

ANALISIS PENGARUH TEKANAN *INJECTOR* TERHADAP PERFORMA ENGINE PADA GOKART URBAN DIESEL KONTES MOBIL HEMAT ENERGI (KMHE) RISET DIKTI

ALI ROSYIDIN¹, YAFID EFFENDI², MUHAMMAD FAJRI³

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I/33 Cikokol-Tangerang
E-Mail : rosyidinali90@gmail.com

ABSTRAK

Prinsip injeksi bahan bakar yang baik bertujuan untuk dapat memenuhi berbagai hal yang diharapkan dari kendaraan bermesin diesel, sistem injeksi bahan bakar minyak (BBM) (termasuk pompa injeksi dan nozzle) memainkan peranan yang penting karena secara langsung mempengaruhi performa mesin dan kendaraan. (Denso, 2005), Pada motor diesel umumnya saat injeksi yang normal adalah antara 20° Crank Angle sampai dengan 16° Crank Angle Before Top Dead Centre. Jika saat injeksi dimundurkan (mendekati TDC), temperatur dan tekanan udara yang masuk menjadi lebih tinggi sehingga ignition delay lebih pendek. Penelitian ini telah dilakukan eksperimen berupa penggantian alat spi pada cam injector mesin diesel. Spi yang diganti yaitu dari spi cam injektor standar original pabrikan menjadi spi buatan (modifikasi) untuk merubah posisi sudut derajat letak cam injektor yang akan menekan pompa bahan bakar (fuel pump) dan disalurkan ke ruang bakar melalui injektor yang merupakan waktu penyalaan (ignition timing) bahan bakar pada ruang bakar motor diesel.

Kata Kunci : Gokart; Mesin diesel MDX 186 FA, Injektor, Timing.

ABSTRACT

The principle of good fuel injection aims to be able to meet various expectations from diesel engine vehicles, the fuel injection system (BBM) (including the injection pump and nozzle) plays an important role because it directly affects the performance of the engine and vehicle. (Denso, 2005), In diesel motors, the normal injection time is generally between 20° Crank Angle to 16° Crank Angle Before Top Dead Centre. If the injection is pushed back (close to TDC), the temperature and pressure of the incoming air will be higher so that the ignition delay will be shorter. This research has been carried out an experiment in the form of replacing the SP tool on the cam injector of a diesel engine. The spi that has been replaced is from the original factory standard spi cam injector to an artificial spi (modification) to change the angle position of the injector cam position which will suppress the fuel pump (fuel pump) and be channeled to the combustion chamber through the injector which is the ignition timing. fuel in the diesel engine combustion chamber

Keywords: Go-kart, MDX 186 FA Diesel Engine, Injectors, Timing.

1. PENDAHULUAN

Dari pemeriksaan yang dilakukan pada mesin diesel pada laboratorium mesin kapal, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember maka diperlukan sebuah analisa terkait performa mesin diesel yang mengharuskan mengatur ulang pada *fuel injection timing* dengan memvariasikan nilai derajatnya dengan tepat. Hal ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas pembakaran dan menurunkan banyaknya asap yang terkandung dalam gas buang, dimana emisi gas buang yang dihasilkan mesin tersebut untuk memenuhi nilai batas emisi yang diijinkan dengan mengacu sesuai pada standar IMO (*International Maritime Organization*). Sehingga diharapkan dengan memvariasikan waktu penyalaan bahan bakar mesin diesel sebagai pemantik awal,

emisi gas buang yang dihasilkan semakin rendah dan konsumsi bahan bakar semakin irit, serta daya yang dihasilkan oleh mesin tersebut lebih efisien.

Sistem pemindah tenaga saat ini telah menjadi sebuah sistem yang wajib terdapat pada segala jenis kendaraan bermotor. Fungsi sistem pemindah tenaga memungkinkan kendaraan menyesuaikan beban dan kondisi jalan, memungkinkan kendaraan berjalan mundur, meminimalisir hentakan ketika perpindahan gigi, dan menyalurkan putaran mesin menuju roda roda. Misalkan saja pada kondisi jalan menanjak, penggunaan system transmisi yang tepat akan memudahkan.

Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) yang diadakan DIKTI merupakan kegiatan yang diadakan untuk mengapresiasi hasil inovasi dan kreasi mahasiswa dalam merancang dan membangun

kendaraan yang aman, irit, dan ramah lingkungan. Persediaan bahan bakar sebagai sumber energi semakin menipis sementara kebutuhan energi meningkat menyebabkan energi menjadi permasalahan hamper seluruh negara didunia termasuk Indonesia. Hal ini menuntu kita untk berpikir mencari solusi terbaik dalam mengatasi permasalahan tersebut, diantaranya dengan melakukan penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar.

