

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Teknik Pembakaran (*Combution*)**

Pembakaran (*Combution*) ialah reaksi kimia eksotermik khususnya oksidasi bahan bakar, yang membebaskan energi yang dapat digunakan untuk tujuan yang beragam. Dalam reaksi, yang cepat, radikal yang terlibat. Pembakaran merupakan teknologi dimana-mana. hal ini digunakan dalam pembangkit listrik, transpotasi, pemanasan dan pengolahan bahan dll. Fenomena pembakaran api sendiri melepaskan panas, cahaya, dan berbagai produk reaksi dalam reaksi oksidasi yang menopang diri. Bagian yang terlihat dari api dalam fase gas, zona reaksi, disebut api.

#### **2.2 *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 keceptana 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 dpat memiliki rentang mudah terbakar yang lebih besar dai 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.

#### **2.3 Bahan Bakar (*Fuel*)**

Bahan bakar dapat dikelompokkan ke dalam gas, cair dan padat, yang semuanya memiliki keuntungan yang berbeda. Gas dapat ditangani dengan mudah, dalam hal pemurnian dan distribusi, dengan persyaratan yang rendah untuk pemeliharaan sistem. 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 ( $\text{CH}_4$ ), etana ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), propane ( $\text{C}_3\text{H}_{10}$ ), butane ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), pentana ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ), 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  $38^\circ\text{C}$ . Pada dasarnya LPG tidak berwarna dan tidak berbau, untuk LPG.

## 2.4 Klasifikasi Nyala Api

Api yaitu sebuah aliran dari reaksi udara dan bahan bakar dan menjadi produk gas buang. gas buang meliputi  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_{\text{ox}}$ . 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*).

### 2.4.1 rasio udara – bahan bakar (*air fuel ratio*)

Metode ini paling sering digunakan dalam mendefinisikan campuran dan merupakan perbandingan antara massa dari udara dengan bahan bakar pada suatu titik tinjau. Secara simbol, AFR dihitung sebagai:

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

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.

### 2.4.2 Rasio Ekuivalen (*Equivalent Ratio, $\Phi$* )

Metode ini termasuk juga metode yang umum digunakan, Rasio ekuivalen didefinisikan sebagai perbandingan antara rasio udara – bahan bakar (AFR) stoikiometri dengan rasio udara – bahan bakar (AFR) actual atau juga sebagai

---

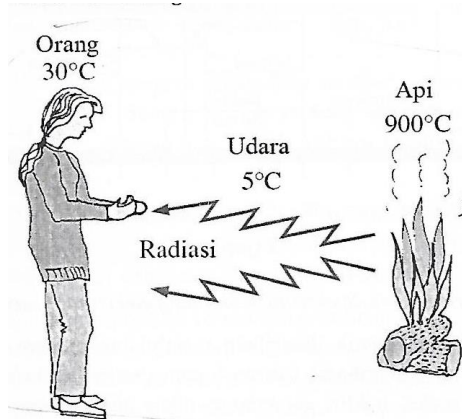
pembandingan antara rasio bahan bakar – udara (FAR) actual dengan rasio bahan bakar – udara (FAR) stoikiometrik.

$$\Phi = \frac{mf}{ma} = \frac{Mf Nf}{Ma Na} \quad (2.2)$$

- $\Phi > 1$  terdapat kelebihan bahan bakar dan campurannya disebut sebagai campuran kaya bahan bakar (*fuel rich mixture*)
- $\Phi < 1$  campurannya disebut sebagai campuran miskin bahan bakar (*fuel-lean mixture*)
- $\Phi = 1$  merupakan campuran stoikiometri (pembakaran sempurna).

## 2.5 Proses Perpindahan Panas Radiasi

Radiasi adalah proses dimana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda 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 untuk segala jenis hal-hal gelombang 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).



**Gambar 2.1** Radiasi antara dua benda yang terpisah

perbedaan utama antara perpindahan panas radiasi dengan perpindahan panas konduksi dan perpindahan panas konveksi adalah perpindahan panas radiasi tidak memerlukan media material. Adapun mencari nilai radiasi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$q = \sigma \cdot A (T_1^4 - T_2^4) \quad (2.3)$$

Dimana:

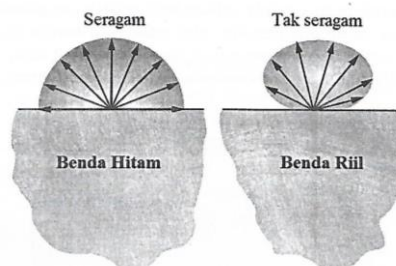
- $q$  = laju perpindahan panas (w)
- $\sigma$  = konstanta bolztman ( $5,669 \times 10^{-8} \text{W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$ )
- $A$  = luas penampang ( $\text{m}^2$ )
- $T_1, T_2$  = temperatur permukaan ( $^\circ\text{K}$ )

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).

### 2.5.1 Radiasi benda hitam (*black body*)

Benda hitam (*black body*) didefinisikan sebagai pemancar dan sekaligus penyerap radiasi yang sempurna. Benda hitam menyerap semua radiasi insiden, tanpa memerhatikan panjang gelombang dan arahnya. Artinya benda hitam merupakan pemancar *difus* (*diffuse emitter*).



**Gambar 2.2** pemancar difusi karena memancarkan energy radiasi secara seragam ke segala arah

---

Energy radiasi dipancarkan oleh suatu benda hitam per satuan waktu per satuan luas permukaan ditentukan dari eksperimen Joseph Stefan 1879 dan disajikan dalam bentuk :

$$E_b = \sigma T^4 \quad (2.4)$$

Dimana  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$  adalah konstanta *Stefan Boltzmann* dan T adalah suhu mutlak permukaan benda (K). rumus ini secara teoritis dibuktikan oleh Ludwig Boltzmann pada tahun 1884. Persamaan (2.4) dikenal sebagai hukum Stefan Boltzmann dan  $E_b$  dinamakan daya pancaran emisi benda hitam (*black body*)

## 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;

$$Q = A \cdot V \quad (2.5)$$

Dimana :

Q = debit aliran ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

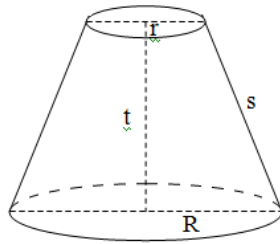
A = Luas penampang ( $\text{m}^2$ )

V = Kecepatan aliran (m/s)

Rezim aliran dalam pipa ialah aliran didalam pipa bias laminar atau turbulen, bergantung pada kondisi aliran. Sifat aliran didalam pipa dapat diunjukkan secara eksperimental dengan menyuntikkan 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.

## 2.7 Kerucut terpancung

Kerucut merupakan salah satu bagian dari kelompok bangun ruang sisi lengkung yang mempunyai dua sisi yaitu sisi alas dan selimut, untuk mengenai bangun ruang yang memiliki hubungan dengan kerucut yaitu luas selimut dan luas volume dari kerucut terpancung, kerucut terpancung sendiri merupakan kerucut tegak yang ujung atas nya dipotong. Seperti gambar 2.3



**Gambar 2.3** Kerucut terpancung

Persamaan luas selimut dari kerucut terpancung ialah:

$$\pi \cdot s(r + R) \quad (2.6)$$

Dimana :

- $\pi$  : 3.14
- $s$  : garis pelukis terpancung
- $r$  : jari-jari potongan atas
- $R$  : jari-jari bawah