

Pengaruh Parameter Tekanan Bahan Bakar terhadap Kinerja Mesin Diesel Type 6 D M 51 SS

Andi Saidah¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta
Jl. Sunter Permai Raya Sunter Agung Podomoro Jakarta Utara 14356 Indonesia
Telp. 021-64715666, 6410287 Fax. 021-6410287, 64717301Hp.+6281310753398
E-mail : andisaidah@yahoo.co.id

Abstrak

Salah satu faktor yang mempengaruhi kelancaran sistem pengabutan adalah kualitas bahan bakar yang disemprotkan keluar injektor pada mesin induk, bila bahan bakar tidak sesuai standar, maka akan terjadi penyumbatan dan berpengaruh kepada tekanan bahan bakar yang keluar dari injektor dan juga pada kinerja mesin diesel tersebut. Penelitian yang telah dilakukan adalah, dengan meningkatnya putaran (207 rpm, 210 rpm, dan 218 rpm) maka konsumsi bahan bakar juga meningkat yaitu dari 48 lt/h, 53,34 lt/h, dan 73,50 lt/h. Untuk putaran konstan yaitu 207 rpm, tekanan bahan bakar mengalami peningkatan yaitu dari 56 kg/cm², 57 kg/cm², 58 kg/cm², 60 kg/cm², demikian juga dengan daya poros juga mengalami peningkatan dari 113,47 PS, 115,78 PS, 117,81 PS, dan 121,87 PS. Tekanan berpengaruh pada performance mesin, tekanan juga berpengaruh pada viskositas, dan juga pada pemakaian bahan bakar. Kekentalan bahan bakar juga berpengaruh pada daya kerja tekanan injektor yang dapat mengakibatkan keterlambatan penyalaan.

Kata kunci : Tekanan bahan bakar; tekanan injektor; kinerja mesin diesel

1 PENDAHULUAN

Pada waktu penginjeksian terjadi sangat singkat, kurang lebih hanya terjadi 31° dari satu kali langkah kerja selama 720° langkah poros engkol berputar, maka mesin diesel akan bekerja dengan baik dan mempunyai daya yang besar apabila pembakaran yang terjadi secara sempurna dan cepat, salah satu faktor penting yang mempengaruhi adalah penyemprotan bahan bakar ke dalam silinder yang harus mempunyai tekanan yang tinggi untuk menembus pusaran udara dalam silinder, serta pencampuran bahan bakar dan udara mempunyai perbandingan yang tepat, yaitu dengan perbandingan minimum 1 : 16. pencampuran bahan bakar dengan udara merupakan suatu campuran yang mudah terbakar pada suhu dan tekanan tertentu yaitu ± 30 kg/cm².

Agar bahan bakar dapat bercampur dengan baik dan mempunyai tekanan yang tinggi diperlukan alat untuk menyemprotkan bahan bakar yang tinggi diperlukan alat untuk menyemprotkan bahan bakar yang disebut

injektor. Dapat dikatakan fungsi dari injektor adalah memasukan bahan bakar ke ruang bakar sesuai dengan kebutuhan, menginjeksikan bahan bakar sesuai dengan derajat penginjeksian yang tepat, dan mendistribusikan bahan bakar agar terjadinya pembakaran sempurna dan pada waktu dan jumlah yang tepat sehingga menghasilkan tenaga yang besar dengan pemakaian bahan bakar yang sedikit.

2 DASAR TEORI

2.1 Motor Diesel

Motor bakar torak terbagi menjadi dua jenis yaitu motor bensin dan motor diesel. Perbedaannya yang pertama terletak pada sistem penyalannya. Bahan bakar pada motor bensin dinyalakan oleh loncatan api listrik diantara kedua elektroda busi, karena itu motor bensin disebut juga *spark ignition engines*. Di dalam motor diesel, yang biasa disebut *Compression Ignition Engines*, terjadi proses penyalaan sendiri, yaitu karena bahan bakar disemprotkan kedalam selinder berisi udara yang bertemperatur

dan bertekanan tinggi. Bahan bakar itu terbakar sendiri oleh udara yang mengandung 21% volume udara, setelah temperatur nyala bahan bakar.

