

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Motor Bensin

Mesin bensin adalah sejenis mesin pembakaran internal (mesin pembakaran internal) yang mengubah energi kimia menjadi energi mekanis yang disebabkan oleh percikan api dari busi karena proses pembakaran campuran udara dan bensin di ruang pembakaran. Menurut (Wiratmaja, 2010), "mesin bensin (pengapian) adalah jenis mesin pembakaran yang dapat mengubah energi termal dari bahan bakar menjadi energi mekanik dalam bentuk kekuatan gelombang rotasi poros engkol." Dari proses pembakaran yang berlangsung, motor bakar dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu

2.1.1 Mesin Pembakaran Luar

Mesin pembakaran luar adalah jenis mesin yang melakukan proses pembakaran di luar sistem kerja fluida, contohnya pada ketel uap. Energi dari panas hasil pembakaran digunakan untuk memanaskan fluida kerja (seperti air) hingga berkembang menjadi uap, yang selanjutnya menggerakkan turbin atau piston untuk menghasilkan energi mekanik. Dalam sebuah jurnal yang mengulas mengenai klasifikasi mesin pembakaran, disebutkan bahwa "proses pembakaran berlangsung di luar mesin dan energi panasnya diteruskan ke fluida kerja", sehingga pembakaran tidak dilakukan secara langsung di ruang pembangkit energi (Prihartono & Boinsera, 2020).

2.1.2 Mesin Pembakaran Dalam

Mesin pembakaran dalam merupakan perangkat yang menjalankan proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara di area pembakaran, yang kemudian menghasilkan energi panas untuk menggerakkan piston. Mesin ini dipecah menjadi dua jenis siklus kerja, yaitu dua langkah dan empat langkah, sesuai dengan jumlah gerakan piston yang diperlukan dalam satu siklus. (Sugiarto, 2018) menyatakan bahwa "mesin bakar dikategorikan berdasarkan cara penyalan, di mana mesin pembakaran dalam jenis bensin memanfaatkan penyalan busi (*spark ignition engine*), yang terjadi akibat loncatan arus listrik pada elektroda busi. " Berdasarkan prinsip kerja mesin pembakaran dalam baik motor bensin maupun motor diesel dapat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu: motor 2 langkah, dan motor 4 langkah.

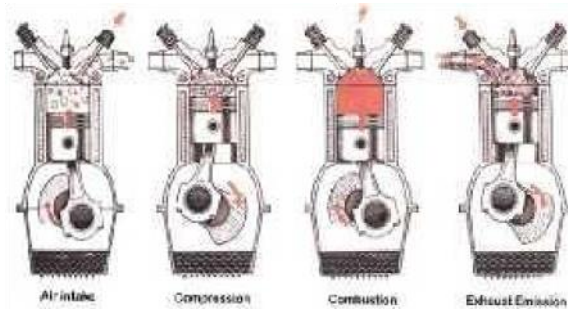
1. Motor 2 Langkah

Motor bensin 2 tak merupakan jenis mesin yang memerlukan hanya dua langkah torak atau satu kali putaran engkol untuk setiap siklus pembakaran. Dengan kata lain, motor bensin 2 tak memiliki kesamaan dengan motor 4 tak, yakni pada motor ini tidak ada poros tunggal yang bekerja pada setiap langkah, melainkan proses pembakaran dan kompresi berlangsung dalam satu langkah torak (Wiratno et al., 2016).

2. Motor 4 Langkah

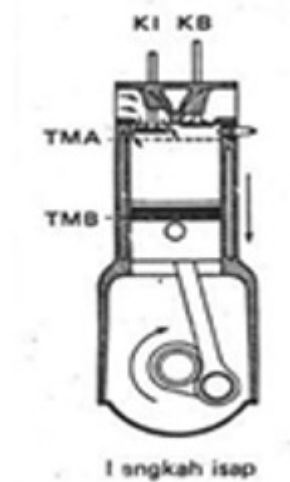
Motor empat langkah adalah mesin yang memerlukan dua putaran poros engkol untuk menyelesaikan satu siklus dalam silinder. Dengan kata lain, setiap silinder memerlukan empat langkah torak dalam dua putaran poros engkol untuk

