

MODIFIKASI SISTEM BAHAN BAKAR KONVENSIONAL PADA KENDARAAN DINAS FEROZA MENGGUNAKAN SISTEM INJEKSI

Dana Rian Pratama¹, Gunarko², Anang Dwi H³
Jurusan Teknik Otomotif Ranpur, Poltekad Kodiklat Angkatan Darat
Poltekad Kodiklatad Ksatrian Pusdik Arhanud PO BOX 52 Malang
Email : Danajamboel@gmail.com

Abstract

Kendaraan Daihatsu Feroza adalah salah satu kendaraan berbahan bakar bensin yang menggunakan sistem bahan bakar konvensional. Jenis kendaraan ini merupakan salah satu kendaraan yang masih digunakan dalam kegiatan sehari-hari oleh jajaran staff TNI-AD dalam melakukan tugas pokok. Penggunaan bahan bakar bensin pada jenis kendaraan ini dinilai tidak efisien, karena konsumsi bahan bakarnya terlalu banyak. Hal ini disebabkan salah satunya karena sistem bahan bakar pada kendaraan ini masih menggunakan sistem bahan bakar konvensional. Sistem bahan bakar konvensional dinilai tidak cukup efisien, sehingga upaya yang dilakukan untuk meminimalisir hal tersebut yakni dengan memodifikasi sistem bahan bakar jenis lain. Sistem bahan bakar injeksi dinilai lebih efisien dalam hasil penggunaannya. Tujuan dari penelitian yakni untuk mengetahui hasil perbandingan penggunaan sistem bahan bakar konvensional dan sistem bahan bakar injeksi pada kendaraan Daihatsu Feroza.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa unjuk kerja mesin modifikasi Kendaraan Dinas Daihatsu Feroza dengan sistem injeksi. Dengan adanya perbandingan antara sistem bahan bakar konvensional dan injeksi memiliki nilai hasil perhitungan yang berbeda. Pada suatu pengujian pada sistem bahan bakar konvensional diberikan energi sebesar 750 rpm dengan torsi 6.74 kg.m maka diperoleh hasil waktu sebesar 3.49 detik. Sedangkan pada pengujian sistem bahan bakar injeksi diberikan daya kecepatan awal sebesar 750 rpm dengan torsi 6.74 kg.m diperoleh waktu sebesar 4.02 detik. Dari hasil perbandingan dan pengolahan data kedua jenis pengujian sistem bahan bakar tersebut, sistem bahan bakar injeksi dinilai lebih efisien karena menghasilkan daya efektif sebesar 6.78 Hp. Hasil yang dapat diperoleh yakni penggunaan sistem bahan bakar injeksi lebih cocok digunakan pada jenis kendaraan Daihatsu Feroza karena dinilai cukup efisien dan menghasilkan tenaga yang lebih optimal.

Kata kunci : Sistem bahan bakar , Konvensional, Injeksi.

Abstract

Daihatsu Feroza is one of the gasoline-powered vehicles that use a conventional fuel system. This vehicle is one of the vehicles is used for daily activities by the Indonesian Army to complete its main tasks. The fuel consumption on this vehicle is inefficient because this vehicle uses a conventional fuel system and the result is too much in fuel consumption. This system is inefficient, so to make another type of modification of the fuel system is needed. The injection fuel system is more efficient in consumption than the conventional system. The purpose of this research knows the comparison between the use of Daihatsu Feroza's conventional and injection fuel systems.

The purpose of this research for analyzing the performance of Daihatsu Feroza machine with the injection system. The comparison between conventional and injection fuel system has a different value in the calculation. A test of conventional fuel system given energy of 750 RPM with torsion of 6.74 kg.m then its time is 3.49 second. Meanwhile on testing of injection fuel system given the initial speed power of 750 RPM with torsion of 6.74 kg.m then its time is 4.02 second. From those comparisons and data processing from that experiment, the injection fuel system is more effective since it produces power 6.78 Hp. The result is the use of the fuel injection system more suitable in the Daihatsu Feroza because it is quite efficient and produces more optimal power.

