
2. *Pilot, pilot ignitor*
3. *Flame detector*
4. *Pressure vessel*

5. Perpipaan

6. Instrumentasi

2.2.1.3 *Enclosed Flares*

Enclosed flare diciptakan dengan konstruksi tertutup, pembakaran dan nyala api tidak terlihat dan terjadi di dalam *chamber*. *Enclosed flare* mempunyai keuntungan dapat mengurangi tingkat suara kebisingan di sekitarnya dan mengurangi radiasi panas. Flare tipe ini digunakan untuk menutupi tampak api sehingga dapat mengurangi dampak terhadap lingkungan sekitar.

Enclosed flare pada umumnya terdiri dari beberapa item dibawah ini :

1. *Flare burner*
2. *Pilot, pilot ignitor*
3. Struktur tertutup untuk menyembunyikan api
4. Pagar untuk akses terbatas
5. Perpipaan
6. *Pressure vessel*

Secara rinci uraian tentang *enclosed ground flare* akan dibahas pada sub bab 2.4

2.2.1.4 *Thermal Oxidizer*

Thermal oxidizer pada umumnya berfungsi seperti *incinerator* dengan membakar gas buang yang mempunyai nilai *heating value* yang rendah. Gas buang tersebut tidak dapat membakar dirinya sendiri sehingga dibutuhkan penambahan *fuel* untuk menaikkan nilai *heating value* oleh karena itu desain *thermal oxidizer* dilengkapi dengan *burner* yang berfungsi sebagai *added fuel*. Desain konstruksi secara umum seperti *enclosed ground flare*.

2.3 DESAIN FLARE

Flare yang aman dan dapat dioperasikan dengan optimum membutuhkan keahlian dan persyaratan khusus untuk membuatnya, dibutuhkan perhatian yang tinggi terhadap factor-faktor yang menyebabkan ukuran, keamanan, regulasi dan biaya yang optimum. Secara garis besar faktor yang mempengaruhi dalam mendesain *flare* meliputi [1] :

1. Laju alir
2. Komposisi gas
3. Temperatur gas
4. Tekanan gas yang tersedia
5. *Utility cost*
6. Persyaratan keamanan

Untuk mendesain *flare* yang aman dibutuhkan informasi diatas dan umumnya informasi tersebut dimiliki oleh pemilik *plant*, dan informasi tersebut harus dimiliki oleh seorang desainer untuk membuat desain yang layak. Secara teknis empat informasi utama adalah mutlak dibutuhkan untuk mendesain *flare*, dan informasi berikutnya akan berhubungan dengan fasilitas dan lokasi *plant* tersebut.

2.3.1 Laju Alir

Sistem suatu *flare* didesain berdasarkan suatu kondisi laju alir tertentu, sehingga informasi laju alir suatu gas yang akan dibakar harus ditentukan terlebih dahulu yang berhubungan dengan beberapa skenario yang terjadi dalam suatu proses.

Estimasi laju alir yang berlebihan akan menyebabkan peningkatan modal investasi awal yang besar dan biaya operasional yang tinggi, estimasi laju alir yang terlalu rendah dapat menyebabkan hasil yang tidak aman dan efektif. Laju alir akan sangat berdampak dalam menentukan ukuran peralatan, penentuan tersebut akan mempengaruhi ketinggian dan besar suatu peralatan tersebut.

2.3.2 Komposisi Gas

Komposisi gas dapat mempengaruhi desain suatu *flare*, komposisi gas dibutuhkan untuk melihat karakteristik gas pada setiap laju alir tertentu, dan juga melihat gas khusus yang dapat digunakan sebagai *pilot* dan *purge gas*. Komposisi gas yang diketahui dapat menentukan karakteristik pembakaran yang akan terjadi.

Informasi komposisi gas sebagai contoh perbandingan hidrogen dan karbon, rasio hidrogen dan karbon dapat menjadi parameter terjadi dan munculnya asap pada pembakaran. Tingkat perbandingan H/C semakin rendah menyebabkan kemungkinan terjadinya asap dalam pembakaran.

