

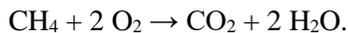
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Proses Pembakaran

Pembakaran (combustion) adalah proses terjadinya oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar dan oksidator yang dapat mengakibatkan terjadinya panas dan nyala. Bahan bakar merupakan suatu substansi partikel yang melepaskan panas ketika terjadi dioksidasi dan secara umum mengandung beberapa molekul unsur hidrogen, karbon, sulfur, dan oksigen. Proses oksidator adalah substansi yang mengandung unsur oksigen yang bereaksi dengan bahan bakar (**Mahandri, 2010**). Secara umum pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses reaksi kimia yang terjadi antara bahan bakar dan oksidator yang mengakibatkan lepasnya energi panas yang signifikan. Banyak fenomena yang terjadi dalam suatu proses pembakaran diantaranya adalah interaksi suatu proses kimia dan fisika, yang mengakibatkan pelepasan energi panas dari ikatan kimia, dan terjadinya suatu proses perpindahan panas, proses perpindahan laju fluida, dan massa.

Suatu reaksi pembakaran sempurna dapat terjadi ketika bahan bakar bereaksi secara cepat dengan oksigen (O₂) dan dapat menghasilkan karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O). Persamaan umum reaksi pembakaran sempurna adalah



2.2 Metode pembakaran

Metode pembakaran terbagi menjadi dua jenis yaitu api yang sudah dicampur (*premixed flame*), selanjutnya ialah api yang belum tercampur yang artinya proses pembakaran, dimana oksidator dan bahan bakar yang dipisahkan sebelum masuk dalam ruang reaksi, dimana merupakan tempat kedua zat tersebut bercampur dan terbakar, api ini disebut *Non-premixed flame* atau *Diffusion flame*.

Premixed flame. Ialah api yang sudah dicampur sebelumnya merupakan salah satu mode proses pembakaran yang terjadi dalam suatu ruang, dimana bahan bakar dan oksidator telah bercampur sebelum terjadi pembakaran. Nyala api jenis ini sudah banyak digunakan pada perangkat pembakaran sederhana. Dimana dua aplikasi dari nyala api ini, seperti pada tungku pemanas rumah dan pada perangkat "*can combustor*", di dalam turbin gas pembangkit listrik. Pada pembakaran *premixed*, oksidator dengan bahan bakar dicampur terlebih dahulu sebelum masuk kedalam

ruangan bakar. Pembakaran ini terjadi sangat baik dengan cara pengapian dari percikan atau yang lainnya.

Proses pembakaran ini terjadi dimana bahan bakar dan oksidator dipisahkan sebelum memasuki ruang reaksi, dimana tempat kedua zat tersebut bercampur dan terbakar. Dalam metode pembakaran ini kondisi ini dinamakan "api *non-premixed*," secara tradisional dapat disebut "api difusi" karena yang membawa bahan bakar dengan oksidator ke dalam ruang reaksi terjadi terutama oleh difusi.

Salah satu contoh yang paling umum dari non-premixed (difusi) api adalah nyala lilin. Banyak metode pembakaran yang beroperasi menggunakan metode pembakaran *non-premixed*. Karena oksidator dengan bahan bakar belum dicampur terlebih dahulu, resiko yang terjadi adalah ledakan yang dapat di impleminasi dengan metode ini. Yang mengakibatkan nyala menjadi lebih besar dan stabilitasnya mampu terjaga dengan baik. Karakteristik yang stabil dalam api difusi memiliki beberapa pengaplikasian, terutama digunakan digunakan pada mesin turbin gas pada pesawat terbang (Sara McAllister, dkk. 2011).

2.3 Bahan Bakar

Bahan bakar (*fuell*) adalah suatu komponen atau zat yang dimanfaatkan dan di rubah menjadi suatu energi, Bahan bakar cenderung mengandung energi panas, yang pada temperatur tertentu dapat menimbulkan terjadinya nyala api apabila bereaksi dengan oksidator. Kebanyakan bahan bakar pada saat ini memiliki molekul unsur - unsur kimia dimana senyawa organik seperti karbon, hidrogen, dan hidrokarbon yang dapat berupa cair, padat, dan gas.

Bahan bakar gas (BBG) tentunya memiliki kekurangan dan kelebihan akan tetapi dapat dibandingkan dengan bahan bakar lain yang berupa padat dan cair, bahan bakar gas (BBG) memiliki beberapa keuntungan, seperti mudah terbakar dengan sedikit udara luar yang ada, di karenakan pembakarannya yang sempurna terjadi tanpa adanya abu dan asap sekalipun, Serta bentuk nyala api yang relatif lebih mudah dikontrol. Sedangkan kekurangan bahan bakar gas (BBG) merupakan penyimpanannya yang sulit jika volume dalam bahan bakar gas itu cukup besar.