menyelesaikan siklusnya (susilo, 2018). Prinsip kerja motor bensin 4 langkah adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Prinsip kerja Motor 4 Langkah
Sumber (susilo, 2018)

a. Langkah Hisap

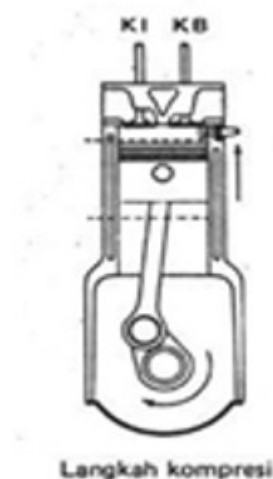


Gambar 2.2 Langkah isap
Sumber (Prihartono & Boinsera, 2020)

Langkah hisap dimulai ketika piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke Mati Bawah (TMB). Pada titik ini katup terbuka sementara katup gas buang tetap ditutup. Gerakan piston menciptakan ruang hampa di dalam ruang silinder, menarik udara dan campuran bahan bakar ke dalam silinder melalui

katup yang masuk. Proses ini adalah tahap awal dari formasi saat ini di dalam mesin (Prihartono & Boinsera, 2020).

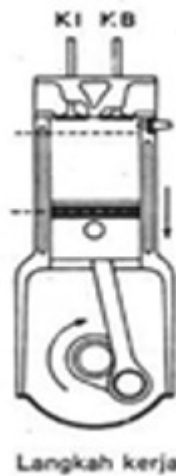
b. Langkah Kompresi



Gambar 2.3 Langkah Kompresi
Sumber (Prihartono & Boinsera, 2020)

Setelah pencampuran udara dan bahan bakar terjadi, piston bergerak dari TMB ke TMA dengan kedua katup dalam keadaan tertutup. Gerakan ini menekan campuran bahan bakar dan udara di ruang bakar. Temperatur dan pencampuran meningkat secara signifikan, dengan tujuan menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna dan efisiensi termal yang lebih tinggi (Ron, dkk., 2018)

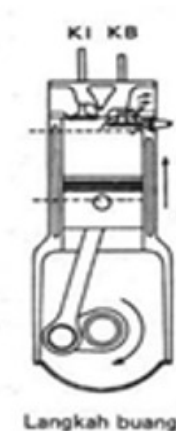
c. Langkah Usaha



Gambar 2.4 Langkah Usaha
Sumber (Prihartono & Boinsera, 2020)

Ketika piston mencapai TMA dan campuran udara bahan bakar mencapai tekanan maksimum, busi akan menyalakan api yang menyulut campuran. Pembakaran menciptakan ledakan yang mendorong piston dari TMA ke TMB. Ini adalah satu-satunya langkah dalam siklus mesin yang menghasilkan sumber daya mekanik langsung (Firdaus & Liston, 2025)

d. Langkah Buang



Gambar 2.5 Langkah Buang
Sumber (Prihartono & Boinsera, 2020)

Langkah terakhir adalah langkah buang, di mana piston kembali bergerak dari TMB ke TMA dengan katup buang terbuka dan katup masuk tetap tertutup. Gas hasil pembakaran yang tersisa di dalam silinder didorong keluar melalui katup buang menuju sistem pembuangan (*exhaust*). Setelah gas buang dikeluarkan sepenuhnya, katup buang tertutup dan siklus kembali ke langkah isap untuk memulai proses berikutnya (Prihartono & Boinsera, 2020)

2.2 Performa Mesin

Performa mesin yang baik pada motor bakar dapat dilihat dari daya, torsi, dan akselerasi yang dihasilkan mesin serta jumlah konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan mesin tersebut (Otriza dkk., 2023)

2.2.1 Daya

Daya merupakan besarnya kerja motor per satuan waktu, satuan daya dinyatakan dalam dengan HP (*horse Power*) (Otriza et al., 2023).

Daya dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60 \cdot 1000}$$

P = Daya Poros (kW)

T = Torsi (N.m)

n = Putaran Mesin (rpm)

2.2.2 Torsi

Torsi merupakan ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Torsi dapat ditentukan dari hasil kali Antara gaya dengan jarak. Besaran torsi juga merupakan turunan yang biasa diterapkan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya (Otriza et al., 2023).

