

Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin
Volume 1, Nomor 6, Juli 2023, Halaman 148-152
E-ISSN: 2986-6340
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8113830>

Analisis Proses Pembakaran Pada Motor Vario 124.8 cc Menggunakan Simulasi ANSYS

Achmad Budi Ramadhan¹, Angga Reyvaldi Pradana², Hidayat Pratama³, Iqbal Setyawan⁴, Trisma Jaya Saputra⁵

¹²³⁴⁵Program Studi Teknik Mesin S1, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
Email: achmad.budi.ramadhan@students.untidar.ac.id

Abstrak

Dalam perkembangan teknologi dapat mempermudah dalam pengujian dan eksperimen yang akan dilakukan. Dengan menggunakan teknologi yang ada dapat mengurangi biaya dan efisiensi waktu dalam melakukan penelitian dan eksperimen. Simulasi proses pembakaran motor vario 124.8cc meliputi analisis proses, temperatur, tekanan, dan sudut engkol pada pembakaran motor tersebut. Tujuan analisis ini untuk mengetahui waktu mulai pembakaran, sudut akhir pembakaran yang dihasilkan jika RPM meningkat, tekanan yang dihasilkan saat RPM meningkat, dan temperatur puncak saat RPM meningkat. Simulasi ini dilakukan menggunakan software ansys 2023 R1.

Kata kunci : analisis pembakaran, motor bakar, motor vario 124.8cc.

Abstract

In the development of technology, it can facilitate testing and experiments that will be conducted. By using the available technology, it can reduce costs and time efficiency in conducting research and experiments. The simulation of the combustion process of the 124.8cc Vario motor includes an analysis of the process, temperature, pressure, and crankshaft angle in the combustion of the motor. The purpose of this simulation is to determine when the combustion starts, the final combustion angle produced if the RPM increases, the pressure generated when the RPM increases, and the peak temperature when the RPM increases. This simulation was performed using Ansys 2023 R1 software.

Keywords : combustion analysis, internal combustion engine., vario motor 124.8cc

PENDAHULUAN

Motor bakar merupakan mesin yang dapat mengubah energi panas menjadi energi mekanik. Energi tersebut diperoleh dari proses pembakaran, proses pembakaran juga mengubah energi tersebut yang terjadi didalam dan diluar mesin (Kiyaku dan Murdhana, 1998).

Perkembangan inovasi yang terjadi pada motor bakar semakin pesat. Salah satu perkembangan terbarunya adalah inovasi dalam hal *combustion*, yaitu teknologi sistem *port injection*. Inovasi ini mampu memberikan *injection* bahan bakar dan campuran udara yang di semprotkan pada *intake manifold*. Inovasi untuk menginjeksikan bahan bakar dengan jumlah yang efektif melalui *injector* dapat mengatasi beberapa kekurangan motor bensin yang dulunya menggunakan karburator.

Batasan permasalahan dalam penelitian ini adalah tentang bagaimana gambaran proses pembakaran motor vario dengan kapasitas 124.8 cc pada daerah kerja terbaiknya. Analisis ini dilakukan dengan bantuan *software* Ansys 23 R1. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui area kerja motor bakar terbaik pada vario 124.8 cc melalui simulasi pembakaran. Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini merupakan hasil analisis yang kemudian dijadikan acuan *input* untuk proses simulasi. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu *software* yang digunakan adalah Ansys 23 R1, simulasi dimulai dari katup masuk tertutup dan berakhir saat katup buang membuka. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis tentang tekanan dan temperatur.

Pada saat langkah kompresi dan ekspansi, tidak terjadi pertukaran panas sehingga selisih panas yang masuk dengan panas yang keluar merupakan usaha yang dihasilkan oleh setiap siklus. (Wibawa, 2004)

Jumlah panas yang dimasukkan pada proses pengisian adalah:

$$Q_{2-3} = C_v(T_3 - T_2) \text{ KJ/Kg} \dots \dots \dots (2.1)$$

Ket:

C_v = Panas jenis pada volume konstan (KJ/kg.K)

T_2 = Temperatur akhir kompresi (K)

T_3 = Temperatur akhir pengisian panas (K)

Jumlah panas yang dikeluarkan pada proses pembuangan adalah:

$$Q_{out} = Q_{4-1} = C_v(T_4 - T_1) \text{ KJ/Kg} \dots \dots \dots (2.2)$$

Ket:

T_4 = Temperatur akhir ekspansi (K)

T_1 = Temperatur udara masuk atau akhir pembuangan (K)