Keyword : Fuel System, conventional, injection.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan jumlah kendaraan bermotor dari waktu ke waktu terus mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Melihat pertumbuhan ekonomi dan daya beli para konsumen kendaraan bermotor yang cukup tinggi Peningkatan jumlah kendaraan bermotor juga mengakibatkan peningkatan konsumsi para pengguna kendaraan terhadap bahan bakar minyak yang mana cepat atau lambat dapat menyebabkan kelangkaan dari bahan bakar minyak itu sendiri. Maka dari itu, berbagai pengembangan teknologi terus dilakukan khususnya oleh berbagai produsen kendaraan bermotor terhadap produk-produknya agar dapat meminimalisir dampak-dampak negatif yang ditimbulkan dari perkembangan kendaraan bermotor tersebut. Pengembangan teknologi ini terus dilakukan untuk membuat kendaraan bermotor tersebut dapat semakin hemat dalam konsumsi bahan bakar dengan tanpa mengurangi performa mesin yang dihasilkan, serta ramah lingkungan. Salah satu dari pengembangan teknologi yang dilakukan oleh para produsen kendaraan bermotor adalah menerapkan teknologi sistem bahan bakar injeksi pada produk kendaraan bermotornya. Kendaraan feroza adalah salah satu jenis kendaraan dinas yang dimiliki Angkatan Darat yang masih dioperasikan dalam menunjang tugas pokok di jajaran TNI AD. Namun kendaraan ini menggunakan konsumsi bahan bakar yang banyak atau boros bahan bakar Dengan kejadian di lapangan tersebut diperlukan modifikasi sistem bahan bakar konvensional pada kendaraan dinas Feroza dengan menggunakan sistem bahan bakar injeksi agar menghemat konsumsi bahan bakar dan meningkatkan performa mesin serta mengurangi pencemaran udara.

1.2. Rumusan Masalah.

Rumusan masalah adalah bagaimana menganalisa unjuk kerja, konsumsi bahan bakar serta emisi gas buang pada mesin kendaraan Daihatsu Feroza yang telah dimodifikasi dengan *Fuel Injection System* ?

1.3. Batasan Masalah.

Agar memperjelas ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas, maka perlu adanya batasan-batasan masalah antara lain :

1.3.1. Mesin yang digunakan untuk modifikasi adalah mesin Daihatsu Feroza tipe HD-C dengan kapasitas silinder 1589 cc.

1.3.2 Sistem injeksi bahan bakar yang digunakan untuk modifikasi adalah tipe 1NZ-FE.

1.3.3 Penelitian ini membahas tentang unjuk kerja mesin, konsumsi bahan bakar serta emisi gas buang kendaraan Daihatsu Feroza.

1.4 Tujuan Penelitian.

Mengacu pada permasalahan di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam penyusunan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil perbandingan penggunaan sistem bahan bakar konvensional dan sistem bahan bakar injeksi pada kendaraan Daihatsu Feroza. :

1.4.1 Mengetahui kerja mesin pada kendaraan Dinas Feroza dengan sistem konvensional dan sistem injeksi.

1.4.2 Mengetahui efisiensi thermal pada kendaraan Dinas Feroza dengan sistem konvensional dan sistem injeksi.

1.5 Manfaat Penelitian.

1.5.1 Secara Akademis. Secara akademis penulisan penelitian ini merupakan aplikasi dan pengembangan materi yang meliputi : uji prestasi mesin bensin.

1.5.2 Secara Praktis. Secara praktis penulisan Penelitian ini akan memberi wawasan mengenai sistem bahan bakar yang menggunakan sistem konvensional dan sistem injeksi.

2. KAJIAN PUSTAKA

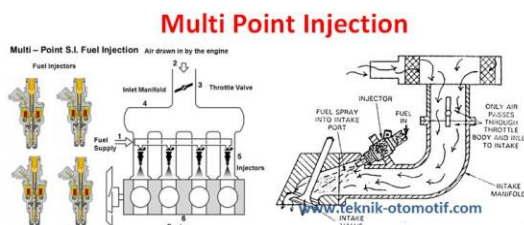
Dalam merancang dan merencanakan modifikasi sistem bahan bakar konvensional menjadi sistem injeksi perlu pemahaman dan pengetahuan yang mendalam tentang komponen-komponen yang akan digunakan. EFI adalah sebuah sistem penyemprotan bahan bakar di Intake yang dalam kerjanya dikontrol secara elektronik agar didapatkan nilai campuran udara dan bahan bakar selalu sesuai dengan kebutuhan motor bakar, sehingga didapatkan daya motor yang optimal dengan pemakaian bahan bakar yang minimal serta mempunyai gas buang yang ramah lingkungan dibandingkan dengan karburator.

