

ANALISA TERMODINAMIKA MESIN DIESEL TYPE MDX-186 FAE PADA GOKART URBAN DIESEL KONTES MOBIL HEMAT ENERGI (KMHE) RISTEK DIKTI

JAMALUDIN, ALI ROSYIDIN, DEDED KRISTIANA

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang

Jl. Perintis Kemerdekaan I/33 Cikokol-Tangerang

E-Mail : jamaludin211183@gmail.com

ABSTRAK

Analisa perencanaan bermula dari suatu kebutuhan dan memutuskan untuk berbuat agar dapat terpenuhi kebutuhan yang diperlukan. Di Universitas Muhammadiyah Tangerang, selama ini sudah ada kendaraan khususnya karya mahasiswa seperti gokart. Gokart yang sudah ada saat ini adalah gokart dengan penggerak berbahan bakar bensin. Untuk itu, sebagai kelanjutan, nantinya juga akan digunakan untuk perlombaan agar nama institusi bisa selalu eksis di setiap perlombaan, dengan itu diadakan dan direncanakan adanya pembuatan gokart urban berbahan bakar diesel. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan melakukan observasi pada kendaraan gokart urban diesel khususnya pada mesin Matsumoto-Mdx-186 FAE. Dengan melihat spesifikasi dari mesin tersebut maka perhitungan temperatur awal dan akhir saat kompresi, tekanan akhir kompresi, kerja yang dilakukan atau *out put* dan yang terakhir adalah efisiensi thermal. Hasil dari perhitungan ini untuk memastikan mesin diesel yang digunakan pada gokart urban sesuai dengan regulasi. Dan gokart dapat berjalan dengan kecepatan yang penuh namun dengan menggunakan bahan bakar yang sedikit. Dari hasil penelitian atau perhitungan pada gokart urban diesel yang menggunakan mesin diesel Matsumoto MDX-186 FAE. Terutama pada perhitungan temperatur awal dan temperatur akhir kompresi mesin Matsumoto MDX-186 FAE di dapatkan temperatur awal pada saat langkah hisap sebesar $329,71^{\circ}\text{K}$ atau sebesar $45,25^{\circ}\text{R}$ dan tekanan akhir kompresi didapat sebesar $= 776,76^{\circ}\text{K} \cong 402,89^{\circ}\text{R}$. Nilai tekanan akhir kompresi didapat sebesar sebesar $2,019 \times 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ atau sebesar $287,17 \text{ Psia}$. Maka dapat dipastikan suhu akhir kompresi lebih besar dari suhu awal saat kompresi dengan nilai efisiensi thermal 91% dan mesin diesel Matsumoto Mdx-186 FAE dapat digunakan pada gokart urban.

Kata kunci : Gokart, Diesel, Mesin Diesel Matsumoto Mdx-186 FAE.

ABSTRACT

The Planning analysis starts from a need and decides to take action in order to fulfill the required needs. At the University of Muhammadiyah Tangerang, so far there have been vehicles, especially student works such as go-karts. Go-karts that already exist today are go-karts with gasoline-powered propulsion. For this reason, as a continuation, later it will also be used for competitions so that the name of the institution can always exist in every race, with that being held and planning to build an urban diesel-fueled kart. The method used in this study uses quantitative methods by making observations on urban diesel go-karts, especially the Matsumoto-Mdx-186 FAE engine. By looking at the specifications of the machine, the calculation of the initial and final temperatures during compression, the final compression pressure, work done or output, and the last is thermal efficiency. The results of this calculation are to ensure that the diesel engine used in urban karts complies with regulations. And the go-kart can run at full speed but with less fuel. From the results of research or calculations on urban diesel karts that use the Matsumoto MDX-186 FAE diesel engine. Especially in the calculation of the initial and final compression temperatures of the Matsumoto MDX-186 FAE engine, the initial temperature at the suction stroke is 329.71°K or 45.25°R and the final compression pressure is obtained at $= 776.76^{\circ}\text{K} \cong 402.89^{\circ}\text{R}$. The final compression pressure value is $2.019 \times 10^5 \text{ kg/m}^2$ or 287.17 Psia . So it can be ascertained that the final compression temperature is greater than the initial temperature during compression with a thermal efficiency value of 91% and the Matsumoto Mdx-186 FAE diesel engine can be used in urban go-karts.

Keywords : Go-kart, Diesel, Diesel Engine Matsumoto Mdx-186 FAE.

