

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Motor Bensin



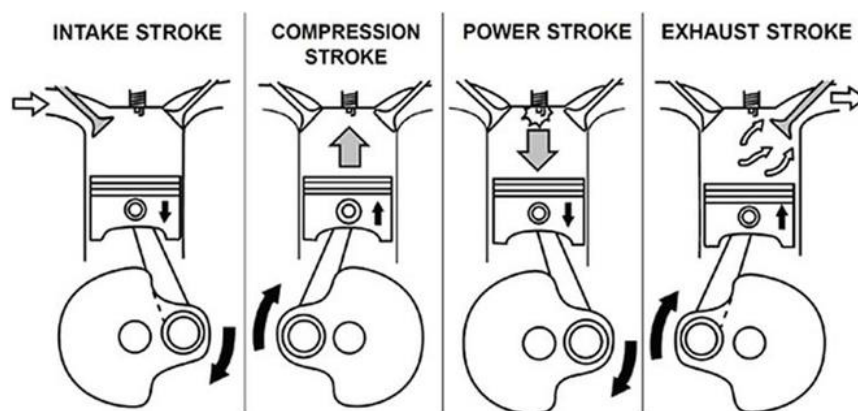
Gambar 2.1 Motor bensin (Satria, 2020)

Motor bensin adalah jenis motor pembakaran dalam yang menggunakan campuran udara dan bahan bakar dan pematik (busi) untuk menghasilkan daya. Pada motor bensin, proses konversi energi berawal dari energi kimia (bahan bakar) yang diubah menjadi panas kemudian menjadi energi mekanik (putaran mesin). Pada motor bensin menggunakan karburator, piston, dan pematik, mesin ini disebut dengan sistem konvensional, jika tidak menggunakan karburator maka menggunakan *Electric Fuel Injection* (EFI). Karburator dan EFI ini berfungsi mengkibatkan udara dan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Busi (pematik) berfungsi sebagai pemicu timbulnya bunga api listrik. Proses pembakaran pada motor bensin terjadi beberapa derajat menjelang akhir langkah kompresi, setelah

bahan bakar dan udara terbakar melepaskan energi untuk mendorong piston bergerak ke titik mati bawah. Motor bensin dalam operasinya menggunakan siklus otto (Susilo dkk., 2020).

Motor bakar bensin dilengkapi dengan busi dan karburator yang membedakannya dengan motor diesel. Busi berfungsi untuk membakar campuran udara dan bahan bakar yang telah dimampatkan dengan jalan memberi loncatan api listrik diantara kedua elektrodanya. Karena itu Motor bakar bensin dinamai dengan *spark ignitions*. Sedangkan karburator adalah tempat bercampurnya udara dan bahan bakar. Campuran tersebut kemudian masuk ke dalam silinder yang dinyalakan oleh loncatan bunga api listrik dari busi menjelang akhir langkah kompresi. Beberapa hal yang harus dihindari pada Motor bakar bensin antara lain ; bensin tidak boleh menguap dalam tangki maupun karburator dan pembakaran yang tidak normal seperti *knocking* harus dihindari dengan menyesuaikan bilangan oktan sesuai dengan spesifikasi kendaraan (Najamudin, 2019).

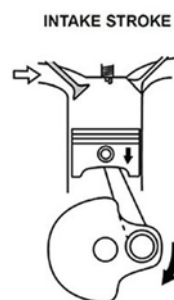
## 2.2 Prinsip Kerja Motor Bensin



Gambar 2.2 prinsip kerja motor bensin (Nugrahadi, 2023)

Motor empat tak atau empat langkah adalah motor yang setiap siklus kerjanya diselesaikan dalam empat kali gerak bolak balik langkah piston atau dua kali putaran poros engkol (*crank shaft*). Langkah piston adalah gerak piston tertinggi, disebut titik mati atas (TMA) sampai yang terendah disebut titik mati bawah (TMB). Sedangkan siklus kerja ialah rangkaian proses yang dilakukan oleh gerak bolak balik piston yang membentuk rangkaian siklus tertutup (Wisanggeni, 2018). Lebih jelasnya dapat diuraikan sebagai berikut.

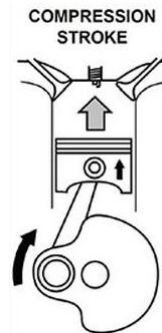
### 2.2.1. Langkah Hisap



Gambar 2.3 langkah hisap (Nugrahadi, 2023)

Pada langkah ini katup masuk terbuka kemudian Piston bergerak ke Titik Mati Bawah (TMB). Gerakan tersebut mengakibatkan tekanan yang rendah atau terjadi kevakuman di dalam silinder. Karena itu campuran udarabahan bakar terisap dan masuk melalui katup masuk. Ketika piston hampir mencapai TMB, silinder sudah berisi sejumlah campuran bahan bakar dan udara (Gafar dkk., 2021).

