

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Inverse Diffusion Flame

IDF (*Invers diffusion flame*) adalah nyala api difusi non-campuran. Dimana laju aliran massa jet udara yang tinggi dikelilingi oleh laju aliran massa yang rendah dari jet bahan bakar (**vipul patel dkk, 2017**). jenis nyala api ini jet udara dalam yang dikelilingi oleh jet bahan bakar luar. Jika kecepatan jet udara tinggi, bahan bakar di jet luar masuk kedalam dan bercampur dengan udara untuk membentuk api yang sebagian sudah tercampur. Jika tidak, itu mungkin terbakar terutama dalam mode difusi. IDF adalah kombinasi dari nyala api dan nyala api difusi. yang dapat memiliki rentang mudah terbakar yang lebih besar dari pada nyala api yang dipasangkan dan lebih bersih dari pada nyala difusi (**C.S. cheung dkk, 2005**). Idf memberikan pirolisis yang lebih baik dari proses oksidasi dari pada nyala api difusi normal NDF, dimana bahan bakar mengalir melalui tabung pusat yang dikelilingi oksidator. Dalam NDF misalnya hidro karbon intermediet pada akhirnya memasuki zona reaksi utama. (**Hamins A dkk, 1988**). IDF pada dasarnya tidak bercahaya, tanpa pembentukan jelaga yang jelas terutama pada udara jet yang lebih tinggi, wilayah bercahaya terbentuk dengan topi orange kuning diatas api berbentuk kerucut/

2.2 Bakar Gas

Bahan bakar gas merupakan bahan bakar yang ideal untuk digunakan pada berbagai keperluan pembakaran. Bahan bakar gas di klasifikasikan atas gas alam maupun gas buatan. Gas alam dijumpai pada deposit minyak dan batu bara, sumur-sumur gas. Sebagian besar merupakan campuran dari senyawa hidrokarbon dengan sedikit jumlah materi non hidrokarbon yang berfasa gas. Gas alam sangat ideal karena bebas dari kandungan gas tidak terbakar atau residu padat. Komposisi kimia gas alam sebagian besar terdiri dari metana (CH_4), etana (C_2H_6), propane (C_3H_{10}), butane (C_4H_{10}), pentana (C_5H_{12}), sulfur. Jenis bahan bakar gas buatan meliputi LPG (*Liquified Petroleum Gas*), refinery oil gas, producer gas, *water gas*, *blast furnace gas*, *wood gas*, *peat gas*, *coal gas*, *coke oven gas* dan *bio gas*. Komposisi utama LPG (*Liquified Petroleum Gas*) terdiri atas etana, propane, butane, yang diproduksi pabrik pemrosesan gas alam, termasuk pula pabrik-pabrik yang memecahkan fraksi-fraksi cairan dari pabrik gas alam mentah. LPG (*Liquified Petroleum Gas*) disimpan dalam tangki bertekanan dan akan berfasa gas pada tekanan atmosfer. LPG komersial memiliki tekanan 208 kPa pada temperature 38°C . Pada dasarnya LPG tidak berwarna dan tidak berbau, untuk LPG.

Sifat-sifat LPG dapat dilihat dari sifat-sifat komponen utama penyusunnya yaitu propana dan butana. Berikut ini adalah deskripsi dari sifat fisik dari LPG.

1. Densitas Densitas LPG didefinisikan sebagai massa per satuan volume (kg / l) pada suhu tertentu. LPG Cair memiliki densitas sekitar $0,54 \text{ kg} / \text{l}$ pada $15 \text{ }^\circ\text{C}$ atau sekitar setengah berat air. Uap LPG memiliki densitas sekitar 1,9 kali dari udara.
2. Nilai kalor (CV) Jumlah panas yang dibebaskan oleh pembakaran suatu zat dikenal sebagai nilai kalor atau CV. Hal ini biasanya dinyatakan dalam megajoule per kg (MJ / kg). CV untuk LPG adalah $49,6 \text{ MJ} / \text{kg}$.
3. Tingkat Ekspansi Termal Tingkat ekspansi termal LPG cair adalah sekitar 10 kali dari air. Ketika katup dari LPG dibuka, tekanan dalam silinder berkurang dan cairan mulai menguap (mendidih) pada tekanan rendah. Penguapan ini menyebabkan terjadi pendinginan dan temperatur gas akan menurun. Jika laju penguapan gas terlalu tinggi, temperatur gas akan menurun hingga di bawah $0 \text{ }^\circ\text{C}$ dan es akan mulai terbentuk pada dinding luar yang lebih rendah dari silinder.

