

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Solar**

Menurut Syarifuddin (2012), solar sebagai bahan bakar yang berasal dari minyak bumi yang diproses di tempat pengilangan minyak dan dipisah-pisahkan hasilnya berdasarkan titik didihnya sehingga menghasilkan berbagai macam bahan bakar. Salah satu hasil pengolahan dari minyak bumi adalah minyak solar atau *high speed diesel* (HSD) merupakan bahan bakar minyak hasil penyulingan dari minyak bumi, bahan bakar solar berwarna kuning coklat yang jernih.

##### **2.1.1. Karakteristik Solar**

Menurut Reval (2015), sebagai bahan bakar tentunya solar memiliki karakteristik tertentu sama halnya dengan jenis bahan bakar lainnya. Berikut karakteristik yang dimiliki fraksi solar :

- Tidak berwarna atau terkadang berwarna kekuning-kuningan dan berbau
- Tidak akan menguap pada temperatur normal
- Memiliki kandungan sulfur yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan bensin dan kerosen
- Memiliki *flash point* (titik nyala) sekitar 40°C - 100°C
- Terbakar spontan pada temperatur 300°C

Pada umumnya solar digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermesin diesel ataupun peralatan-peralatan industri lainnya. Agar menghasilkan pembakaran yang baik, solar memiliki syarat-syarat agar memenuhi standar yang telah ditentukan. Berikut persyaratan yang menentukan kualitas solar:

- Mudah terbakar.

- Tidak mudah mengalami pembekuan pada suhu yang dingin.
- Memiliki sifat anti knocking dan membuat mesin bekerja dengan lembut.
- Solar harus memiliki kekentalan yang memadai agar dapat disemprotkan oleh ejector di dalam mesin.
- Tetap stabil atau tidak mengalami perubahan struktur, bentuk dan warna dalam proses penyimpanan.

Memiliki kandungan sulfur sekecil mungkin, agar tidak berdampak buruk bagi mesin kendaraan serta tidak menimbulkan polusi

Tabel 1. Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Jenis Solar di Dalam Negeri

| No  | Karakteristik                 | Satuan             | Batasan                               |           | Metode Uji                                      |
|-----|-------------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------|---|
|     |                               |                    | Min                                   | Maks      | ASTM  |
| 1.  | Bilangan Cetana               |                    | 48                                    | -         | D 613   |
| 2.  | Berat Jenis                   | Kg/m <sup>3</sup>  | 815                                   | 860       | D 1298 atau D4052                               |
| 3.  | Viskositas                    | Mm <sup>2</sup> /s | 2,0                                   | 4,5       | D 445   |
| 4.  | Nilai Kalor                   | J/L                | -                                     | 4.300.000 | D 4569  |
| 5.  | Kandungan Sulfur              | % m/m              | 0,35<br>0,30<br>0,25<br>0,05<br>0,005 |           | D 2622 atau D5453<br>atau D 4294 atau<br>D 7039 |
| 6.  | Distilasi : 90% vol penguapan | °C                 | -                                     | 370       | D 86  |
| 7.  | Titik Nyala                   | °C                 | 52                                    | -         | D 93  |
| 8.  | Titik Tuang                   | °C                 | -                                     | 18        | D 97  |
| 9.  | Residu Karbon                 | %m/m               | -                                     | 0,1       | D 4530 atau D 189                               |
| 10. | Kandungan air                 | Mm/kg              | -                                     | 500       | D 6304  |
| 11. | Biological Growth             | Kg/m <sup>3</sup>  | -                                     | -         | -   |
| 12. | Kandungan FAME                | %v/v               | -                                     | -         | -   |
| 13. | Kandungan metanol             | %v/v               | Tidak terdeteksi                      |           | D 4815  |
| 14. | Korosi Bilah Tembaga          | Merit              | -                                     | Kelas 1   | D 130   |
| 15. | Kandungan abu                 | %m/m               | -                                     | 0,01      | D 482   |
| 16. | Kandungan sedimen             | %m/m               | -                                     | 0,01      | D 473   |
| 17. | Bilangan asam kuat            | mgKOH/g            | -                                     | 0         | D 664   |
| 18. | Bilangan asam total           | mgKOH/g            | -                                     | 0,6       | D 664   |
| 19. | Penampilan visual             | Jernih dan terang  |                                       |           |   |
| 20. | Warna                         | No.ASTM            | -                                     | 3,0       | D 1500  |
| 21. | Lubricity                     | Micron             | -                                     | 460       | D 6079  |