Komposisi gas dapat juga melihat komponen non hidrokarbon seperti H₂S dan pengotor, dimana karakteristik gas khusus yang mengandung H₂S yang tinggi dibutuhkan penanganan khusus terhadap tingkat konsentrasi di permukaan tanah.

2.3.3 Temperatur Gas

Temperatur gas akan dibutuhkan untuk melihat pengaruh terhadap *thermal expansion*, volume gas dan kebutuhan secara metalurgis. Pengaruh terhadap penentuan desain suatu *flare stack* secara mekanis dibutuhkan temperatur gas yang memungkinkan beroperasi. Temperatur yang tinggi atau rendah dapat menimbulkan permasalahan dalam mendesain *stack*. Perhatian terhadap temperatur gas yang melalui *stack* dapat mengurangi biaya yang timbul untuk mendesain *stack*.

2.3.4 Tekanan Gas Yang Tersedia

Tekanan gas yang tersedia pada suatu fasilitas sistem *flare* dapat menentukan analisa secara keseluruhan dari sistem *pressure relief* dan peralatan menuju *flare burner*. Skenario kondisi operasi yang terjadi dapat dianalisa untuk menentukan tekanan di setiap peralatan dan skenario *vent* disetiap cabang *flare header*. Tekanan tersebut adalah tekanan terendah yang diijinkan untuk kembali atau *allowable back pressure* pada setiap peralatan. Tekanan yang optimum pada *flare tip* dapat mengurangi biaya yang akan timbul.

2.3.5 Utility Cost

Sistem *flare* pada kasus tertentu tidak hanya dibutuhkan aliran gas untuk menghasilkan pembakaran tanpa asap. Pada suatu kondisi tertentu dibutuhkan aliran lain seperti *steam* untuk meningkatkan kualitas pembakaran tanpa asap. Steam digunakan dengan menginjeksikan melalui lubang aliran dan juga alternative menggunakan udara bertekanan dari *blower*. Biaya yang timbul akibat hal tersebut harus diperhitungkan dan kelayakan desain dengan kondisi tersebut.

2.3.6 Persyaratan Keamanan

Sistem *flare* sangat berhubungan dengan faktor keselamatan. Perhatian terhadap faktor keselamatan terhadap radiasi panas yang ditimbulkan api dan juga pemantik yang layak. Persyaratan keamanan berdasarkan *American Petroleum Institute (API) Recommended Practice (RP) 521*, dapat dilihat pada Tabel 2.1 :

Tabel 2.1 : Batas Ambang Radiasi Panas [3]

Radiation Intensity		Time to Pain Threshold
British Thermal Units per Hour per Square Foot	Kilowatts per Square Meter	(seconds)
550	1.74	60
740	2.33	40
920	2.90	30
1500	4.73	16
2200	6.94	9
3000	9.46	6
700	11.67	4
6300	19.87	2

2.4 ENCLOSED GROUND FLARE

Peningkatan teknologi proses pengolahan gas terus dilakukan untuk menghasilkan efisiensi dalam proses industri, berbagai metode digunakan untuk meningkatkan berbagai macam produk akhir, mengurangi produk samping yang tidak diinginkan dalam berbagai bentuk seperti gas, cair atau padatan. Komponen hidrokarbon yang menjadi produk

samping harus mempunyai kandungan yang aman dan tidak berpotensi merusak lingkungan.

Produk samping dalam industri pengolahan gas bumi, minyak bumi dan petrokimia yang tidak diinginkan telah diciptakan berbagai metode untuk menghilangkan produk samping tersebut, berbagai cara seperti membuang di area yang aman, menginjeksikan kembali ke dalam sumur.

Pada aplikasi umum, uap tidak dapat disimpan dan harus diolah kembali. Metode yang efisien untuk penanganan komponen tersebut dengan pembakaran oksidasi pada suhu yang tinggi (1000°C) atau yang dikenal dengan *enclosed ground flare* atau *thermal oxidizer*. *Enclosed ground flare* dengan suhu tinggi secara cepat dan efektif akan menghancurkan komponen hidrokarbon yang akan dibuang, merubah karbon dan oksigen menjadi karbondioksida dan uap air.

