

# ANALISIS PERHITUNGAN TERMODINAMIKA PADA MOTOR BENSIN TIPE YAMAHA MIO-J 113 CC

**RAINER KENNET MELKI BALAK  
YOLANDA J. LEWERISSA**

*Program Studi Diploma IV Teknik Mesin  
Politeknik Saint Paul Sorong  
Email ; [ruselloanz@gmail.com](mailto:ruselloanz@gmail.com); [rainerkennet285@gmail.com](mailto:rainerkennet285@gmail.com)*

## ABSTRAK

*Analisis perhitungan termodinamika secara komprehensif pada mesin diharapkan dapat memberikan data akurat mengenai efisiensi termal aktual mesin, mengidentifikasi potensi optimasi desain atau operasi untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar (fuel economy) dan menjadi dasar empiris bagi penelitian lanjutan dalam upaya pengembangan mesin yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai besaran-besaran termodinamika pada mesin sepeda motor tipe Yamaha Mio-J 113 cc, dan menggambar diagram indikator P-V dari hasil analisis perhitungan besaran-besaran termodinamika pada mesin sepeda motor tipe Yamaha Mio-J 113 cc. Metode yang digunakan adalah metode kepustakaan, perhitungan dilakukan secara teoritis menggunakan rumus-rumus pendekatan dan data spesifikasi motor. Hasil yang diperoleh adalah Tekanan akhir langkah pengisian 0,09 MPa, Tekanan akhir langkah kompresi 1,958 MPa, Tekanan akhir langkah ekspansi 0,243 MPa, Tekanan pembakaran maksimum 4,046 MPa, Eksponen politropik kompresi 1,38121, Eksponen politropik ekspansi 1,26067 dan gambar diagram P-V termodinamika motor bensin hasil perhitungan.*

**Kata Kunci :** *Termodinamika, motor bensin, diagram P-V*

## ABSTRACT

A comprehensive thermodynamic calculation analysis on an engine is expected to provide accurate data regarding the actual thermal efficiency of the engine, identify potential design or operational optimizations to improve fuel economy, and serve as an empirical basis for further research in developing more efficient and environmentally friendly engines. The purpose of this study is to determine the values of thermodynamic parameters of a Yamaha Mio-J 113 cc motorcycle engine, and to plot the P-V indicator diagram based on the analysis of these thermodynamic calculations. The methodology employed is a literature review, where calculations are performed theoretically using approximation formulas and engine specification data. The results obtained indicate a final pressure of the intake stroke of 0.09 MPa, a final pressure of the compression stroke of 1.958 MPa, a final pressure of the expansion stroke of 0.243 MPa, a maximum combustion pressure of 4.046 MPa, a polytropic compression exponent of 1.38121, a polytropic expansion exponent of 1.26067, and the calculated thermodynamic P-V diagram of the gasoline engine.

**Keywords:** *Thermodynamics, gasoline engine, P-V diagram*

## PENDAHULUAN

Sektor transportasi merupakan salah satu penyumbang terbesar konsumsi energi fosil global. Dalam konteks Indonesia, sepeda motor, khususnya skuter matik, mendominasi populasi kendaraan pribadi. Yamaha Mio-J 113 cc adalah salah satu model skuter matik yang populer, menjadikannya sampel representatif untuk studi efisiensi termal. Seiring dengan isu kelangkaan bahan bakar dan tuntutan lingkungan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, analisis mendalam tentang bagaimana energi kimia dari

bahan bakar diubah menjadi energi mekanik (gerak) menjadi sangat krusial.