Bahan bakar gas (BBG) dikasifikasikan menjadi dua yaitu *Natural gas* (bahan bakar gas alam) dan gas buatan. Gas alam sendiri dapat diperoleh dari sumber gas alami, pengeboran minyak, dan pertambangan batu bara. Sedangkan gass buata dapat diperoleh dari kayu, batu bara, oli, dan sebagainya. Zat atau komponen dari bahan

bakar gas yang sering digunakan seperti metana, karna untuk karbon dan hidrogen monoksida sendiri jumlahnya relatif lebih sedikit.

Bahan bakar gas buatan dapat diproduksi dengan beberapa macam proses, contohnya adalah kombinasi atau gasifikasi dari bahan bakar padat . Macam – macam jenis gas buatan diantaranya adalah :

- *Liquified petroleum gas (LPG)*
- *Producer gas*
- *Water gas*
- *Blast furnace gas*
- *Peat gas*
- *Bio gas*
- *Wood gas*
- *Cool gas*
- *Cake oven gas*
- *Refinery oil gas*

Liquified petroleum gas (LPG) merupakan produksi dari gas dan bahan bakar minyak yang memiliki suatu komponen utama propana, butana 97% dan sisanya merupakan gas pentana yang dicairkan. Udaranya lebih ringan dibandingkan dengan LPG yang memiliki berat 2,01 dibanding udara. Pada dasarnya LPG tidak mempunyai warna dan bau, namun pada LPG komersial yang beredar di pasaran masyarakat, diberi zat tambahan bernama etil mekraptan yang mempunyai bau menyengat agar memudahkan penggunaanya untuk mengenali apabila ada kebocoran gas .

Sifat *Liquified petroleum gas (LPG)* dapat dilihat dari sifat komponen utamanya yaitu:

1. Densitas LPG dapat di definisikan sebagai massa per satuan volume (kg / l) pada suhu tertentu. LPG Cair memiliki densitas sekitar 0,54 kg / l pada suhu 15 °C atau setengah berat air. Uap LPG memiliki densitas sekitar 1,9 kali dari udara.
 2. Nilai kalor (CV) Jumlah panas dibebaskan oleh pembakaran suatu zat. Biasanya dinyatakan dalam megajoule per kg (MJ / kg). CV untuk LPG adalah 49,6 MJ / kg
 3. Tingkat Ekspansi Termal Tingkat ekspansi termal *Liquified petroleum gas (LPG)* cair adalah sekitar 10 kali dari air. Ketika katup dibuka, tekanan silinder berkurang dan cairan mulai menguap (mendidih) pada tekanan
-

rendah. Penguapan mengakibatkan terjadi pendinginan, dan temperatur akan menurun. Jika laju penguapan terlalu tinggi, temperatur akan menurun hingga di bawah suhu 0 °C dan es mulai terbentuk di dinding luar yang lebih rendah dari silinder.

4. Tekanan uap Satu liter *Liquified petroleum gas* (LPG) cair cepat dan benar-benar menguap saat akan terkena tekanan atmosfer pada (100 kPa) membentuk sekitar 275 liter uap pada temperatur 15 °C. dalam kondisi silinder tertutup yang berisikan beberapa LPG cair, jumlah relatif kecil dan akan menguap dalam volume terbatas silinder, agar menghasilkan tekanan silinder sekitar 250 kPa pada temperature 0 °C. Tekanan silinder tertutup ini sama dengan tekanan uap, dan tekanan itu dapat meningkat secara dramatis sampai 500 kPa pada suhu 20 °C dan 1550 kPa pada 60 °C. Sebuah kebocoran cairan lebih serius dibandingkan dengan kebocoran gas karena terbentuknya volume tingginya gas. Inilah sebabnya mengapa tabung harus selalu disimpan, dan digunakan dalam posisi tegak. Kebocoran gas dalam udara akan membentuk suatu campuran yang mudah terbakar sekitar 10000 liter dari satu liter LPG cair (**Sara McAllister dkk, 2011**)
5. Kepadatan massa atau material atau massa jenis adalah massa per satuan volume. Simbol yang sering digunakan ρ (disebut rho). Massa jenis yaitu banyaknya massa (kg) dari gas yang memiliki volume sebesar 1,0 m³ pada kondisi tertentu (diukur pada suhu 0 °C, dan tekanan 1013 mbar / 1,013 kg/cm²). Massa jenis gas propan adalah 2,004 kg/m³, gas butan adalah 2,703 kg/m³, dan udara sebesar 1,293 kg/m³. Dari sini kita dapat mengetahui dengan volume yang sama yaitu 1,0 m³, massa propan, udara dan butan berbeda-beda. Massa butan lebih besar bila dibandingkan massa propan, massa propan lebih besar dari massa udara, dan massa kedua gas tersebut (butan dan propan) lebih besar daripada massa udara.