2.1 Multi Point Fuel Injection System.

Merupakan Sebuah sistem penyemprotan bahan bakar dimana injektor terletak pada masing-masing *intake manifold* yang dalam kerjanya dikontrol secara elektronik (komputer) agar didapatkan nilai campuran udara dan bahan bakar selalu sesuai dengan kebutuhan engine, sehingga didapatkan daya engine yang optimal dengan pemakaian bahan bakar yang minimal serta mempunyai gas buang yang ramah lingkungan.

2.2 Cara Kerja Multi Point Fuel Injection System.

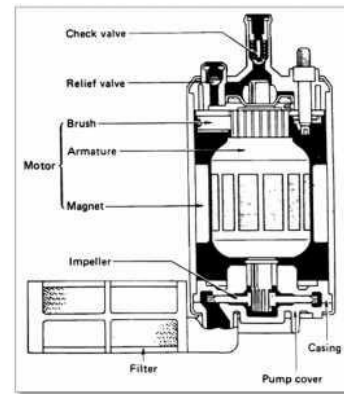
Cara kerja sistem MPI (Mitsubishi) sama dengan EFI (Toyota).Dimana jumlah bahan bakar yang disemprotkan ke ruang bakar melalui masing-masing *intake manifold* akan disesuaikan dengan kebutuhan mesin, saat mesin stasioner maka debit bensin yang disemprotkan lebih sedikit dibandingkan saat kecepatan tinggi dan beda lagi saat kendaraan menanjak dan ada beban.Semua itu diatur berdasarkan informasi sensor-sensor antara lain: *Intake air temperatur sensor, barometric pressure sensor, vehicle speed sensor, Oksigen sensor* dll. Data ini dikirimkan ke ECU (*Electronic Control Unit*) dan akan memerintahkan aktuator yang salah satunya adalah *injector* bahan bakar..Bila ada sensor yang bermasalah otomatis ECU akan berperan menstabilkan putaran mesin sehingga mesin tidak terganggu tetapi nanti ada indikator di *dashboard* yang akan menyala memberitahu supir agar segera memeriksa kendaraannya.



Gambar 2.2 Cara kerja MPFI

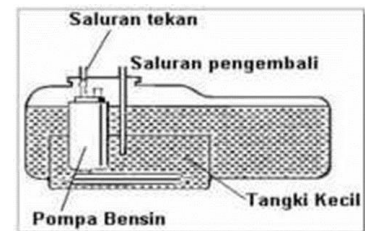
3 Komponen-komponen Multi Point Fuel Injection System.

3.1 Pompa bahan bakar. Pompa bahan bakar yang digunakan dalam sistem bakar MPFI dengan ECU adalah pompa *type in-tank* karena pompa ini memiliki kapasitas tekanan yang tinggi.



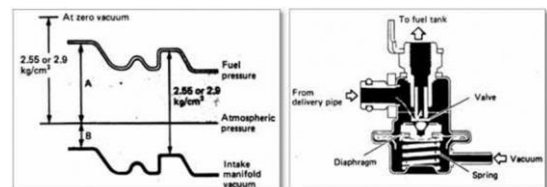
Gambar 3.1 Pompa Bensin Type In Tank

3.2 Tanki bahan bakar. Tanki bahan bakar adalah suatu tempat yang digunakan untuk menampung atau menyimpan bahan bakar yang digunakan selama kendaraan hidup. tanki yang digunakan memiliki kapasitas yang disesuaikan dengan kebutuhan dari kendaraan tersebut.