## 2.2. Kalorimeter

### 2.2.1. Pengertian Kalorimeter

Menurut Syarifuddin (2012), kalorimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor yang terlibat dalam suatu perubahan atau reaksi kimia. Pada kalorimeter terjadi perubahan energi dari energi listrik menjadi energi kalor sesuai dengan hukum kekekalan energi yang menyatakan energi tidak dapat diciptakan dan energi tidak dapat dimusnahkan.

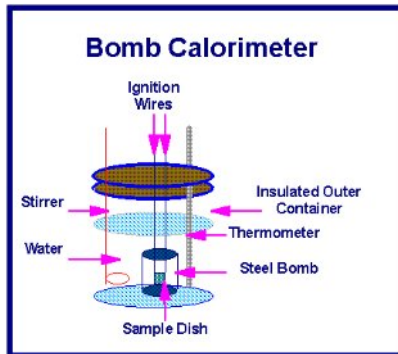
### 2.2.2. Prinsip Kerja

Prinsip kerja dari kalorimeter adalah mengalirkan arus listrik pada kumparan kawat penghantar yang dimasukkan ke dalam air suling. Pada waktu bergerak dalam kawat penghantar (akibat perbedaan potensial) pembawa muatan bertumbukan dengan atom logam dan kehilangan energi. Akibatnya pembawa muatan bertumbukan dengan kecepatan konstan yang sebanding dengan kuat medan listriknya. Tumbukan oleh pembawa muatan akan menyebabkan logam yang dialiri arus listrik memperoleh energi yaitu energi kalor atau panas.

Diketahui bahwa "*semakin besar nilai tegangan listrik dan arus listrik pada suatu bahan maka tara panas listrik yang dimiliki oleh bahan itu semakin kecil*". Kita dapat melihat seolah pengukuran dengan menggunakan arus kecil menghasilkan nilai yang kecil. Hal ini merupakan suatu anggapan yang salah karena dalam pengukuran pertama perubahan suhu yang digunakan sangatlah kecil berbeda dengan data yang menggunakan arus besar. Tapi jika perubahan suhu itu sama besarnya maka yang berarus kecil yang mempunyai tara panas listrik yang besar.

### 2.2.3. Jenis Kalorimeter

#### A. Kalorimeter bom



Gambar 1. Kalorimeter bom

Menurut Ugie Alamsyah (2014), kalorimeter bom adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalori) yang dibebaskan pada pembakaran sempurna (dalam  $O_2$  berlebih) suatu senyawa, bahan makanan, bahan bakar. Sejumlah sampel ditempatkan pada tabung beroksigen yang tercelup dalam medium penyerap kalor (kalorimeter), dan sampel akan terbakar oleh api listrik dari kawat logam terpasang dalam tabung.

Reaksi pembakaran yang terjadi di dalam bom, akan menghasilkan kalor dan diserap oleh air dan bom. Oleh karena tidak ada kalor yang terbang ke lingkungan, maka :

$$q_{\text{reaksi}} = - (q_{\text{air}} + q_{\text{bom}})$$

Jumlah kalor yang diserap oleh air dapat dihitung dengan rumus :

$$q_{\text{air}} = m \times c \times \Delta T$$

dengan :

$m$  = massa air dalam kalorimeter (g)

