

BAB II DASAR TEORI

2.1. Honda PCX 160cc

Honda PCX 160 tahun 2025 merupakan salah satu motor scooter dengan kapasitas mesin 160cc yang populer di Indonesia. Motor ini menawarkan kombinasi antara performa tinggi dan desain yang menarik. Spesifikasi teknis Honda PCX 160 dirancang untuk memenuhi kebutuhan pengendara dengan mencari kendaraan bermotor yang tangguh dan nyaman untuk digunakan sehari-hari, Berikut data spesifikasi Honda PCX 160 Tahun 2025 :

Tabel 2.1 Data spesifikasi Honda PCX 160 tahun 2025 (Sumber:<http://www.oto.com>)

Diameter x Langkah	80 mm x 55,5 mm
Kapasitas	156,9 cc
Perbandingan kompresi	12:1
Daya maksimum	15,8 HP/8.500rpm
Torsi Maksimum	14,7 Nm / 6.500rpm
Jenis Mesin	Single Cylinder, 4 Valves, 4 Stroke, liquid Cooled Engine
Tipe Injeksi	Fuel Injection
Sistem Pendinginan	Pendinginan Cairan

2.2. Motor Bakar 4 Langkah

Motor bakar 4 langkah, atau *internal combustion engine 4-stroke*, merupakan salah satu jenis mesin yang paling umum digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk kendaraan bermotor. Mesin ini beroperasi melalui empat langkah siklus yang berbeda, yang masing-masing memiliki fungsi spesifik dalam mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi mekanik. Berikut dapat diuraikan proses cara kerja motor bakar 4 langkah :

A. Langkah Hisap (*Intake Stroke*)

Pada langkah ini, piston bergerak ke bawah dalam silinder, menciptakan ruang hampa yang menarik campuran udara dan bahan bakar ke dalam ruang bakar melalui katup hisap yang terbuka. Proses ini terjadi pada tekanan atmosfer dan merupakan langkah pertama dalam siklus (Heywood, 1988).

B. Langkah Kompresi (*Compression Stroke*)

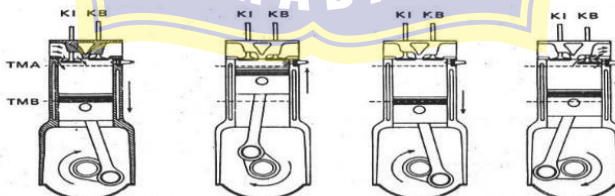
Setelah langkah hisap, piston bergerak ke atas, menutup katup hisap dan memampatkan campuran udara dan bahan bakar. Proses kompresi ini meningkatkan tekanan dan suhu campuran, yang berkontribusi pada efisiensi pembakaran (Stone, 1999).

C. Langkah Pembakaran (*Power Stroke*)

Ketika piston mencapai titik atas (*Top Dead Center/TDC*), busi (pada mesin bensin) atau tekanan (pada mesin diesel) menyebabkan campuran bahan bakar dan udara terbakar. Pembakaran ini menghasilkan gas panas yang mengembang, mendorong piston ke bawah dan menghasilkan tenaga (Ganesan, 2010).

D. Langkah Buang (*Exhaust Stroke*)

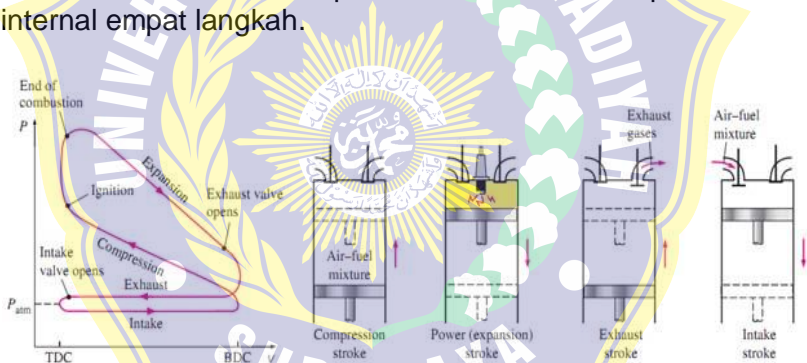
Setelah langkah pembakaran, piston kembali bergerak ke atas, membuka katup buang dan mengeluarkan gas sisa hasil pembakaran dari ruang bakar ke sistem knalpot. Proses ini membersihkan ruang bakar untuk siklus berikutnya (Heywood, 1988).