1. PENDAHULUAN

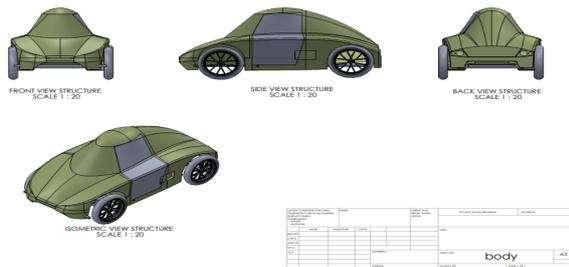
Analisa perencanaan bermula dari suatu kebutuhan dan memutuskan untuk berbuat agar dapat terpenuhi kebutuhan yang diperlukan. Di Universitas Muhammadiyah Tangerang, selama ini sudah ada kendaraan khususnya karya mahasiswa seperti gokart. Gokart yang sudah ada saat ini adalah gokart dengan penggerak berbahan bakar bensin. Untuk itu, sebagai kelanjutan, nantinya juga akan digunakan untuk perlombaan agar nama institusi bisa selalu eksis di setiap perlombaan, dengan itu diadakan dan direncanakan adanya pembuatan gokart urban berbahan bakar diesel. Pembakaran bahan bakar didalam silinder mendesak piston dan torak kebawah, yang dikenal dengan langkah usaha pada motor bakar. Gerakan yang linier menggerakkan batang penggerak yang bergerak secara radial. Gerakan batang piston atau torak inilah yang membuat poros engkol berputar. Sumbu engkol yang bergerak berputar Maka penulis mengambil judul “**analisa termodinamika mesin diesel type mdx-186 fae pada gokart urban diesel kontes mobil hemat energi (kmhe) ristek dikti**”.

Gokart adalah varian kendaraan dalam bentuk yang lebih kecil dibandingkan dengan kendaraan lainnya. Art Ingels merupakan orang yang pertama menciptakan kendaraan gokart dia membangun gokart pertama di California selatan pada tahun 1956, lalu kemudian gokart semakin meluas dalam penyebarannya terutama pada negara-negara lain. Produsen Gokart pertama adalah perusahaan Amerika, *Go cart manufacturing* pada tahun 1958. *McCulloch* adalah perusahaan pertama yang memproduksi mesin gokart yaitu pada tahun 1959 dengan menciptakan mesin gokart *2 stroke*. Dan untuk saat ini gokart semakin berkembang selain dijadikan untuk olahraga berkendara kendaraan gokart juga dapat digunakan untuk mengembangkan teknologi dalam mencari teknologi baru untuk menghasilkan kendaraan yang sangat hemat bahan bakar dalam mengurangi *global warming*. Salah satu contoh nyata event

yang mengadakan perlombaan yaitu KMHE (Kontes Mobil Hemat Energi) dan ECO Marathon.

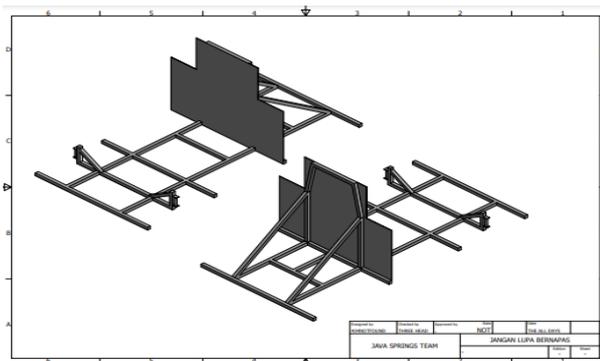
KMHE (Kontes Mobil Hemat Energi) adalah *event* yang diselenggarakan oleh DIKTI dalam skala nasional, tiap tahunnya memperlombakan mobil kreasi mahasiswa dari berbagai lembaga pendidikan tinggi. KMHE belakang setelah melalui kopling, *porsenelling*, *as propeller*, dan terakhir roda belakang melalui kopling. Namun untuk mesin diesel sendiri berbeda dengan motor bakar lainnya yaitu pada mesin diesel bahan bakar menggunakan solar, pada motor bakar lainnya menggunakan bahan bakar bensin yang dibakar oleh percikan bunga api yang dihasilkan oleh busi. Namun pada mesin diesel berbeda dengan mesin bensin untuk mesin diesel pembakaran solar menggunakan udara panas dan bahan bakar disemprotkan oleh *injector* diruang bakar sehingga dapat terjadi pembakaran. Sesuai dengan fungsinya, gokart berbahan bakar diesel, setelah pembakaran terjadi selanjutnya akan memutar sumbu engkol mesin dengan transmisi. Kopling juga digunakan pada saat pertama berjalan atau disaat pemindahan gigi percepatan. Untuk itu penulis mengambil judul “Analisa Termodinamika pada Mesin Diesel Matsumoto Type Mdx-186 FAE Gokart Urban Diesel KMHE” berorientasi pada efisiensi energi dari mobil rancangan mahasiswa hasil pengaplikasian ilmu yang diterima selama kuliah. Perlombaan dibagi menjadi dua kategori berdasarkan target perancangan, yaitu *Prototype* dan *Urban*.