2.4 Campuran Udara Dan Bahan Bakar

Sistem proses pembakaran dipengaruhi oleh bahan bakar, udara, kalor berperan sebagai oksidator, dan reaksi kimia. Perbandingan antara udara dan bahan bakar paling berpengaruh terhadap hasil reaksi kimia dan luaran produk dari suatu proses pembakaran. Ada beberapa metode yang di gunakan secara umum yang sering digunakan dalam perhitungan rasio pencampuran antara bahan bakar dan udara diantaranya adalah *fuel air ratio* (FAR), *air fuel ratio* (AFR), rasio ekivalen (Φ).

2.4.1 Rasio Udara dan Bahan Bakar (AFR)

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

$$AFR = \frac{Ma}{Mf} = \frac{Ma Na}{Mf Nf} \quad (2.1)$$

Jika dalam perhitungan nilai aktual lebih besar dibandingkan dengan nilai AFR, maka terdapat jumlah udara yang lebih banyak dari yang dibutuhkan dalam suatu system proses pembakaran dikatakan kekurangan bahan bakar jika nilai dari aktual lebih kecil dari AFR stoikiometri maka kekurangan udara dalam sistem dan memiliki jumlah bahan bakar yang relative berlebih.

2.4.2 Rasio Bahan Bakar dan Udara (FAR)

Rasio bahan bakar dan udara merupakan kebalikan dari AFR yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$FAR = \frac{Mf}{Ma} = \frac{Mf Nf}{Ma Na} \quad (2.2)$$

2.4.3 Rasio Ekuivalen (Equivalent Ratio, Φ)

Metode ini termasuk dalam metode yang umum digunakan, Rasio ekuivalen dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara rasio udara dengan bahan bakar (AFR) dengan perbandingan rumus stoikiometrik dengan rasio udara dengan bahan bakar (AFR) aktual atau juga sebagai perbandingan antara rasio bahan bakar dengan udara (FAR) aktual dengan rasio bahan bakar dengan udara (FAR) stoikiometrik.

$$\Phi = \frac{mf}{ma} = \frac{Mf Nf}{Ma Na} \quad (2.3)$$

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

2.5 Klasifikasi Nyala Api

Nyala api (*flame*) adalah merupakan suatu hasil penyebaran secara terus menerus atau kontinyu, memiliki batas daerah pembakaran dengan kecepatan dibawah gelombang suara (*subsonic*), dapat disimpulkan bahwa *flame* adalah merupakan sebuah gelombang panas yang terjadi dikarenakan suatu reaksi kimia yang sangat cepat.

Nyala api (*flame*) dapat di klasifikasikan menjadi dua jenis yaitu nyala api difusi (*diffusion flame*) dan nyala api *premix* (*premixed flame*). *Diffusion flame* adalah merupakan suatu nyala api yang dapat terbentuk pada saat udara masuk atau berdifusi kedalam aliran bahan bakar dan tanpa adanya pencampuran terlebih dahulu antara bahan bakar dan udara sehingga oksidator berasal dari udara luar, Sedangkan dengan *premixed flame* adalah suatu nyala api yang dapat terbentuk setelah adanya pencampuran terlebih dahulu antara bahan bakar dan udara sebelum terjadinya suatu proses pembakaran. Contoh penggunaan *premixed flame* adalah mesin bensin sedangkan contoh penggunaan *diffusion flame* adalah *boiler*, dan mesin diesel.

Nyala api difusi memiliki karakteristik, dimana laju pembakaran di pengaruhi oleh oksidator dan bahan bakar yang bereaksi dengan ukuran yang tepat. beda dengan nyala api *premix* yang laju pembakaran dipengaruhi oleh laju pelepasan energi dan laju reaksi oksidasi sebelumnya telah bercampur antara oksidator dengan bahan bakar.

Laju konsumsi oksidator pada proses nyala api *premix* seribu kali lebih banyak dibandingkan dengan laju konsumsi oksidator yang terjadi pada nyala api difusi, oleh karena itu pembakaran yang terjadi pada nyala api *premix* dapat dikatakan proses lebih sempurna dibandingkan dengan pembakaran pada nyala api difusi, ketika gas dialirkan keatas partikelnya akan mengalir ke bagian sisi luar sedangkan oksidator partikelnya mengalir ke bagian sisi dalam.