Gambar 2.1 Prinsip Kerja Motor 4 (Empat) Langkah (Fauzi,2018)

2.2.1 Siklus Otto Motor Bakar 4 Langkah

Siklus Otto adalah siklus termodinamika yang paling banyak digunakan dalam kehidupan manusia. Mobil dan sepeda motor berbahan bakar bensin (*Petrol Fuel*) adalah contoh penerapan dari sebuah siklus Otto. Niklaus August Otto (1832-1891) adalah seorang penemu berkebangsaan Jerman yang pada tahun 1876 menciptakan mesin dengan empat dorongan pembakaran. Siklus Otto adalah siklus ideal untuk mesin torak dengan pengapian-nyala bunga api. Pada mesin pembakaran dengan sistem pengapian-nyala ini, campuran bahan bakar dan udara dibakar dengan menggunakan percikan bunga api dari busi. Piston bergerak dalam empat langkah (disebut juga mesin dua siklus) dalam silinder, sedangkan poros engkol berputar dua kali untuk setiap siklus termodinamika. Mesin seperti ini disebut mesin pembakaran internal empat langkah.



Gambar 2.2 Siklus Otto Motor Bakar 4 Langkah

(Sumber: <http://teknikkendaraanringan-otomotif.blogspot.com>)

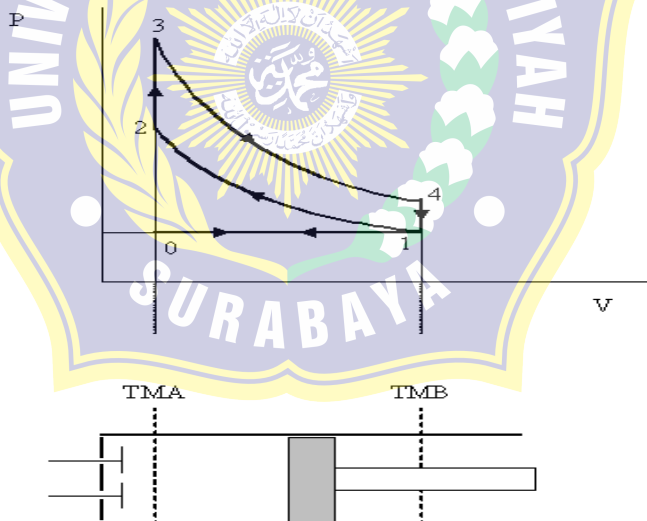
1. Campuran udara dan uap bensin dalam silinder ditekan secara adiabatik ketika piston bergerak ke atas (langkah kompresi / *compression stroke*).
2. Karena ditekan secara adiabatik maka suhu dan tekanan campuran meningkat. Pada saat yang sama, busi memercikkan bunga api sehingga campuran udara dan uap bensin terbakar.

Ketika terbakar, suhu dan tekanan gas semakin bertambah. Gas bersuhu tinggi dan bertekanan tinggi tersebut memuai terhadap piston dan mendorong piston ke bawah (*power stroke*).

3. Selanjutnya gas yang terbakar dibuang melalui katup pembuangan dan dialirkan menuju pipapembuangan (langkah pembuangan / *exhaust stroke*).

4. Katup masukan terbuka lagi, campuran udara dan uap bensin mengalir dari karburator menuju silinder pada saat piston bergerak ke bawah (langkah masukan / *intake stroke*). Selanjutnya ke-empat langkah diulang kembali.