$c$  = kalor jenis air dalam kalorimeter ( $J/Kg^{\circ}C$ ) atau ( $J/Kg^{\circ}K$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}C$  atau  $K$ )

Jumlah kalor yang diserap oleh bom dapat dihitung dengan rumus:

$$q_{\text{bom}} = c_{\text{bom}} \times \Delta T$$

dengan :

$C_{\text{bom}}$  = kapasitas kalor bom ( $J/^{\circ}C$ ) atau ( $J/^{\circ}K$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}C$  atau  $K$ )

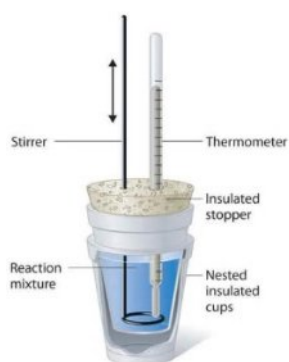
Reaksi yang berlangsung pada kalorimeter bom berlangsung pada volume tetap ( $DV = \text{ nol}$ ). Oleh karena itu, perubahan kalor yang terjadi di dalam sistem = perubahan energi dalamnya.

$$DE = q + w, \text{ dimana } w = - P \cdot DV$$

jika  $DV = \text{ nol}$  maka  $w = \text{ nol}$ , sehingga :

$$DE = q \cdot v$$

## B. Kalorimeter sederhana



Gambar 2. Kalorimeter sederhana

Menurut Ugie Alamsyah (2014), pengukuran kalor reaksi selain kalor reaksi pembakaran dapat dilakukan dengan menggunakan kalorimeter pada tekanan tetap yaitu dengan kalorimeter sederhana yang dibuat dari gelas stirofoam. Kalorimeter ini biasanya dipakai untuk mengukur kalor reaksi yang reaksinya berlangsung dalam fase larutan (misalnya reaksi netralisasi asam-basa/netralisasi, pelarutan dan pengendapan). Pada kalorimeter ini, kalor reaksi = jumlah kalor yang diserap/dilepaskan larutan sedangkan kalor yang diserap oleh gelas dan lingkungan diabaikan.

|   |
|---|
| $q_{\text{reaksi}} = - (q_{\text{larutan}} + q_{\text{kalorimeter}})$ $q_{\text{kalorimeter}} = C_{\text{kalorimeter}} \times \Delta T$ |
|---|

dengan :

C kalorimeter = kapasitas kalor kalorimeter ( $J/^{\circ}C$ ) atau ( $J/^{\circ}K$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}C$  atau  $^{\circ}K$ )

Jika harga kapasitas kalor kalorimeter sangat kecil maka dapat diabaikan sehingga perubahan kalor dapat dianggap hanya berakibat pada kenaikan suhu larutan dalam kalorimeter.

|  |
|--|
| $q_{\text{reaksi}} = - q_{\text{larutan}}$ $q_{\text{larutan}} = m \times c \times \Delta T$ |
|--|

dengan :

m = massa larutan dalam kalorimeter (g)

c = kalor jenis larutan dalam kalorimeter ( $J/Kg^{\circ}C$ ) atau ( $J/Kg^{\circ}K$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}C$  atau  $^{\circ}K$ )

Pada kalorimeter ini, reaksi berlangsung pada tekanan tetap ( $DP= nol$ ) sehingga perubahan kalor yang terjadi dalam sistem = perubahan entalpinya.

|            |
|------------|
| $DH = q_p$ |
|------------|

### 2.3. Nilai Kalor

Menurut Farel (2006), nilai kalor merupakan jumlah energi kalor yang dilepaskan bahan bakar pada waktu terjadinya oksidasi unsur-unsur kimia yang ada pada bahan bakar tersebut. Nilai kalor bahan bakar terdiri dari :

#### 1) Nilai Kalor Atas

Nilai kalor atas adalah nilai kalor yang diperoleh dari pembakaran 1 kg bahan bakar dengan memperhitungkan panas kondensasi uap (air yang dihasilkan dari pembakaran berada dalam wujud cair)