Tekanan uap Satu liter LPG cair akan cepat dan benar-benar menguap saat terkena tekanan atmosfer (100 kPa) untuk membentuk sekitar 275 liter uap pada 15°C . dalam silinder tertutup yang berisi beberapa LPG cair, jumlah yang relatif kecil akan menguap dalam volume terbatas silinder, untuk menghasilkan tekanan silinder sekitar 250 kPa pada 0°C . Tekanan silinder tertutup ini adalah sama dengan tekanan uap, dan tekanan itu meningkat secara dramatis sampai 500 kPa pada suhu 20°C dan 1550 kPa pada 60°C . Sebuah kebocoran cairan jauh lebih serius daripada kebocoran gas karena terbentuk volume tinggi gas. Inilah sebabnya mengapa tabung harus selalu disimpan, diangkut dan digunakan dalam posisi tegak. Kebocoran gas dalam udara akan membentuk campuran mudah terbakar sekitar 10000 liter dari satu liter LPG cair (Sara McAllister dkk, 2011)

2.3 Klasifikasi Nyala Api

Api yaitu sebuah aliran dari reaksi udara dan bahan bakar dan menjadi produk gas buang. gas buang meliputi CO_2 , H_2O , SO_2 , CO , N_{ox} . Berdasarkan kondisi oksidator dan bahan bakar mencapai daerah campuran dapat diklasifikasikan premixed flame, non-premixed flame. untuk karakteristik aliran reaktan yang masuk dapat diklasifikasikan menjadi nyala laminar dan nyala turbulen. Dalam suatu pembakaran premix perbandingan campuran bahan bakar dan udara memegang peranan yang penting dalam menentukan hasil proses pembakaran. Rasio campuran bahan bakar dan udara dapat dinyatakan parameter AFR (*Air Fuel Ratio*).

2.4 Air Fuel Ratio

Rasio ini merupakan parameter yang paling sering digunakan dalam mendefinisikan campuran yang mudah terbakar menggunakan salah satu metode yang umum digunakan perbandingan antara massa dari udara dengan bahan bakar pada suatu titik tinjau. Secara simbolis, AFR dihitung sebagai :

$$\text{AFR} = \frac{m_{fuel}}{m_{air}} = \frac{v_{fuel}}{v_{air}} \quad (2.1)$$

Jika nilai aktual lebih besar dari nilai AFR, maka terdapat udara yang jumlahnya lebih banyak daripada yang dibutuhkan sistem dalam proses pembakaran dan dikatakan miskin bahan bakar dan jika nilai aktual lebih kecil dari AFR stoikiometrik maka tidak cukup terdapat udara pada sistem dan dikatakan kaya bahan bakar (Sara McAllister dkk, 2011).

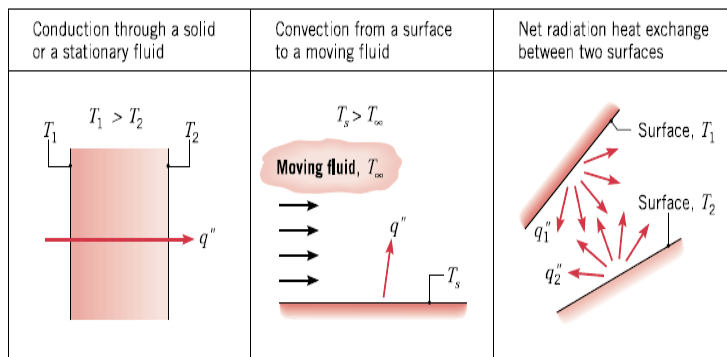
2.5 Proses Perpindahan Panas Radiasi

Radiasi adalah proses dimana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi kebenda yang bersuhu rendah bila benda benda itu terpisah didalam ruang, bahkan bila terdapat ruang hampa diantara benda benda tersebut. Panas radiasi dipancarkan oleh suatu benda dalam bentuk bac (batch) kumpulan energy yang terbatas. pada umumnya dipergunakan untu segala jenis hal-hal gelombng elektro magnetik, tetapi didalam ilmu perpindahan panas hanya perlu memperhatikan hal-hal yang diakibatkan oleh suhu dan yang dapat mengangkut energi melalui medium yang tembus cahaya atau melalui ruang (Frank Kreith, 1973).