Gambar 3.2 Tipe Tangki Bahan Bakar Dengan Pompa In Tank

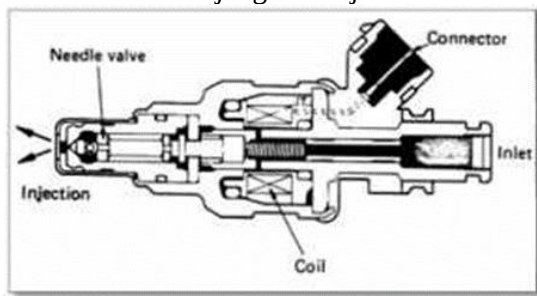
3.3 Pressure Regulator Bensin. Alat pendeteksi tekanan, baik tekanan berupa udara, air, oli atau steam, tekanan udara dihasilkan oleh kompresor, tekanan air dihasilkan oleh pompa air, yang selanjutnya akan merubah dari energi mekanis menjadi energi listrik dalam bentuk data yang di control oleh *mikrocontroller* dan selanjutnya untuk mempermudah pembacaan data data dapat di baca melalui LCD (*Liquid Crystal Display*).



Gambar 3.3 Regulator Tekanan.

3.4 injector. *injector* adalah alat yang digunakan untuk menyemprotkan bahan bakar yang bertekanan tinggi sehingga bahan bakar yang berbentuk cair dapat berubah menjadi bentuk kabut. Injector

memilik konstruksi berupa lubang-lubang kecil yang berada di ujung dari injector.



Gambar 3.4 Injector

3.5 ECU. ECU memiliki tiga bagian utama, yaitu: *mikrokontroler*, *memory system* dan *power supply system*. Semua aktivitas memproses data yang diambil dari sensor akan terjadi pada mikrokontroler ECU secara aritmatik dan logic, yaitu: operasi logika, *sequential*, *timer*, *counter* dan ADC serta mengendalikan kerja sistem secara keseluruhan. Mikrokontroler ECU akan menghitung sinyal yang masuk dari pulse (*Crankshaft position sensor*) secara timer dan counter sehingga dapat menentukan kapan waktu pengapian yang tepat dan jumlah bahan bakar yang harus di-injeksi kan ke dalam mesin sesuai dengan RPM kendaraan.



Gambar 3.5.Engine Control Unit

4. Spesifikasi Daihatsu Feroza.

DAIHATSU FEROZA

MESIN	
Tipe	HD-C, bensin, berpendingin air
Kapasitas silinder	1589 cc
Jumlah silinder	4 segaris
Jumlah katup	16, SOHC
Diameter x langkah	76,0 x 87,6 mm

Perbandingan kompresi	9,5:1
Tenaga maksimum	85,7 PS/6000 rpm
Torsi maksimum	12,9 kgm/3600 rpm
Kapasitas tangki	60 liter
Sistem pengapian	CDI

4

5. Daya mesin.

5.1 Daya Efektif

$$Ne = \frac{T \times n}{716,2} \text{ (Hp)}$$

5.2 Tekanan efektif rata-rata (Pe)

$$Pe = \frac{450000 \times Ne}{VL \times Z \times n \times a} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

5.3 Kecepatan piston rata-rata (Vp)

$$Vp = \frac{2 \times L \times n}{60} \text{ (m/s)}$$

5.4 Tekanan mekanis rata-rata (Pm)

$$Pm = (0,04 \times 0,0135 \times Vp) \times 10,2 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