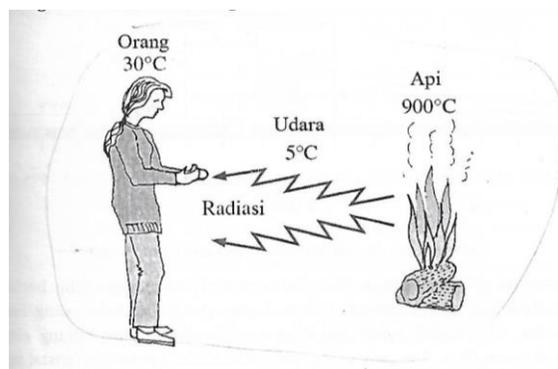
Invers diffusion flame (IDF) merupakan salah satu jenis dari nyala api difusi dengan pipa jet udara yang dikelilingi oleh pipa jet bahan bakar luar baik di dalam suatu kondisi terbatas atau tanpa batas dan tidak menunjukkan flashback, pemuatan jelaganya lebih sedikit dibandingkan dengan nyala api difusi normal (NDF), NOx nya rendah dan memiliki sifat yang mudah terbakar. IDF terpilih di karena muatan jelaga yang lebih rendah dan penyedotan sampel-sampelnya minimum dibandingkan dengan nyala api NDF. Struktur nyala api difusi inverse laminer (IDF) dipelajari agar mendapatkan wawasan tentang pembentukan jelaga dan pertumbuhan di bawah

pembakaran berventilasi. Nyala api difusi (IDF) hamper mirip dengan api difusi normal (NDF), hanya saja posisi dari bahan bakar dan oksidator yang terbalik.

2.6 Proses Perpindahan Panas (Radiasi)

2.6.1 Definisi Radiasi

Proses perpindahan panas (radiasi) adalah suatu proses mengalirnya panas yang terjadi di dalam sebuah ruangan atau ruangan hampa dan berasal dari suatu benda yang mempunyai temperatur tinggi ke suatu benda yang mempunyai temperatur lebih rendah. *Batch* merupakan suatu kumpulan energi yang terbatas, terdapat dalam suatu pancaran energi panas sebuah benda. Umumnya dipergunakan untuk segala jenis gelombang elektromagnetik, akan tetapi dalam ilmu perpindahan panas hanya perlu memperhatikan beberapa hal yang diakibatkan oleh suhu dan yang dapat mengangkut suatu energi melalui medium yang tembus cahaya ataupun melalui ruang (**Frank Kreith, 1973**).



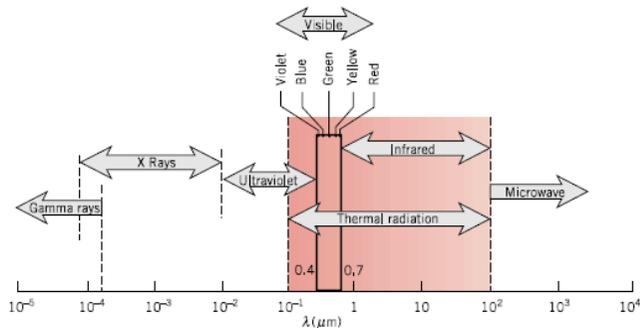
Gambar 2 1 Radiasi antara dua benda berbeda dapat terjadi meski dipisahkan oleh medium yang lebih dingin dari keduanya

Yang membedakan perpindahan panas radiasi dari perpindahan panas lainnya (konduksi dan konveksi) adalah radiasi tidak membutuhkan suatu media material yang lain untuk melakukan suatu proses perpindahan panas.

2.6.2 Radiasi Thermal

Radiasi termal dapat didefinisikan sebagai bagian dari spectrum elektromagnetik dengan panjang gelombang berkisar dari 0.1 hingga 100 μm , karena radiasi itu dipancarkan oleh suatu benda yang mengakibat suhu selurunya hamper

berada pada kisaran gelombang ini. Jadi radiasi termal dapat meliputi radiasi seluruh cahaya tampak dan infamera (IR) serta sebagian radiasi ultraviolet (UV).



Gambar 2.2 Spektrum gelombang elektromagnetik

Radiasi thermal dapat dirumuskan sebagai berikut :

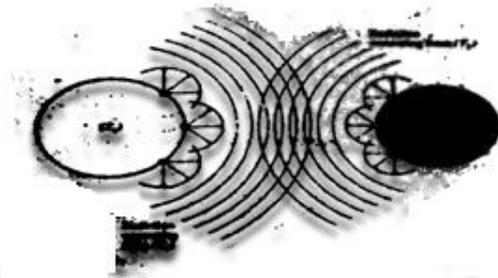
$$q = \sigma \cdot A (T_1^4 - T_2^4) \quad (2.4)$$

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 ($^\circ\text{K}$)