Gokart urban diesel adalah mobil hemat energi yang di rancang oleh mahasiswa Universitas Muhammadiyah Tangerang dengan menggunakan mesin diesel *Matsumoto MDX-186 FA* dalam rangka pelaksanaan tugas akhir. Gokart urban diesel diperuntukan mengikuti lomba KMHE (Kontes Mobil Hemat Energi) tahun 2021



Gambar 1. Desain Rangka 3 Dimensi

Rancangan bermula dengan memahami regulasi dan perancangan desain gokart urban diesel yang membutuhkan selama 1 minggu untuk pembuatan desain gokart urban diesel meliputi desain body kendaraan, rangka kendaraan dan mesin yang digunakan pada kendaraan gokart urban diesel. Autodesk yang digunakan dalam desain gokart diesel yaitu *Autodesk Autocad* dan *Solidwork* yang dibuat langsung oleh 31 mahasiswa Universitas Muhammadiyah Tangerang khususnya tim JAVA SPRINGS TEAM.



Gambar 2. Desain Rangka 3 Dimensi

Mesin diesel adalah salah satu jenis khusus dari mesin pembakaran dalam. Sesuai dengan namanya, mesin pembakaran dalam adalah mesin kalor yang didalamnya terjadi energi kimia dari pembakaran yang terjadi didalam silinder mesin. Karakteristik utama dari mesin diesel yang membedakan dengan motor bakar lainnya adalah dari metode penyalaan bahan bakar. Pada mesin diesel, bahan bakar diinjeksikan kedalam silinder yang berisikan udara bertekanan tinggi. Pada saat udara dikompresikan dalam silinder mesin, maka temperature udara akan meningkat, sehingga bahan bakar dalam bentuk kabut bersinggungan dengan udara panas ini maka akan

menimbulkan nyala api yang mengakibatkan ledakan dalam silinder. Oleh sebab itu mesin diesel disebut juga mesin penyalaan kompresi atau disebut mesin penghasil tenaga yang menggunakan system pembakaran oleh kompresi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan oleh penulis adalah kuantitatif dengan melakukan observasi dan eksperimental pada kendaraan Gokart Diesel KMHE. Khususnya pada mesin Matsumoto Mdx-186 FAE. Dengan menggunakan beberapa variabel dengan cara pengukuran dan perhitungan tempratur pada beberapa waktu dan putaran mesin, dengan melakukan observasi dan analisa pada mesin Matsumoto Mdx-186 FAE untuk mendapatkan data perbandingan sehingga didapatkan nilai yang akurat dan optimal. Analisa dilakukan dengan melakukan perhitungan temperatur suhu awal pada mesin gokart urban diesel yaitu mesin diesel Matsumoto Mdx-186-FAE menggunakan alat ukur temperatur *gauge* mesin diesel. Dari mesin diesel Matsumoto Mdx-186 FAE objek yang dilakukan pengambilan data selain temperatur suhu awal yaitu dengan melihat spesifikasi mesin diesel Matsumoto Mdx-186 FAE. Dengan spesifikasi sebagai berikut :

2.1. Spesifikasi mesin Matsumoto MDX-186 FAE



Gambar 3. Matsumoto MDX-186 FAE

2.2 Dari hasil pengukuran temperatur yang dilakukan pada mesin MDX-186 FAE gokart urban diesel didapatkan sebagai berikut:

- 1) To : Temperatur ideal yang masuk kedalam ruang bakar sebesar $27^{\circ}\text{C} \cong 300^{\circ}\text{K}$

- 2) ΔT_w : peningkatan panas akibat kontak dengan dinding silinder dan piston yang panas (10 – 15) °K
- 3) T_r : temperature gas buang 477 °C \cong 700 °K

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Perhitungan Suhu Awal Dan Suhu Akhir Kompresi

1. Tekanan Langkah Hisap

Adanya gesekan didalam saluran hisap akan mengurangi jumlah udara yang terhisap kedalam silinder karena kerapatan udara berkurang. Pengaruh tahanan hidroulik fluida dapat dicari bila diketahui rugi-rugi tekanan ΔP_a dalam system hisap atau tekanan P_a pada saat proses penghisapan berakhir. Pada kecepatan dan daya rata-rata tekanan pada akhir proses pengisapan dapat dicari dengan persamaan (*Petrovsky*):

$$P_a = (0,85 - 0,92)P_o$$

Dimana :

