

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pertamax

Bensin adalah cairan campuran yang berasal dari minyak bumi dan sebagian besar tersusun dari hidrokarbon serta digunakan sebagai bahan bakar dalam mesin pembakaran dalam. Kadangkala istilah mogas (kependekan dari motor gasoline, digunakan mobil) digunakan untuk membedakannya dengan avgas, gasoline yang digunakan oleh pesawat terbang ringan. Karena merupakan campuran berbagai bahan, daya bakar bensin berbeda-beda menurut komposisinya. Ukuran daya bakar ini dapat dilihat dari bilangan oktan setiap campuran. Angka oktan bensin dapat dinyatakan dalam tiga jenis, yaitu Angka Oktan Riset (*Reserch Octane Number-RON*), Angka Oktan Motor (*Motor Octane Number*) dan Distribusi Angka Oktan (*Octane Number Distribution*). Bensin yang baik mempunyai nilai RON dan MON yang tinggi, sensitivitas yang rendah dan distribusi angka oktan yang homogen.

Umumnya kendaraan di Indonesia saat ini menggunakan beberapa pilihan jenis bahan bakar Pertamina untuk motor bensin antara lain Premium dan Pertamax. Masing-masing jenis bahan bakar tersebut memiliki angka oktan yang berbeda. Angka oktan menunjukkan berapa besar tekanan maksimum yang dapat diberikan di dalam mesin sebelum bensin terbakar secara spontan. Pada tekanan tertentu bahan bakar akan menyala seiring adanya tekanan pada piston yang menaikkan temperatur di dalam silinder. Penyalaan yang diakibatkan tekanan ini tidak dikehendaki karena dapat menyebabkan detonasi. Penyalaan yang baik disebabkan dari pengapian busi. Oleh sebab itu dengan penggunaan bahan bakar yang sesuai dengan perbandingan kompresi yang tepat untuk mesin yang digunakan, diharapkan

akan mengoptimalkan kinerja mesin, mengurangi kerusakan dan yang lebih penting lagi akan dapat mengefisienkan penggunaan bahan bakar.

Pertamax merupakan jenis bahan bakar dengan angka oktan 92. Bensin pertamax dianjurkan digunakan untuk kendaraan bahan bakar bensin yang mempunyai perbandingan kompresi tinggi (9,1 : 1 sampai 10,0 : 1). Pada bahan bakar pertamax ditambahkan aditif sehingga mampu membersihkan mesin dari timbunan deposit pada *fuel injector* dan ruang pembakaran. Bahan bakar pertamax sudah tidak menggunakan campuran timbal sehingga dapat mengurangi racun gas buang kendaraan bermotor seperti nitrogen oksida dan karbon monoksida. Bensin pertamax berwarna kebiruan dan memiliki kandungan maksimum sulfur (S) 0,1%, timbal (Pb) 0,013% (jenis tanpa timbal) dan Pb 0,3% (jenis dengan timbal), oksigen (O) 2,72%, pewarna 0,13 gr/100 L, tekanan uap  $45 \div 60$  kPa, titik didih 205 °C, serta massa jenis (suhu 15°C)  $715 \div 780$  kg/m<sup>3</sup> (Sugeng Mulyono, dkk).

Pertamax merupakan bahan bakar minyak yang diproduksi oleh Pertamina dengan nilai oktan 92 yang diluncurkan pertama kali pada tahun 1999 sebagai pengganti Premix 98 karena unsure MTBE yang berbahaya bagi lingkungan. Dibandingkan dengan bensin premium yang memiliki nilai oktan 88, Pertamax menghasilkan timbal dan kandungan Nox dan Cox yang lebih sedikit. BBM ini telah dikembangkan untuk digunakan pada kendaraan yang diproduksi setelah tahun 1990. Pertamax ditujukan untuk kendaraan yang memiliki teknologi setara Electronic Fuel Injection (EFI) dan catalytic converters (pengubah katalitik). Dengan nilai oktan yang dikandung Pertamax terdapat beberapa keunggulan yang dimiliki dibandingkan premium. Saat ini sudah banyak sekali produsen kendaraan

bermotor yang memproduksi kendaraan dengan teknologi EFI yang tujuannya adalah agar lebih ramah lingkungan. Semakin tinggi rasio kompresi kendaraan maka semakin tinggi pula nilai oktan yang dibutuhkan untuk proses pembakaran. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan efisiensi atau irit bahan bakar (Kristina Kusnawati Wahyuningtyas, 2013).