## 2) Nilai Kalor Bawah

Nilai kalor bawah adalah nilai kalor yang diperoleh dari pembakaran 1 kg bahan bakar tanpa memperhitungkan panas kondensasi uap (air yang dihasilkan dari pembakaran berada dalam wujud gas atau uap)

### **2.4. Perpindahan Panas**

J.P Holman (1986) mengatakan bahwa perpindahan panas merupakan perpindahan energi dari material satu ke material lainnya berdasarkan perbedaan temperatur. Ilmu tentang perpindahan panas bukan hanya bagaimana energi panas dapat ditransfer, tetapi juga untuk mengetahui dimana pertukaran panas akan berlangsung di dalam kondisi tertentu.

#### **2.5.1. Mekanisme Perpindahan Panas**

Menurut Willian (2000), perpindahan panas terjadi akibat adanya perbedaan temperatur. Perbedaan temperatur dianggap sebagai pendorong yang menyebabkan panas mengalir. Perpindahan panas terjadi dengan tiga mekanisme yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

- Konduksi

Perpindahan panas melalui zat penghantar tanpa disertai perpindahan bagian-bagian zat itu. Perpindahan kalor dengan cara konduksi pada umumnya terjadi pada zat padat.

- Konveksi

Perpindahan panas melalui zat penghantar yang disertai dengan perpindahan bagian-bagian zat itu. Pada umumnya zat penghantar yang dipakai berupa zat cair dan gas.



- Radiasi

Perpindahan panas tanpa memerlukan zat perantara. Pancaran kalor hanya terjadi dalam gas atau ruang hampa, misalnya penghantaran panas matahari ke bumi melalui ruang hampa udara.

## 2.5. Azas Black

Azas Black adalah suatu prinsip dalam termodinamika yang dikemukakan oleh Joseph Black. Asas ini menjabarkan :

- Jika dua buah benda yang berbeda yang suhunya dicampurkan, benda yang panas memberi kalor pada benda yang dingin sehingga suhu akhirnya sama.
- Jumlah kalor yang diserap benda dingin sama dengan jumlah kalor yang dilepas benda panas.
- Benda yang didinginkan melepas kalor yang sama besar dengan kalor yang diserap bila dipanaskan.

Bunyi Azas Black adalah sebagai berikut:

"Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah."

Secara umum rumus Azas Black adalah :

$$Q \text{ lepas} = Q \text{ terima}$$

Keterangan:

$Q_{\text{lepas}}$  = jumlah kalor yang dilepas oleh zat.

$Q_{\text{terima}}$  = jumlah kalor yang diterima oleh zat.

Rumus berikut adalah penjabaran dari rumus diatas :

$$(M_1 \times C_1)(T_1 - T_a) = (M_2 \times C_2)(T_a - T_2)$$

Keterangan :

$M_1$  = Massa benda yang mempunyai tingkat temperatur lebih tinggi.

$C_1$  = Kalor jenis benda yang mempunyai tingkat temperatur lebih tinggi.

$T_1$  = Temperatur benda yang mempunyai tingkat temperatur lebih tinggi.

$T_a$  = Temperatur akhir pencampuran kedua benda.

$M_2$  = Massa benda yang mempunyai tingkat temperatur lebih rendah.

$C_2$  = Kalor jenis benda yang mempunyai tingkat temperatur lebih rendah.

$T_2$  = Temperatur benda yang mempunyai tingkat temperatur lebih rendah.

Pada pencampuran antara dua zat, sesungguhnya terdapat kalor yang hilang ke lingkungan sekitar. Misalnya, wadah pencampuran akan menyerap kalor sebesar hasil kali antara massa, kalor jenis dan kenaikan suhu wadah.