Motor Otto dengan sistem Spark Ignition menggunakan bantuan bunga api untuk menyalakan atau membakar campuran bahan bakar-udara. Bunga api yang digunakan berasal dari busi. Busi akan menyala saat campuran bahan bakar-udara mencapai rasio kompresi, temperatur, dan tekanan tertentu sehingga akan terjadi reaksi pembakaran yang menghasilkan tenaga untuk mendorong torak bergerak bolak-balik. Siklus langkah kerja yang terjadi pada mesin jenis ini dinamakan siklus Otto dengan

mempergunakan bahan bakar bensin. (Rosid, 2016)

Analisis perhitungan termodinamika secara komprehensif pada mesin diharapkan dapat memberikan data akurat mengenai efisiensi termal aktual mesin, mengidentifikasi potensi optimasi desain atau operasi untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar (*fuel economy*) dan menjadi dasar empiris bagi penelitian lanjutan dalam upaya pengembangan mesin yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Selain itu dapat memperkaya literatur teknik mesin, khususnya dalam aplikasi nyata prinsip termodinamika pada mesin sepeda motor domestik yang umum dan memberikan rekomendasi teknis yang dapat digunakan oleh pabrikan, mekanik, atau peneliti untuk meningkatkan efisiensi energi pada sepeda motor tipe serupa.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran-besaran termodinamika pada mesin sepeda motor tipe Yamaha Mio-J 113 cc dan menggambar diagram indikator P-V dari hasil analisis perhitungan besaran-besaran termodinamika pada mesin sepeda motor tipe Yamaha Mio-J 113 cc.

## KAJIAN PUSTAKA

### Pengertian Motor Bakar

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak yang banyak dipakai dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. (Laki et al., 2013)

### Motor Bensin

Motor bensin (*spark Ignition*) adalah suatu tipe mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) yang dapat mengubah energi panas dari bahan bakar menjadi energi mekanik berupa daya poros pada putaran poros engkol. Energi panas diperoleh dari pembakaran bahan bakar dengan udara yang terjadi pada ruang bakar (*Combustion Chamber*) dengan bantuan bunga api yang berasal dari percikan busi untuk menghasilkan gas pembakaran.

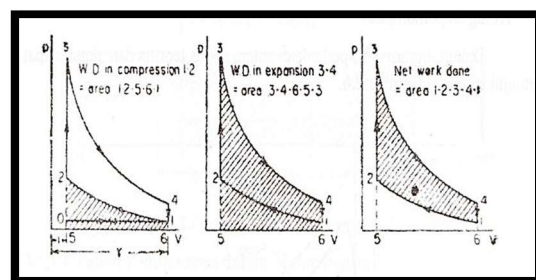
Berdasarkan siklus kerjanya motor bensin dibedakan menjadi dua jenis yaitu motor bensin dua langkah dan motor bensin empat langkah. Motor bensin dua langkah adalah motor bensin

yang memerlukan dua kali langkah torak, satu kali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu kali daya (usaha). Sedangkan motor bensin empat langkah adalah motor bensin yang memerlukan empat kali langkah torak, dua kali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu kali daya (usaha). (Wiratmaja, 2010)

### Siklus Teoritis Motor Bensin

Siklus termodinamika adalah serangkaian perubahan keadaan berturut-turut yang dialami oleh sejumlah gas, sehingga dapat kembali ke keadaan semula baik tekanan volume maupun temperaturnya. Untuk motor bensin digunakan siklus Otto (*Otto Cycle*) di mana proses pemasukan kalor berlangsung pada volume konstan. Beberapa asumsi yang digunakan adalah: (Pudjanarsa & Nursuhud, 2006)

1. Kompresi berlangsung isentropis.
2. Pemasukan kalor pada volume konstan dan tidak memerlukan waktu.
3. Ekspansi isentropis.
4. Pembuangan kalor pada volume konstan.
5. Fluida kerja adalah udara dengan sifat gas ideal dan selama proses panas jenis konstan.