Maka kalor yang diubah dan menghasilkan kerja tiap tahapan adalah selisih antara kalor masuk dengan kalor keluar

$$(Q_{4-1}) : W_{net} = Q_{2-3} - Q_{4-1} = C_v(T_3 - T_2) - C_v(T_4 - T_1) \dots (2.3)$$

Efisiensi panas normal diartikan sebagai kalor yang berfungsi terhadap panas masuk, jadi:

$$\eta_{th} = \frac{W_{net}}{Q_{2-3}}$$

$$\eta_{th} = \frac{Q_{2-3} - Q_{4-1}}{Q_{2-3}}$$

$$\eta_{th} = 1 - \frac{Q_{4-1}}{Q_{2-3}} \dots \dots \dots (2.4)$$

Persamaan diatas dapat dinyatakan dalam hubungan volume. Proses kompresi dari keadaan 1 menuju keadaan 2 berlangsung secara adiabatik, sehingga:

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = T_1 \cdot C^{\gamma-1}$$

Sedangkan proses ekspansi berlangsung dari keadaan 3 menuju keadaan 4 secara adiabatik, sehingga:

$$\frac{T_4}{T_3} = \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\gamma-1}$$

Oleh karena itu akan dipenuhi hubungan $\frac{T_1}{T_2} = \frac{T_4}{T_3}$ atau $\frac{T_4}{T_3} = \frac{T_1}{T_2}$, dari hubungan inilah diperoleh

persamaan untuk menentukan efisiensi thermis teoritis yaitu:

$$\eta_{th} = 1 - \frac{T_1(T_4/T_1 - 1)}{T_2(T_3/T_2 - 1)}$$

$$\eta_{th} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$

$$\eta_{th} = 1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 1 - \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1}$$

$$\eta_{th} = 1 - \left(\frac{1}{c}\right)^{\gamma-1} \dots \dots \dots (2.6)$$

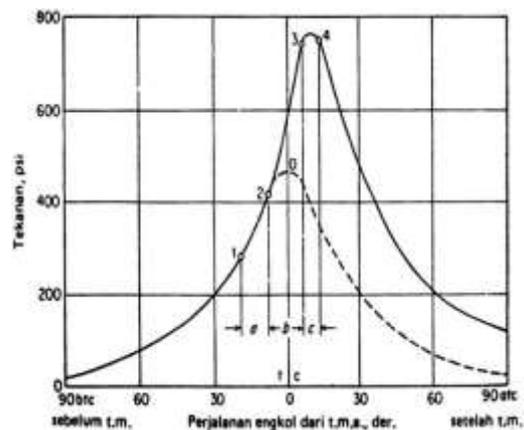
Ket:

c = Perbandingan volume kompresi

γ = Eksponen adiabatik

Proses pembakaran merupakan reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen (O₂) sebagai oksidan yang temperaturnya lebih tinggi dari titik nyala. Mekanisme pembakaran sangat dipengaruhi oleh keadaan dari semua proses, dimana atom-atom dari komponen yang bisa bereaksi dengan oksigen yang dapat membentuk produk berupa gas. (Khovakh, 1976).

Komposisi gas untuk proses pembakaran harus dibuat secara ideal guna mendapatkan daya motor yang maksimal. Hal ini akan menyebabkan gas hasil pembakaran mampu mendorong piston dan mengurangi detonasi. Selain itu, komposisi gas untuk proses pembakaran juga akan berpengaruh pada perfomansi dan emisi gas buang sebuah motor.



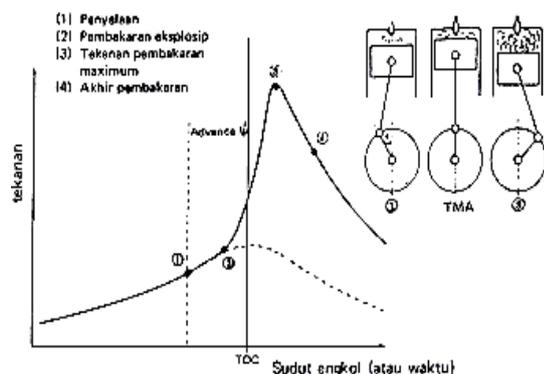
Gambar 1. Grafik pembakaran pada motor bensin

Ada empat periode atau tahapan dalam proses pembakaran mesin yang terpisah. Tahapan pertama dimulai dari saat bahan bakar

diinjeksikan hingga masuk ke dalam ruang bakar, dan berakhir pada titik sebelum TMA (titik mati atas). Tahap ini terjadi ketika crankshaft mulai bergerak.

