

1.5.2 KINERJA

Kinerja pada motor pembakaran dalam dihasilkan oleh gas di dalam silinder ruang bakar. Kinerja merupakan hasil dari suatu gaya yang bekerja melalui suatu jarak tertentu. Ini berkaitan dengan gaya yang dihasilkan tekanan gas pada torak yang bergerak. Kinerja yang dihasilkan pada suatu siklus motor pembakaran dalam:

$$\overline{W} = \int F dx = \int P A_t dx \quad (1-19)$$

di mana

P = tekanan di dalam ruang bakar

A_t = luasan di mana torak bekerja

x = jarak gerakan torak

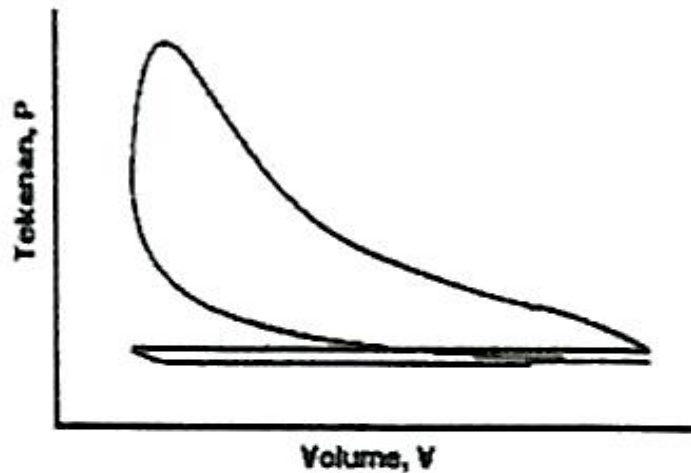
dan

$$\overline{A_t dx} = dV \quad (1-20)$$

dV adalah volume diferensial yang dipindahkan oleh torak ketika bergerak ke suatu jarak dx sehingga kerja yang dilakukan dapat dituliskan dengan:

$$\overline{W} = \int P dV \quad (1-21)$$

Siklus motor sebenarnya pada koordinat $P-V$ dinyatakan melalui **diagram indikator**. Diagram indikator (Gambar 1-19) dihasilkan melalui *plotter* mekanis yang dihubungkan langsung ke motor.



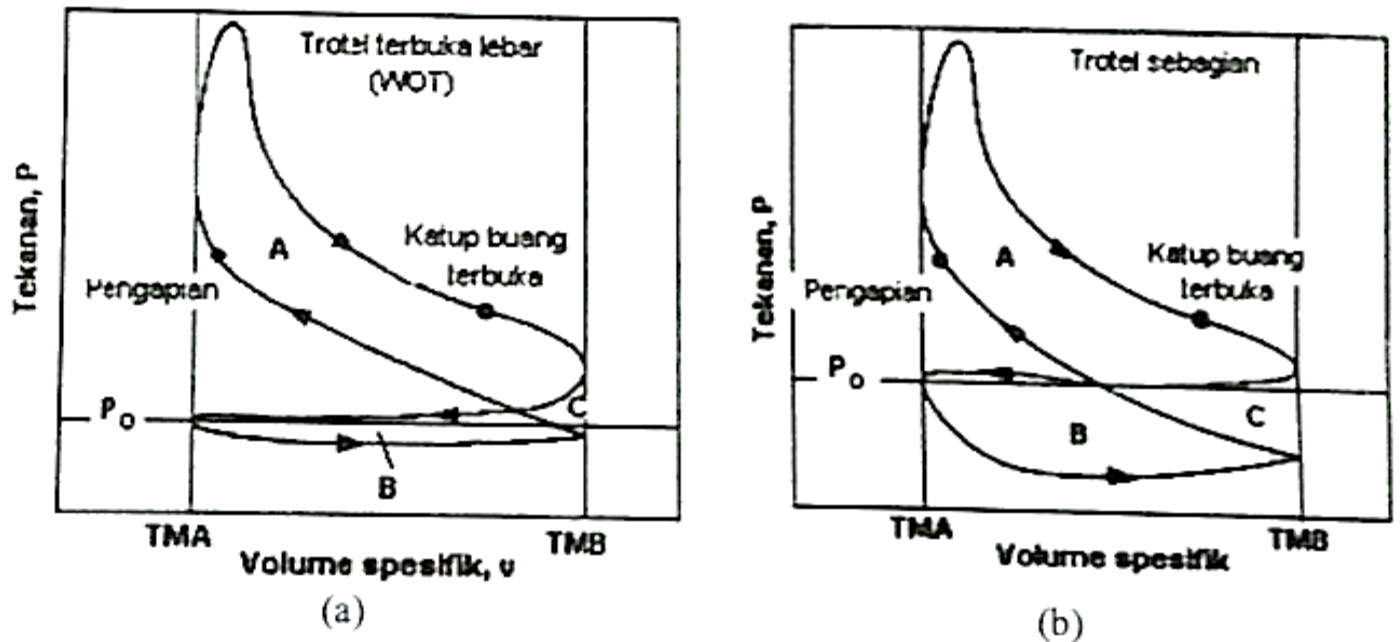
Gambar 1-19 Diagram indikator motor bensin 4-langkah pada WOT