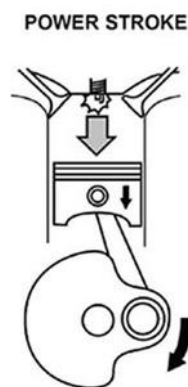
### 2.2.2. Langkah Kompresi



Gambar 2.4 langkah kompresi (Nugrahadi, 2023)

Setelah piston menyelesaikan langkah hisap, katup masuk menutup. piston kembali ke TMA. Dengan kedua katup hisap dan buang tertutup, campuran bahan bakar-udara yang berada dalam silinder dikompresikan. Akibat proses kompresi tersebut, terjadi kenaikan suhu didalam silinder (Gafar dkk., 2021).

### 2.2.3. Langkah Usaha



Gambar 2.5 langkah usaha (Nugrahadi, 2023)

Beberapa derajat sebelum TMA, busi memercikkan bunga api. Api dari busi tersebut membakar campuran bahan bakar dan udara. Sehingga campuran bahan

bakar dan udara terbakar kemudian mendorong piston bergerak menuju TMB (Gafar dkk., 2021).

#### 2.2.4. Langkah Buang



Gambar 2.6 langkah buang (Nugrahadi, 2023)

Beberapa derajat sebelum piston mencapai TMB, katup buang mulai membuka. Piston mulai bergerak ke atas. Memompa sisa hasil pembakaran Hisap Kompresi Usaha Buang melalui lubang katup buang. Ketika piston hampir mencapai TMA, katup hisap mulai membuka dan bersiap untuk memulai siklus berikutnya (Gafar dkk., 2021).

### 2.3 Reaksi Pembakaran Motor



Gambar 2.7 Busi

1. Pembakaran normal (sempurna) adalah kondisi bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan keadaan yang dikehendaki. Mekanisme pembakaran normal pada motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi. Selanjutnya api membakar gas yang berada di sekelilingnya dan terus menjalar ke seluruh bagian sampai semua partikel gas terbakar habis. Pada saat gas bakar dikompresikan, tekanan dan suhunya naik, sehingga terjadi reaksi kimia dimana molekul-molekul hidrokarbon terurai dan bergabung dengan oksigen dan udara. Sebelum langkah kompresi berakhir terjadilah percikan api pada busi yang kemudian membakar gas tersebut. Dengan timbulnya energi panas, tekanan dan suhunya naik secara mendadak, maka torak terdorong menuju titik mati bawah.
2. Pembakaran tidak sempurna (tidak normal) adalah pembakaran dimana nyala api dari pembakaran ini tidak menyebar secara teratur dan merata sehingga menimbulkan masalah atau bahkan kerusakan pada bagian-bagian motor. Pembakaran yang tidak sesuai dengan yang dikehendaki sehingga tekanan di

dalam silinder tidak bisa dikontrol, sering disebut dengan *autoignition*. *Autoignition* adalah proses pembakaran dimana campuran bahan bakar tidak terbakar karena nyala api yang dihasilkan oleh busi melainkan oleh panas yang lain, misalnya panas akibat kompresi atau panas akibat arang yang membara dan sebagainya. Pada pembakaran yang tidak sempurna sering pula terjadi pembakaran yang tidak lengkap. Pembakaran yang normal pada motor bensin adalah dimulai pada saat terjadinya loncatan api pada busi dan membakar semua hidrogen dan oksigen yang terkandung dalam campuran bahan bakar. Dalam pembakaran normal semua atom karbon dan hidrogen bereaksi sempurna dengan udara yaitu oksigen (Kiyono 2018).

#### **2.4 Emisi Gas Buang**

Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan, gas buang kendaraan yang dimaksudkan di sini adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan. Emisi gas buang merupakan polutan yang bersumber dari gas buang kendaraan pribadi maupun umum yang dilepas ke udara dan memberikan efek bagi manusia maupun ekosistem lingkungan. Dari pendapat diatas dapat dikatakan bahwa emisi gas buang itu sendiri adalah segala sesuatu yang timbul karena adanya aktifitas manusia terutama pada pemakaian kendaraan bermotor, yang dapat menyebabkan naiknya tingkat polusi udara. Emisi gas buang yang berlebihan dapat memberikan dampak negatif pada makhluk hidup maupun ekosistem lingkungan (Rahmadani & Chandra, 2019).

### 2.4.1 Macam Macam Emisi Gas Buang

#### 1. Hidro Karbon (HC)

Dalam kimia organik, hidrokarbon adalah senyawa organik yang seluruhnya terdiri dari hidrogen dan karbon. Hidrokarbon adalah contoh hidrida kelompok 14. Hidrokarbon dari mana satu atom hidrogen telah dihapus adalah kelompok fungsional yang disebut hidrokarbon. (Sudarwanto dkk, 2020).