Torsi dihitung dengan rumus:

$$\text{Torsi (T)} = \text{Gaya} \times \text{jarak} = F \text{ (kg)} \times r \text{ (m)}$$

2.2.3 Konsumsi Bahan Bakar

Mengukur kebutuhan *Fuel Consumption* (FC) dilakukan dengan menentukan jumlah penggunaan bahan bakar bensin yang diperlukan mesin untuk menghasilkan tenaga pada kecepatan tertentu (Otriza et al., 2023)

Konsumsi bahan bakar dihitung dengan rumus:

$$\text{SFC} = \frac{\text{FC} \cdot \rho}{\text{Ne}}$$

$$\text{FC} = \frac{v \cdot 3600}{t \cdot 1000}$$

SFC = konsumsi bahan bakar spesifik (kg/HpJam)

FC = Konsumsi Bahan Bakar (ℓ/Jam)

ρ = massa jenis bahan bakar yang digunakan (kg/ℓ)

v = volume bahan bakar (cc)

t = waktu yang diperlukan untuk konsumsi bahan bakar (s)

Ne = daya yang dihasilkan (Hp)

2.3 Dynotest



Gambar 2.6 Dynotest
Sumber (Tools, n.d.)

Dynotest adalah teknik uji performa mesin yang digunakan untuk mengukur indikator seperti torsi, tenaga, dan penggunaan bahan bakar dengan tepat. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Sugiono et al., 2023), dinyatakan bahwa "pengujian menggunakan dynotest dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai torsi dan tenaga pada berbagai variasi waktu pengapian."

2.4 Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan sumber energi yang memiliki sifat mudah terbakar dan menghasilkan panas saat terbakar, dan biasanya digunakan sebagai sumber tenaga untuk mesin (Performa et al., 2023). Dalam hal kendaraan bermotor, bahan bakar memainkan peranan yang krusial dalam memengaruhi kinerja dan efisiensi mesin, karena sifat fisik dan kimianya seperti nilai kalor, angka oktan, serta keberadaan zat aditif akan berpengaruh terhadap proses pembakaran dalam ruang mesin.

2.4.1 Pertamax



Gambar 2.7 Pertamax
Sumber (Rahardiansyah, n.d.)

Pertamax merupakan jenis bahan bakar bensin dengan angka oktan tinggi (RON 92) yang diproduksi oleh PT Pertamina untuk kendaraan yang menggunakan mesin dengan kompresi tinggi, untuk menghindari terjadinya detonasi (*knocking*). Menurut hasil uji laboratorium, (Nuryanti et al., 2024) mencatat bahwa Pertamax memiliki nilai *Specific Gravity* sebesar 0,729, *Reid Vapour Pressure* sebesar 7,1 psig, dan RON 92—yang menunjukkan bahwa kualitas fisik dan kimianya memenuhi standar internasional ASTM. Nilai oktan yang tinggi membantu proses pembakaran yang lebih efektif dan konsisten. Hal ini dibuktikan oleh (Otriza et al., 2023) yang menunjukkan bahwa penggunaan Pertamax (RON 92) pada mesin Daihatsu Xenia K3-VE dapat meningkatkan daya sebesar 0,39%, torsi 0,15%, akselerasi 0,19%, serta mengurangi konsumsi bahan bakar hingga 1,41% jika dibandingkan dengan Peralite (RON 90). Keberhasilan Pertamax dalam memperbaiki kinerja dan mengurangi emisi juga didorong oleh pengujian sifat optik melalui refraktometri angka indeks bias 1,653 menunjukkan bahwa struktur molekul hidrokarbon yang dimiliki lebih unggul dibandingkan bahan bakar dengan

nilai oktan yang lebih rendah, seperti Pertalite. Namun, sangat penting untuk memantau proses distribusi serta pencampuran bahan bakar, karena adanya penipuan atau pencampuran yang tidak sesuai dengan standar dapat menurunkan kualitas bahan bakar dan merusak mesin, seperti yang telah dibahas dalam beberapa forum ilmiah.

