

**ANALISIS VARIASI TEKANAN PADA INJEKTOR
TERHADAP PERFORMANCE (TORSI DAN DAYA)
PADA MOTOR DIESEL**

Ismanto

Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta
e-mail : ismanto_ujb@yahoo.com

ABSTRACT

This research aims to determine how much influence the fuel pressure in the injector of diesel engine performance by setting the variation is to add or reduce the sim at delivery spring, In the experiment used Engine Test Bed, in which the machine is placed on a pad which is then connected to the engine output shaft with an impeller shaft power measurement machine. . The parameters measured in this study is the Power and Torque. Diesel engines used were TS50 Yanmar 4 stroke 1 cylinder. From the results of this research can be seen that the increase occurred at 1980 rpm spin injector at a pressure of 18 MPa higher than the injector pressure of 16 MPa. In the round of 1980 rpm, injector pressure 18 MPa lower than the injector pressure 16 MPa.

Key words: Torque, power, fuel consumption.

PENDAHULUAN

Motor diesel merupakan bagian dari motor bakar torak dan disebut pula dengan motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*).

Pada *Internal Combustion Engine* ini, proses pembakaran dan penghasil tenaga, berada pada satu tempat yaitu pada ruang bakar (*silinder*). Proses pembakarannya terjadi karena adanya perubahan temperatur dan tekanan pada ruang pembakaran, sehingga bahan bakar yang berbentuk kabut halus yang disemprotkan atau diinjeksikan pada saat piston mencapai TMA (pada langkah kompresi) dan bersinggungan dengan udara panas, maka akan menyala dan terjadilah proses pembakaran dalam ruang bakar.

Proses pembakaran dalam ruang bakar digambarkan sebagai berikut : udara bersih masuk melalui katup isap ke dalam ruang bakar (*silinder*) dan dikompresikan oleh piston sehingga tekanannya naik hingga 30 - 50 bar atau 30 - 50- kg/cm².

Suhu udara di dalam ruang bakar naik hingga 700 - 900 °C, suhu udara kompresi ini terletak di atas suhu nyala bahan bakar,

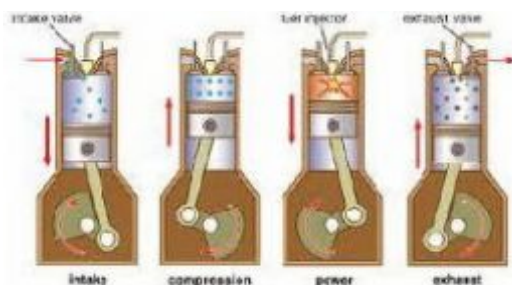
kemudian bahan bakar disemprotkan ke dalam udara kompresi yang panas kemudian terbakar dengan sendirinya. Saat terjadi pembakaran tekanan naik hingga 70 - 90 bar atau 70 - 90 kg/cm².

Cara kerja motor diesel : 1. Udara bersih masuk ke dalam silinder. 2. Udara dikompresikan. 3. Bahan bakar disemprotkan dan terbakar oleh udara kompresi. 4. Melakukan langkah kerja. 5. Sisa gas bekas dibuang ke udara luar. Gambar 2. memperlihatkan cara kerja motor diesel.

Gas hasil pembakaran antara bahan bakar dan udara merupakan energi panas yang mampu menggerakkan torak secara *translasi* (energi mekanis) dan gerakan ini dihubungkan ke poros engkol melalui batang torak sebagai penghubung, gerakan translasi torak akan menyebabkan gerak *rotasi* poros engkol dan ini akan bergerak secara terus menerus selama terjadi proses pembakaran pada ruang bakar. Gambar motor diesel 4 langkah dapat dilihat pada gambar 1 berikut :



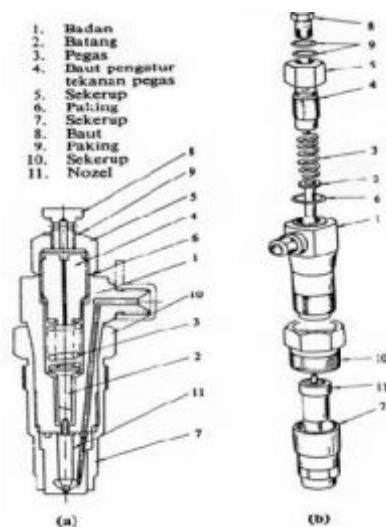
Gambar 1. Motor diesel



Gambar 2. Langkah kerja pada motor diesel

Injektor

Pada mesin diesel, alat yang berfungsi untuk menyuplai bahan bakar disebut *injektor*. Fungsi dari *injektor* tersebut adalah menyemprotkan bahan bakar yang telah menjadi kabut ke dalam ruang pembakaran. Sistem injeksi telah dipergunakan sekitar tahun 1940 pada mobil balap atau sport.