Faktor yang menentukan desain *enclosed ground flare* seperti komposisi gas buang dan laju alir akan berdampak pada ukuran, material dan perlengkapan konstruksi. Pertimbangan faktor ekonomi dari modal investasi dan biaya operasi akan diperhitungkan dalam studi kelayakan. Peraturan untuk penanganan gas buang berbahaya seperti H_2S menjadi perhatian penting untuk di aplikasikan.

2.4.1 Stack

Enclosed ground flare mempunyai konstruksi dengan menggunakan *stack* atau cerobong bakar, pada umumnya ukuran dan desain dari *stack* berhubungan dengan laju alir gas buang yang akan dibakar. *Stack* pada umumnya menggunakan material logam *carbon steel* dengan spesifikasi yang diatur oleh standar internasional seperti ASTM (*American Society of Testing and Material*), SNI dan lain-lain.

Carbon steel sebagai konstruksi material yang umum digunakan berupa *plate* yang dibentuk menjadi silinder dengan ukuran tertentu, material yang digunakan seperti SA-36 mempunyai spesifikasi material yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3 :

Tabel 2.2 Komposisi Kimia SA-36 [5]

NOTE 1— Where “...” appears in this table, there is no requirement. The heat analysis for manganese shall be determined and reported as described in the heat analysis section of Specification A 6/A 6M.

Product	Shapes ^A	Plates ^B					Bars			
		To ¾ [20], incl	Over ¾ to 1½ [20 to 40], incl	Over 1½ to 2½ [40 to 65], incl	Over 2½ to 4 [65 to 100], incl	Over 4 [100]	To ¾ [20], incl	Over ¾ to 1½ [20 to 40], incl	Over 1½ to 4 [100], incl	Over 4 [100]
Thickness, in. [mm]	All									
Carbon, max, %	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.26	0.27	0.28	0.29
Manganese, %	0.80–1.20	0.80–1.20	0.85–1.20	0.85–1.20	...	0.60–0.90	0.60–0.90	0.60–0.90
Phosphorus, max, %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur, max, %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon, %	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.15–0.40	0.15–0.40	0.15–0.40	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.40 max
Copper, min, % when copper steel is specified	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

^A Manganese content of 0.85–1.35 % and silicon content of 0.15–0.40 % is required for shapes over 426 lb/ft [634 kg/m].

^B For each reduction of 0.01 percentage point below the specified carbon maximum, an increase of 0.06 percentage point manganese above the specified maximum will be permitted, up to the maximum of 1.35 %.

Tabel 2.3 Kekuatan Tegangan SA-36 [5]

Plates, Shapes, ^B and Bars:	
Tensile strength, ksi [MPa]	58–80 [400–550]
Yield point, min, ksi [MPa]	36 [250] ^C
Plates and Bars ^{D,E} :	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	23
Shapes:	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	21 ^B

Stack enclosed ground flare berbahan dasar *carbon steel* dilengkapi dengan pelindung korosi menggunakan cat sesuai standar yang ditentukan. Gambar 2.1 menunjukkan contoh *stack enclosed ground flare* yang didirikan di suatu *plant*.



Gambar 2.1. Stack Enclosed Ground Flare [6]

2.4.2 Burner

Enclosed ground flare di desain dengan pembakaran di dalam suatu *body shell* dimana pembakaran terjadi menggunakan *burner* baik pembakaran langsung ataupun bertingkat yang disebut *multiple burner*.

Burner di desain untuk menghasilkan pembakaran yang baik berdasarkan kapasitas gas buang yang akan dibakar. *Burner* yang terjadi pada suhu yang tinggi dibutuhkan konstruksi material yang mampu menahan temperatur yang tinggi oleh karena itu pemilihan material *burner* menggunakan material stainless steel seperti dibawah ini :

2.4.2.1 Stainless Steel 304/304L [7]

Stainless steel 304/304L adalah material dengan karakteristik mampu menahan temperatur tinggi, stainless steel terdiri dari komponen 18% kromium dan 8% nikel. Huruf L diakhir menunjukkan *grade* yang lebih tinggi, secara kualitas kandungan komponen nikel 304L lebih tinggi disbanding 304. Stainless steel 304/304L mempunyai nilai ekonomi terendah dibandingkan tipe 316SS atau 310SS .