Perpindahan panas radiasi dapat dijelaskan menggunakan suatu gambar dua benda berbentuk bebas yang memiliki suhu yang berbeda (T_1, T_2) dimana pada keduanya mengalirkan emisi *radial thermal* ke segala arah dan sebenarnya itu hanya sebuah fraksi dari aliran emisi (T_1) yang diserap dan diterima oleh (T_2) fraksi ini tidak tergantung pada bentuk dan ukuran dari dua bodi tersebut, melainkan juga bergantung terhadap posisi relative, yaitu kondisi permukaan bodi (seperti kebersihannya, kekerasannya) dan (juga tergantung dari sekelilingnya). Dengan ini masalah perpindahan panas mempengaruhi pada perhitungan:

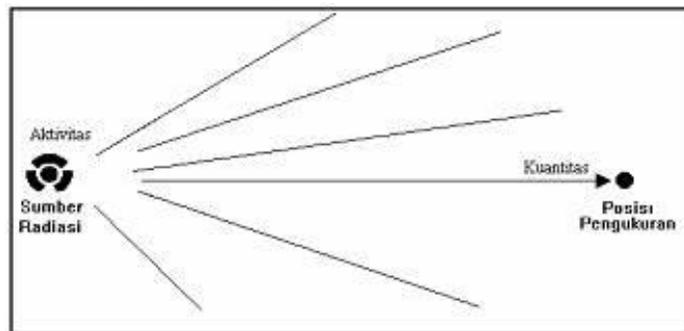
- Laju perpindahan radiasi panas meninggalkan suatu permukaan bodi (yaitu radiasi diemisikan oleh permukaan, ditambah dengan bagian radiasi yang direfleksikan).
- Laju perpindahan radiasi panas mengenai permukaan (yaitu bagian radiasi yang diserap oleh bagian permukaan).



Gambar 2 3 Interaksi radiasi thermal antara dua benda berbeda temperatur

2.6.3 Kuantitas Radiasi

Pada titik pengukuran kuantitas radiasi berupa persatuan waktu persatuan luas. Dan berbanding lurus dengan waktu terjadinya sumber radiasi akan tetapi berbanding terbalik dengan kuadrat jarak (r) antara sumber dan sistem pengukur.

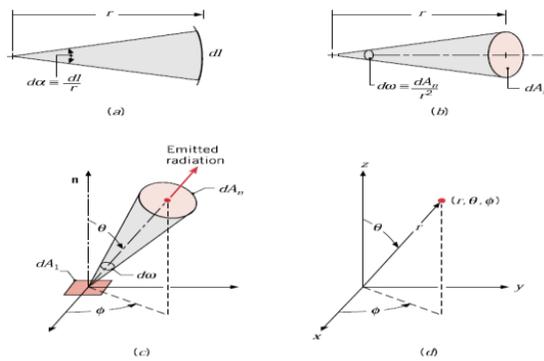


Gambar 2 4 Kuantitas radiasi

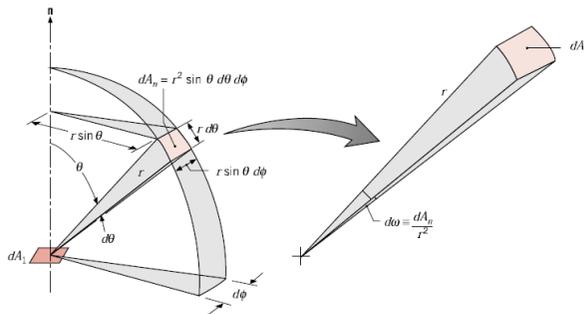
Gambar diatas menjelaskan bahwasanya kuantitas radiasi atau jumlahpun radiasi yang sampai berada pada titik posisi pengukuran tersebut hanya merupakan sebagian dari seluruh prosres radiasi yang dipancarkan oleh sumber radiasi.

2.6.4 Intensitas Radiasi

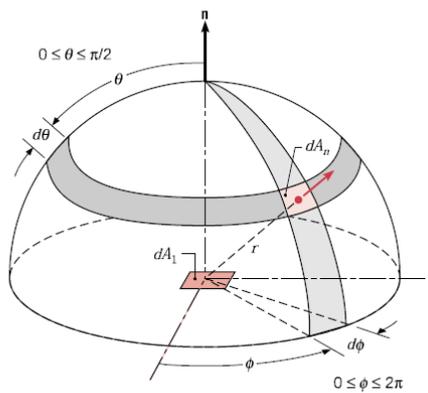
Radiasi di emisikan oleh suatu permukaan ke segala distribusi arah, distribusi arah ini menjadi suatu hal menarik untuk diketahui. Demikian juga pada radiasi yang menimpa suatu permukaan, mungkin dari arah yang berlawanan dan cara merespon radiasi ini tergantung pada arahnya. Efek dari arah ini yang mendasari dari konsep intensitas radiasi.