Secara thermodinamika, siklus ini memiliki 4 proses thermodinamika yang terdiri dari 2 buah proses isokhorik (*volume* tetap) dan 2 buah proses adiabatik (kalor tetap). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat diagram tekanan (p) vs temperatur (V) berikut:



Gambar 2.3 Diagram Siklus Otto Motor Bakar 4 Langkah
(Sumber: <http://teknikkendaraanringanotomotif.blogspot.com>)

Keterangan:

- A. Langkah 0-1 adalah langkah isap. Campuran udara dan uap bensin masuk ke dalam silinder.
- B. Langkah 1-2 adalah langkah pemampatan. campuran udara dan uap bensin ditekan secara adiabatik
- C. Garis 2-3 adalah pembakaran secara cepat yang menghasilkan pemanasan gas pada volume konstan. Campuran udara dan uap bensin dipanaskan pada volume konstan campuran dibakar.
- D. Langkah 3-4 adalah langkah ekspansi gas panas. Gas yang terbakar mengalami pemuaian adiabatik
- E. Sedang segmen 4-1 turunnya tekanan secara tiba-tiba karena dibukanya katup buang. Pendinginan pada volume konstan – gas yang terbakar dibuang ke pipa pembuangan dan campuran udara + uap bensin yang baru, masuk ke silinder.
- F. Setelah itu gas dibuang pada langkah 1-0

2.3. Bahan Bakar Pertamax

Pertamax adalah salah satu bahan bakar yang paling umum digunakan dalam mesin pembakaran *internal*, terutama pada kendaraan bermotor. Di Indonesia, Pertamax adalah salah satu jenis bensin yang banyak digunakan, dikenal karena kualitasnya yang lebih baik. Dalam konteks ini, Pertamax memiliki karakteristik dan komposisi yang mempengaruhi performa dan efisiensi mesin.

2.3.1 Karakteristik Pertamax

A. Angka Oktan Tinggi :

Pertamax memiliki angka oktan yang lebih tinggi, biasanya sekitar 92 RON (*Research Octane Number*), dibandingkan dengan bensin biasa yang memiliki angka oktan lebih rendah. Angka oktan yang tinggi membantu mencegah knocking atau *detonation*, yang dapat merusak mesin dan

mengurangi efisiensi.

B. Komposisi Campuran :

Pertamax terdiri dari campuran hidrokarbon yang lebih bersih dan lebih stabil, yang dapat meningkatkan efisiensi pembakaran. Selain itu, Pertamax juga mengandung aditif yang berfungsi untuk membersihkan sistem bahan bakar dan meningkatkan performa mesin (Sari, 2020).

C. Emisi yang Lebih Rendah :

Penggunaan Pertamax dapat mengurangi emisi gas buang, seperti karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon tidak terbakar, dibandingkan dengan bensin beroktan lebih rendah.

Hal ini menjadikannya pilihan yang lebih ramah lingkungan.

2.3.2 Pengaruh Pertamax Terhadap Performa Mesin

A. Peningkatan Tenaga :

Mesin yang dirancang untuk menggunakan bensin beroktan tinggi dapat menghasilkan tenaga yang lebih optimal saat menggunakan Pertamax. Hal ini disebabkan oleh pembakaran yang lebih efisien dan pengurangan risiko *knocking* (Sari, 2020).

B. Efisiensi Bahan Bakar :

Penggunaan Pertamax dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar, mengingat pembakaran yang lebih lengkap dan lebih bersih. Ini dapat menghasilkan jarak tempuh yang lebih baik per liter bahan bakar (Sari, 2020).

C. Keandalan Mesin :

Dengan aditif yang terkandung dalam Pertamax, sistem bahan bakar dapat terjaga kebersihannya, mengurangi kemungkinan terjadinya endapan atau kerak yang dapat mempengaruhi performa mesin dalam jangka panjang.

