

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Motor Bakar**

Motor bakar adalah mesin yang mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas melalui proses pembakaran, kemudian energi panas tersebut diubah menjadi energi mekanik untuk menghasilkan gerakan atau kerja. Proses ini memungkinkan kendaraan dan mesin lainnya untuk bergerak dan beroperasi (Ghaly, dkk, 2019)

#### **2.2 Motor Pembakaran Luar**

Mesin pembakaran luar adalah mesin yang memanfaatkan panas dan tekanan yang dihasilkan oleh mesin lain diluar mesin pembakaran itu sendiri (Wohon & Manongko, 2020). Mesin pembakaran luar dalam proses pembakarannya dilakukan di luar mesin utama. Panas yang dihasilkan berguna untuk memanaskan fluida melalui dinding mesin. Fluida yang terpanaskan kemudian mengembang dan menggerakkan mekanisme mesin untuk menghasilkan tenaga.

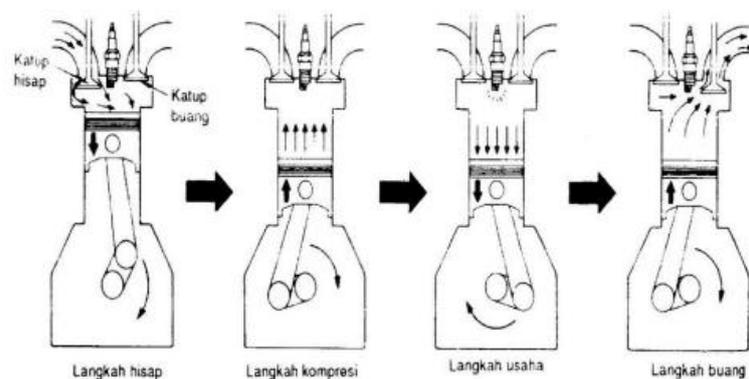
#### **2.3 Motor Pembakaran Dalam**

Mesin pembakaran dalam adalah jenis mesin kalor di mana proses pembakaran bahan bakar terjadi di dalam ruang bakar mesin itu sendiri. Energi panas dari pembakaran ini kemudian dikonversi menjadi energi mekanik yang digunakan untuk menggerakkan kendaraan atau mesin lainnya. Mesin pembakaran

dalam adalah salah satu jenis mesin penghasil panas dimana pembakaran bahan bakar terjadi di dalam mesin pembakaran dalam itu sendiri sehingga terjadi gas hasil pembakaran dan berperan sebagai fluida kerjanya (Taufiqurrahman, dkk, 2023)

## 2.4 Motor 4 Langkah

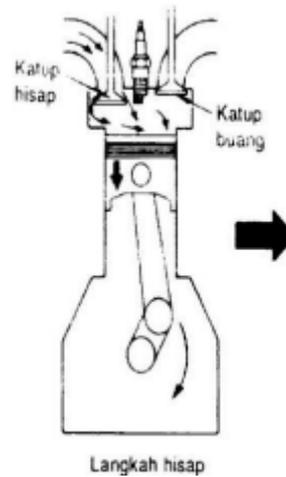
Mesin 4 langkah adalah mesin pembakaran dalam yang dalam satu siklus pembakaran terjadi empat langkah piston dan dua putaran poros engkol. Empat langkah tersebut meliputi, langkah hisap (pemasukan), kompresi, tenaga, dan langkah buang yang secara keseluruhan memerlukan dua putaran poros engkol (*crankshaft*) per satu siklus pada mesin bensin. Proses kerja motor 4 langkah antara lain: Langkah hisap, Langkah kompresi, Langkah pembakaran dan Langkah buang.



Gambar 2.1 Cara kerja mesin 4 tak  
(Afqori, 2020)

### 2.4.1 Langkah Hisap (Intake Stroke)

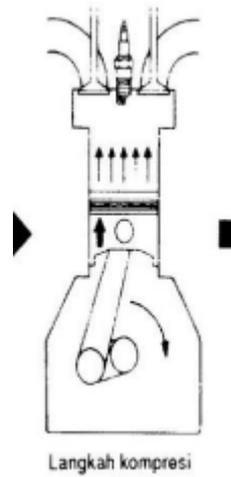
Piston bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB), menciptakan ruang hampa yang menyebabkan campuran udara dan bahan bakar masuk ke dalam silinder melalui katup masuk yang terbuka.