2.4.2 Butanol

Butanol adalah alkohol dengan rantai pendek yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif (Lukman Sanjaya & Fatkhurrozak, 2019). Biaya produksinya masih relatif tinggi karena proses fermentasi dan pemurnian yang kompleks. Selain itu, butanol bersifat lebih toksik dibandingkan etanol, sehingga membutuhkan penanganan khusus dalam penyimpanan dan distribusinya. Titik didih yang lebih tinggi juga menyebabkan butanol lebih lambat menguap, yang dapat mempersulit proses pembakaran terutama pada suhu rendah.

2.4.3 Methanol

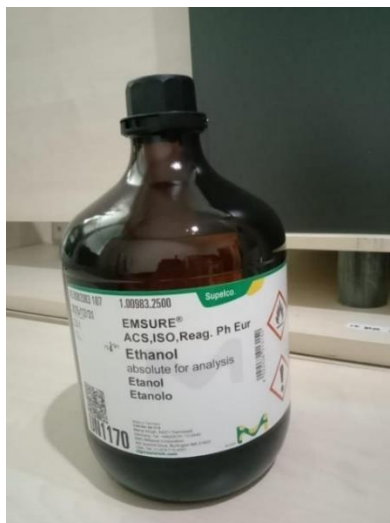
Methanol adalah senyawa alkohol sederhana dengan rumus kimia CH_3OH yang memiliki spesifikasi fisik seperti titik didih 64.7°C , densitas sekitar 0.7918 g/cm^3 pada 20°C , serta mudah larut dalam air dan pelarut organik lainnya. Kelemahan utama methanol mencakup sifat korosif terhadap logam tertentu, toksisitas tinggi terhadap manusia dan lingkungan, dan kecenderungan menghasilkan campuran yang bersifat *higroskopis* yang dapat menyebabkan kerusakan pada sistem bahan bakar jika tidak ditangani dengan benar. Selain itu,

titik nyala methanol yang rendah (12.2°C) menjadikannya mudah terbakar, sehingga memerlukan penanganan dan penyimpanan dengan protokol keselamatan yang ketat (Bansal & Meena, 2021). Methanol juga memiliki efisiensi volumetrik yang rendah dibandingkan bensin, artinya dibutuhkan lebih banyak volume untuk menghasilkan energi yang sama, serta keterbatasan dalam suhu pembakaran dingin.

2.4.4 IsoPropanol

Isopropanol (isopropil alkohol, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$) adalah senyawa alkohol sekunder yang banyak digunakan sebagai antiseptik, pelarut organik, bahan pembersih elektronik, serta aditif bahan bakar karena kemampuannya melarutkan lemak, volatilitas tinggi, dan efektivitas membunuh mikroorganisme. Keunggulan utamanya mencakup sifat disinfektan yang kuat pada konsentrasi 60–90%, cepat menguap tanpa residu, dan relatif tidak merusak permukaan. Namun, kelemahan isopropanol meliputi toksisitas bila tertelan atau terhirup dalam jumlah besar, risiko iritasi kulit dan mata, serta mudah terbakar yang memerlukan penanganan hati-hati. Isopropanol juga memiliki kekurangan dalam efektivitas terhadap spora dan virus tertentu, serta penguapan cepat yang dapat mengurangi durasi kontak disinfeksi (de Gérando et al., 2016).

2.4.5 Etanol



Gambar 2.8 Etanol
sumber(Crousell, n.d.)

Etanol adalah alkohol dengan rantai pendek (C_2H_5OH) yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif. Menurut studi terbaru dari (Zoung, 2022), penambahan etanol (10–30 %) ke dalam campuran biodiesel dan diesel dapat meningkatkan efisiensi termal dan secara efektif mengurangi emisi CO , CO_2 , partikel, dan HC , meskipun emisi NO_x dapat meningkat tergantung pada perbandingan dan keadaan pengapian.

2.4.6 Table Sepesifikasi Etanol

Tabel 2.1 Spesifikasi Alkohol

Spesifikasi	Butanol (n-Butanol)	Ethanol	Methanol	Isopropanol
Rumus Kimia	C_4H_9OH	C_2H_5OH	CH_3OH	C_3H_7OH
Massa Molar (g/mol)	74,12	46,07	32,04	60,1
Titik Didih ($^{\circ}C$)	117,7	78,37	64,7	82,6
Titik Leleh ($^{\circ}C$)	-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

Sumber : (PT Petro Oxo Nusantara, n.d.)