Tabel 1. Spesifikasi Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin 91 (Termasuk Pertamina)

No	Sifat-sifat	Satuan	Spesifikasi <sup>1)</sup>		Metoda Uji
			Min	Mak	ASTM/Lainnya
1	Densitas	kg/m <sup>3</sup>	715	780	D 1298/D 4052
2	Angka Oktana Riset	RON	91		D 2700
3	Kandungan Timbal	gr/ltr		0.013 <sup>2)</sup>	D 3341/D 5059
4	Kandungan Aromatic	% vol		50.0	D 1319
5	Nilai Kalor	Cal/L		43616	
6	Distilasi				D 86
	• 10% vol penguapan pada	°C		70	
	• 50% vol penguapan pada	°C	77	110	
	• 90% vol penguapan pada	°C		180	
	• Titik Didih	°C		205	
	• Residu	% vol		2.0	
7	Tekanan Uap Reid pada 37,8 °C	kPa	45	60 <sup>3)</sup>	D 323
8	Getah Purwa	mg/100ml	4.0	4.0	D 381
9	Periode Induksi	menit	360		D 525
10	Kandungan Belerang	% massa		0.10	D 1266
11	Korosi Bilah Tembaga 3 jam/50°C	ASTM No.		No. 1	D 130
12	Doctor Test atau Belerang Mercaptan			Negatif	IP – 3
		% massa		0.0020	D 3227
13	Kandungan Oxigenate	% vol		10 <sup>4)</sup>	D 4806
14	Warna		Dilaporkan		Visual
15	Kandungan Pewarna	Gr/100 Lt	Dilaporkan		
16	Fuel Injector Cleanliness	% flow loses		5	
17	Intake Valve Sticking	Pass/fail	pass		
18	Intake Valve Cleanliness II				

	Metode 1, 4 valve average or	avg		50	CEC-F-05-A-93
	Metode 2, BMW Test or	avg		100	D 5500
	Metode 3, Ford 2,3 L	avg		90	D 6201
19	Combustion Chamber Deposits				
	Metode 1, or	%		140	D 6201
	Metode 2, or	Mg/mesin		3500	CEC-F-20-A-98

*(Persetujuan Prinsip Dirjen Migas No. 940/34/DJM.O/2002, 2 Desember 2002)*

## 2.2 Kalor

Secara umum telah dimengerti bahwa kalor adalah sebuah bentuk energi dan bukan merupakan sebuah zat. Joule adalah orang yang memperlihatkan dengan eksperimen bahwa bila suatu kuantitas energi mekanis yang diberikan diubah menjadi kalor, maka kuantitas kalor yang sama selalu dihasilkan. Jadi, kesetaraan kalor dan kerja mekanis sebagai dua bentuk energi telah diperlihatkan secara pasti. Helmholtz pertama-tama menyatakan secara jelas pemikiran bahwa bukan hanya kalor dan energi mekanis, tetapi semua bentuk energi adalah ekivalen dan bahwa sejumlah yang diberikan dari sesuatu bentuk energy tidak dapat lenyap tanpa munculnya suatu jumlah energi yang sama di dalam sesuatu bentuk lain. Kalor merupakan suatu bentuk energi dan memiliki satuan kalori. Sedangkan energi memiliki satuan Joule. Usaha dan kalor dipikirkan sebagai dua konsep yang terpisah sampai Thomson di tahun 1798, menyarankan bahwa kalor mempunyai suatu aspek mekanis, dan dengan demikian dia mengusulkan suatu hubungan di antara usaha dan kalor tersebut. Hubungan ini telah dihasilkan secara pasti di dalam pertengahan abad ke Sembilan belas sebagai prinsip kekekalan energi. Prinsip ini menyatakan bahwa kalor dan usaha

masing-masing adalah bentuk energi dan harus ada suatu hubungan tertentu di antaranya, yang dinamakan ke-setaraan energi mekanik dan kalor.