Gambar 1. Diagram P-V Siklus Otto  
(Pudjanarsa & Nursuhud, 2006)

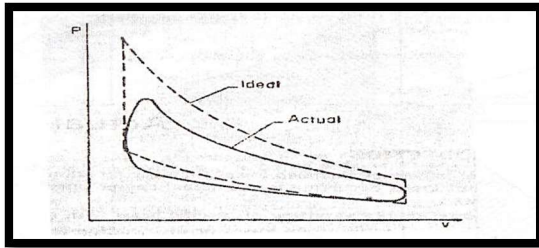
### Siklus Aktual Motor Bensin

Efisiensi siklus aktual adalah jauh lebih rendah dari efisiensi siklus teoritis karena berbagai kerugian yang terjadi dalam operasi mesin. Kerugian-kerugian itu antara lain: (Pudjanarsa & Nursuhud, 2006)

1. Kerugian karena variasi panas jenis terhadap temperatur
2. Kerugian kesetimbangan kimia atau kerugian disosiasi
3. Kerugian waktu pembakaran
4. Kerugian karena pembakaran tidak sempurna
5. Kerugian perpindahan panas langsung
6. Kerugian *Exhaust Blowdown*

### 7. Kerugian pemompaan

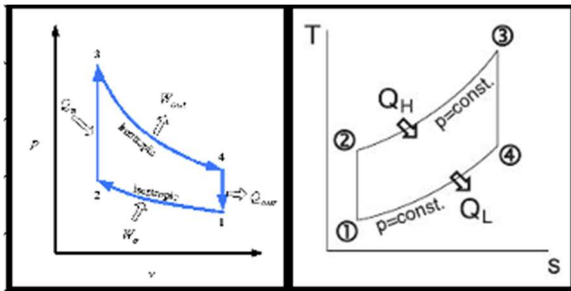
Dalam diagram P-V, perbedaan antara siklus teoritis dan siklus aktual dapat ditunjukkan pada Gambar.



Gambar 2. Perbandingan Siklus Teoritis dan Siklus Aktual untuk Mesin Bensin  
(Pudjanarsa & Nursuhud, 2006)

### Siklus Otto

Siklus udara volume konstan ( Siklus Otto ) adalah siklus ideal yang menerima tambahan panas yang terjadi secara konstan ketika piston dalam posisi titik mati atas (TMA). Siklus udara volume konstan dapat digambarkan dalam diagram P – V dan diagram T – s.



Gambar 3. Diagram P-V dan T-s pada Siklus Otto

Berikut ini sifat ideal yang dipergunakan dan keterangan mengenai proses siklusnya yaitu : (Wiratmaja, 2010)

1. Proses 0 – 1 adalah langkah hisap tekanan konstan yaitu campuran bahan bakar dan udara yang dihisap kedalam silinder.
2. Proses 1 – 2 adalah langkah kompresi adiabatik reversibel yaitu campuran bahan bakar dan udara dikompresikan.
3. Proses 2 – 3 adalah proses pembakaran volume konstan, campuran udara dan bahan bakar dinyalakan dengan bunga api.
4. Proses 3 – 4 adalah langkah ekspansi adiabatik reversibel, kerja yang ditimbulkan gas panas yang berekspansi.
5. Proses 4 – 1 adalah proses pembuangan panas pada volume konstan, panas dibuang melewati dinding ruang bakar.

6. Proses 1 – 0 adalah proses pembuangan kalor, katup buang terbuka maka gas sisa pembakaran terbuang keluar menuju ke knalpot.

### Bahan Bakar Bensin

Bensin dibuat dari minyak mentah yang di pompa dari perut bumi dan biasa disebut *Crude oil*, dengan proses destilasi atau penyulingan minyak mentah, bensin diperoleh pada temperatur 150°C, cairan ini mengandung hidrokarbon, atom-atom karbon dalam minyak mentah saling berhubungan membentuk rantai dengan panjang yang berbeda-beda.