Perlombaan dibagi menjadi dua kategori yaitu : Kategori pertama *prototype* adalah Kendaraan masa depan dengan desain khusus yang memaksimalkan efisiensi, dengan kategori kelas mesin penggerak : Motor Pembakaran Dalam (MPD), MPD Diesel, MPD Ethanol, Motor Listrik.



Gambar 1. Mobil Kategori Prototype

Urban Concept adalah kendaraan irit bahan bakar yang tampilannya menyerupai mobil penumpang saat ini. Kendaraan *Urban Concept* harus memenuhi peraturan khusus yang telah ditetapkan oleh Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) untuk kategori ini. Salah satu persyaratan khusus untuk kendaraan yang berlomba dalam kategori ini adalah ‘*Stop and Go Driving*’.



Gambar 2. Mobil Kategori Urban

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada tahap ini dilakukan persiapan bahan-bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian serta pembelajaran mengenai cara/proses penelitian. Melakukan pengecekan pada mesin diesel mengenai kondisi mesin, basic performa mesin, *full load* dari mesin diesel sebelum dilakukan percobaan.

Langkah Langkah perancangan:

1. Pembuatan Spi Cam Injektor.
2. Pemasangan Spi Cam Injektor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Variasi Injection Timing Motor Diesel

Daya mesin adalah daya yang diberikan untuk mengatasi beban yang diberikan oleh generator. Daya yang dihasilkan mesin disambungkan dengan generator listrik dapat dihitung berdasarkan beban pada generator listrik dan dinyatakan sebagai daya efektif generator (N_e), yang mana satuannya dalam bentuk watt (W). Hubungan tersebut dinyatakan dengan persamaan dibawah ini:

$$N_e = \frac{V \times I \times \cos \varphi}{\eta_{\text{generator}} \times \eta_{\text{transmisi}}}$$

Dimana :

$$V : 184 \text{ V}$$

$$I : 3,9 \text{ A}$$

$$\cos : 1$$

$$\eta_{\text{generator}} : 0,9$$

$$\eta_{\text{transmisi}} : 0,95$$

Maka :

$$\begin{aligned} N_e &= \frac{V \times I \times \cos \varphi}{\eta_{\text{generator}} \times \eta_{\text{transmisi}}} \\ &= \frac{184 \times 3,9 \times 1}{0,9 \times 0,95} \\ &= 1013 \text{ W} \\ &\approx 1,013 \text{ Kw} \end{aligned}$$

Torsi merupakan ukuran kemampuan mesin untuk menghasilkan kerja. Torsi adalah hasil pembagian daya dalam satu menit dengan putaran mesin (rpm) sehingga memiliki satuan Nm (SI). Momen torsi dihitung dengan persamaan seperti berikut:

$$M_t = \frac{60000 N_e}{2\pi n}$$

Dimana :

$$N_e : 1,013 \text{ kW}$$

$$n : 1800 \text{ rev/min}$$

Maka :

$$\begin{aligned} M_t &= \frac{60000 N_e}{2\pi n} \\ &= \frac{60000 \times 1,013 \text{ kW}}{2 \times 3,14 \times 1800 \text{ rpm}} \\ &= 5,377 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Besarnya tekanan dalam ruang bakar berubah-ubah sepanjang langkah piston tersebut. Bila diambil tekanan yang berharga konstan yang bekerja pada piston dan menghasilkan kerja yang sama, maka tekanan tersebut dikatakan sebagai kerja per siklus

per volume langkah piston. Tekanan efektif rata-rata teoritis yang bekerja sepanjang volume langkah piston sehingga menghasilkan daya yang besarnya sama dengan daya efektif. BMEP dihitung dengan persamaan:

$$b_{mep} = \frac{N_e \times Z \times 60000}{A \times L \times n \times i}$$

Dimana :

- N_e : 1,013 Kilowatt
- A : 0,0044 (m²)
- L : 0,08 (m)
- i : 1
- n : 1800 (rpm)
- z : 2 (mesin 4 langkah)

Maka :

$$\begin{aligned} b_{mep} &= \frac{N_e \times Z \times 60000}{A \times L \times n \times i} \\ &= \frac{1,013 \times 2 \times 60000}{0,0044 \times 0,08 \times 1800 \times 1} \\ &= 191856,01 \frac{N}{m^2} \\ &\approx 191,86 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Specific fuel consumption (Sfc) adalah jumlah bahan bakar yang dipakai mesin untuk menghasilkan daya efektif 1 (satu) hp selama 1 (satu) jam. Didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\bar{m}_{bb} = \frac{m_{bb}}{s}$$