Gambar 3. Injektor

Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi oleh sistem injeksi adalah sebagai berikut:

- a. Pengaturan waktu yang layak dari injeksi bahan bakar pada saat yang diperlukan untuk mendapatkan daya maksimum dari bahan bakar dan penghematan bahan bakar serta pembakaran yang sempurna.
- b. Kecepatan yang sesuai dari injeksi bahan bakar adalah banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang silinder dalam satuan waktu atau satu derajat dari perjalanan poros engkol. Jika kecepatan tinggi, maka jumlah bahan bakar tertentu akan diinjeksikan dalam waktu yang singkat atau dalam jumlah derajat yang kecil dari poros engkol.
- c. Pengkabutan yang baik dari bahan bakar disesuaikan dengan bentuk ruang bakar, karena setiap bentuk ruang bakar berbeda, ada yang memerlukan kabut yang sangat halus dan ada yang memerlukan kabut kasar. Pengkabutan yang baik akan mempermudah pengawalan pembakaran dan menjamin bahwa setiap butiran kecil dari bahan bakar dikelilingi oleh partikel oksigen yang dapat bercampur dengan bahan bakar.
- d. Distribusi yang baik dari bahan bakar dalam ruang pembakaran harus sedemikian rupa, sehingga bahan bakar akan menyusup keseluruhan bagian ruang bakar yang berisi oksigen untuk pembakaran, kalau bahan bakar tidak didistribusikan dengan baik, maka sebagian dari oksigen yang tersedia tidak akan dimanfaatkan dan keluaran daya mesin akan rendah.

Cara kerja injektor :

- a. Bahan bakar bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui saluran minyak pada *nozzle holder* menuju ke oil pool pada bagian bawah *nozzle body*.

- b. Penginjeksian bahan bakar terjadi bila tekanan bahan bakar pada oil pool naik, sehingga menekan permukaan ujung *needle*. Bila tekanan bahan bakar melebihi kekuatan pegas, maka *nozzle needle* akan terdorong ke atas dan menyebabkan *nozzle needle* akan terlepas dari *nozzle body*. Kejadian ini menyebabkan nosel menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar.
- c. Jika pompa penginjeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, maka tekanan bahan bakar turun dan tekanan pegas mengembalikan *nozzle needle* ke posisi semula. Pada saat *needle* tertekan kuat, *nozzle body seat* akan menutup saluran bahan bakar, sehingga proses penginjeksian akan berhenti. Sebagian bahan bakar yang tersisa diantara *nozzle needle* dan *nozzle body* antara *pressure pin* dan *nozzle holder* akan melumasi semua komponen dan kembali pada keadaan awal.

Kinerja mesin

Performance atau kinerja mesin (prestasi mesin), bisa diketahui dengan membaca atau menganalisis parameter yang ditulis dalam sebuah laporan, dalam hal ini adalah daya dan torsi. Secara umum daya berbanding lurus dengan luas piston, sedangkan torsi berbanding lurus dengan volume langkah.

Daya didefinisikan sebagai energi yang diproduksi tiap satuan waktu. Sedangkan energi sendiri didefinisikan sebagai gaya dikali jarak, sehingga satuan daya adalah Newton meter per detik (watt). Tetapi dalam satuan SI, satuan daya adalah HP (1 HP = 746 watt).