Secara sederhana bensin tersusun dari hidrokarbon rantai lurus dengan rumus kimia  $C_nH_{2n+2}$  mulai dari  $C_7$  (heptana) sampai dengan  $C_{11}$  dengan kata lain bensin terbentuk dari hidrogen dan karbon, saling terikat satu dengan yang lainnya sehingga membentuk rantai. (Lewerissa, 2011)

Karakteristik umum yang perlu diketahui untuk menilai kinerja dari bahan bakar bensin antara lain : (Lewerissa, 2011)

1. Viskositas adalah suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan atau hambatan dari suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari bahan cair. Makin tinggi viskositas minyak akan makin kental dan lebih sulit untuk mengalir, demikian juga sebaliknya makin rendah viskositas minyak maka makin encer dan lebih mudah minyak itu untuk mengalir.
2. Angka oktan menunjukkan kecenderungan bensin untuk memberikan ketukan di dalam mesin. (angka oktan bensin 85-95)
3. Densitas menunjukkan perbandingan massa minyak persatuan volume pada temperature tertentu ( $\rho_{bensin}$ : 715 – 780  $kg/m^3$ ), nilai kalor pembakaran menunjukkan energi kalor yang dikandung dalam tiap satuan massa bahan bakar. Nilai kalor H, C dan O dinyatakan dalam presentase setiap unsur yang terkandung dalam satu kilogram bahan bakar (nilai kalor bensin : 42000 – 44000 kJ/kg).
4. Volalita adalah sifat kecenderungan bahan bakar untuk berubah fasa menjadi fasa uap. Hal ini sangat penting dalam hubungannya dengan keamanan dalam pengangkutan bahan bakar bensin dan terjadinya sumbatan uap (*vapor lock*),

yaitu terhentinya aliran bensin sebagian atau seluruhnya yang disebabkan karena terbentuknya uap didalam sistem saluran bahan bakar pada proses pengumpanan bensin, dan karakteristik mesin untuk dihidupkan dalam keadaan dingin (*starting characteristic*).

5. Titik tuang adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak sehingga minyak tersebut masih dapat mengalir karena gaya grafitasi. Titik tuang ini diperlukan sehubungan dengan adanya persyaratan praktis dari produser penimbunan dan pemakaian dari bahan bakar minyak. Hal ini dikarenakan bahan bakar minyak sering sulit untuk dipompa, apabila suhu telah di bawah titik tuangnya.
6. Titik bakar (*fire point*) adalah temperatur terendah dimana uap minyak akan menyala dan terbakar secara terus menerus kalau dikenai nyala uji (*test flame*) pada kondisi tertentu.
7. Warna adalah untuk menentukan warna semua produk minyak, baik yang diberi zat pewarna atau tidak.

### Rumus Perhitungan

Beberapa parameter awal yang digunakan, sebagai berikut : Perbandingan kompresi ( $\epsilon$ ), koefisien udara lebih ( $\alpha$ ), Temperatur udara luar ( $T_o$ ), Tekanan udara luar ( $P_o$ ), Koefisien sisa gas pembakaran ( $\gamma r$ ), Harga kalori bahan bakar ( $Q_b$ ), Komposisi kimia bahan bakar : Carbon (C), Hidrogen (H), Oksigen (O), Temperatur sisa gas pembakaran ( $T_r$ ).

### Langkah Pengisian

Tekanan udara akhir langkah pengisian (awal langkah kompresi  $P_a$ ): (Khouvakh, 1979)

$$P_a = 0,90 \times P_o \text{ MPa} \quad (1)$$

Temperatur udara akhir langkah pengisian (awal langkah kompresi,  $T_a$ ):

$$T_a = \frac{T_o + \Delta t_w + \gamma r \times T_r}{1 + \gamma r} \quad (2)$$

### Langkah Kompresi

Temperatur udara pada akhir langkah kompresi ( $T_{com}$ ):(Khouvakh, 1979)

$$T_{com} = T_a \times \epsilon^{n_1 - 1} \quad (3)$$

Tekanan akhir kompresi ( $P_{com}$ ):

$$P_{com} = P_a \times \epsilon^{n_1} \quad (4)$$

### Langkah Pembakaran

Pembakaran yang terjadi dalam ruang pembakaran, maka tekanan di dalam silinder tersebut akan naik. Tingkat kenaikan tekanan ( $\lambda$ ) tersebut dapat dihitung dengan persamaan: (Khouvakh, 1979)

$$\lambda = \frac{P_z}{P_{com}} \quad (5)$$

Untuk mendapatkan temperatur maksimum pembakaran  $T_z$  menurut persamaan: (N. Petrovsky Prof, n.d.)