5.5 Daya mekanis rata-rata (Nm)

$$Nm = \frac{Pm \times VL \times Z \times n \times a}{450000} \text{ (Hp)}$$

5.6 Daya Indikasi (Ni)

$$Ni = Ne + Nm \text{ (Hp)}$$

5.7 Tekanan indikasi rata-rata (Pi)

$$Pi = Pe + Pm \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

6. Konsumsi volume bahan bakar

6.1 Fuel Consumption

$$FC = \frac{V}{t} \times \rho \times \frac{3600}{n} \text{ (kg/jam)}$$

$$\rho \text{ bensin} = 0,075 \text{ gr/mL}$$

6.2 Spesifik fuel consumption efektif (SFCe)

$$Fe = \frac{FC}{Ne} \text{ (kg/jam.Hp)}$$

6.3 Spesifik Fuel consumption indikatif (SFCi)

$$Fi = \frac{FC}{Ni} \text{ (kg/jam.Hp)}$$

7. Emisi gas buang

$$\%CO_2 = \frac{V_{CO_2}}{V_{eg}} \times 100\%$$

$$\% O_2 = \frac{Vo_2}{Veg} \times 100\%$$

$$\% CO = \frac{Vco}{Veg} \times 100\%$$

$$\% N_2 = \frac{VN_2}{Veg} \times 100\%$$

8. Efisiensi (η)

8.1 Efisiensi mekanis (η_m)

$$\eta_m = \frac{Ne}{Ni} \times 100 \%$$

8.2 Efisiensi thermal indikasi (η_i)

$$\eta_i = \frac{Qi}{Qb} \times 100 \%$$

8.3 Efisiensi thermal efektif (η_e)

$$\eta_e = \frac{Qe}{Qb} \times 100 \%$$

8.4 Efisiensi Volumetrik

$$\eta_v = \frac{Gs.z.60}{\gamma_a . n . Vd . i} \times 100\%$$

9. METODE PENELITIAN

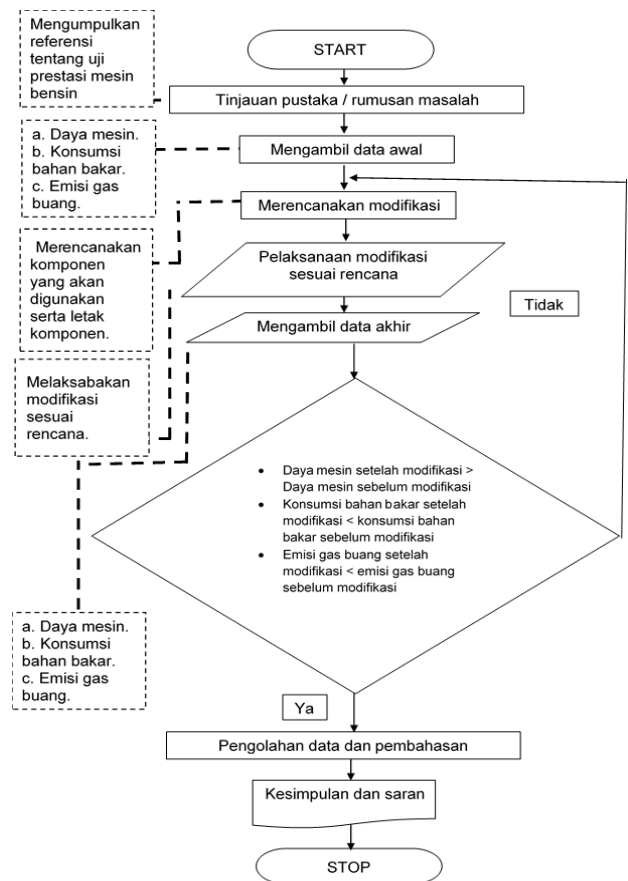
Dalam metode penelitian ini bertujuan untuk menganalisa unjuk kerja mesin modifikasi Kendaraan Dinas Daihatsu Feroza dengan sistem injeksi.

9.1 Tempat dan Waktu Penelitian.

Tempat perencanaan pembuatan alat ini adalah di bengkel karanglo, Malang dan dilaksanakan mulai bulan juli sampai selesai.

10. Variabel Penelitian. Variabel bebas yang digunakan adalah putaran mesin atau Rpm sementara Variabel terikat yang digunakan adalah Daya mesin, Konsumsi bahan bakar, ,loses pada intake manifold, Kadar CO₂, HC, CO & O₂ pada hasil gas buang serta efisiensi mesin.