Di tahun 1850, untuk pertama kalinya Joule menggunakan sebuah alat yang di dalamnya terdapat beban-beban yang jatuh yang merotasikan sekumpulan pengaduk di dalam sebuah wadah air yang diisolasi. Di dalam satu siklus, beban-beban yang jatuh tersebut melakukan sejumlah kerja yang diketahui pada air tersebut, yang masanya  $m$ , dan kita memperhatikan bahwa suhu naik sebanyak  $\Delta T$ . Kita dapat menghasilkan kenaikan suhu yang sama ini dengan memindahkan energi kalor  $Q$  kepada system tersebut. Jadi, kita mengukur  $W$ , mengamati  $\Delta T$ , dan menghitung  $Q$ . Hasilnya setelah disempurnakan dan di konversikan adalah 1 kalori = 4,184 joule (Utut Wijanarko, 2013).

Awalnya kalor dianggap sebagai zat alir (fluida) tanpa bobot dan tidak dapat dilihat. Kalor timbul jika ada bahan yang dibakar. Kalor dapat berpindah dari benda yang satu ke benda lainnya dengan cara konduksi, konveksi, dan atau radiasi.

Pengalaman Count Rumford dan Sir James Prescott Joule dalam pengeboran laras meriam dan percobaan-percobaannya dapat disimpulkan, bahwa energi mekanik terus menerus berubah wujudnya menjadi kalor. Ini berarti ada kesetaraan antara energi mekanik dengan kalor. Dalam percobaannya Joule menemukan, bahwa 4,186 joule (J) setara dengan 1 kalori. Jadi 1,000 kal = 4,186 J.

Proses perubahan energi mekanik menjadi kalor merupakan salah satu contoh adanya azas ketetapan energi. Sebaliknya, kalor dapat diubah menjadi energi mekanik. Jadi, kalor merupakan salah satu bentuk energi. (Ahmad Abu Hamid, 2007)

### **2.2.1 Azas Black**

Sebagaimana diketahui, kalor adalah energi yang pindah dari benda yang suhunya tinggi ke benda yang suhunya rendah. Oleh karena itu, pengukuran kalor menyangkut perpindahan energi. Energi adalah kekal, sehingga benda yang suhunya tinggi akan melepas energi ( $Q_L$ ) dan benda yang suhunya rendah akan menerima energi ( $Q_T$ ) dengan besar yang sama. Apabila dinyatakan dalam bentuk Persamaan, maka,  $Q_L = Q_T$ . Persamaan tersebut menyatakan Hukum Kekekalan Energi pada pertukaran kalor dan selanjutnya disebut Asas Black, sebagai penghargaan atas jasa ilmuwan Inggris bernama Joseph Black (1728-1799). Atau dapat juga Dalam sebuah Persamaan matematis dan dalam keadaan ideal dimana tidak ada zat lain yang terlibat dalam proses ini, maka asas Black juga dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Q_A = Q_B$$

$$M_A \times C_A \times \Delta t_A = M_B \times C_B \times \Delta t_B$$

$$M_A \times C_A \times (t_A - t_c) = M_B \times C_B \times (t_c - t_B)$$

Pengukuran kalor sering dilakukan untuk menentukan kalor jenis suatu atau dilepaskan dapat ditentukan dengan mengukur perubahan suhu zat tersebut. Kemudian dengan menggunakan persamaan  $Q = mc\Delta T$ , kalor dapat dihitung. Pada waktu menggunakan rumus ini harus diingat bahwa suhu naik berarti zat menerima kalor dan suhu turun berarti zat melepaskan kalor. Salah satu cara yang dapat digunakan ialah dua zat yang suhunya berbeda dicampurkan sehingga terjadi pertukaran kalor diantara kedua zat itu, sampai suhu kedua zat itu sama. Bila kalor jenis salah satu zat diketahui, kalor jenis zat lain dapat dihitung melalui penggunaan hukum kekekalan energi. "Jumlah kalor yang diterima sama dengan jumlah kalor yang dilepaskan". Untuk

menghitung banyaknya kalor yang diterima atau dilepas, dapat digunakan rumus berikut :  $Q_{mk} = M_{zc} \times C_{zc} (T_{sm} - T_A)$

Dimana :

Q = Jumlah kalor yang diterima/dilepaskan minyak (kalori)

Mzc = Massa zat cair (gr)

Czc = Kapasitas Panas Jenis (kalori/gr°C)

Tsm = Temperatur setimbang minyak (°C)