$$\frac{\epsilon_z \times Q_L}{M_c(1+\gamma r)} + \{(MC_v)_a + 1,985 \times \lambda\} T_{com} = \mu(MC_p)_g \times T_z$$

### Langkah Ekspansi

Tekanan gas akhir ekspansi ( $P_b$ ), yang dihitung dengan persamaan (Khouvakh, 1979):

$$P_b = \frac{P_z}{\delta^{n_2}} \quad (6)$$

Temperatur gas akhir ekspansi ( $T_b$ ), yang dihitung dengan persamaan (Khouvakh, 1979):

$$T_b = \frac{T_z}{\delta^{n_2 - 1}} \quad (7)$$

### Rumus Volume Gas

Volume Clearance ( $V_c$ ):

$$V_c = \frac{V_s}{\epsilon - 1} \quad (8)$$

Volume Langkah Torak ( $V_s$ ):

$$V_s = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times S \quad (9)$$

Volume silinder seluruh ( $V_a$ ):

$$V_a = V_s + V_c \quad (10)$$

Volume gas dari titik 1-5:

$$V_1 = V_c + V_s \text{ cm}^3 \quad (11)$$

$$V_2 = V_c = \frac{V_s}{\epsilon - 1} \text{ cm}^3$$

$$V_3 = V_2 \text{ cm}^3$$

$$V_4 = \frac{V_s}{\delta} \text{ cm}^3$$

$$V_5 = V_1 \text{ cm}^3$$

Diagram P-V digambar berdasarkan hasil hitungan P dan V.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Metode Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk memperoleh sumber pustaka adalah metode kepustakaan, dimana sumber-sumber pustaka diambil dari buku-buku referensi, jurnal-jurnal penelitian dan media elektronika.

Sekumpulan hasil penelitian tidak terbatas sampai pada pengumpulan data yang diterima dan penyusunan proposal penelitian melainkan menggunakan metode eksperimen. Adapun metode eksperimen yang dilakukan adalah dengan melakukan pemecahan perhitungan untuk masing-masing besaran pada tiap-tiap persamaan secara teoritis menurut sumber sehingga mendapatkan hasil perhitungan yang maksimal.

### Prosedur Penelitian

Langkah-langkah dalam prosedur penelitian adalah :

#### 1. Studi kepustakaan

Studi kepustakaan dilakukan dengan mempelajari data sekunder dari referensi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

#### 2. Pengambilan Data

Penelitian dilakukan dengan mencatat data-data teknis berupa data mesin motor yamaha tipe Mio-J 113 cc dan data-data lain untuk keperluan penelitian.

#### 3. Pengolahan data berupa perhitungan

Perhitungan besaran termodinamika dan menggambar diagram indikator P-V dari hasil perhitungan termodinamika pada sepeda motor yamaha tipe Mio-J berbahan bakar bensin.

#### 4. Survei Data

Data yang diambil secara garis besar adalah data spesifikasi mesin Yamaha tipe Mio-J 113 cc :

Tabel 1. Spesifikasi Mesin Yamaha  
Tipe Mio-J 113 cc

Tipe mesin	4 langkah, 2 valve SOHC, berpendingin udara
Volume silinder	113,69 cc
Rasio kompresi	9,3 : 1
Broke x Stroke	50 x 57,9 mm
Daya maksimum	7,75 PS atau 5,7 kW pada 8500 rpm
Torsi maksimum	8,5 Nm pada 5000 rpm
Busi	NGK/CR6HSA
Sistem pengapian	TCI
Kopling	Kering Otomatis Sentrifugal