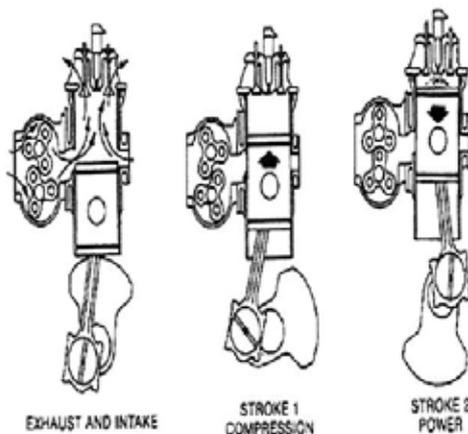
2.2 Penggolongan Mesin Diesel

Ditinjau dari siklus kerjanya mesin diesel dibedakan menjadi dua golongan, yaitu :

- Mesin diesel 2 Tak (*two stroke engine*)
- Mesin diesel 4 Tak (*four stroke engine*)

Mesin Diesel 2 Tak

Mesin diesel 2 tak adalah salah satu jenis mesin diesel dimana satu siklus pembakaran terjadi dalam dua langkah/gerakan piston (1kali langkah maju 1 kali langkah mundur), atau satu putaran poros engkol. Adapun siklus kerja untuk motor diesel 2 langkah seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1 Siklus kerja mesin diesel 2 tak

Keterangan gambar :

Exhaust and Intake (langkah pemasukan udara pembakaran/pembilasan)

Pada langkah ini piston bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) menuju Titik Mati Bawah (TMB). Ketika piston telah melewati lubang isap, maka saluran isap terbuka. Pada saat tersebut katup buang juga terbuka. Akibatnya gas sisa pembakaran terdorong oleh udara bilas.

Stroke 1 Compression (langkah kompresi)
 Pada saat piston bergerak menuju TMA, secara otomatis saluran isap tertutup. Pada saat tersebut katup buang juga tertutup. Akibatnya udara yang terjebak di dalam silinder terkompresi. Pada 5 derajat sudut poros engkol sebelum mencapai TMA, bahan bakar disemprotkan. Akibat tekanan dan temperatur udara di dalam ruang

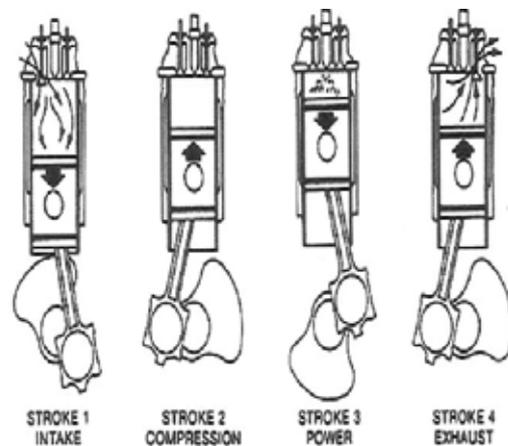
bakar tinggi, maka bahan bakar secara otomatis terbakar.

Stroke 2 Power

Akibat terjadinya pembakaran, maka tekanan di dalam ruang bakar naik secara drastis. Akibatnya piston terdorong, dan bergerak menuju TMB. Gaya dorong tersebut yang diubah menjadi gaya putar pada poros engkol (*crankshaft*).

Mesin Diesel 4 Tak

Prinsip kerja motor diesel dapat dilihat pada gambar 1, torak yang bergerak translasi (bolak-balik), didalam silinder dihubungkan dengan pena engkol dari poros engkol yang berputar pada bantalannya, dengan perantara batang penggerak atau batang penghubung. Campuran bahan bakar dan udara dibakar dalam ruang bakar, yaitu ruangan yang dibatasi oleh dinding silinder, kepala torak dan kepala silinder. Gas pembakaran yang terjadi itu mampu menggerakkan torak yang selanjutnya memutar poros engkol. Pada kepala silinder terdapat katup isap dan katup buang. Katup isap berfungsi memasukkan udara segar ke dalam silinder, sedangkan katup buang berfungsi mengeluarkan gas pembakaran yang tidak terpakai dari dalam silinder ke atmosfer.



Gambar 2 Siklus kerja mesin diesel 4 tak

Keterangan :

Stroke 1, Intake (pemasukan udara pembakaran)

Proses yang terjadi adalah piston bergerak dari TMA menuju TMB. Pada saat tersebut katup isap terbuka dan katup buang terbuka. Akibat piston menjauhi TMA, maka ruang di dalam silinder menjadi vakum, sehingga udara terhisap ke dalam silinder.

Stroke 2, Compression (langkah kompresi)

Setelah piston mencapai TMB, kemudian melakukan langkah balik. Pada kondisi tersebut katup isap maupun buang tertutup. Akibat dari gerakan piston, maka udara yang berada di dalam silinder terkompresi.

Stroke 3, Power (langkah menghasilkan tenaga)

Akibat adanya proses pembakaran bahan bakar, maka temperatur dan tekanan di dalam ruang bakar menjadi meningkat drastis, akibatnya mendorong piston bergerak menuju TMB. Gaya transversal yang diterima oleh piston tersebut melalui lengan ayun (*connecting rod*) diteruskan ke poros engkol dan diubah menjadi gaya putar.