Sedangkan torsi yang dihasilkan mesin didefinisikan sebagai daya dibagi kecepatan putaran mesin. Maka dapat dipahami jika mesin yang menghasilkan torsi besar pada putaran menengah, akan menghasilkan daya yang besar pula pada putaran tersebut. Secara teoritis, rumus yang digunakan untuk menghitung torsi adalah :

$$T = (m.g.l) (Nm) \quad (1)$$

Dimana :

T = Torsi (Nm)

m = Masa yang terukur pada *dinamometer*

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

l = Panjang lengan pada *dinamometer* (m)

Sedangkan rumus daya mesin adalah :

$$P = \frac{2f.N.T}{60 \times 1000} (kW) \quad (2)$$

Dimana :

P = Daya (kW)

N = Putaran mesin (rpm)

T = Torsi (Nm)

Sedangkan *Break Mean Effective Pressure* (*Bmep*) merupakan tekanan efektif rata-rata yang dihasilkan oleh mesin persiklus di dalam silinder, saat mendorong torak sepanjang langkahnya untuk dapat menghasilkan kerja. Rumusan untuk tekanan efektif rata-rata adalah sebagai berikut :

$$Bmep = \frac{P.n.10^3}{V.N} \quad (3)$$

Dimana :

Bmep = Tekanan efektif rata-rata (kpa)

n = Jumlah putaran engkol untuk setiap langkah kerja (2 siklus untuk 4 langkah, 1 untuk siklus 2 langkah)

V = Volume langkah (cm³)

N = Putaran (rpm)

METODE PENELITIAN

Alat Dan Bahan Yang Digunakan

1. Spesifikasi Mesin :

a. Jenis : Mesin diesel

b. Tipe : 4 Langkah

c. Merk : Yanmar TS 50

d. Daya mesin : 5 HP

e. Pelumasan : Gear pump

f. Starting mesin : Manual engkol

g. Pendingin : Air

h. Sistem pendinginan : Terbuka tanpa radiator

2. Bahan bakar :

Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar jenis solar.

3. Tachometer :

Alat ini digunakan untuk mengukur putaran mesin.

4. Dynamometer controller :

Alat ini untuk mengatur putaran mesin

5. Injector test pump :

Alat untuk mengetahui pola pengkabutan dan besar tekanan bahan bakar pada nozzle.



Gambar 4. Diesel engine test bed
(Sumber: Laboratorium Prestasi Mesin, Teknik Mesin UJB)

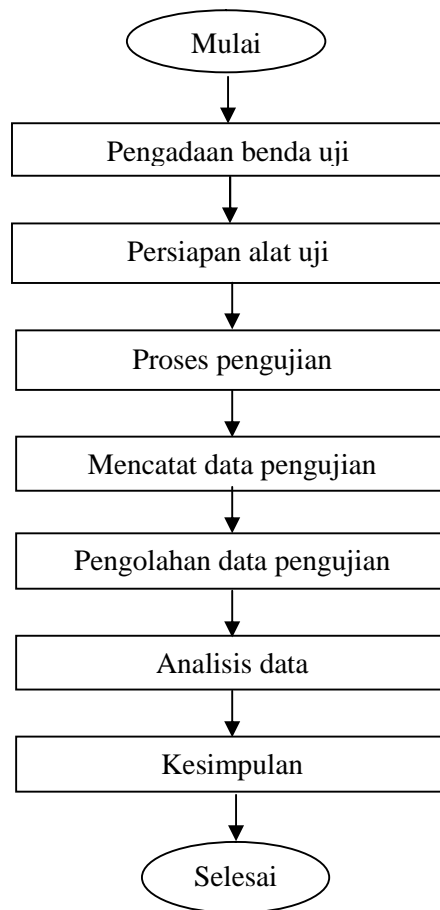


Gambar 5. Dynamometer Controller
(Sumber: Laboratorium Prestasi Mesin, Teknik Mesin UJB)



Gambar 6. Injector test pump
(Sumber: Laboratorium Prestasi Mesin, Teknik Mesin UJB)

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan eksperimental, dimana alat yang akan diuji adalah *injektor* dengan merubah tekanannya (tekanan pengkabutan bahan bakar yang keluar dari *injektor* dengan melakukan variasi penyetulan dengan menambahkan atau mengurangi *sim* pada *delivery spring*), kemudian pengujian dilakukan dengan metode *variabel load* yaitu dengan melakukan pengamatan perubahan kecepatan putaran poros out put mesin akibat dari massa pembebanan yang berubah. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 7. Diagram alir penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