Bahan bakar	Bensin beroktan 91
Stater	Elektrik dan "Kick"
Tangki bb	4,8 liter
Kapasitas oli	0,8 liter
Sistem penggerak	Automatic V-belt (V-Belt)
Rasio gear	2,343-0,874 : 1
Saringan udara	Kertas basah
Dimensi p x l x t	700 x 1,850 x 1,050 mm
Tinggi sampai sadel	745 mm
Jarak pijak	130 mm
Sumbu roda	1,260 mm
Bobot bersih/bensin penuh	Net 87/93 kg
Rem	Piston Tunggal (depan) dan teromol (belakang)

## PEMBAHASAN

### Data Parameter Awal

Data parameter awal dari spesifikasi mesin yang digunakan dalam perhitungan adalah :

1. Tipe mesin = 4 Langkah
2. Jumlah silinder (i) = 1
3. Diameter silinder (D) = 5,0 cm
4. Panjang langkah torak (S) = 5,79 cm
5. Daya output mesin (Ne) = 7,75 HP (5,7 kW)
6. Putaran mesin (n) = 8500 rpm
7. Perbandingan kompresi ( $\epsilon$ ) = 9,3 : 1

Data awal perhitungan adalah:

1. Perbandingan kompresi ( $\epsilon$ ) : 9,3 : 1
2. Koefisien udara lebih ( $\alpha$ ) : 1,05
3. Temperatur udara luar ( $T_o$ ) : 300 K
4. Tekanan udara luar ( $P_o$ ) : 0,1 MPa
5. Koefisien sisa gas pembakaran ( $\gamma_r$ ): 0,025
6. Komposisi kimia bahan bakar : 84,057 % C, 15,943 % H, 0 % O
7. Nilai kalori bahan bakar (QL) : 10031.532 kkal/kg atau (42000 kJ/kg)
8. Temperatur sisa gas pembakaran ( $T_r$ ): 800 K

Hasil perhitungan besaran termodinamika didasari pada nilai daya motor harus memenuhi daya motor sesuai data spesifikasi. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel perhitungan berikut:

Tabel 2. Perhitungan Besaran Termodinamika

PERHITUNGAN DAYA MOTOR BENSIN MIO-J 113 CC		
MATERI PERHITUNGAN	HASIL	SATUAN
Po	0,1	Mpa
Pa	0,09	Mpa
To=Tsup	300	K
Δtw	20	K
gamma-res	0,025	
Tr	800	K
Ta	331,707	K
ε, rasio kompresi	9,3	
ηch, randemen pengisian	0,890	
A	4,62	
B	0,00053	
n1	1,38121	
n1-1	0,38121	
Ruas kiri	5,20716	
Ruas kanan	5,20716	
hitung - n1	0,00000	
<b>2. Perhitungan Temperatur Akhir Kompres</b>		
Tcom	776,151	K
<b>3. Perhitungan Tekanan Akhir Kompresi</b>		
Pcom	1,958	Mpa
C	0,841	mol
H	0,159	mol
O	0,000	mol
Lo'	0,523	mol
α, koefisien kelebihan udara	1,05	
Mc	0,550	mol
M-CO2	0,070	mol
M-H2O	0,080	mol
M-O2	0,005	mol
M-N2	0,434	mol
M2	0,589	mol/kg.bb
μo	1,073	
μ	1,071	
V-CO2	0,119	
V-H2O	0,135	
VO2	0,009	
VN2	0,737	
A-CO2	7,82	
AH2O	5,79	
AO2	4,62	
AN2	4,62	
Ag	5,159	