11. Diagram Alir.



12. Prosedur Penelitian.

Sebelum meakukan modifikasi perlu dilakukan Pengambilan data awal pada mesin daihatsu feroza.data tersebut meliputi menghitung daya mesin, menghitung konsumsi bahan bakar,menghitung emisi gas buang. kemudian melaksanakan modifikasi dengan mengganti sistem bahan bakar konvensional dengan sistem injeksi. Serta mengganti intake manifold. Setelah itu dilaksanakan uji coba alat serta Pengambilan data mesin daihatsu feroza setelah di modifikasi dengan pengambilan data yang sama dengan pemngambilan data awal yaitu menghitung daya mesin, menghitung konsumsi bahan bakar dan menghitung emisi gas buang.setelah datasebelum modifikasi dan setelah modifikasi didapatkan maka dapat dicari efisiensi mesin.

13. METODE PENGAMBILAN DATA

Metode yang digunakan yaitu mengukur daya mesin,konstruksi *intake manifold* konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada mesin sebelum dimodifikasi kemudian dilanjutkan dengan modifikasi dan pengambilan data akhir dengan cara pengambilan data yang sama.



Gambar 13. Pengambilan data awal.

Konsumsi bahan bakar : 60 ml	waktu		
RPM	t1	t2	t3
750	4.02	3.49	4.00
1500	2.15	2.11	2.14
2000	1.27	1.24	1.27
2500	1.16	1.13	1.16
3000	1.01	1.00	1.03

Tabel hasil data konsumsi bahan bakar(ml)

Pada pengujian 1 dengan data sebagai berikut :

Putaran : 750 rpm
Torsi : 6,47 kg.m
Waktu : 4,02 detik

Volume pemakaian bahan bakar (Vc) : 60 ml
Berdasarkan data tersebut dapat diperoleh :

14.1.1 Daya Efektif

$$Ne = \frac{T \times n}{716,2} \text{ (Hp)}$$

$$Ne = 6,78 \text{ Hp}$$

14.1.2 Tekanan efektif rata-rata

(Pe)

$$Pe = \frac{450000 \times Ne}{VL \times Z \times n \times a} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$Pe = 4,57 \text{ kg/cm}^2$$

14.1.3. Kecepatan piston rata-

$$\text{rata(Vp)} Vp = \frac{2 \times L \times n}{60} \text{ (m/s)}$$

$$Vp = 2,19 \text{ m/s}$$

14.1.4 Tekanan mekanis rata-rata

$$\text{(Pm)} Pm = (0,04 \times 0,0135 \times Vp) \times 10,2 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

14.

PENGOLAHAN DATA

4.1

Hasil pengujian sebelum modifikasi.

Tabel hasil data torsi (Kg.m)

Konsumsi bahan bakar : 60 ml	Torsi		
RPM	t1	t2	t3
750	6,47	6,74	6,51
1500	7,57	7,90	7,82
2000	8,21	8,56	8,38
2500	9,8	10,3	10,1
3000	10,95	11,2	10,6

$$Pm = 0,71 \text{ kg/cm}^2$$

14.1.5 Daya mekanis rata-rata

$$\text{(Nm)} Nm = \frac{Pm \times VL \times Z \times n \times a}{450000} \text{ (Hp)}$$

$$Nm = 1,05 \text{ Hp}$$

14.1.6. Daya Indikasi(Ni)

$$Ni = Ne + Nm \text{ (Hp)}$$

$$Ni = 7,48 \text{ Hp}$$

14.1.7 Tekanan indikasi rata-

rata(Pi)

$$Pi = Pe + Pm \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$Pi = 5,28 \text{ Kg/cm}^2$$

14.2 .Fuel Consumption

$$FC = \frac{V}{t} \times \rho \times \frac{3600}{n} \text{ (kg/jam)}$$

$$\rho \text{ bensin} = 0,075 \text{ gr/mL}$$

$$FC = 5,37 \text{ kg/jam}$$

14.2.1 Spesifik fuel consumption efektif (SFCe)

$$Fe = \frac{FC}{Ne} \text{ (kg/jam.Hp)}$$

$$Fe = 0,79 \text{ kg/jam.Hp}$$

14.2.2. Spesifik Fuel consumption indikatif (SFCi)

$$Fi = \frac{FC}{Ni} \text{ (kg/jam.Hp)}$$

$$Fi = 0,72 \text{ kg/jam.Hp}$$

$$14.3 \quad \% \text{CO}_2 = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{eg}}} \times 100\%$$