Selama tahap ini, tidak ada peningkatan tekanan yang lebih tinggi dari tekanan kompresi udara pada piston, dan bahan bakar terus disemprotkan melalui injector. Pada titik 2 sebelum TMA, ada beberapa bahan bakar yang siap dibakar setelah disemprotkan oleh nosel dan sebagian lainnya menguap. Saat bahan bakar dinyalakan pada titik 2, tekanan akan naik secara drastis hingga mencapai titik 3. Tahap kedua terjadi selama pergerakan sudut engkol (b), dan disebut sebagai tahap pembakaran cepat. Pada tahap ini, bahan bakar terbakar dengan cepat dan tekanan naik lagi. Tahap ketiga adalah tahap pembakaran terkendali atau pembakaran sedikit demi sedikit. Tekanan selama tahap ini dapat naik, konstan, atau turun, bergantung pada beban yang dibawa oleh mesin.

Sudut poros engkol juga bergantung pada beban yang dibawa oleh mesin. Pada tahap ini, bahan bakar yang tersisa dari pembakaran dan yang masih disemprotkan akan terbakar secara bertahap. Tahap keempat terjadi setelah pembakaran berhenti ketika piston mundur, meskipun panas masih ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar yang tersisa. Tidak ada pembakaran pasca yang terlihat dalam diagram.



Gambar 2. Tahapan proses pembakaran

Polutan yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu polutan primer dan sekunder. Polutan primer seperti CO, SO_x, NO_x, dan HC dapat langsung dibuang ke udara bebas dalam bentuk gas. Sementara itu, polutan sekunder seperti O₃ dan

PAN terbentuk di atmosfer melalui reaksi fotokimia, hidrolisis, atau oksidasi.

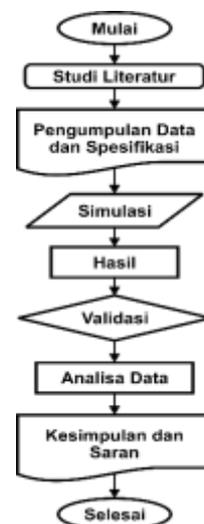
Kandungan CO pasti ada dalam gas buang kendaraan yang merupakan hasil dari pembakaran yang tidak sempurna. Konsentrasi CO akan meningkat pada campuran kaya karena pembakaran yang tidak sempurna, dan pada beberapa kasus konsentrasinya dapat melebihi konsentrasi kesetimbangan karena hasil pembakaran yang tidak sempurna pada langkah ekspansi. Kadar CO pada gas buang akan bertambah saat idle dan akan berkurang bersamaan dengan meningkatnya kecepatan mesin, sedangkan saat perlambatan dan penutupan throttle akan mengakibatkan menurunnya asupan oksigen ke mesin dan meningkatnya kadar CO yang dibuang.

METODE PENELITIAN

Diagram alir berikut menyajikan langkah-langkah dan prosedur penelitian yang perlu diikuti untuk memperoleh hasil penelitian yang akurat:

Gambar 3. Diagram alir penelitian

Selanjutnya, data mengenai motor bakar akan



dimodelkan dikumpulkan menggunakan perangkat lunak (software) guna menganalisis kinerja motor bakar pada putaran mesin 2000, 4000, 6000, 8000, dan 10000 rpm. Mesin vario yang akan digunakan dalam pemodelan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

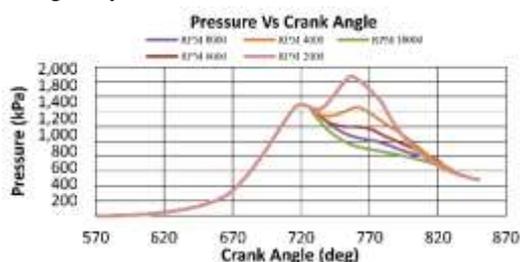
Tabel 1. Spesifikasi mesin

Parameter	Volume
Volume Mesin (cm ³)	124.8
Langkah Piston (mm)	57.9
Panjang batang torak (mm)	93
Perbandingan Kompresi	11 : 1
Derajat awal <i>crankshaft</i> (deg)	570
Putaran <i>crankshaft</i> (deg)	720
Ukuran Langkah Sudut Engkol (deg)	0.25
Kecepatan putaran <i>crankshaft</i> (rpm)	2000, 4000, 6000, 8000

Dalam tahap permodelan, sebelumnya dilakukan pembuatan desain silinder dan piston dalam bentuk dua dimensi menggunakan bantuan software Ansys 23 R1. Program ini dipilih karena memiliki kemampuan khusus untuk mensimulasikan reaksi pembakaran pada motor bakar vario 124.8 cc.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Grafik berikut akan menunjukkan pressure (tekanan) yang terjadi dalam silinder. Perubahan tekanan ini meningkat bersama dengan meningkatnya sudut *crankshaft*.