$$q = \sigma \cdot A (T_1^4 - T_2^4) \quad (2.2)$$

Dimana:

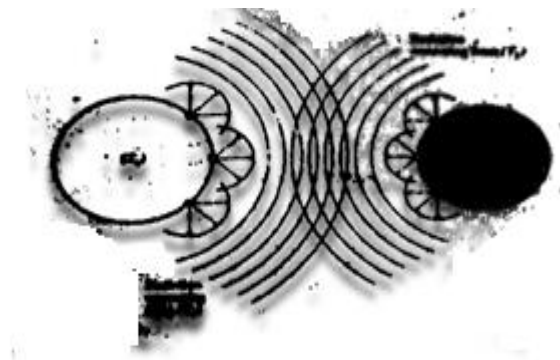
- q = laju perpindahan panas (w)
- σ = konstanta bolztman ($5,669 \times 10^{-8} \text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$)
- A = luas penampang (m^2)
- T_1, T_2 = temperatur permukaan ($^\circ\text{K}$)



Gambar 2.1 Proses Perpindahan Panas Radiasi

Penjelasan lebih lanjut tentang perpindahan panas radiasi dapat digambarkan dengan dua bodi yang mempunyai temperatur (T_1) dan (T_2) berbentuk sembarang. Dua bodi tersebut mengemisikan aliran-aliran dari *radial thermal* pada seluruh arah. Setiap titik (elemen luas) dari setiap bodi mengemisikan radiasi kesegala arah. Hanya sebuah fraksi dari aliran emisi, oleh (T_1) yang diterima dan diserap oleh bodi (T_2) fraksi ini tergantung tidak hanya pada bentuk dan ukuran dari dua bodi tersebut melainkan tergantung pula terhadap posisi *relative*, yaitu kondisi permukaan bodi (seperti kekerasan, kebersihannya) dan juga tergantung dari sekelilingnya). Dengan demikian masalah perpindahan panas mengurangi pada perhitungan :

- Laju perpindahan radiasi panas yang meninggalkan permukaan bodi. (yaitu radiasi diemisikan oleh permukaan, ditambah bagian radiasi yang direfleksikan)
- Laju perpindahan radiasi panas yang mengenai permukaan (yaitu bagian radiasi yang diserap oleh permukaan).



Gambar 2.2 Interaksi Radiasi Thermal Antara Dua Bodi Yang Mempunyai Temperatur Berbeda

2.6 Debit Aliran

Debit aliran adalah laju aliran (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang per satuan waktu (**Asdak, 2002**). Pada umumnya menggunakan persamaan;

$$Q = A \cdot V \quad (2.3)$$

Dimana :

Q = debit aliran (m^3/s)

A = Luas penampang (m^2)

V = Kecepatan aliran (m/s)

Rezim aliran dalam pipa ialah aliran didalam pipa bias laminner atau turbulen, bergantung pada kondisi aliran. Sifat aliran didalam pipa dapat diunjukkan secara eksperimental dengan menyutikkan sedikit zat warna dalam aliran utama, sebagaimana dilakukan Reynolds pada 1880-an. Pada aliran laminar, garis zat warna akan terlihat lurus dan halus sedangkan pada aliran turbulen akan berfluktuasi secara cepat dan acak.

Angka reynold untuk aliran didalam tabung sirkuler berdiameter D didefinisikan sebagai.

Bilangan Reynolds

$$\text{Re} = \frac{\rho V_m D}{\mu} \quad (2.4)$$

Dimana :

Re = bilangan reynold

V_m =Kecepatan rata rata fluida

ρ = massa jenis (kg/m^3)

μ = viskositas fluida (kg/ m.s)

D = diameter (m)

Re merupakan kriteria penting untuk menentukan rezim aliran angka *reynold* kritis untuk aliran didalam pipa yang diterima secara umum adalah 2300. Transisi 2300-10.000 dan aliran turbulen terjadi pada Re diatas 10.000 (Agus H, 2015) krisis energi yang sedang terjadi

“ lembaran ini sengaja dikosongkan “