TA = Temperatur Air (°C) (Utut Wijanarko, 2013)

Jumlah kalor yang dilepas oleh gas ( $Q_{gas}$ ) akan diterima oleh air untuk meningkatkan suhunya ( $Q_{air}$ ), tetapi tentu tidak semua energy yang diberikan gas dapat diterima semuanya oleh air yang dapat dijabarkan dengan rumus :

$$(m_{gas} \times C_{pgas} \times DT_{gas}) \times h_{HE} = m_{air} \times C_{pair} \times DT_{air}$$

dimana  $h_{HE}$  merupakan efisiensi dari heat exchanger (Rahardjo Tirtoatmodjo, 1999).

### 2.2.2 Hukum Kekekalan Energi

Hukum Kekekalan Energi (*The Conservation of Energy*) merupakan aplikasi dari hukum ketiga fisika (termodinamika) yaitu laju perubahan energi dalam suatu elemen adalah sama dengan jumlah net fluks panas yang masuk ke dalam elemen dan kerja yang digunakan dalam elemen tersebut (Herto Mariseide Marbun dkk, 2013).

Hukum I Thermodinamika menjelaskan tentang hukum kekekalan energi, yaitu bahwa energi adalah kekal, yang artinya adalah jumlah energi sebelum dan sesudah proses adalah sama. Energi tidak dapat dimusnahkan dan energi tidak dapat dibuat, namun energi dapat berubah dari satu bentuk energi ke bentuk energi yang lain (Wajan Berata, 2003).

## **2.3 Kalorimeter**

Kalorimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kalor. Kalorimeter ini terdiri dari sebuah bejana logam yang kalor jenisnya diketahui. Bejana ini biasanya ditempatkan di dalam bejana lain yang agak lebih besar. Kedua bejana dipisahkan oleh bahan penyekat, misalnya gabus atau wol. Kegunaan bejana luar adalah sebagai “jaket” pelindung agar pertukaran kalor dengan lingkungan sekitar kalorimeter dapat dikurangi. Kalori meter juga dilengkapi dengan batang pengaduk. Pada waktu zat dicampurkan di dalam kalorimeter, air di dalam calorimeter perlu diaduk agar diperoleh suhu merata sebagai akibat percampuran dua zat yang suhunya berbeda. Batang pengaduk ini biasanya terbuat dari bahan yang sama seperti bahan bejana kalorimeter. Zat yang ditentukan kalor jenisnya dipanaskan sampai suhu tertentu. Kemudian zat tersebut segera dimasukkan ke dalam calorimeter yang berisi air, yang suhunya ditentukan kalor jenisnya dipanaskan sampai suhu tertentu. Kemudian zat tersebut segera dimasukkan ke dalam kalorimeter yang berisi air, yang suhu dan masanya sudah diketahui. Kalorimeter diaduk sampai suhunya tidak berubah lagi. Proses dalam kalorimeter berlangsung secara adiabatik, yaitu tidak ada energi yang lepas atau masuk dari luar ke dalam calorimeter (Utut Wijanarko, 2013).

### **2.3.1 Kalorimeter bom**

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.

Kalorimeter bom terdiri dari tabung baja tebal dengan tutup kedap udara. Sejumlah tertentu zat yang akan diuji ditempatkan dalam cawan platina dan sebuah "kumparan besi" yang diketahui beratnya (yang juga akan dibakar) ditempatkan pula pada cawan platina sedemikian sehingga menempel pada zat yang akan diuji, Kalorimeter bom kemudian ditutup dan tutupnya lalu dikencangkan, setelah itu "bom" diisi dengan  $O_2$  hingga tekanannya mencapai 25 atm. Kemudian "bom" dimasukkan ke dalam kalorimeter yang diisi air. Setelah semuanya tersusun, sejumlah tertentu aliran listrik dialirkan ke kawat besi dan setelah terjadi pembakaran, kenaikan suhu diukur, kapasitas panas (atau harga air) "bom", kalorimeter, pengaduk, dan termometer ditentukan dengan percobaan terpisah dengan menggunakan zat yang diketahui panas pembakarannya dengan tepat (biasanya asam benzoat) (Utut Wijanarko, 2013).