$$14.3.1 \quad \% \text{O}_2 = \frac{V_{\text{O}_2}}{V_{\text{eg}}} \times 100\%$$

$$14.3.2 \quad \% \text{CO} = \frac{V_{\text{CO}}}{V_{\text{eg}}} \times 100\%$$

$$14.3.3 \quad \% \text{N}_2 = \frac{VN_2}{V_{\text{eg}}} \times 100\%$$

14.4 Efisiensi mekanis (η_m)

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} \times 100 \%$$

14.4.1. Efisiensi thermal indikasi (η_i)

$$\eta_i = \frac{Q_i}{Q_b} \times 100 \%$$

14.4.2. Efisiensi thermal efektif (η_e)

$$\eta_e = \frac{Q_e}{Q_b} \times 100 \%$$

14.4.3. Efisiensi Volumetrik

$$\eta_v = \frac{Gs.z.60}{\gamma_a.n.Vd.i} \times 100\%$$

14.5 Losses Pada intake manifold konvensional.

14.5.1 Mayor Losses.

$$h_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \text{ (m)}$$

Selanjutnya untuk menentukan aliran laminar, turbulen dan transisi didapat dengan menggunakan rumus bilangan Reynolds :

$$Re = \frac{V D}{\nu}$$

14.5.2 Minor Losses.

$$H_L = K_L \frac{V^2}{2g} \text{ (m)}$$

14.5.3 Head Losses.

$$.H = H_f + H_m \text{ (m)}$$

14.5.4 Luas Penampang Pipa.

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

14.6 Losses Pada intake manifold EFI.

14.6.1 Mayor Losses.

$$h_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \text{ (m)}$$

Selanjutnya untuk menentukan aliran laminar, turbulen dan transisi didapat dengan menggunakan rumus bilangan Reynolds :

$$Re = \frac{V D}{\nu}$$

14.6.2 Minor Losses.

$$H_L = K_L \frac{V^2}{2g} \text{ (m)}$$

14.6.3 Head Losses.

$$.H = H_f + H_m \text{ (m)}$$

14.6.4 Luas Penampang Pipa.

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

15. KESIMPULAN DAN SARAN

Secara umum diketahui, bahwa untuk merencanakan suatu modifikasi kendaraan diperlukan ketelitian yang sangat tinggi dan dengan pertimbangan matang agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang direncanakan, serta memenuhi syarat-syarat yang diinginkan dan memilih faktor ekonomi yang murah dengan hasil sebaik-baiknya. Dari pembahasan dapat diambil kesimpulan hasil dari modifikasi bahwa :

- Daya efektif yang dihasilkan menggunakan sistem injeksi yaitu lebih besar dibandingkan menggunakan sistem konvensional yaitu 6,78 Hp.
- Konsumsi bahan bakar yang digunakan sistem injeksi yaitu lebih kecil dibandingkan menggunakan sistem bahan bakar konvensional yaitu 5,37 Kg/jam.
- Emisi gas buang yang dihasilkan dengan sistem injeksi lebih ramah lingkungan yaitu CO₂= CO= HC= O₂= N= dibandingkan dengan Emisi gas buang yang dihasilkan dengan sistem konvensional yaitu CO₂= CO= HC= O₂= N=

16. SARAN

Dalam memodifikasi kendaraan dinas feroza ini hanya sistem bahan bakar yang mengalami modifikasi, agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal sistem lain harus di modifikasi. Untuk memudahkan dalam proses pengambilan data agar dirancang suatu alat ukur yang lengkap untuk pengambilan data teknik mesin.

17. DAFTAR PUSTAKA

- E.KARYANTO Pedoman Reparasi Motor Bensin. Jakarta: CV. Pedoman Ilmu Jaya.
- M.KHOVAKH Motor Vehicle Engine.
- Toyota Astra Motor. 1989 Toyota Step 1. Jakarta : Toyota Astra Motor
- Toyota Astra Motor. 2000 Toyota Step 2 EFI. Jakarta : Toyota Astra Motor.
- Astra Daihatsu Internasional, Jakarta : Astra Daihatsu Internasional.