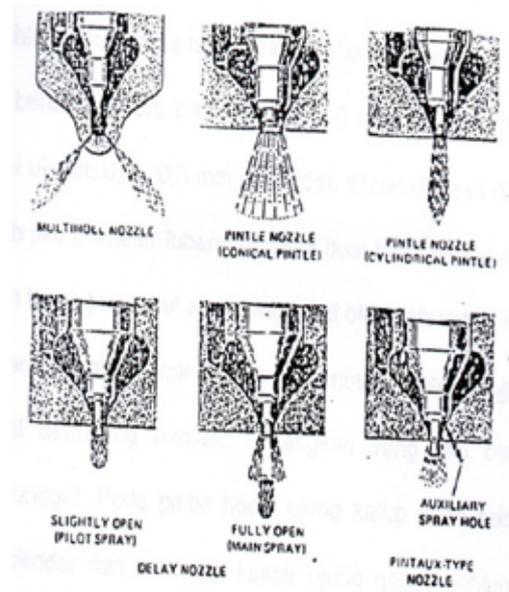
Stroke 4, Exhaust (langkah pembuangan gas sisa pembakaran)

Setelah piston mencapai TMB, akibat energi yang tersimpan di penyeimbang (*ballancing*) piston di dorong menuju TMA. Pada saat tersebut katup isap tertutup, dan katup buang terbuka. Akibatnya gas sisa pembakaran terdorong ke luar dari silinder.

2.3 Nozzle

Kegunaan dari nosel injektor adalah untuk mengatur dan menyemprotkan sejumlah bahan bakar ke dalam ruang bakar. Perancangan ruang bakar sangat menentukan jenis dari nosel, lubang penyemburan, bentuk dari semburan, sudut semburan yang dibutuhkan untuk melaksanakan pembakaran yang sempurna.

Setiap nosel injeksi mempunyai tanda berupa huruf atau angka untuk mengidentifikasi jenis dari setiap nosel, dimensi nosel, derajat sudut dari penyemburan, ukuran lubang sembur, jumlah lubang sembur, dan lain-lain. Perbedaan jenis—jenis nosel yang membuka ke dalam terdiri dari beberapa jenis dan yang termasuk dalam rancangan—rancangannya adalah jenis lubang satu, jenis pin, jenis pasak pencekik, atau jenis pasak.



Gambar 3 Bentuk semburan dari beberapa jenis nosel (Astu Pudjanarsa, 2006)

Untuk nosel jenis lubang banyak merupakan nosel yang sering dipakai pada mesin yang menggunakan injeksi langsung pada ruang bakar, sedangkan untuk jenis nosel pin dan katup sering dipakai pada mesin yang menggunakan busi pijar dengan jenis ruang bakar pembakaran tidak langsung. Dengan cara kerja nosel sebagai berikut, bahan bakar bertekanan dari pompa injeksi dipompakan ke dalam ruang distribusi bahan bakar, bahan bakar bertekanan tadi didistribusikan ke setiap injektor. Pada gambar skema injektor, diperlihatkan sebuah nosel injektor. Pada nosel injektor tersebut terdapat sebuah katup jarum, di mana pada ujung bawah terdiri atas dua bidang kerucut. Kerucut pertama menetap pada kedudukannya, sedangkan yang kedua akan menerima tekanan bahan bakar. Jika gaya yang ditimbulkan bahan bakar melebihi gaya pegas, maka katup akan terangkat keatas sehingga membuka lubang nosel. Ujung nosel dapat dibuat dalam beberapa bentuk, seperti pada gambar 2.7 dengan lubang nosel yang mempunyai ukuran 0,2-0,3 mm, dan tidak dibuat lebih kecil dari 0,2 mm, dikuatkan lubang tersebut akan tersumbat oleh debu yang ada di dalam bahan bakar atau oleh kerak karbon pada nosel. Nosel yang pertama di sebut nosel berlubang banyak, sedangkan yang lain disebut nosel berlubang tunggal. Pada *pintle* nosel ujung katup pada nosel tersebut berbentuk silinder dan menonjol keluar ujung nosel, sehingga dengan lubang nosel ia akan membuat rongga silinder.