Karena motor pada umumnya memiliki silinder lebih dari satu maka analisis siklus motor dilakukan dalam satuan massa gas di dalam silinder, m . Untuk melakukannya, volume V diganti dengan volume spesifik v dan kerja digantikan dengan kerja spesifik, w .

$$\overline{w} = \frac{\overline{W}}{m} \quad \overline{v} = \frac{\overline{V}}{m} \quad (1-22)$$

$$\overline{w} = \int P dv \quad (1-23)$$

Kerja spesifik w sama dengan luasan di bawah kurva pada koordinat P-V dalam Gambar 1-20. Jika P menyatakan tekanan di dalam silinder ruang bakar maka persamaan (1-23) dan area yang ditunjukkan dalam Gambar 1-20 menyatakan kerja di dalam ruang bakar tersebut. Kerja ini disebut **kerja indikasi** (*indicated work*). Kerja yang dikirimkan oleh poros engkol lebih kecil dari kerja indikasi, berkaitan dengan gesekan mekanis dan sejumlah beban parasit motor tersebut. Beban parasit meliputi pompa minyak, supercarjer, kompresor alat pendingin, alternator, dan lain-lain.



Gambar 1-20 Siklus motor bensin 4-langkah dengan (a) katup trotel terbuka penuh dan (b) katup trotel terbuka sebagian

$$\overline{w_b} = \overline{w_i} - \overline{w_f} \quad \text{kJ / kg} \quad (1-24)$$

di mana:

w_i = kerja indikasi spesifik yang dihasilkan di dalam ruang bakar

w_f = kerja spesifik yang hilang (kerja friksi) berkaitan dengan gesekan mekanis dan beban parasit

Untaian atas siklus dalam Gambar 1-20 terdiri dari langkah kompresi dan daya, di mana kerja keluaran dihasilkan dan disebut **kerja indikasi kotor** (*gross indicated work*) yang ditunjukkan dengan luasan A dan C . Untaian bawah, yang meliputi langkah masuk dan buang, disebut **kerja pemompaan** (*pump work*), dan menyerap kerja dari motor (luasan B dan C).

Kerja indikasi netto (*net indicated work*) adalah

$$\overline{w_{neto}} = \overline{w_{kotor}} + \overline{w_{pompa}} \quad (1-25)$$

Kerja pemompaan, w_{pompa} , untuk motor tanpa supercarjer adalah negatif, sehingga

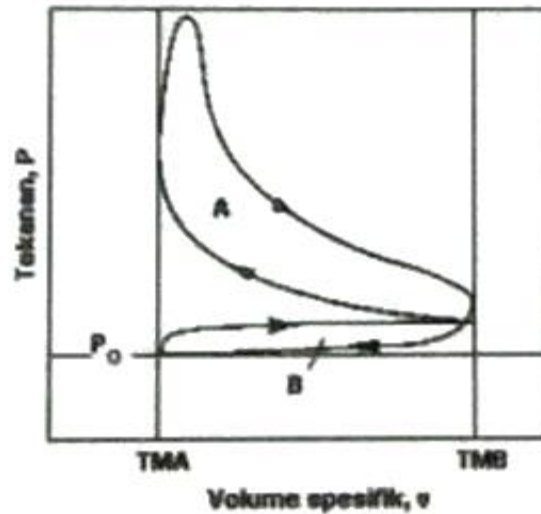
$$\overline{w_{neto}} = (\text{area } A) - (\text{area } B) \quad (1-26)$$

Pada motor 4-langkah, tekanan buang pada umumnya lebih tinggi dibanding tekanan hisap. Oleh karena itu, luas bidang antara garis buang dan garis hisap (luasan B dan C pada Gambar 1-20) menyatakan luasan negatif sehingga merupakan kerugian, yang disebut **kerugian pemompaan**.

Dengan supercarjer atau turbocarjer, tekanan hisap dapat dibuat lebih tinggi dari tekanan buang sehingga tidak terjadi kerugian pemompaan, melainkan memberikan kerja pompa positif (Gambar 1-21).

$$\overline{w_{mehs}} = (\text{area } A) + (\text{area } B) \quad (1-27)$$

Ketika ini terjadi, supercarjer meningkatkan kerja indikasi netto tetapi menambah kerja akibat gesekan pada motor karena digerakkan oleh poros engkol.



Gambar 1-21 P-V diagram siklus 4-langkah motor bensin dengan supercarjer atau turbocarjer

Rasio antara kerja rem pada poros engkol terhadap kerja indikasi di ruang bakar didefinisikan sebagai **efisiensi mekanis** motor yang dinyatakan dengan:

$$\eta_m = \frac{w_b}{w_i} = \frac{W_b}{W_i} \quad (1-28)$$

Pada kondisi motor tanpa beban (*idle*), efisiensi mekanik turun menjadi nol atau mendekati nol karena hanya sejumlah kecil kerja rem diserap sistem penggerak (*transmisi, transaxle*). Gesekan mekanik dan fluida merupakan kerugian tenaga yang terbesar pada kecepatan tinggi, sedangkan kerugian kalor merupakan kerugian yang terbesar pada kecepatan rendah. Karena daya gesekan meliputi daya yang dibutuhkan untuk memompa gas ke dalam dan ke luar dari motor, efisiensi mekanik tergantung pada posisi trolol sebagaimana halnya kecepatan motor.