2.4.2.2 Stainless Steel 316/316L [7]

Stainless steel 316/316L adalah material dengan karakteristik lebih tinggi dibanding stainless steel 304, dimana komponen terdiri dari 16% – 18% kromium dan 11% – 14% nikel. Perbedaannya adalah penambahan molybdenum minimum 2% sebagai penahan serangan terhadap korosi, tipe stainless steel 316 cenderung lebih baik dalam menahan korosi dibandingkan dengan stainless steel 304.

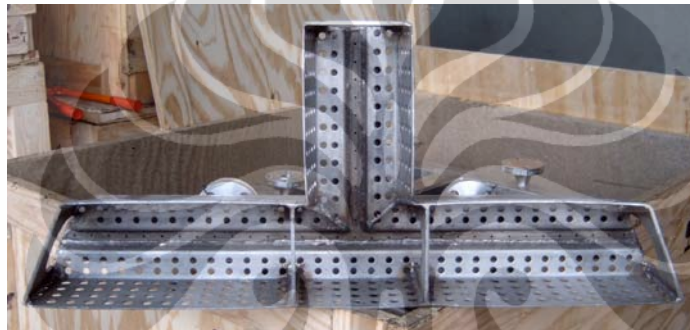
2.4.2.3 Stainless Steel 310 [8]

Stainless steel 310 adalah material yang paling tepat digunakan untuk burner dengan karakteristik komponen 16% – 18% kromium dan 19% – 22% nikel membuat stainless steel 310 mempunyai ketahanan terhadap temperatur tinggi yang sangat baik. Permasalahannya adalah nilai ekonomis stainless steel 310 tertinggi (termahal) dibandingkan 3 tipe lainnya.

Burner yang digunakan dalam *enclosed ground flare* dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3 :



Gambar 2.2. Chamber Burner [9]



Gambar 2.3. Burner [9]

2.4.3 Pilot

Proses pembakaran didalam *enclosed ground flare* menggunakan *pilot* yaitu pemantik elektronik dari busi dan sumber bakar yang di suplai *fuel*. *Pilot* digunakan sebagai nyala api pertama sebelum digunakan untuk membakar gas buang. Penyalaan menggunakan sebuah *transformer* dimana terjadi peningkatan dari tegangan rendah ke tegangan tinggi. Pada umumnya digunakan tegangan rendah 110 – 240 VAC untuk di tingkatkan menjadi sekitar 5000 volt. Material *pilot* menggunakan stainless steel yang berbentuk pipa dengan ukuran $\frac{1}{2}$ " sampai dengan 1". *Pilot* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.4 dan Gambar 2.5



Gambar 2.4. Pilot Model 1 [10]



Gambar 2.5. Pilot Model 2 [10]

2.4.4 Refractory

Pembakaran didalam *body shell* menghasilkan panas sekitar $1000^{\circ}\text{C} - 1200^{\circ}\text{C}$ dimana hasil panas tersebut dapat menyebabkan energi yang besar terhadap lingkungan sekitar. Body shell yang menggunakan *carbon steel* tidak akan kuat menahan kondisi tersebut, oleh karena itu permukaan body shell dilapisi material yang dapat menahan panas tersebut. Material tersebut berupa *refractory* ada berbagai macam seperti isowool, isolite batu api dan lain-lain. *Refractory* dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.6. Refractory [11]

2.4.5 Kontrol Panel

Enclosed ground flare dioperasikan dengan menggunakan peralatan kontrol yang kompleks dan terintegrasi, oleh karena itu dibutuhkan alat yang dapat mengatur secara elektronik dan instrumentasi. Pada umumnya *enclosed ground flare* dioperasikan dengan kontrol panel menggunakan PLC atau *programmable logic control*, PLC yang dapat digunakan beraneka macam diantaranya Siemens, Omron, Allan Bradley dan lain lain.