Berikut dapat di lihat spesifikasi dari Pertamax menurut keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Direktorat

Jendral Minyak dan Gas Bumi Nomor : 313.K/10/DJM.T/2013 pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Spesifikasi Bahan Bakar Jenis RON 92 (Pertamax)(Ditjen Migas, 2006)

No.	KARAKTERISTIK	SATUAN	BATASAN MIN	BATASAN MAX	METODE UJI
1	Bilangan Oktana Riset (RON)	RON	92.0	-	ASTM D2699
2	Stabilitas Oksidasi	menit	480	-	ASTM D525
3	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05 ¹⁾	ASTM D2622
4	Kandungan Timbal (Pb)	g/l	-	0,013 ²⁾	ASTM D3237
5	Kandungan Fosfor	mg/l	-	-	ASTM D3231
6	Kandungan Logam (Mn, Fe, dll)	mg/l	-	-	ASTM D3831
7	Kandungan Silikon	mg/kg	-	-	ICP-AES
8	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7 ³⁾	ASTM D4815
9	Kandungan Olefin	% v/v	-	*	ASTM D1319
10	Kandungan Aromatik	% v/v	-	50,0	ASTM D1319
11	Kandungan Benzena	% v/v	-	5,0	ASTM D4420
12	Distilasi :				ASTM D86
	10% Vol Penguapan	°C	-	70	
	50% Vol Penguapan	°C	77	110	
	90% Vol Penguapan	°C	130	180	
	Titik Didih Akhir	°C	-	215	
	Residu	% vol	-	2,0	
13	Sedimen	mg/l	-	1	ASTM D5452
14	Unwashed Gum	mg/100 ml	-	70	ASTM D381
15	Washed Gum	mg/100 ml	-	5	ASTM D381
16	Tekanan Uap	kPa	45	60	ASTM D5191 atau ASTM D323
17	Berat Jenis (pada suhu 15 °C)	kg/m ³	715	770	ASTM D4052 atau ASTM D1298
18	Korosi Bilah Tembaga	merit		Kelas 1	ASTM D130
19	Uji Doctor			Negatif	IP 30
20	Sulfur Mercaptan	% massa	-	0,002	ASTM D3227
21	Penampilan Visual			Jernih dan Terang	
22	Warna			Biru	
23	Kandungan Pewarna	qr/100 l	-	0.13	

2.4. Zat Aditif

Zat aditif merupakan bahan yang di campurkan pada bahan bakar kendaraan bermotor. Zat aditif digunakan untuk meningkatkan sifat dasar seperti anti knocking. Meningkatkan angka oktan bisa dengan cara mencampurkan zat aditif dengan bahan bakar selain itu bisa menghilangkan endapan karbon dan menurunkan kadar emisi gas buangnya. Zat aditif yang digunakan untuk penelitian ini adalah Nitrorace. Nitrorace sebagai aditif bahan bakar terbaik yang berfungsi juga pembersih sistem bahan bakar yang komplit (*Complete Fuel System Cleaner*) dengan kandungan detergen *PEA (Polyether Amine)* dari jenis nitrogen base detergent sebagai agen pembersih paling ampuh tidak hanya mencegah pembentukan deposit berbahaya tetapi juga membersihkan dan melarutkan deposit yang terbentuk didalam ruang bakar dan sistem saluran BBM. pada suhu tinggi sangat efektif bermanfaat untuk meningkatkan performa mesin dan perawatan sistem dengan kandungan (*Multi Additives Package*) seperti aditif anti *friction* dan *wear* yang berfungsi mengurangi gesekan dan keausan pada mesin, meringankan kerja mesin, anti korosi pada tangki BBM dan keseluruhan sistem bahan bakar, anti busa serta anti oksidasi pada masa penyimpanan bbm di dalam tangki. *Solvent* yang terkandung didalamnya berfungsi meningkatkan oktan bahan bakar. Diperkaya dengan *Nitroparaffin* yang menjadi booster bagi aditif pembersih, meningkatkan pembakaran sempurna di ruang bakar. Nitrorace dirancang dengan formulasi racing modern dengan memperhatikan perawatan komplit bagi pengemudi yang mengutamakan kenyamanan berkendara tinggi dan perawatan maksimal serta kemampuan menurunkan tingkat kadar emisi gas buang yang berbahaya (Niko Tacker, Eddy Elfiano 2020):