#### 2. Karbon Monoksida (CO)

Karbon Monoksida (CO) adalah gas beracun, tidak berbau, tidak berasa, yang dihasilkan dari pembakaran karbon yang tidak lengkap. Karbon monoksida adalah senyawa satu karbon di mana karbon bergabung hanya dengan satu oksigen. Ini adalah gas beracun yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa. (Sudarwanto dkk, 2020).

#### 3. Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) adalah senyawa kimia yang terdiri dari satu karbon dan dua atom oksigen. Ini sering disebut dengan rumusnya CO<sub>2</sub>. Ini hadir di atmosfer bumi pada konsentrasi rendah dan bertindak sebagai gas rumah kaca. Dalam keadaan padat, itu disebut es kering (Sudarwanto dkk. 2020).

#### 4. Oksigen (O<sub>2</sub>)

Oksigen (O<sub>2</sub>) adalah Emisi yang timbul juga terbentuk dari adanya gas buangan berupa oksigen. Adanya oksigen memungkinkan terjadi pembakaran karena oksigen bersifat mampu menimbulkan kalor. Oksigen pada emisi merupakan salah satu sisa gas buang dari mesin kendaraan. Nilai kadar oksigen juga tidak boleh



melebihi batas maksimal untuk dapat lulus pada uji emisi. Jika ditemukan kadar oksigen yang melebihi batas maksimal dari yang telah ditentukan, berarti komponen dalam mesin perlu diperbaiki (M P. Donowati & M. Kholmi, 2024).

## 2.5 Gas Analyzer



Gambar 2.8 Gas analyser (Tetuko, 2023)

Gas *analyzer* adalah suatu peralatan pengujian yang digunakan untuk mengukur sebuah komposisi dan proporsi dari suatu campuran gas dari hasil pembakaran. Adapun jenis-jenis gas yang diukur yaitu berupa CO (karbon monoksida), CO<sub>2</sub> (karbon dioksida), O<sub>2</sub> (oksigen) dan NO<sub>x</sub> (*natrium monoksida*) (Seprihadaniansyah dkk, 2018).

## 2.6 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah bahan/material apapun yang bisa diubah menjadi energi. Bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan jika di oksidasikan atau dibakar (Maridjo dkk, 2019).

### 2.6.1 Premium



Gambar 2.9 Bahan Bakar Premium (Wibowo, 2018)

Bensin atau *petroleum* adalah cairan campuran yang berasal dari minyak bumi dan sebagian besar tersusun dari hidrokarbon serta digunakan dalam mesin pembakaran dalam sebagai bahan bakar. Angka oktan adalah angka yang menunjukkan berapa besar tekanan maksimum yang bisa diberikan didalam mesin sebelum bahan bakar terbakar secara spontan. Angka oktan adalah suatu nilai yang menunjukkan sifat anti ketukan (detonasi). Dengan arti kata lain, makin tinggi angka oktan maka dapat mengurangi terjadinya detonasi (*knocking*) (Maridjo dkk, 2019).

## 2.6.2 Peralite



Gambar 2.10 Bahan Bakar Peralite (Hartik, 2023)

Peralite adalah bahan bakar minyak dari Pertamina dengan RON 90. Peralite dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Peralite memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan premium. Selain itu, RON 90 membuat pembakaran pada mesin kendaraan dengan teknologi terkini lebih baik dibandingkan dengan premium yang memiliki RON 88. Sehingga sesuai digunakan untuk kendaraan roda dua, hingga kendaraan *multi purpose vehicle* ukuran menengah (Maridjo dkk, 2019).

### 2.6.3 Pertamax



Gambar 2.11 bahan bakar pertamax (Hasbi, 2022)

Pertamax merupakan jenis bahan bakar dengan angka oktan 92. Pertamax dianjurkan digunakan untuk kendaraan bahan bakar bensin yang mempunyai perbandingan kompresi tinggi. 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 (Najamudin, 2019).

### 2.7 Bioetanol

Bioetanol sering ditulis dengan rumus EtOH. Rumus molekul bioetanol adalah  $C_2H_5OH$  atau rumus empiris  $C_2H_6O$  atau rumus bangunnya  $CH_3-CH_2-OH$  (Simanjuntak and Subagyo 2019). Bioetanol adalah etanol yang dihasilkan dari fermentasi glukosa (gula) yang dilanjutkan dengan proses destilasi. Proses destilasi dapat menghasilkan etanol dengan kadar 95% volume, untuk digunakan sebagai bahan bakar (biofuel) perlu lebih dimurnikan lagi hingga mencapai 99% (Musanif

2020). Bioetanol yang dihasilkan dari bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula atau glukosa dengan beberapa metode salah satunya dengan metode *hidrolisis* asam dan secara *enzimatis*, Metode *hidrolisis* secara *enzimatis* lebih sering digunakan karena lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan katalis asam. *Glukosa* yang diperoleh selanjutnya dilakukan proses fermentasi atau peragian dengan menambahkan ragi. Bioetanol dapat dihasilkan dari macam-macam tanaman yang banyak mengandung nira bergula (*sukrosa*) : nira tebu, nira nipah, nira sorgum manis, nira kelapa, nira aren, nira siwalan, sari nua mete ; bahan berpati : tepung-tepung sorgum biji, sagu, singkong, ubi jalar, ganyong, garut, umbi dahlia ; bahan berselulosa (*lignoselulosa*) : kayu, jerami, batang pisang, bagas dan lain-lain (Sari 2018).