## 2.6. Hukum Kekekalan Energi

Hukum kekekalan energi menyatakan energi tidak dapat dimusnahkan dan dapat diciptakan melainkan hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain. Di alam ini banyak terdapat energi seperti energi listrik, energi kalor, energi bunyi, namun energi kalor hanya dapat dirasakan seperti panas matahari. Dalam kehidupan sehari-hari kita sering melihat alat-alat pemanas yang menggunakan energi listrik seperti teko pemanas, penanak nasi, kompor listrik ataupun pemanas ruangan. Pada dasarnya alat-alat tersebut memiliki cara kerja yang sama yaitu merubah energi listrik yang mengalir pada kumparan kawat menjadi energi kalor/panas. Sama halnya dengan kalorimeter yaitu alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalori) yang dibebaskan.

Energi memiliki hukum kekekalan, di mana energi itu tidak diciptakan dan tidak dapat hilang terpakai atau musnah tetapi hanya berubah. Banyaknya energi yang berubah menjadi bentuk energi lain sama dengan banyaknya energi yang berkurang sehingga total energi dalam sistem tersebut adalah tetap. Dengan demikian, dapat kita simpulkan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, energi hanya dapat berubah bentuk menjadi bentuk energi lain. Pernyataan ini dikenal sebagai Hukum Kekekalan Energi.

## **2.7. Pengadukan**

Pengadukan merupakan perlakuan dengan gerakan terinduksi pada suatu bahan di dalam bejana, gerakan tersebut biasanya mempunyai pola sirkulasi. Model operasi untuk mendapatkan pola sirkulasi ada berbagai cara, antara lain : perputaran daun pengaduk, sirkulasi dengan pompa dan menggelembungkan udara dalam cairan. Sedangkan pencampuran adalah peristiwa menyebarnya bahan-bahan secara acak, bahan yang satu menyebar ke dalam bahan yang lain dan sebaliknya, yang mana bahan-bahan tersebut sebelumnya terpisah dalam dua fase atau lebih yang akhirnya membentuk hasil yang lebih seragam.

Pengadukan zat cair dilakukan untuk berbagai tujuan antara lain :

- Membuat suspensi dengan partikel zat padat
- Untuk meramu zat cair yang mampu campur
- Mendispersikan gas dalam zat cair dalam bentuk gelembung-gelembung kecil
- Mendispersikan zat cair yang tidak dapat bercampur dalam satu fase sehingga membentuk emulsi dalam butiran halus
- Mempercepat perpindahan kalor antara zat cair dengan media pendingin atau pemanas

### **2.7.1. Sistem Pengadukan**

Zat cair biasanya diaduk di dalam suatu tangki atau bejana yang biasanya berbentuk silinder dengan dipasang daun pengaduk dengan sumbu biasanya dipasang secara vertikal. Bagian atas bejana bisa secara terbuka atau tertutup tergantung bahan yang diaduk. Ukuran dan proporsi geometris tangki bermacam-macam tergantung pada masalah pengadukan itu sendiri.

Bagian bawah/dasar tanki biasanya agak membulat sehingga dapat menghindari terjadinya sudut-sudut tajam atau daerah yang sulit ditembus arus zat cair. Kedalaman zat cair biasanya hampir sama dengan diameter tangki dengan permukaan zat cair sedikit dibawah dari atas tangki. Pemasangan daun pengaduk biasanya dengan sumbu vertikal tergantung dengan ditumpu dari atas. Panas digerakkan oleh motor yang biasanya dilengkapi dengan gigi reduksi untuk menurunkan kecepatan motor penggerak. Untuk keperluan mereaksikan bahan alam atau penukaran kalor, tangki biasanya dilengkapi lubang masukan dan pengeluaran bahan tempat media penukar kalor dan piranti pengukuran. Daun pengaduk yang berputar akan membangkitkan pola aliran dalam sistem yang menyebabkan zat bersirkulasi di dalam bejana.

Tipe aliran dalam sistem pengadukan merupakan tipe turbulen sehingga makin tinggi putaran pengaduk makin besar terjadinya arus olahan atau makin tinggi tingkat turbulensinya.