2.5. Performa Motor Bakar

Beberapa parameter penting dalam motor bakar adalah Daya dan Torsi. Berikut pembahasan tentang Daya dan Torsi :

2.5.1 Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan torsi sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F , benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar B , dengan data tersebut torsinya dapat diperoleh dari hasil kali gaya dengan jarak :

$$T = T = (F \cdot r)(Nm) \quad (2.1)$$

Dimana :

T = Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin (Nm)

F = Gaya (N)

r = Jari-jari

2.5.2 Daya

Daya merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Perbandingan perhitungan daya terhadap putaran mesin dan moment putar, semakin cepat putaran mesin, rpm yang dihasilkan semakin besar sehingga daya yang dihasilkan dan moment putar juga semakin besar, semakin banyak jumlah gigi pada roda giginya semakin besar torsinya. Jumlah putaran (rpm) dan besar moment putar atau torsi mempengaruhi daya motor yang dihasilkan. Pada motor bakar BHP (*Break Horse Power*) merupakan besaran untuk mengindikasikan *horse power* aktual yang dihasilkan oleh mesin. Bhp biasanya diukur dengan peralatan pengukur daya yang

ditempatkan pada *driveshaft* mesin.

$$[P = 2\pi nT/60000 (kW)] \quad (2.2)$$

Dimana :

P = Daya (kW)

n = Putaran Mesin (rpm)

T = Torsi (Nm)

60000 dapat diartikan 1 menit = 60 detik dan untuk mendapatkan kw = 1000 watt.

2.5.3 Fuel Consumption (FC)

Mengukur kebutuhan *fuel consumption* untuk menentukan jumlah penggunaan bahan bensin yang dibutuhkan mesin untuk menghasilkan listrik pada kecepatan tertentu. digunakan persamaan sebagai berikut :

$$FC = \frac{V_{bb}}{t} \left(\frac{Kg}{H} \right) \quad (2.3)$$

Dimana :

FC = Fuel Consumption (Kg/h)

ρ_{bb} = Massa Jenis Bahan Bakar (Kg/m³) Pertamina = 0,74 (Kg/L)

V_{bb} = Ukuran Bahan Bakar yang digunakan (L)

t = Durasi Waktu yang digunakan (H)

2.5.4 Specific Fuel Consumption (SFC)

Specific Fuel Consumption adalah ukuran yang dibutuhkan bahan energi dalam hitungan satuan waktu. Kebutuhan bahan bensin untuk spesifiknya adalah data bahan yang dipakai per satuannya. Perhitungan dilakukan guna mengetahui penggunaan yang dikonsumsi untuk menghasilkan

daya . Diukur dalam persamaan :

$$SFC = \frac{mf}{P} \left(\frac{Kg}{HP} \cdot H \right) \quad (2.4)$$

Dimana :

SFC = Spesifik Fuel Consumption (Kg/kWh)

mf = Massa Bahan Bakar (kW)

FC = Fuel Consumption (kg/H)

P = Daya Motor (HP)

2.5.5 Efisiensi Thermal (η_{th})

Effisiensi Thermal sebagai pemaksimalan Dimana panas bahan bensin digunakan dengan cara mengubahnya guna memperoleh tenaga mekanik (poros). Perhitungan dilakukan untuk mengetahui efisiensi bahan bakar dari unjuk kerja mesin. Dihitung menggunakan persamaan :

$$\eta_{th} = \frac{3600}{SFC \cdot LHV} \times 100\% \quad (2.5)$$

Dimana :