P_a : tekanan akhir Langkah hisap (MPa)

P_o : tekanan udara luar (1 Atm=0,1013 MPa)

Maka :

$$P_a = 0,92 \times 0,1013 \text{ MPa} \\ = 0,094 \text{ MPa}$$

Penurunan tekanan yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$\Delta P_a = (0,03 - 0,05)P_o$$

Dimana :

ΔP_a : penurunan tekanan karena rugi-rugi gesekan fluida (kPa)

P_o : tekanan udara luar (1 Atm=0,1013 MPa)

Maka :

$$\Delta P_a = (0,04) \times 101,3 \text{ kPa} \\ = 4,052 \text{ kPa}$$

2. Temperatur Akhir Langkah Hisap

Temperatur akhir Langkah hisap dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$T_a = \frac{T_o + \Delta T_w + \gamma T_r}{1 + \gamma}$$

Dimana diketahui :

Hasil yang didapatkan dari hasil pengukuran.

T_a : temperature udara saat Langkah hisap (°K)

T_o : Temperatur ideal yang masuk kedalam ruang bakar sebesar 27°C dikonversikan ke Kelvin : 27 + 273 = 300 °K

ΔT_w : peningkatan panas akibat kontak dengan dinding silinder dan piston yang panas (10 – 15) °K

T_r : temperature gas buang 477 °C dikonversikan ke Kelvin :

$$477 + 273 = 750 \text{ °K}$$

Maka :

$$T_a = \frac{300^\circ\text{K} + 15^\circ\text{K} + (0,035 \times 750^\circ\text{K})}{1 + 0,035} \\ = 329,71^\circ\text{K} \cong 45,25^\circ\text{R}$$

3. Tekanan Akhir Kompresi

$$P_c = P_a \times \varepsilon^{n_1}$$

Dimana :

P_c : tekanan akhir Langkah kompresi

P_a : tekanan akhir saat Langkah hisap

ε : perbandingan kompresi

n_1 : koefisien politropik pada akhir kompresi (1,34 – 1,39)

Maka :

$$P_c = 0,094 \text{ MPa} \times 9^{1,39} \\ = 1,98 \text{ MPa} \\ = 2,019 \times 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cong 287,17 \text{ Psia}$$

4. Temperature Akhir Kompresi

Temperatur akhir kompresi dihitung dengan persamaan :

$$T_c = T_a \times \varepsilon^{n_1 - 1} \\ = 329,71^\circ\text{K} \times 9^{(1,39 - 1)} \\ = 776,76^\circ\text{K} \cong 402,89^\circ\text{R}$$

3.2 Analisa Kerja Dan Effisiensi Thermal

a. Analisa Pada Titik 1

$$V_1 = \frac{RT_1}{P_1} \\ = \frac{53,3 \frac{\text{ftlb}}{\text{lb}^\circ\text{R}} \times 45,25^\circ\text{R}}{287,17 \text{ Psia} \times 144 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2}} \\ = 0,058 \frac{\text{ft}^3}{\text{lb}}$$

b. Analisa Pada Titik 2

$$V_2 = \frac{V_1}{r}$$

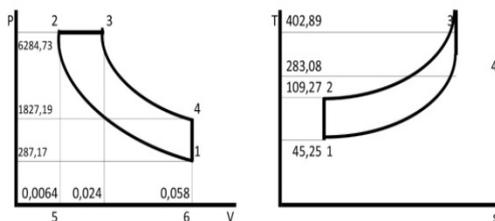
$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,058 \frac{\text{ft}^3}{\text{lb}}}{9} \\
 &= 0,0064 \frac{\text{ft}^3}{\text{lb}} \\
 P_2 &= P_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^k \\
 &= 287,17 \text{ Psia} \times \left(\frac{0,058}{0,0064}\right)^{1,4} \\
 &= 6284,73 \text{ Psia} \\
 T_2 &= T_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{k-1} \\
 &= 45,25^{\circ}\text{R} \times \left(\frac{0,058}{0,0064}\right)^{1,4-1} \\
 &= 109,27^{\circ}\text{R}
 \end{aligned}$$

c. Analisa Pada Titik 3

$$\begin{aligned}
 V_3 &= \frac{RT_3}{P_3} \rightarrow P_2 = P_3 \\
 &= \frac{53,3 \frac{\text{ft}\cdot\text{lb}}{\text{lb}^{\circ}\text{R}} \times 402,89^{\circ}\text{R}}{6284,73 \text{ Psia} \times 144 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2}} \\
 &= 0,024 \frac{\text{ft}^3}{\text{lb}}
 \end{aligned}$$