Gambar 4. Tekanan dalam silinder dan sudut *crankshaft*

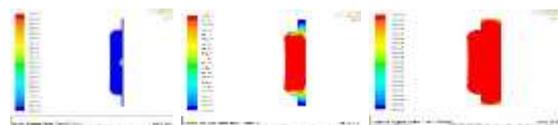
Pada sudut *crankshaft* 620°, bahan bakar mulai disemprotkan kedalam silinder dan berakhir pada sudut 715°. Dimulai dari 4000 rpm hingga 10000 rpm, tidak terjadi perubahan tekanan yang signifikan.

Pada saat sudut *crankshaft* 716° dengan putaran 2000 rpm, terdapat sejumlah bahan bakar yang dikabutkan dan sebagian lainnya menguap lalu terjadi pembakaran. Untuk putaran 4000 rpm bahan

bakar mulai diapikan pada sudut *crankshaft* 716° dengan pressure 1471.50 kPa dan maksimal pressure proses pembakaran pada 1498.20 kPa. Sedangkan untuk putaran 6000 rpm bahan bakar mulai diapikan pada sudut *crankshaft* 716 derajat dengan pressure 1469.10 kPa, dan maksimal pressure pada proses pembakaran pada sudut *crankshaft* 720.50° dengan pressure 1495.50 kPa. Untuk putaran 8000 rpm bahan bakar mulai diapikan pada sudut *crankshaft* 716° dengan pressure 1463.70 kPa dan maksimal pressure pada proses pembakaran pada 1490.10 kPa, dengan sudut *crankshaft* 720.50°. Selanjutnya putaran 10000 rpm bahan bakar mulai diapikan pada sudut *crankshaft* 716° dengan pressure 1,462.50 kPa dan maksimal pressure pada proses pembakaran pada 1,487.50 kPa, dengan sudut *crankshaft* 720.50°. Pada putaran 2000 , 4000, 6000, 8000 dan 10000 rpm terlihat sama-sama mengalami penurunan tekanan. Selain itu juga terlihat bahwa setelah penyemprotan bahan bara nilai pressure naik sampai dengan akhir proses penyemprotan selesai dan setelahnya mengalami penurunan bersamaan dengan berputarnya *crankshaft*.

Tabel 2. Keadaan ruang bakar pada 2000 rpm

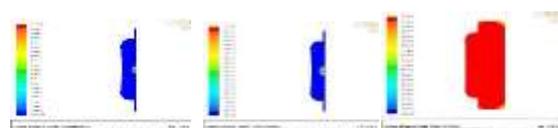
Metode	Sudut <i>crankshaft</i>	Pressure (kPa)	Hawa (K)
Awal Pembakaran	716.00	1,472.10	445.74
Maksimal Pressure	756.75	1,875.10	1,045.85
Hawa Maksimal	780.75	1,474.80	1,386.00



Gambar 5. Hasil analisis putaran 2000 rpm

Tabel 3. Keadaan ruang bakar pada 4000 rpm

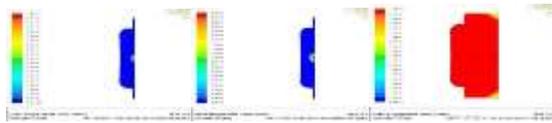
Metode	Sudut <i>crankshaft</i>	Pressure (kPa)	Hawa (K)
Awal Pembakaran	716.00	1,471.50	445.56
Maksimal Pressure	720.50	1,498.20	448.87
Hawa Maksimal	796.25	1,071.90	1,312.01



Gambar 6. Hasil analisis putaran 4000 rpm

Tabel 4. Keadaan ruang bakar pada 6000 rpm

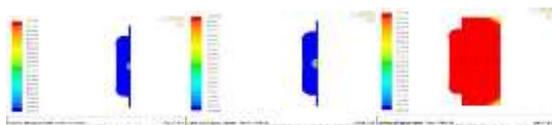
Metode	Sudut <i>crankshaft</i>	Pressure (kPa)	Hawa (K)
Awal Pembakaran	716.00	1,469.10	444.83
Maksimal Pressure	720.50	1,495.40	448.03
Hawa Maksimal	808.50	875.28	1,267.07