PLC akan melakukan kontrol dan perintah terhadap operasi *enclosed ground flare*, dimana data-data proses akan diolah dan diatur dalam PLC, sehingga memudahkan pengoperasian alat. Panel kontrol yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7. Kontrol Panel [12]

2.5 DESAIN RINCI ENCLOSED GROUND FLARE

Pembakaran *waste gas* menggunakan *enclosed ground flare* memiliki beberapa komponen dasar seperti *burner*, *combustion/residence chamber*, *refractory*, *insulation* dan *stack*. *Burner* menghasilkan temperatur yang tinggi dalam pembakaran yang berasal dari *fuel* sehingga memastikan *heating value* yang cukup untuk beroperasi. *Combustion chamber* memberikan waktu untuk reaksi pembakaran yang sempurna. *Refractory* bertujuan sebagai proteksi terhadap material *stack* dari temperatur yang tinggi yang disebabkan pembakaran gas tersebut [16].

2.5.1 Desain Volume Chamber

Waktu yang cukup dibutuhkan untuk mengoperasikan proses pembakaran, temperatur untuk meraih tingkat penghancuran yang baik suatu aliran gas buang. Volume *chamber* adalah fungsi waktu tinggal yang dibutuhkan dan volume produk pembakaran. Volume *chamber* dapat dihitung sebagai berikut :

$$V = F \times t \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

$$F = \text{Laju alir Produk (ft}^3\text{/detik)}$$

t = Waktu tinggal

* Waktu tinggal sekitar 0,8 – 1 detik

2.5.2 Diameter

Volume *chamber* yang sudah ditentukan, kemudian diameter harus ditentukan. Penentuan tersebut secara umum mempunyai dua cara yaitu :

1. Ratio L/D (*length/diameter*) (ref : L/D = 2 – 8)
2. Kecepatan gas (*gas velocity*)

Kecepatan gas pada umumnya diatas 20 ft/s sekitar 20 – 80 ft/s, dimana prosedur dalam hubungan perhitungan sebagai berikut :

1. Menentukan kecepatan
2. Menghitung diameter
3. Menghitung rasio L/D
4. Ulangi langkah diatas sampai semua kriteria terpenuhi.

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan tersebut sebagai berikut :

$$Vel = (F \times L) / V \dots\dots\dots(2.5)$$

$$D = [(4 \times F) / (\pi \times Vel)]^{0.5} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$L = (4 \times V) / (\pi \times D^2) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

Vel = Kecepatan gas (ft/detik)

F = Laju alir Produk (ft³/detik)

V = Volume chamber (ft³)

Π = 3,14

L = Panjang chamber (ft)

D = Diameter chamber (ft)

2.5.3 Burner

Burner di desain berdasarkan kebutuhan gas untuk pembakaran, dengan mempertimbangkan persyaratan yang sudah ditentukan, seperti *allowable pressure drop* yang terjadi sepanjang aliran. Perhitungan tersebut dapat disimulasikan menggunakan *software* Flarenet ®, permodelan tersebut akan menentukan ukuran *burner* yang akan dipilih, dengan input diantaranya sebagai berikut :

1. Karakter gas
2. Permodelan aliran burner
3. Set *allowable pressure drop*
4. Ukuran dan panjang *burner*

2.6 APLIKASI SOFTWARE

Desain suatu *flare* yang melibatkan komposisi gas, karakteristik, *physical properties*, *chemical properties*, dan lain lain membuat desain *flare* memiliki kompleksitas yang cukup tinggi, oleh karena itu penggunaan *tools* sebagai bantuan untuk mendesain sangat menguntungkan desainer. Pada desain *flare* dapat digunakan beberapa *software* yang berguna dan membantu untuk memudahkan pekerjaan diantaranya adalah HYSYS ®, FLARENET ®, CFD, dan STACKDESK ®.

2.6.1 Proses Simulasi Hysys

Hysys ® adalah *software* untuk mensimulasikan proses dan kondisi operasi pada sistem, dimana salah satu produk dari *Aspen Technology Inc* [13]. Penggunaan Hysys dengan separator/burner akan sangat membantu dalam mensimulasikan proses yang akan terjadi pada *enclosed ground flare* dengan menghasilkan *output* data proses reaksi konversi pembakaran seperti melihat *physical properties* suatu aliran gas buang dan hasil reaksi pembakarannya.