Dengan demikian apabila katup membuka lubang nosel, bahan bakar akan mengalir melalui rongga tersebut dan membuat pancaran berbentuk kerucut berlubang. Pembukaan katup jarum pada nosel ini diusahakan terjadi pada tekanan penyemprotan yang cukup tinggi. Hal ini diperlukan untuk memperoleh pengabutan bahan bakar yang lebih baik, dan supaya dapat di capai jarak pancar yang lebih jauh. Tekanan pembukaan dari jenis *pintle* nosel bervariasi dari 1000 – 2200 Psi (6895 kPa – 15169 kPa) dan nosel jenis lubang banyak bervariasi dari 2500 sampai 5000 Psi (17287,5 -34475 kPa). Setelah bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar selesai, tekanan akan turun dalam injeksi demikian juga dalam ruang tekanan bahan bakar dan pegas akan menekan katup nosel padaudukannya semula. Dan ketika tekanan naik lagi katup nosel akan terangkat lagi, begitu seterusnya yang terjadi di beberapa kali dalam 1 detik (Wiranto Arismunandar,1977)

Dengan mata telanjang bentuk *spray cone* dapat dilihat dengan bentuk yang baik seperti terlihat pada gambar 2. bentuk *spray cone*, bentuk *spray cone* harus benar – benar diperhitungkan karena sangat mempengaruhi kesempurnaan pembakaran, efisiensi bahan bakar, dan mengurangi emisi gas buang. Untuk tujuan itulah maka dalam perhitungan ukuran lubang nosel, panjang lubang nosel, sudut penyemprotan, dan tekanan penginjeksian akan sangat menentukan.

3 METODOLOGI PENELITIAN

Sebelum dilakukan pengambilan data diadakan pengecekan pada setiap alat ukur untuk mengetahui kondisinya. Pada saat tekanan bahan bakar sewaktu keluar dari pompa pengabut bahan bakar tidak mencapai maksimal dilakukan pembukaan katup pengabut supaya tekanan katup masuk tidak terjadi perubahan tekanan yang bergelombang. Setelah semua dalam keadaan normal dilakukan pengambilan data mulai dari tekanan bahan bakar, putaran, konsumsi bahan bakar dengan melihat alat ukur pada setiap empat jam.

3 TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Pada proses pengabutan bahan bakar dengan sistem sentakan, perubahan tekanan bahan bakar sewaktu keluar dari pompa ke pompa pengabut bahan bakar tidak maksimal di 250 kg/cm².

Hanya mencapai maksimum 235 kg/cm² (t 1 /22 detik), dan kemudian kenaikan tekanan pada katup masuk akan berkurang sedikit, karena waktu perubahan dari tekanan yang bergelombang dalam pipa tekanan tinggi seperti yang ditunjukkan oleh (t2/28 detik), kemudian katup pengabut akan terbuka ketika tekanan katup masuk akan meluas. Oleh karena itu kelambatan akan terjadi juga pada langkah ini seperti di tunjukkan oleh (t3/33 detik). Jumlah dari ke tiga kelambatan ini disebut kelambatan pengabutan, yang sangat tergantung pada tekanan.

Bila jarum dalam keadaan tertutup, maka tekanan bahan bakar akan bekerja, dan pada saat pembukaan katup pengabut berlaku persamaan sebagai berikut :

$$W = P_o \cdot \pi/4 \cdot (D^2 - d^2) \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

P_o = tekanan bahan bakar pada saat penutupan dari jarum

W = gaya pegas yang bekerja pada jarum (kg/cm²)

d = diameter terkecil dari jarum (cm).

Pada saat jarum menutup kembali, maka bahan bakar akan menekan pada seluruh permukaan bawah dari jarum. Bila selanjutnya diabaikan selisih kecil dalam gaya pegas sebagai akibat dari jarum, maka :

$$W = P_o \cdot \pi/4 \cdot (D^2) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

P_o = tekanan bahan bakar pada saat pembukaan dari jarum

D = diameter terbesar dari injector

Dengan demikian maka tekanan menutup lebih kecil dari tekanan membuka. Sewaktu motor bekerja jarum membuka dengan tekanan bahan bakar yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan tekanan sewaktu diadakan tes karena tekanan akhir kompresi juga bekerja pada jarum.