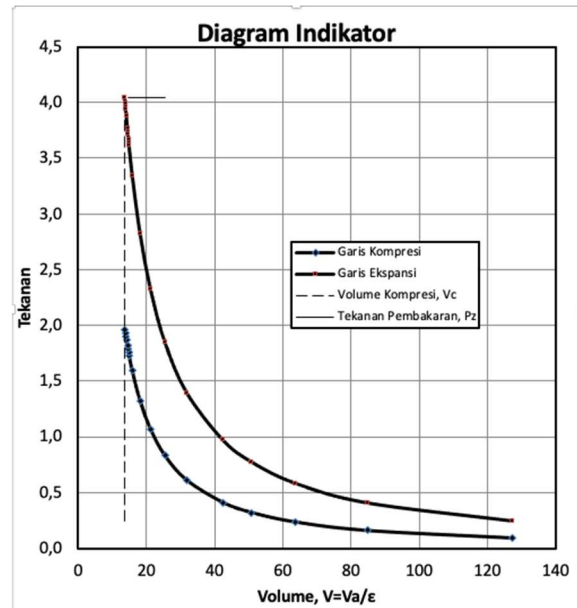
PERHITUNGAN DAYA MOTOR BENSIN MIO-J 113 CC		
MATERI PERHITUNGAN	HASIL	SATUAN
BCO2	0,00125	
BH2O	0,00112	
BO2	0,00053	
BN2	0,00053	
Bg	0,00070	
λ	2,066	
Pcom	1,958	Mpa
Pz	4,046	Mpa
Ta	331,707	K
(MCv)a	4,796	kkal/mol °C
Perhitungan ruas kanan Pers.23		
zeta-z	0,8	
QL, Nilai Kalor bahan bakar	10031,532	kkal/kg.bb
L	0,550	mol udara/kg.bb
λ	2,066	
Tcom	776,151	K
X	21152,917	
Tz dari bentuk kuadrat Pers.23		
μ(my-u)	1,073	
Bg	0,001	a
(Ag + 1.985)	7,144	b
c = -(X/my-u)	-19754,990	c
Determinan	10,295	
Tz	2265,721	K
ρ (rho)	1,000	
δ (dow)	9,300	
Ag	5,159	
Bg	0,00070	
n2	1,26067	
n2 - 1	0,26067	
Ruas kiri	7,61506	
Ruas kanan	7,61506	
Hitung n2	0,00000	
Tb	1266,935	K
Pb	0,243	Mpa
<b>1. Perhitungan Volume Clearance</b>		
d-sil	5	cm
s-torak	5,79	cm
Vs	113,629	cm <sup>3</sup>
Vc	13,690	cm <sup>3</sup>
<b>2. Perhitungan Volume Silinder Keseluruhan</b>		
Va	127,319	cm <sup>3</sup>

PERHITUNGAN DAYA MOTOR BENSIN MIO-J 113 CC		
MATERI PERHITUNGAN	HASIL	SATUAN
<b>3. Perhitungan Volume Siklus</b>		
V1	127,319	cm <sup>3</sup>
V2	13,690	cm <sup>3</sup>
V3	13,690	cm <sup>3</sup>
V4	13,690	cm <sup>3</sup>
δ (dow)	9,300	
V5	127,319	cm <sup>3</sup>
ρ (rho)	1,000	
<b>1. Perhitungan Tekanan Indikator</b>		
ρ (rho)	1,000	
δ (dow)	9,300	
ε - 1	8,3	
λ x ρ	2,066	
n1	1,38121	
n1 - 1	0,38121	
n2 - 1	0,26067	
Pit	0,470	Mpa
φ, psi	0,92	
PI	0,432	Mpa
<b>2. Perhitungan Daya Motor Indikator</b>		
putaran motor (n)	8500	rpm
koefisien langkah (z)	2	
Jumlah silinder (i)	1	
Ni	6,960	kW
<b>3. Perhitungan Tekanan Efektif</b>		
Randemen mekanis, ηm	0,82	
Pe	0,355	Mpa
<b>4. Perhitungan Daya Motor Efektif</b>		
Ne	5,707	kW

Setelah melakukan perhitungan termodinamika maka diperoleh :