### 2.7.1 Etanol



Gambar 2.12 Etanol (Adminindochem, 2021)

Etanol adalah senyawa organik yang juga dikenal sebagai alkohol. Senyawa ini memiliki rumus kimia  $C_2H_5OH$  dan merupakan salah satu jenis alkohol yang paling umum digunakan. Tidak ada perbedaan antara etanol dengan bioethanol,

yang membedakannya hanyalah bahan baku pembuatan dan proses pembuatannya. Etanol adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Wusnah dkk 2019). Senyawa ini diproduksi oleh fermentasi gula oleh mikroorganisme tertentu seperti ragi atau bakteri. Oleh karena itu, senyawa yang satu ini banyak digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk kendaraan, sebagai pelarut dalam industri kimia, dan sebagai bahan baku pembuatan minuman beralkohol (Fadhilla 2023).

Selain itu, senyawa organik yang satu ini juga digunakan sebagai disinfektan medis dan dalam pengobatan sebagai obat pencahar dan anestesi lokal. Meskipun senyawa ini dapat dibuat dari beberapa bahan dasar, penggunaannya harus hati-hati karena dapat menimbulkan efek samping dan berbahaya jika dikonsumsi secara berlebihan (Fadhilla 2023).

### 2.7.2 Metanol



Gambar 2.13 Methanol (Prasetio, 2022)

Metanol merupakan alkohol paling sederhana yang ditemukan dalam kimia, *volatile* dan mudah terbakar. Senyawa ini memiliki rumus kimia  $\text{CH}_3\text{OH}$  dan

memiliki bau yang mirip dengan etanol. Metanol mampu membentuk ikatan *hidrogen* dengan air dan juga dengan alkohol lainnya sehingga memungkinkan untuk bercampur dengan baik dengan air dan alkohol di bandingkan dengan etanol, keasaman metanol lebih tinggi, juga sedikit lebih tinggi dari air (Susilo dkk., 2020).

### 2.7.3 Propanol



Gambar 2.14 Propanol (Thakkar 2023)

Propanol adalah senyawa organik dari golongan alkohol dengan tiga atom karbon dalam molekulnya, dan tidak berwarna serta memiliki sifat cairan yang mudah terbakar. Senyawa ini memiliki rumus kimia  $C_3H_7OH$  dan propanol jauh lebih tidak beracun dan tidak mudah menguap dibandingkan, misalnya, metanol. Ini dapat digunakan sebagai bahan bakar di mesin pengapian percikan tanpa modernisasi besar-besaran (Jamrozik dkk 2022).

### 2.7.4 Butanol



Gambar 2.15 Butanol (Jha, 2024)

Butanol merupakan terbuat dari bahan-bahan nabati dan karakteristiknya mirip dengan bensin sehingga dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar kendaraan bermotor. Senyawa ini memiliki rumus kimia  $C_4H_{10}O$ , Butanol dan memiliki *octan number* lebih tinggi dari bensin sehingga mampu menghasilkan gaya dorong piston ke TMB lebih optimal (Sanjaya dkk, 2023).

### 2.8 Standar Emisi Euro

Tabel 2. 1 Standar Emisi Euro

Uraian	Keterangan
Euro 1	CO: 2,72 g/km HC + NOx: 0,97 g/km
Euro 2	CO: 2,20 g/km HC + NOx: 0,50 g/km
Euro 3	CO: 2,30 g/km HC: 0,20 g/km NOx: 0,15 g/km
Euro 4	CO: 1,00 g/km HC: 0,10 g/km NOx: 0,08 g/km

Menurut *Society of Motor Manufacturers & Traders* (SMMT), standar emisi Euro memiliki pengaruh signifikan dalam mengurangi emisi. Laporan tersebut menyatakan bahwa sejak 1993, tingkat emisi *karbon monoksida* berkurang sebesar 82% untuk mobil bermesin diesel dan 63% untuk bensin, sementara partikel turun



sebesar 96%. Tercatat pula sejak tahun 2001, emisi *nitrogen oksida* turun 84% dan *hidrokarbon* turun 50% dalam mobil bermesin bensin (Oktaviani 2018)