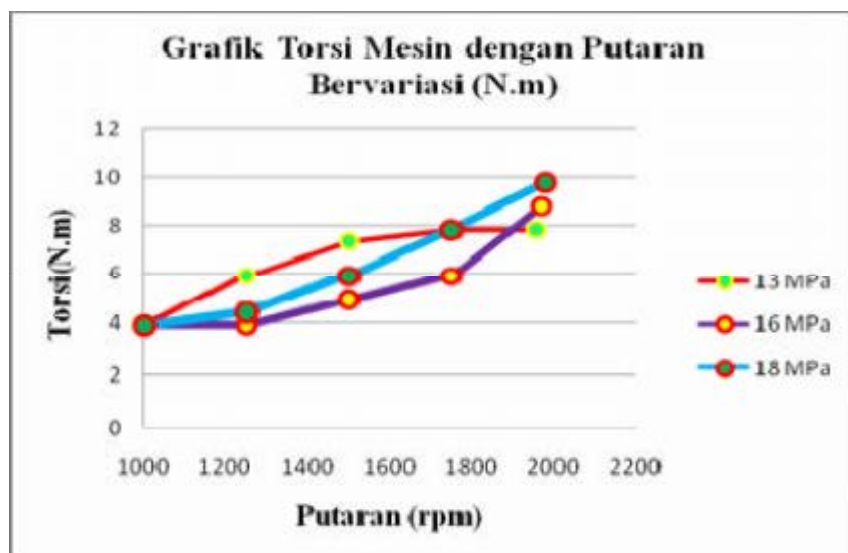
Torsi

Tabel 1. di bawah ini menunjukkan hasil perhitungan torsi mesin pada pembebanan 50 % berdasarkan variable

kecepatan dari berbagai persentase pengujian tekanan pengkabutan bahan bakar pada *injektor*.

Tabel 1. Data pengujian torsi dengan putaran bervariasi

Putaran (rpm)	Torsi (N.m)		
	Pada Tekanan (13 Mpa)	Pada Tekanan (16 Mpa)	Pada Tekanan (18 Mpa)
1000	3,92	3,92	3,92
1250	5,88	3,92	4,41
1500	7,35	4,90	5,88
1750	7,84	5,88	7,84
1960	7,84	-	-
1970	-	8,82	-
1980	-	-	9,81



Gambar 8. Torsi vs putaran

Pada tabel 1. dan gambar 4. dapat diketahui bahwa torsi tertinggi pada tekanan 18 MPa pada putaran max 1980 rpm sebesar 9,81 N.m.

Pada tekanan 13 MPa dari putaran 1000 s/d 1750 rpm, nilai torsinya naik. Pada saat putaran 1750 rpm terjadi titik pertemuan antara tekanan 13 MPa dan 18 Mpa, karena nilai torsinya sama sebesar 7,84 N.m.

Setelah putaran 1750 rpm pada tekanan 18 MPa nilai torsinya naik dan pada tekanan 13 MPa tetap.

Tekanan 16 MPa pada putaran 1000 s/d 1250 rpm, nilai torsinya sama sebesar

3,92 N.m dengan bertambahnya putaran poros mesin sampai dengan putaran max 1970 rpm nilai torsinya sebesar 8,82 N.m. .

Meskipun menunjukkan kenaikan torsi pada putaran tinggi, tetapi variasi pola tekanan pengkabutan *injektor* 13 MPa, 16 MPa, 18 MPa, pada putaran awal nilai torsi sama.

Dari ketiga pengujian variasi pola pengkabutan tekanan injector, nilai tertinggi pada tekanan 18 MPa pada putaran max 1980 rpm sebesar 9,81 N.m dan nilai torsi terendah terjadi pada tekanan 16 MPa pada putaran 1250 rpm sebesar 3,92 N.m.

Dapat diketahui bahwa nilai torsi pada setiap tekanan akan naik akibat putaran poros mesin.