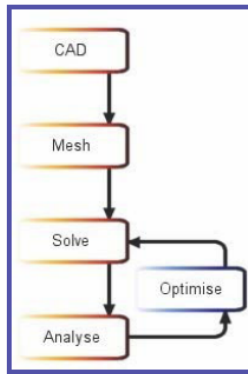
2.6.2 Flarenet

Flarenet ® adalah *software* untuk mendesain sistem *flare*. Flarenet ® di peruntukan untuk menghitung/*sizing*, melakukan evaluasi desain baru atau perubahan terhadap desain yang sudah ada. Flarenet ® dapat dikombinasikan dengan Hysys karena diciptakan dari satu sumber yang sama yaitu *Aspen Technology inc* [14]. Perhitungan menggunakan flarenet mempunyai *output* berupa suatu ukuran *burner* yang dapat diaplikasikan dalam desain *enclosed ground flare*, serta sistem distribusi aliran yang terjadi dengan melihat tekanan, laju alir, *mach number*, suara/*noise* dan lain lain.

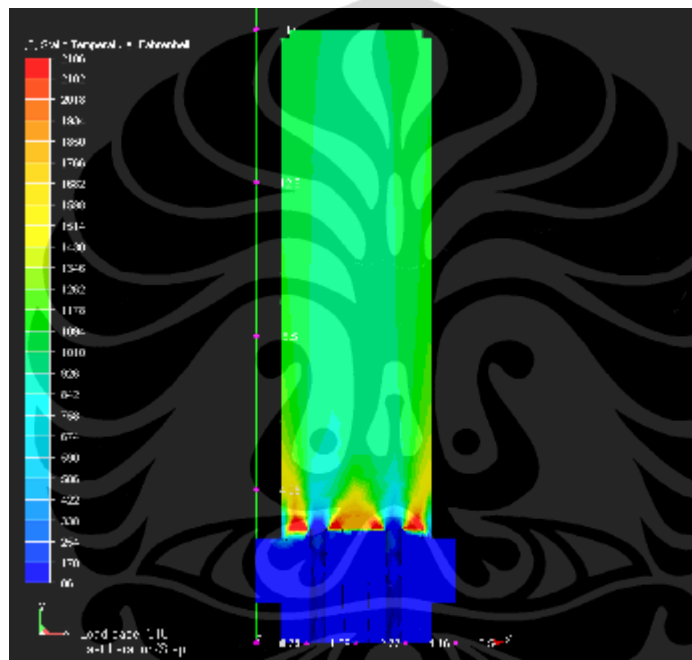
2.6.3 CFD

CFD (*Computational Fluid Dynamic*) adalah *software* simulasi untuk permodelan suatu fluida secara dinamis. CFD pada dasarnya menggunakan metode matematika numeric untuk mensimulasikan laju alir fluida yang kompleks, transfer panas dan juga reaksi kimia pada suatu sistem aliran. CFD sangat populer dalam beberapa tahun ini. CFD yang mempunyai dasar secara ilmu fisika akan sangat membantu dalam menghasilkan simulasi pembakaran yang kompleks dimana dibutuhkan keahlian khusus dalam menggunakan CFD. CFD mensimulasikan dengan menginterpretasikan objek 3D dalam bentuk komputerasi seperti CAD (*Computer Aided Design*). CFD diciptakan dalam berbagai macam pengembang seperti FLUENT, CF Design, dan lain lain [15].