Gambar 2 5 Arah radiasi netral



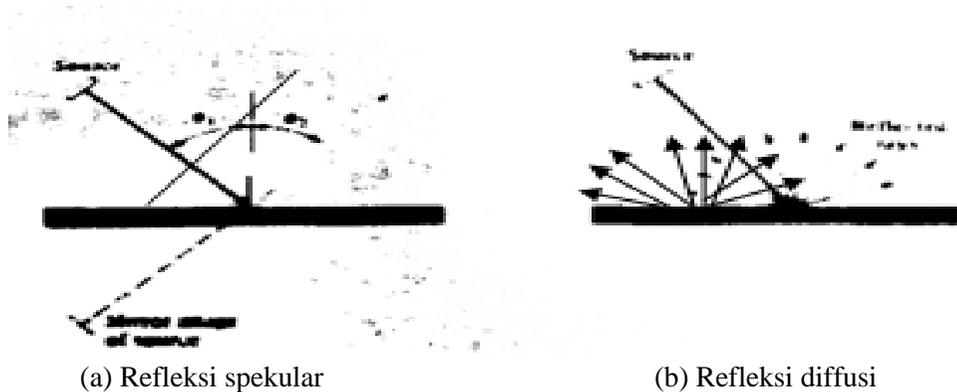
Gambar 2 6 Sudut solid yang ditimbulkan oleh dA1 ,pada sebuah titik dA2 dalam sebuah koordinat bola



Gambar 2 7 Emisi dari elemen luasan kecil dA2 ke bidang hypothetical hemisphere yang berpusat di dA1

2.6.5 Sifat - Sifat Radiasi

Energi radiasi menimpa suatu permukaan bahan, maka sebagian dari proses radiasi itu akan dipantulkan (*refleksi*), sebagian akan diserap (*absorpsi*), dan sebagian lagi akan diteruskan (*transmisi*). Fraksi dipantulkan adalah *reflektivitas* ρ , fraksi diserap *absorptivitas* α , fraksi yang diteruskan *transmisivitas* r . Terdapat dua fenomena refleksi yang dapat diamati bila suatu proses radiasi menimpa suatu permukaan. Jika sudut jatuh sama dengan sudut refleksi, maka akan dikatakan refleksi spekular (*specular*). Dilain sisi apabila suatu berkas yang terjatuh itu tersebar secara merata ke segala betuk arah sesudah refleksi, maka refleksi itu dapat disebut difusi atau baur (*diffuse*), kedua jenis refleksi dapat digambarkan dalam gambar berikut :



Gambar 2 8 Refleksi Spekular & refleksi difusi

Apabila semua permukaan yang akan kita persoalkan dalam suatu pengganalisan bersifat difusi dan mempunyai suhu merata (*uniform*), dan bahwa sifat refleksi dan emisinya konstan diseluruh permukaan, maka akan terdapat istilah baru dalam perhitungan perpindahan panas radiasi benda yaitu:

- G = irradiansi (*irradiation*)
= total radiasi yang menimpa permukaan per satuan waktu per satuan luas
- J = radiositas (*radiosity*)
= total radiasi yang meninggalkan suatu permukaan per satuan waktu per satuan luas

Radiositas dapat didefinisikan juga sebagai energi yang dipantulkan (refleksi) dan energi yang dipancarkan (emisi) dan apabila tidak ada energi yang diteruskan (transmisi).

$$J = (\epsilon \times E_1) + (\rho \times G) \quad (2.7)$$

$$J = (\epsilon \times E_1) + \{(1 - \epsilon) \times G\} \quad (2.8)$$

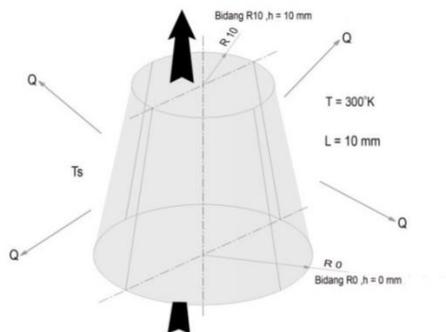
Energi netto yang meninggalkan permukaan itu selisih antara radiositas dan irradiasi

$$\frac{q}{A} = J - G = (\epsilon \times E_1) + \{(1 - \epsilon) \times G\} - G \quad (2.9)$$