Gambar 2.2 Langkah hisap  
(Afqori, 2020)

### 2.4.2 Langkah Kompresi

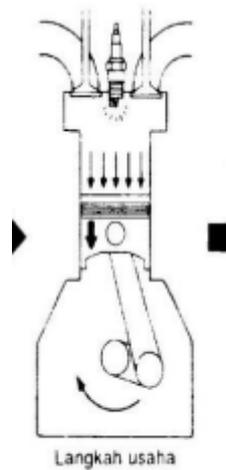
Setelah langkah hisap, di mana campuran udara dan bahan bakar masuk ke dalam silinder, piston bergerak naik dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA). Selama pergerakan ini, kedua katup—katup masuk dan katup buang—tertutup rapat.



Gambar 2.3 Langkah kompresi  
(Afqori, 2020)

### 2.4.3 Langkah Pembakaran

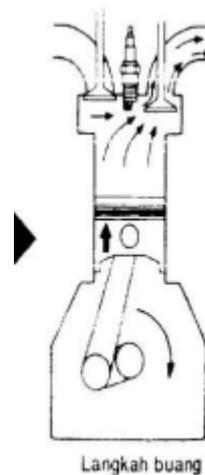
Saat piston mencapai TMA, busi memercikkan api yang membakar campuran terkompresi. Pembakaran ini menghasilkan ledakan yang mendorong piston turun kembali ke TMB, menghasilkan tenaga yang menggerakkan poros engkol dan, akhirnya, roda kendaraan.



Gambar 2.4 Langkah usaha  
(Afqori, 2020)

### 2.4.4 Langkah Buang

Setelah pembakaran, piston naik dari TMB ke TMA dengan katup buang terbuka. Gas sisa pembakaran didorong keluar melalui katup buang dan knalpot. Katup isap tetap tertutup selama proses ini.



Gambar 2.5 Langkah buang  
(Afqori, 2020)

## 2.5 Torsi Dan Daya

### 2.5.1 Torsi

Torsi mesin adalah ukuran kemampuan mesin untuk menghasilkan gaya putaran pada poros engkol (*crankshaft*). Torsi mesin menunjukkan seberapa besar tenaga puntir yang dihasilkan oleh mesin untuk memutar komponen penggerak kendaraan, seperti roda (Fadly & Pakan, 2021)

$$T = F \times r$$

dimana:

$T$  = torsi (Nm - Newton meter)

$F$  = gaya yang bekerja (N - Newton)

$r$  = jarak dari sumbu putar ke titik gaya (m - meter)

### 2.5.2 Daya

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor (Budiyono & Ains Eka Mahfudin, 2018). Daya motor menunjukkan seberapa besar energi yang mampu dihasilkan oleh motor untuk menggerakkan suatu beban dalam satuan waktu. Dalam kendaraan, daya ini menentukan seberapa cepat kendaraan bisa melaju,

$$P = 2\pi \cdot n \cdot T \cdot 6000 \text{ (KW)}$$

P = Daya mesin (KW)

T = Torsi

N = Putaran Mesin

## 2.6 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah zat yang dapat dibakar untuk menghasilkan energi, baik dalam bentuk panas maupun tenaga mekanik. Salah satu bentuk bahan bakar yaitu bahan bakar cair, Bahan bakar cair adalah bahan bakar yang strukturnya tidak rapat, dimana antara molekulnya dapat bergerak bebas. misalnya bensin/gasolin/premium, minyak solar, minyak tanah (Bakar, dkk, 2022).

### 2.6.1 Bahan Bakar Pertamax

Bahan bakar ini merupakan bahan bakar bensin tanpa timbal dengan kandungan zat aditif yang lengkap generasi mutahir yang dapat membersihkan ruang pembakaran dan bahan bakar pertamax ini mempunyai *Research Octane Number* (RON) 92 (abd.majid, dkk, 2024)



Gambar 2.6 Bahan Bakar Pertamina  
(Rifqi Alfaridzi, 2024)

### 2.6.2 Etanol

Etanol ( $C_2H_5OH$ ) adalah alkohol primer yang banyak digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena memiliki angka oktan tinggi sekitar 108 dan membakar dengan bersih. Etanol memiliki titik didih sekitar  $78,37^{\circ}C$ , densitas  $0,789\text{ g/cm}^3$ , serta sangat larut dalam air. Etanol juga umum dicampur dengan bensin dalam bentuk E10 atau E85.