Pertama kali penggambaran 3D dalam bentuk CAD, dimana secara numerik bentuk CAD tersebut akan diubah dalam bentuk *mesh* dengan ukuran tertentu, menentukan karakter aliran fluida sehingga analisa dapat dilakukan terhadap output yang terbentuk. *Output* penggunaan CFD berupa distribusi hasil aliran gas buang yang keluar dari *burner*, baik distribusi konsentrasi suatu komponen, maupun distribusi temperaturnya. Aliran proses aplikasi CFD dapat dilihat pada Gambar 2.8, dan contoh permodelan CFD dapat dilihat pada Gambar 2.9



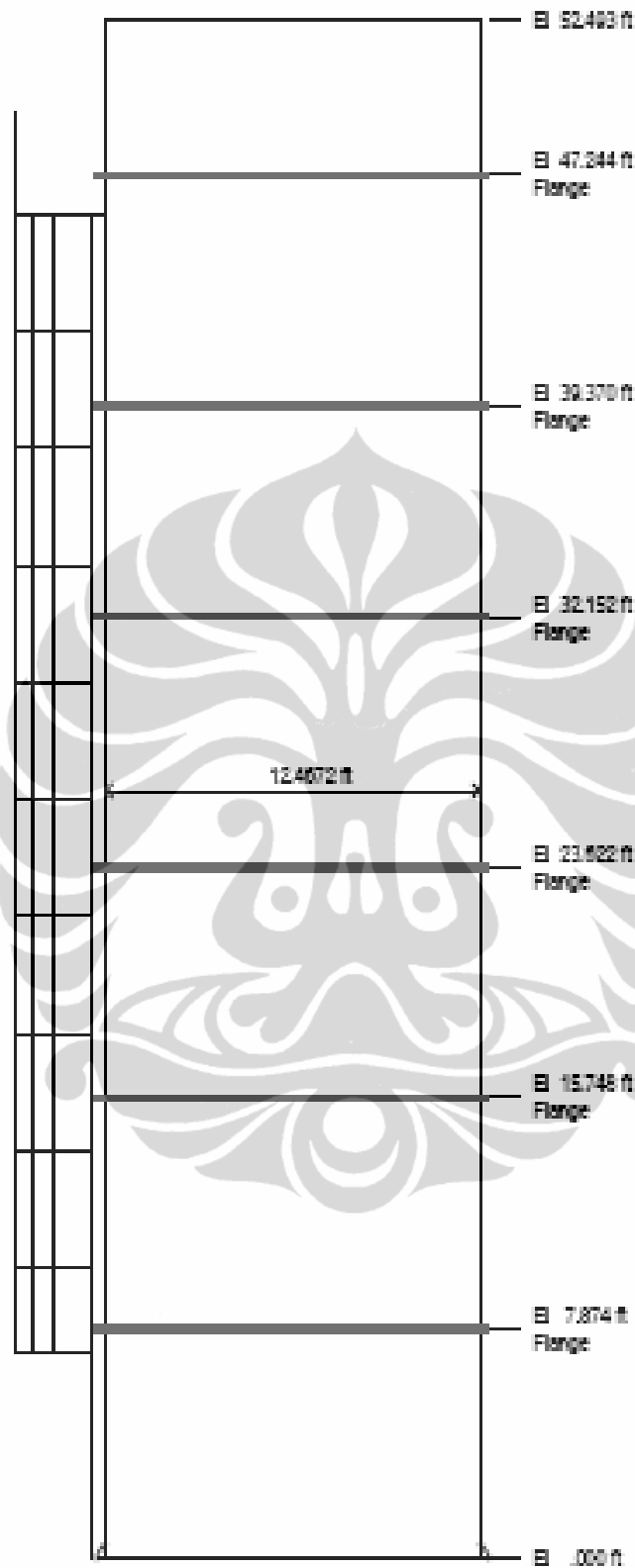
Gambar 2.8. Alir Proses CFD



Gambar 2.9. Aplikasi CFD dalam Flare

2.6.4 Stackdesk

Stackdesk adalah *software* yang digunakan untuk mendesain kekuatan suatu *stack*. Stackdesk diciptakan oleh *Meca Enterprise* dimana digunakan untuk menghitung kekuatan struktur. *output* aplikasi stackdesk pada *enclosed ground flare* juga berupa perkiraan berat bahan yang akan dibuat serta estimasi biayanya. Contoh penggunaan stackdesk dalam mendesain *enclosed ground flare* dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2.10. Desain Stackdesk