Dimana :

$$m_{bb} = \rho_{bb} \times v_{bb}$$

Sedangkan besarnya pemakaian bahan bakar spesifik adalah :

$$Sfc = 3600 \times \frac{\bar{m}_{bb}}{N_e}$$

Dimana :

- ρ_b : 836 Kg/m³
- v_b : 10⁻⁵ m³
- s : 60 s
- N_e : 1,013 kW

Maka :

$$\begin{aligned} m_{bb} &= \rho_{bb} \times v_{bb} \\ &= 836 \times 10^{-5} \\ &= 0,00836 \text{ kg} \\ \bar{m}_{bb} &= \frac{m_{bb}}{s} \\ &= \frac{0,00836 \text{ kg}}{60 \text{ s}} \\ &= 0,000139 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Sfc &= 3600 \times \frac{\bar{m}_{bb}}{N_e} \\ &= \frac{3600 \times 0,000139 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}{1,013 \text{ kW}} \\ &= 0,49163 \frac{\text{kg}}{\text{kW.jam}} \\ &\approx 491,63 \frac{\text{gr}}{\text{kW.jam}} \end{aligned}$$

Efisiensi termal adalah ukuran besarnya pemanfaatan energi panas yang tersimpan dalam bahan bakar untuk diubah menjadi daya efektif oleh mesin pembakaran dalam. Secara teoritis dituliskan dalam persamaan :

$$\begin{aligned} \eta_{th} &= \frac{N_e}{\bar{m}_{bb} \times LHV_{bb}} \times 100\% \\ &= \frac{1,013 \text{ kW} \times 100\%}{0,000139 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times \frac{43024354,286 \text{ J}}{\text{kg}}} \\ &= 17,02\% \end{aligned}$$

Dimana selanjutnya sama akan cara penyelesaiannya. Data yang diambil adalah data pada putaran 1800 rpm ke kanan, sebagai berikut :

1. Daya

Daya mesin adalah daya yang diberikan untuk mengatasi beban yang diberikan oleh generator. Daya yang dihasilkan mesin disambungkan dengan generator listrik dapat dihitung berdasarkan beban pada generator listrik dan dinyatakan sebagai daya efektif generator (N_e), yang mana satuannya dalam bentuk watt (W). Hubungan tersebut dinyatakan dengan persamaan dibawah ini:

$$N_e = \frac{V \times I \times \cos \varphi}{\eta_{generator} \times \eta_{transmisi}}$$

Dimana :

- V : 175 V
- I : 3,5 A
- \cos : 1
- η generator : 0,9
- η transmisi : 0,95

Maka :

$$\begin{aligned} N_e &= \frac{V \times I \times \cos \varphi}{\eta_{generator} \times \eta_{transmisi}} \\ &= \frac{175 \times 3,5 \times 1}{0,9 \times 0,95} \\ &= 873 \text{ W} \\ &\approx 0,873 \text{ kW} \end{aligned}$$

2. Torsi

Torsi merupakan ukuran kemampuan mesin untuk menghasilkan kerja. Torsi adalah hasil pembagian daya dalam satu menit dengan putaran mesin (rpm) sehingga memiliki satuan Nm (SI). Momen torsi dihitung dengan persamaan seperti berikut:

$$M_t = \frac{60000 N_e}{2\pi n}$$

Dimana :

$$N_e : 0,873 \text{ kW}$$

$$n : 1800 \text{ rev/min}$$

Maka :

$$M_t = \frac{60000 N_e}{2\pi n}$$

$$= \frac{60000 \times 0,873 \text{ kW}}{2 \times 3,14 \times 1800 \text{ rpm}}$$

$$= 4,632 \text{ Nm}$$

3. Brake Tekanan Efektif Rata-Rata (BMEP)

Besarnya tekanan dalam ruang bakar berubah-ubah sepanjang langkah piston tersebut. Bila diambil tekanan yang berharga konstan yang bekerja pada piston dan menghasilkan kerja yang sama, maka tekanan tersebut dikatakan sebagai kerja per siklus per volume langkah piston. Tekanan efektif rata-rata teoritis yang bekerja sepanjang volume langkah piston sehingga menghasilkan daya yang besarnya sama dengan daya efektif. BMEP dihitung dengan persamaan:

$$b_{mep} = \frac{N_e \times Z \times 60000}{A \times L \times n \times i}$$

Dimana :

$$N_e : 0,873 \text{ Kilowatt}$$

$$A : 0,0044 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$L : 0,08 \text{ (m)}$$

$$i : 1$$

$$n : 1800 \text{ (rpm)}$$

$$z : 2 \text{ (mesin 4 langkah)}$$

Maka :

$$b_{mep} = \frac{N_e \times Z \times 60000}{A \times L \times n \times i}$$

$$= \frac{0,873 \times 2 \times 60000}{0,0044 \times 0,08 \times 1800 \times 1}$$

$$= 165340,91 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\approx 165,34 \text{ kPa}$$