Gambar 7. Hasil analisis putaran 4000 rpm

Tabel 5. Keadaan ruang bakar pada 8000 rpm

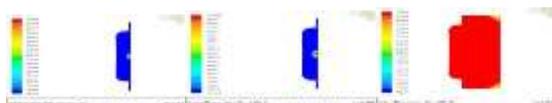
Metode	Sudut <i>crankshaft</i>	Pressure (kPa)	Hawa (K)
Awal Pembakaran	716.00	1,463.70	443.20
Maksimal Pressure	720.50	1,490.10	446.44
Hawa Maksimal	820.00	749.12	1,232.52



Gambar 8. Hasil analisis putaran 8000 rpm

Tabel 6. Keadaan ruang bakar pada 8000 rpm

Metode	Sudut <i>crankshaft</i>	Pressure (kPa)	Hawa (K)
Awal Pembakaran	716.00	1,462.50	440.20
Maksimal Pressure	720.10	1,487.50	445.44
Hawa Maksimal	823.20	700.12	1,215.20



Gambar 9. Hasil analisis putaran 10000 rpm

Hasil analisis menunjukkan perhitungan yang berdekatan. Pada putaran 2000 rpm menunjukkan hasil akhir sudut engkol pada 780.75°, dengan tekanan 1,474.80 kPa dan suhu temperatur puncak 1,386.00 K. Pada putaran 4000 rpm menghasilkan akhir sudut engkol pada 796.25°, dengan tekanan 1,071.90 kPa dan suhu temperatur puncak 1,312.01 K. Untuk putaran 6000 rpm mendapatkan hasil akhir sudut engkol berada 808.50°, tekanan puncak 875.28 kPa dengan temperatur puncak pada 1,267.07 K. Hasil dari putaran 8000 rpm dengan akhir sudut engkol 820.00° dengan tekanan puncak 749.12 kPa dan temperatur puncak 1,232.52 K. Sedangkan pada putaran 10000 rpm menunjukkan hasil akhir sudut

engkol pada 823.20°, tekanan 700.12 kPa, dengan temperatur puncak 1,215.20 K. Warna biru pada hasil simulasi menunjukkan temperatur rendah, dan akan memerah dan temperatur yang meningkat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan dari simulasi yang telah dilakukan pada pembakaran motor vario 124.8cc, maka dapat disimpulkan :

1. Motor akan mulai melakukan pembakaran pada sudut 716 derajat.
2. Sudut puncak *crankshaft* akan meningkat seiring dengan peningkatan RPM.
3. Semakin tinggi RPM akan menghasilkan tekanan akhir yang semakin rendah.
4. Semakin tinggi RPM akan temperatur puncak yang dihasilkan akan semakin rendah karena campuran bahan bakar dan udara yang lebih optimal.

Referensi

- [1] Astramotor.co.id, 2019, Spesifikasi honda Vario 124.8. Diakses pada: 9 Maret 2023, <https://www.astramotor.co.id/spesifikasi-keunggulan-dan-harga-honda-vario-124.8-esp/>
- [2] Dan Krouse, E., (1992), Numerical Simulation of the Small Vortices intake and compression processes of an Engineering, JSME International Journal, Series II, Vol 35, No, 4
- [3] Jonson Meyer, (2007). Engine Modeling of an Internal Combustion Engine. The Shio State University.
- [4] Khovakh, (1976). Motor Vehicles Engine. Moscow. Mr.Publisher.
- [5] Putra, Eka Kumala, (2019). Perancangan Dan Simulasi Ruang Bakar Scramjet Engine Menggunakan Numeca Dan Ansys Fluent. Politeknik Negeri Bandung.
- [6] Varioholic.com, 2022, Ukuran panjang Stang Seher Vario 124.8. Diakses pada: 9 Maret 2023, <https://www.varioholic.com/vario-124.8/ukuran-panjang-stang-seher-vario-124.8>
- [7] Wibawa, Ngurah Putra, (2004). Mesin Pembakaran. Jurusan Teknik Mesin Denpasar : Universitas Udayana.
- [8] Yaswaki Kiyaku dan DM. Murdhana, (1998). Teknik Praktis Merawat Sepeda Motor. Bandung Pustaka Setia.
- [9] Wibawa, Ngurah Putra, (2004). Mesin Pembakaran. Jurusan Teknik Mesin Denpasar : Universitas Udayana.
- [10] Yaswaki Kiyaku dan DM. Murdhana, (1998). Teknik Praktis Merawat Sepeda Motor. Bandung Pustaka Setia.