d. Analisa Pada Titik 4

$$\begin{aligned}
 T_4 &= T_3 \times \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{k-1} \rightarrow V_1 = V_4 \\
 &= 402,89^{\circ}\text{R} \times \left(\frac{0,024}{0,058}\right)^{1,4-1} \\
 &= 283,074^{\circ}\text{R} \\
 P_4 &= P_3 \times \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^k \\
 &= 6284,73 \text{ Psia} \times \left(\frac{0,024}{0,058}\right)^{1,4} \\
 &= 1827,188 \text{ Psia}
 \end{aligned}$$



Gambar 1.5 Diagram P-V dan T-S

1. Panas Yang Diberikan
 $q_{in} = q_{2-3} = c_p(T_3 - T_2)$

$$\begin{aligned}
 &= 0,240 \frac{\text{btu}}{\text{lbm}^{\circ}\text{R}} \times (402,89 \\
 &\quad - 109,27)^{\circ}\text{R} \\
 &= 70,47 \frac{\text{btu}}{\text{lbm}}
 \end{aligned}$$

2. Panas Yang Dibuang

$$\begin{aligned}
 q_{out} &= q_{4-1} = c_v(T_4 - T_1) \\
 &= 0,171 \frac{\text{btu}}{\text{lbm}^{\circ}\text{R}} \times (283,08 - 45,25)^{\circ}\text{R} \\
 &= 40,69 \frac{\text{btu}}{\text{lbm}}
 \end{aligned}$$

3. Kerja Yang Dilakukan

$$\text{Kerja} = q_{out} = 40,69 \frac{\text{btu}}{\text{lbm}}$$

4. Effisiensi Thermal

$$\begin{aligned}
 \eta_t &= \left[1 - \left(\frac{1}{r} \left(\frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} \right) \right) \right] \times 100\% \\
 &= \left[1 - \left(\frac{1}{9} \left(\frac{(283,08 - 45,25)^{\circ}\text{R}}{(402,89 - 109,27)^{\circ}\text{R}} \right) \right) \right] \times 100\% \\
 &= 91\%
 \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Dari hasil-hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- Dari analisa temperatur awal dan temperatur akhir kompresi, didapat :
 - Temperature udara saat langkah hisap sebesar $329,71^{\circ}\text{K}$ atau sebesar $45,25^{\circ}\text{R}$
 - Tekanan akhir kompresi didapat sebesar $2,019 \times 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ atau sebesar $287,17 \text{ Psia}$
- Dari analisa kerja dan effisiensi thermal, didapat :
 - Kerja yang dilakukan adalah sama dengan panas yang dikeluarkan (q_{out}), dimana besarnya adalah $40,69 \frac{\text{btu}}{\text{lbm}}$.

Sedangkan effisiensi thermal didapati sebesar 91 %.

4. KESIMPULAN

Dari hasil-hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

3. Dari analisa temperatur awal dan temperatur akhir kompresi, didapat :
 - c. Temperature udara saat langkah hisap sebesar $329,71^{\circ}\text{K}$ atau sebesar $45,25^{\circ}\text{R}$
 - d. Tekanan akhir kompresi didapat sebesar $2,019 \times 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ atau sebesar $287,17 \text{ Psia}$
4. Dari analisa kerja dan efisiensi thermal, didapat :
 - b. Kerja yang dilakukan adalah sama dengan panas yang dikeluarkan (qout), dimana besarnya adalah $40,69 \frac{\text{btu}}{\text{lbm}}$.
Sedangkan efisiensi thermal didapat sebesar 91 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W, "Motor Bakar Torak", Cetakan Ketiga, Penerbit ITB Bandung, 1988.
- Bernard Challen dan Rodica, " *Diesel Engine Reference Book*". 2nd edition, Jordan Hill, Oxford, 1999.
- Deutchman, aaron D, *Machine design theory and practice*, New York.
- Edward F. Obert, "Internal Combustion Engines", third edition, Scranton, 1968.
- Khurmi RS. G.JK. 1980, Text Book of Machine Design Eurasia; New Delhi. Publising House, ltd Ram Nagar.
- Meherwan P Boyce, "Gas Turbin Engineering Hanbook, second edition".
- Niemann, Gustav, *Machine Elements*, vol.I, II, Spring Verlag, Berlin, 198.
- Petrovsky, N, "Marine Internal Combustion Engine", Mir Publisher, Moscow, 1988.
- Sularso, K. S. 1991, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin; Jakarta. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.