4. Specific Fuel Consumption (SFC)

Specific fuel consumption (Sfc) adalah jumlah bahan bakar yang dipakai mesin untuk menghasilkan daya efektif 1 (satu) hp selama 1 (satu) jam. Didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\bar{m}_{bb} = \frac{m_{bb}}{s}$$

Dimana :

$$m_{bb} = \rho_{bb} \times v_{bb}$$

Sedangkan besarnya pemakaian bahan bakar spesifik adalah :

$$Sfc = 3600 \times \frac{\bar{m}_{bb}}{N_e}$$

Dimana :

$$\rho_b : 836 \text{ Kg/m}^3$$

$$v_b : 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$s : 60 \text{ s}$$

$$N_e : 0,873 \text{ KW}$$

Maka :

$$m_{bb} = \rho_{bb} \times v_{bb}$$

$$= 836 \times 10^{-5}$$

$$= 0,00836 \text{ kg}$$

$$\bar{m}_{bb} = \frac{m_{bb}}{s}$$

$$= \frac{0,00836 \text{ kg}}{60 \text{ s}}$$

$$= 0,000139 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$Sfc = 3600 \times \frac{\bar{m}_{bb}}{N_e}$$

$$= \frac{3600 \times 0,000139 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}{0,873 \text{ kW}}$$

$$= 0,57071 \frac{\text{kg}}{\text{kW.jam}}$$

$$\approx 570,71 \frac{\text{gr}}{\text{kW.jam}}$$

5. Efisiensi Thermal (η_{th})

Efisiensi termal adalah ukuran besarnya pemanfaatan energi panas yang tersimpan dalam bahan bakar untuk diubah menjadi daya efektif oleh mesin pembakaran dalam. Secara teoritis dituliskan dalam persamaan :

$$\eta_{th} = \frac{N_e}{\bar{m}_{bb} \times LHV_{bb}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,873 \text{ kW} \times 100\%}{0,000139 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times \frac{43024354,286 \text{ J}}{\text{kg}}}$$

$$= 14,661 \%$$

4. KESIMPULAN

Dari hasil-hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. *Valve timing* dinyatakan dalam bentuk diagram yang menunjukkan besarnya sudut poros engkol berdasarkan kedudukan torak pada titik mati atas (TDC) atau titik mati bawah (BDC). Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan setiap besarnya sudut pada grafik secara teori untuk kemudian dilakukan eksperimen dan pengerjaan spi menggunakan mesin pemotong frais (proses *machining*) untuk kemudian dipotong sesuai perhitungan. Setelah proses pemotongan material spi tersebut harus diberi racun sepuh

- untuk memperkuat material besi (proses *hardening*).
2. Dengan variasi injeksi yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :
 - a. Dengan penggunaan bahan bakar metanol pada Mesin Diesel dengan *Start of Injection Standart* 18° BTDC didapatkan perbaikan unjuk kerja dan emisi gas buang dibanding dengan *Start of Injection Standart* 16° BTDC. Sedangkan penurunan unjuk kerja dan emisi gas buang ditunjukkan pada parameter Daya, Torsi, BMEP, *Specific Fuel Consumption*, Efisiensi Thermal.
 - b. Dengan penggunaan bahan bakar metanol pada Mesin Diesel dengan *Start of Injection Standart* 14° BTDC didapatkan perbaikan unjuk kerja dan emisi gas buang dibanding dengan *Start of Injection Standart* 16° BTDC. Sedangkan penurunan unjuk kerja dan emisi gas buang ditunjukkan pada parameter Daya, Torsi, BMEP, *Specific Fuel Consumption*, Efisiensi Thermal.

DAFTAR PUSTAKA

- Deutchman, aaron D, *Machine design theory and practice*, New York
- Gillespie, Thomas, "*Fundamentas Of Vehicle Dynamics*", Publisher Commonwealth, 1982.
- John A. Schey. 2000. *Proses Manufaktur* . Terjemahan oleh Rines, Dwiyani Asih dan Basuki Heri Winarno. 2009. Yogyakarta. Andi.
- Khurmi RS. G.JK. 1980, *Text Book of Machine Design Eurasia*; New Delhi.Publising House, ltd Ram Nagar.
- 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.
- William D. Callister Jr. John Wiley&Sons. *Material Science and Engineering*. 2004. An Introduction