$$q = \frac{E_1 - J}{(1 - \epsilon) / \epsilon \times A} \quad (2.10)$$

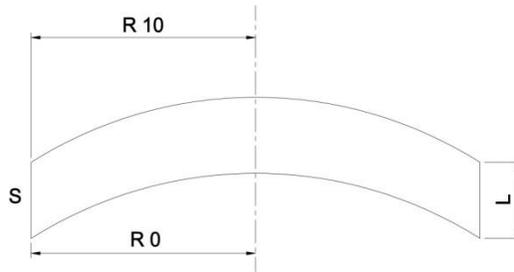
2.7 Luasan Selimut Api

Emisi dari bahan bakar gas yang terjadi di dalam suatu proses pembakaran (*combustion*) mengakibatkan suatu perpindahan panas secara radiasi. Pada tahap pengganalisa data nanti untuk mempermudah perhitungan, dapat di asumsikan bahwa proses radiasi di pada setiap titik ketinggian nyala api yang berbentuk luasan bidang selimut yang berbentuk kerucut terpancung.



Gambar 2 9 Bidang luas penampang selimut api pada titik ketinggian 0-10 mm dengan L = 10 mm

Luas kerucut terpancung pada selimut nyala api seperti yang ada pada gambar di atas tersebut apabila direntangkan akan menjadi sebuah bidang. Maka akan menjadi seperti gambar yang berada dibawah ini :



Gambar 2 10 Luas penampang selimut kerucut terpancung

Selimut Kerucut :

$$S = \sqrt{\left(\frac{r_0+r_1}{2}\right)^2 + L^2}$$

Jadi, akan mendapatkan luasan selimut kerucut terpancung pada ketinggian 0 sampai 10 mm, sebagai berikut :

$$A_s = 2\pi r s$$

$$A_s = 2\pi \left(\frac{r_0+r_1}{2}\right) s$$

Untuk selanjutnya dapat mencari perpindahan panas atau radiasi dari selimut api tersebut pada *burner co axial* contoh di ketinggian 0 –10 mm, seperti berikut ini :

$$Q_{0-10} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A_s \cdot (T_s^4 - T_\infty^4)$$

Dimana :

ε = Emisivitas gas panas (black body)

σ = Konstanta bolztman ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$)

A_s = Luas selimut terpancung

T_s = Temperatur permukaan selimut kerucut terpancung

T_∞ = Temperatur sekeliling

2.8 Fenomena Dalam Proses Pembakaran

2.8.1 Fenomena Blow Off

Blow off adalah merupakan salah satu fenomena yang terkadang akan muncul dalam suatu proses pembakaran (*combustion*) dan akan terjadi pada saat batas kecepatan aliran lebih besar dari pada kecepatan pembakaran atau laju nyala api yang dapat mengakibatkan nyala api menjadi padam. Fenomena *blow off* sebisa mungkin harus dapat kita hindari, dikarenakan selain dapat memicu ledakan yang berbahaya, hal ini juga dapat mengakibatkan boros akan bahan bakar yang nantinya dapat berdampak merugikan untuk proses produksi, selain itu juga apabila fenomena *blow off* ini terjadi secara seknifikan juga bisa menyebabkan *nozle burner* menjadi rusak. Bisa saja kita mengantisipasi dengan cara mengetahui batas laju aliran bahan bakar yang aman serta bisa digunakan sebelum terjadinya *blow off* dan posisinya tidak terletak tepat diujung *burner*. Bertujuan untuk mengurangi panas pada api yang diterima oleh nosel sehingga penggunaanya lebih agak tahan lama.

2.8.2 Fenomena Flash Back

Fenomena *flash back* adalah merupakan kebalikan dari fenomena *blow off* dimana pada kecepatan suatu proses pembakaran yang terjadi agak lebih cepat daripada laju kecepatan dan pencampuran aliran bahan bakar dan udara, hal ini dapat menyebabkan nyala api (*flame*) melaju kembali dan merambat kedalam pipa atau tabung *burner*. Istilah lain dari fenomena *flash back* juga biasa disebut dengan *back fire*, atau *light back*.

Flash back bisa juga dikatakan mengganggu dikarenakan bahaya jika dilihat dari segi keamanan, karena ini berhubungan dengan kecepatan suatu aliran lokal sebanding dan kecepatan nyala api lokal. Secara umum fenomena *flash back* merupakan fenomena bersifat sementara, fenomena ini terjadi apabila aliran bahan bakar dikurangi atau ditiadakan. Ketika kecepatan nyala api lokal melebihi kecepatan aliran bahan bakar lokal maka akan terjadi perambatan nyala api yang akan menjauhi tabung atau pipa *burner*, dan pada saat aliran bahan bakar dihentikan maka nyala api ini akan kembali berbalik (*flash back*) melalui pipa atau tabung dan lebih besar dari jarak *quenching*.