η_{th} = Efisiensi Thermal (%)

SFC = Specific Fuel Consumption (Kg/kWh)

LHV = Angka Kalor (Kj/Kg) Pertamina = 44000 kJ/kg

2.6. Dynotest : Pengujian Kinerja Mesin

Dynotest atau pengujian *dyno* adalah proses pengukuran kinerja mesin menggunakan alat yang disebut *dynamometer*. Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi berbagai parameter mesin, termasuk tenaga (*power*), torsi (*torque*), efisiensi bahan bakar, dan karakteristik pengoperasian lainnya. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai *dynotest*, jenis-jenisnya, serta manfaat dan prosesnya.

2.6.1 Jenis-Jenis *Dynotest*

1) *Dynamometer* Roda (*Chassis Dyno*) :

Mengukur kinerja mesin dalam kendaraan yang sudah terpasang. Kendaraan diletakkan di atas rol yang berputar, dan pengujian dilakukan saat kendaraan beroperasi. Jenis ini memungkinkan pengukuran tenaga dan torsi pada roda, yang mencakup pengaruh dari drivetrain dan transmisi.

2) *Dynamometer* Mesin (*Engine Dyno*) :

Mengukur kinerja mesin secara terpisah dari kendaraan. Mesin dipasang pada *dynamometer* dan diuji dalam kondisi yang terkontrol. Ini memungkinkan pengukuran yang lebih akurat dari tenaga dan torsi yang dihasilkan oleh mesin itu sendiri, tanpa pengaruh komponen lain.

2.6.2 Proses *Dynotest*

1) Persiapan :

Mesin atau kendaraan harus dipersiapkan dengan baik, termasuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik. Jika menggunakan *dynamometer* mesin, mesin harus dipasang dengan benar pada alat.

2) Pengaturan Parameter :

Parameter pengujian seperti RPM (*revolutions per minute*), beban, dan waktu pengujian harus diatur. Ini akan bergantung pada tujuan pengujian, seperti mencari puncak tenaga atau torsi.

3) Pengujian :

Mesin dijalankan dan data dikumpulkan. Pengujian biasanya dilakukan dalam beberapa putaran untuk mendapatkan data yang konsisten. Selama pengujian, data tentang tenaga, torsi, dan kadang-kadang emisi akan direkam.

4) Analisis Data :

Setelah pengujian selesai, data dianalisis untuk mendapatkan grafik tenaga dan torsi. Grafik ini menunjukkan bagaimana kinerja mesin berubah pada berbagai RPM. Informasi ini dapat digunakan untuk tuning mesin, perbaikan, atau pengembangan lebih lanjut.

2.6.3 Manfaat *Dynotest*

1) Tuning Mesin :

Dynotest memungkinkan mekanik dan insinyur untuk mengoptimalkan pengaturan mesin, termasuk pengaturan bahan bakar dan pengapian, untuk mencapai performa terbaik.

2) Evaluasi Modifikasi :

Setelah melakukan modifikasi pada mesin (seperti perubahan knalpot, *intake*, atau *camshaft*), *dynotest* dapat digunakan untuk mengevaluasi dampak dari modifikasi tersebut terhadap kinerja mesin.

3) Perbandingan Bahan Bakar :

Dynotest dapat digunakan untuk membandingkan kinerja mesin dengan berbagai jenis bahan bakar (misalnya, bensin, *nitroethane*, atau bahan bakar alternatif) untuk menentukan mana yang memberikan hasil terbaik.

4) Pengembangan Produk :

Produsen mesin dan komponen dapat menggunakan *dynotest* untuk pengembangan produk baru, memastikan bahwa produk yang mereka kembangkan memenuhi spesifikasi kinerja yang diinginkan.