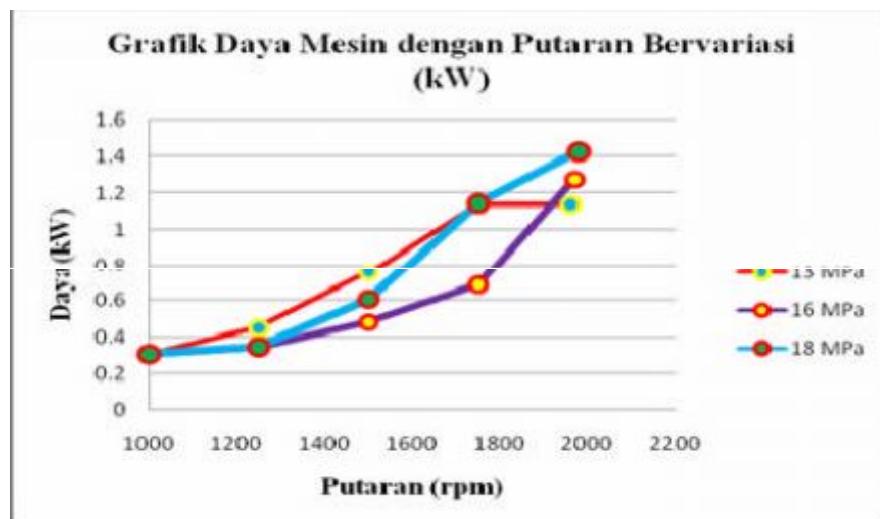
Daya

Tabel 2. di bawah ini menunjukkan hasil perhitungan daya mesin pada

pembebanan 50 % berdasarkan variable kecepatan dari berbagai persentase pengujian tekanan pengkabutan bahan bakar pada *injektor*.

Tabel 2. Data pengujian daya dengan putaran bervariasi

Putaran (rpm)	Daya (Kw)		
	Pada Tekanan (13 Mpa)	Pada Tekanan (16 Mpa)	Pada Tekanan (18 Mpa)
1000	0,305	0,306	0,309
1250	0,452	0,346	0,348
1500	0,760	0,482	0,608
1750	1,141	0,687	1,145
1960	1,141	-	-
1970	-	1,275	-
1980	-	-	1,247



Gambar 9. Daya vs putaran

Pada tabel 2. dan gambar 9 terlihat bahwa daya efektif dari pola tekanan pengkabutan injektor meningkat dengan bertambahnya putaran mesin.

Peningkatan daya pada setiap putaran sesuai dengan nilai torsinya, demikian juga pada kondisi torsi tetap. Tetapi putaran mesin ditambah, maka daya efektif akan mengalami peningkatan.

Dari gambar 9 dapat diketahui bahwa nilai daya tertinggi terjadi pada tekanan 18 MPa pada putaran max 1980 sebesar 1,247 kW.

Pada tekanan 13 MPa putaran 1000 s/d 1750 rpm nilai dayanya naik sebesar 1,141 kW, kemudian pada saat putaran 1750 sampai putaran max 1960 rpm dayanya tetap.

Pada tekanan 16 MPa terjadi peningkatan daya pada putaran max 1970 rpm sebesar 1,275 kW.

Dari ketiga pengujian variasi pola pengkabutan tekanan injektor, semua dayanya naik, tetapi kalau melihat dari spesifikasi mesin *yanmar* TS 50 dayanya menurun sangat banyak yang seharusnya 4,5 kW setelah dilakukan pengujian hanya 1,247 kW pada tekanan injektor 18 MPa. Terjadinya penurunan daya motor diesel *yanmar* TS 50 karena mesin tersebut telah dipergunakan cukup lama.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai torsi tertinggi pada tekanan 18 Mpa pada putaran 1980 rpm sebesar 9,81 Nm.
2. Nilai torsi terendah terjadi pada tekanan 16 Mpa pada putaran 1250 rpm sebesar 3,92 Nm.
3. Pada tekanan 13 MPa putaran 1000-1750 rpm, terjadi kenaikan nilai daya akan tetapi saat putaran 1960 dayanya tetap.

4. Pada tekanan 16 MPa putaran 1000-1500 rpm, dayanya naik kemudian saat putaran max 1970 rpm dayanya masih bisa naik.
5. Pada tekanan 18 MPa putaran 1000-1500 rpm, dayanya naik dan pada tekanan ini hanya untuk mencari rpm.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W.,1973, **Motor Bakar Torak**, ITB, Bandung.
- Arthur W Judge., 1955, **Modern Petrol Engine**, Chapman & Hall LTD, London.
- Heywood, J.B., 1998, **Internal Combustion Engine Fundamental**, Mc Graw Hill Int., New York.
- Pulkabrek, W.W., 1992, **Engineering Fundamental Of The Internal Combustion Engines**, University Of Wisconsin, Platteville.
- Soenarta, N., Furuham, S., 2002, **Motor Serba Guna**, Cetakan Ketiga, PT. Pradnya Paramitha, Jakarta.