2.8.3 Fenomena *Lifted Flame*

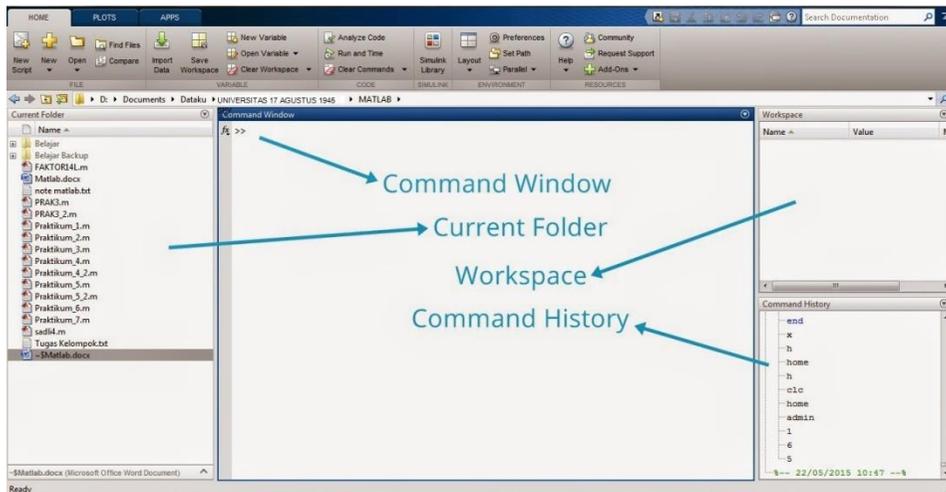
Fenomena *Lifted flame* sama dengan fenomena *flash back* dikarenakan masih berhubungan dengan kecepatan aliran lokal yang sebanding dan kecepatan nyala api laminar lokal yang sebanding. *Lifted flame* adalah kondisi dimana nyala api tidak menyentuh ujung pipa atau bibir *burner*.

Lifted flame atau sering di sebut fenomena nyala api yang terangkat ini sangat dipengaruhi oleh nyala api lokal dan aliran bahan bakar juga udara yang berada pada ujung pipa atau bibir *burner*. Jika dalam aliran bahan bakar serta udara yang keluar memiliki kecepatan cukup rendah maka pangkal nyala api akan berada sangat dekat bahkan bisa juga menempel pada ujung pipa atau bibir *burner*.

2.9 MATLAB

Matlab adalah akronim dari *Matrix Laboratory*, Matlab adalah suatu aplikasi atau *software* komputer yang dikembangkan oleh perusahaan MathWorks yang berbasis numerik program dengan menggunakan bahasa komputasi tingkat tinggi. Ada beberapa yang perlu diketahui bahwasanya didalam Matlab semua perhitungan matematis yang menggunakan matriks atau dapat dikatakan bahwa seluruh pengoperasian matematika didalamnya adalah operasi matriks. Matlab pada saat ini matlab juga mempunyai banyak sekali fungsi yang dapat dipergunakan untuk memecahkan suatu permasalahan atau *problem solver* dari masalah kecil, simple, hingga permasalahan yang kompleks dari berbagai bidang keilmuan khususnya yang membutuhkan perhitungan yang menggunakan aplikasi perhitungan secara matematis. Matlab dapat juga dipakai sebagai *problem solver* pada bidang :

- Pengembangan ilmu matematika, komputasi, dan pembentukan algoritma.
- Akuisi data, pemodelan, pembuatan *prototype*, dan simulasi.
- Analisa data, visualisasi data, dan eksplorasi data.
- *Engineering* dan *scientific*.
- Pengembangan bidang rekayasa, dan keilmuan berbasis grafik atau pembuatan *Graphical User Interface* (GUI).



Gambar 2 11 Tampilan awal Matlab

Penjelasan dari gambar 11 adalah sebagai berikut :

- *Command window*

Command window ini adalah jendela utama dari aplikasi matlab di karena pada jendela ini kita akan menuliskan fungsi, dan mendeklarasikan variabel yang kita butuhkan.

- *Current folder*

Pada jendela ini akan menampilkan folder – folder yang berisikan file cara kerja aplikasi matlab yang akan kita jalankan. Secara otomatis alamat folder akan berada dalam folder kerja tempat program file matlab berada, namun kita juga dapat mengganti folder ini sesuai dengan apa yang dibutuhkan.

- *Workspace*

Workspace atau tempat memasukkan data variabel yang baru, serta akan menampilkan variabel data yang akan dipakai pada saat menggunakan aplikasi matlab.

- *Command history*

Merupakan bagian jendela yang merekam suatu perintah – perintah yang akan dipakai sebelumnya dan ditampilkan didalamnya sehingga apabila perintah yang sudah terekam tersebut diperlukan kembali maka dengan mudahnya bisa dipakai ulang melalui jendela *command history*.edang terjadi dewasa ini