### **2.3.2 Kalorimeter Sederhana**

Kalorimeter sederhana paling mudah untuk mengukur kalor dari reaksi yang berlangsung dalam larutan. Kalorimeter ini dapat terbuat dari dua wadah minuman Styrofoam. Oleh karena styrofoam merupakan insulator yang baik, maka dapat diasumsikan bahwa besarnya kalor yang dilepas/diserap reaksi sama dengan besarnya kalor yang diserap/dilepas larutan. Dengan kata lain, tidak ada kalor yang diserap/dilepas sistem atau sistem terinsulasi (bersifat adiabatic). Oleh karena itu, dapat dirumuskan bahwa :

$$q_{\text{reaksi}} + q_{\text{larutan}} = 0$$

$$q_{\text{reaksi}} = -q_{\text{larutan}}$$

Besarnya  $q_{\text{larutan}}$  dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$q \text{ larutan} = m \times c \times \Delta T$$

$$\text{Jadi, diperoleh : } q \text{ reaksi} = -m \times c \times \Delta T$$

Dengan :

$q$  reaksi = kalor yang diserap atau dilepas (J atau kJ)

$m$  = massa (gr atau kg)

$c$  = kalor jenis (J/g<sup>0</sup>C atau J/kg K)

$\Delta T$  = Perubahan suhu (<sup>0</sup>C atau K)

Pada tekanan tetap, perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) sama dengan kalor ( $q$ ) yang diserap atau dilepas (Eka Silalahi, 2013).

## 2.4 Pengadukan

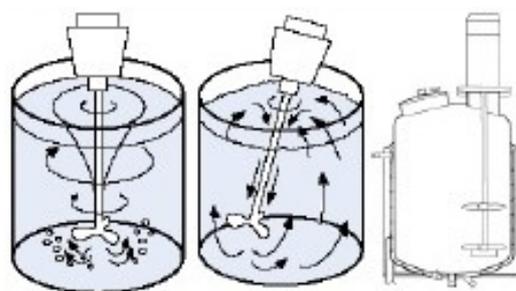
Pengadukan (agitation) menunjukkan gerakan yang terinduksi menurut cara tertentu pada suatu bahan didalam bejana, dimana gerakan itu biasanya mempunyai semacam pola sirkulasi. Pengadukan zat cair dilakukan untuk berbagai maksud bergantung dari tujuan langkah pengolahan itu sendiri.

Tujuan pengadukan antara lain adalah :

1. Untuk membuat suspense partikel zat padat
2. Untuk meramu zat cair yang mampu-campur (miscible), umpamanya metil alcohol dan air
3. Untuk menyebarkan (disperse) gas didalam zat cair dalam bentuk gelembung-gelembung kecil
4. Untuk menyebarkan zat cair yang tidak dapat bercampur dengan zat cair yang lain, sehingga membentuk emulsi atau suspense butiran-butiran halus
5. Untuk mempercepat perpindahan kalor antara zat cair dengan kumparan atau mantel kalor

Kadang-kadang pengaduk (agitator) digunakan untuk beberapa tujuan sekaligus seperti, umpamanya, dalam hidrogenasi katalitik daripada zat cair. Dalam bejana hidrogenasi, gas hydrogen didispersikan melalui zat cair dimana terdapat partikel-partikel katalis padat dalam keadaan suspensi, sementara kalor reaksi diangkut keluar melalui kumparan atau mantel (McCabe et al., 1985).

Pada umumnya proses pengadukan dilakukan dengan menempatkan pengaduk pada pusat diameter tangki (*center*). Posisi ini memiliki pola aliran yang khas. Pada tangki tidak bersekat dengan pengaduk yang berputar ditengah, energi sentrifugal yang bekerja pada fluida meningkatkan ketinggian fluida pada dinding dan memperendah ketinggian fluida pada pusat putaran. Pola ini biasa disebut dengan pusaran (*vortex*) dengan pusat pada sumbu pengaduk. Pusaran ini akan menjadi semakin besar seiring dengan peningkatan kecepatan putaran yang juga meningkatkan turbulensi dari fluida yang diaduk. Pada sebuah proses dispersi gas-cair, terbentuknya pusaran tidak diinginkan. Hal ini disebabkan pusaran tersebut bisa menghasilkan dispersi udara yang menghambat dispersi gas ke cairan dan sebaliknya.



Gambar 1. Posisi Pengaduk