1. Tekanan akhir langkah pengisian ( $P_a$ ) 0,09 MPa
2. Tekanan akhir langkah kompresi ( $P_{com}$ ) 1,958 MPa
3. Tekanan akhir langkah ekspansi ( $P_b$ ) 0,243 MPa
4. Tekanan pembakaran maksimum ( $P_z$ ) 4,046 MPa
5. Eksponen politropik kompresi ( $n_1$ ) 1,38121
6. Eksponen politropik ekspansi ( $n_2$ ) 1,26067

Berdasarkan hasil perhitungan termodinamika, dapat diperoleh gambar diagram P-V sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram P-V

Setiap parameter termodinamika yang dihasilkan menurut pendekatan batas-batas interval yang diatur sesuai referensi dan dihitung menggunakan semua rumus pendekatan. Daya motor sesuai spesifikasi adalah 5,707 kW, daya sesuai perhitungan pada tabel 2 Tabel perhitungan baris terakhir terlihat bahwa daya motor efektif hasil perhitungan adalah 5,707 kW. Perhitungan secara teoritis membutuhkan parameter dasar yang perlu ditetapkan sebagai patokan dalam membuktikan benar salahnya sebuah perhitungan.

Gambar 4. Diagram P-V dibandingkan dengan Gambar 3. Siklus Otto menunjukkan karakter yang sama.

## PENUTUP

1. Parameter termodinamika hasil perhitungan adalah: Tekanan akhir langkah pengisian ( $P_a$ ) 0,09 MPa, Tekanan akhir langkah kompresi ( $P_{com}$ ) 1,958 MPa, Tekanan akhir langkah ekspansi ( $P_b$ ) 0,243 MPa, Tekanan pembakaran maksimum ( $P_z$ ) 4,046 MPa, Eksponen politropik kompresi ( $n_1$ ) 1,38121 dan Eksponen politropik ekspansi ( $n_2$ ) 1,26067.
2. Diagram indikator P-V yang dihasilkan menggambarkan nilai-nilai Tekanan akhir langkah pengisian mesin ( $P_a$ ) sebesar 0,09 MPa dengan volume ( $V_1$ ) sebesar 127,319

cm<sup>3</sup>, Tekanan akhir langkah kompresi ( $P_{com}$ ) sebesar 1,958 MPa dengan volume clearance ( $V_2$ ) sebesar 13,690 cm<sup>3</sup>, Tekanan pembakaran maksimum ( $P_z$ ) sebesar 4,046 MPa dengan volume ( $V_3$ ) yang sama besar dengan volume clearance ( $V_2$ ) yaitu sebesar 13,690 cm<sup>3</sup> dan Tekanan akhir langkah ekspansi ( $P_b$ ) sebesar 0,243 MPa dengan volume ( $V_5$ ) yang sama besar dengan volume ( $V_1$ ) pada langkah awal pengisian yaitu sebesar 127,319 cm<sup>3</sup>.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Khouvakh, M. (1979). *Motor Vehicle Engines*. MIR Publisher, n.d.
- Laki, R. F., Gunawan, H., & Gede, I. N. (2013). Analisis konsumsi bahan bakar motor bensin yang terpasang pada sepeda motor Suzuki Smash 110cc yang digunakan pada jalan menanjak. *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat*, 2(1).
- Lewerissa, Y. J. (2011). Pengaruh Campuran Bahan Bakar Bensin Dan Etanol Terhadap Prestasi Mesin Bensin. *Agustus*, 05(2).
- N. Petrovsky Prof, D. Sc. (n.d.). *Marine Internal Combustion Engine*. MIR Publisher, n.d.
- Pudjanarsa, A., & Nursuhud, D. (2006). *Mesin Konversi Energi Yogyakarta; Penerbit Andi*.
- Rosid, R. (2016). Analisa Proses Pembakaran Pada Motor Bensin 113.5 cc Dengan Simulasi Ansys. *Jurnal Teknologi*, 8(2), 89–93.
- Wiratmaja, I. G. (2010). Analisa unjuk kerja motor bensin akibat pemakaian biogasoline. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM*, 4(1), 16–25.