### 2.6.3 Metanol

Metanol ( $CH_3OH$ ) merupakan alkohol ringan yang juga digunakan sebagai bahan bakar, terutama dalam dunia balap. Metanol memiliki titik didih sekitar  $64,7^{\circ}C$  dan densitas sekitar  $0,792\text{ g/cm}^3$ . Ia memiliki angka oktan tinggi sekitar 109, namun bersifat korosif dan beracun, serta nyala apinya sulit terlihat di siang hari.

### 2.6.4 Isopropanol

Isopropanol ( $C_3H_8O$ ) atau isopropil alkohol adalah alkohol sekunder yang memiliki titik didih sekitar  $82,5^{\circ}C$  dan densitas  $0,786\text{ g/cm}^3$ . Senyawa ini mudah

menguap dan memiliki daya bakar yang cukup baik, meskipun lebih sering digunakan sebagai pelarut daripada sebagai bahan bakar utama.

### **2.6.5 Butanol**

Butanol adalah alkohol yang memiliki empat atom karbon dalam strukturnya, Butanol juga dikenal sebagai butil alkohol atau n-butanol. Butanol merupakan cairan yang tidak berwarna, mudah menguap, dan mudah terbakar. (Saputro, dkk, 2019). Butanol (n-butanol) merupakan senyawa alkohol yang memiliki rumus kimia  $C_4H_9OH$  dan tergolong dalam kelompok alkohol primer. Senyawa ini berbentuk cairan tak berwarna dengan bau khas alkohol yang menyengat. Butanol memiliki massa molar sebesar 74,12 g/mol, titik didih sekitar  $117,7^{\circ}C$ , dan titik leleh sebesar  $-89,8^{\circ}C$ .

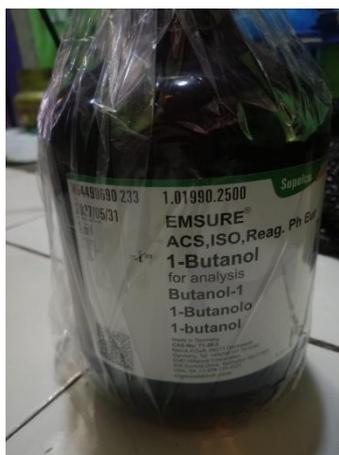
Pemilihan butanol sebagai bahan campuran bahan bakar dibandingkan alkohol lainnya karena butanol memiliki sifat fisik dan kimia yang lebih mendekati bensin, seperti nilai energi pembakaran yang tinggi ( $\pm 36$  MJ/kg) dan indeks oktan yang memadai (sekitar 96), yang menjadikannya lebih efisien dalam meningkatkan performa mesin. Keunggulan lain dari butanol adalah sifatnya yang lebih sedikit menyerap air dibandingkan etanol dan metanol, sehingga mengurangi risiko korosi pada sistem bahan bakar. Dengan rantai karbon yang lebih panjang, butanol juga memberikan densitas energi yang lebih besar, yang mendukung daya dan torsi mesin tanpa memerlukan modifikasi besar pada sistem pembakaran.

Dalam konteks perhitungan energi, daya yang dihasilkan dari pembakaran butanol di mesin dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P=9550T \times N$$

di mana:

- P = daya dalam kilowatt (kW)
- T = torsi dalam Newton meter (Nm)
- N = putaran mesin dalam rotasi per menit (rpm)



Gambar 2.7 Alkohol Butanol  
(Saputro dkk., 2019)

Tabel 2.1 Spesifikasi alkohol

Spesifikasi	Butanol (n-Butanol)	Ethanol	Methanol	Isopropanol
Rumus Kimia	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	CH <sub>3</sub> OH	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH
Massa Molar (g/mol)	74,12	46,07	32,04	60,1
Titik Didih (°C)	117,7	78,37	64,7	82,6
Titik Leleh (°C)	-89,8	-114,1	-97,6	-89,5
Kelarutan dalam Air	Sedikit larut	Sangat larut	Sangat larut	Sangat larut
Bau	Alkohol khas, menyengat	Alkohol khas	Tajam, menyengat	Alkohol khas
Toksisitas	Moderat (beracun)	Rendah (minuman)	Tinggi (sangat beracun)	Moderat (beracun)
Flammabilitas	Tinggi	Tinggi	Sangat tinggi	Tinggi
Penggunaan Umum	Pelarut, bahan bakar, aditif	Minuman alkohol, antiseptik, pelarut	Bahan bakar, pelarut, antifreeze	Disinfektan, antiseptik, pelarut