Tabel 1 Gaya pegas (*W*), daya poros (*BHP*), *BSFC* untuk putaran 207 rpm

Tekanan bahan Bakar (Po), kg/cm ²	Gaya pegas (W), kg	Daya Poros (BHP), PS	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (BSFC), gm/PS/h
56	1099,00	113,47	392,102
57	1118,63	115,78	385,227
58	1138,25	117,81	378,589
60	1177,50	121,87	365,977

Tabel 2 Gaya pegas (*W*), daya poros (*BHP*), *BSFC* untuk putaran 210 rpm

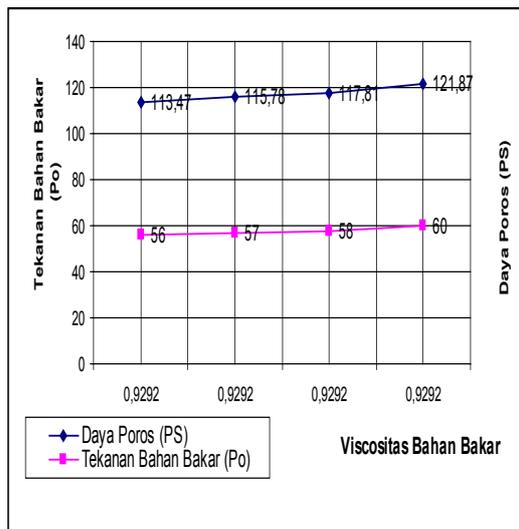
Tekanan bahan Bakar (Po), kg/cm ²	Gaya pegas (W), kg	Daya Poros (BHP), PS	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (BSFC), gm/PS/h
54	1059,75	111,27	442,319
55	1079,38	113,33	434,279
57	1118,63	117,46	419,009
58	1138,25	119,52	411,787

Tabel 3 Gaya pegas (*W*), daya poros (*BHP*), *BSFC* untuk putaran 218 rpm

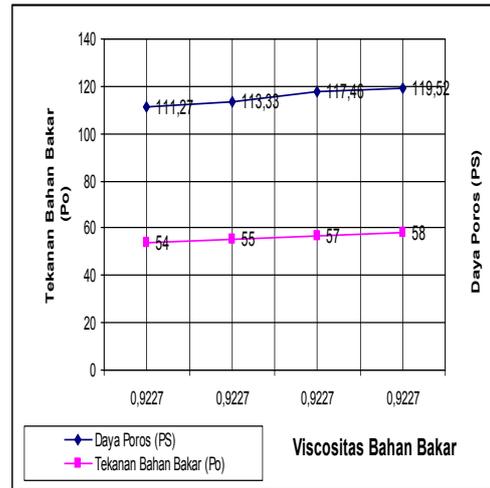
Tekanan bahan Bakar (Po), kg/cm ²	Gaya pegas (W), kg	Daya poros (BHP), PS	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (BSFC), gm/PS/h
60	1177,50	128,348	531,144
61	1197,13	130,487	522,437
62	1216,75	132,626	514,011
63	1236,38	134,765	505,853

Tabel 4 Daya poros (*BHP*), konsumsi bahan bakar spesifik (*BSFC*)

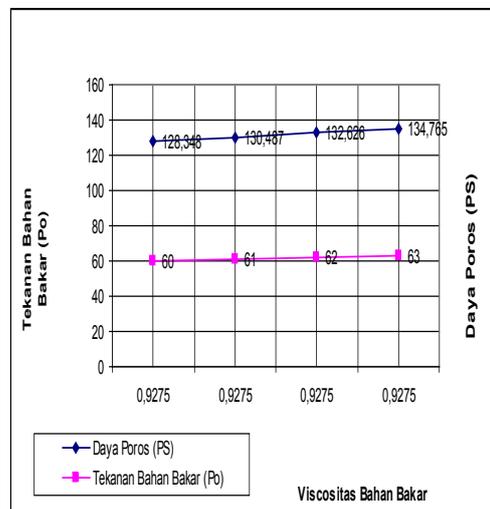
(Po), kg/cm ²	Viscositas (γ)	(BHP), PS	(BSFC), gm/PS/h	(liter/h)	(N), rpm
57,75	0,9292	117,30	380,474	48	207
56	0,9227	115,39	426,849	53,34	210
61,5	0,9275	131,55	518,361	73,50	218



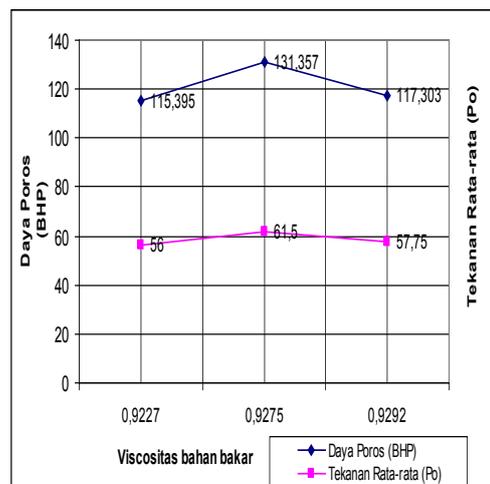
Gambar 4 Grafik antara *BHP*, tekanan dan viskositas bahan bakar



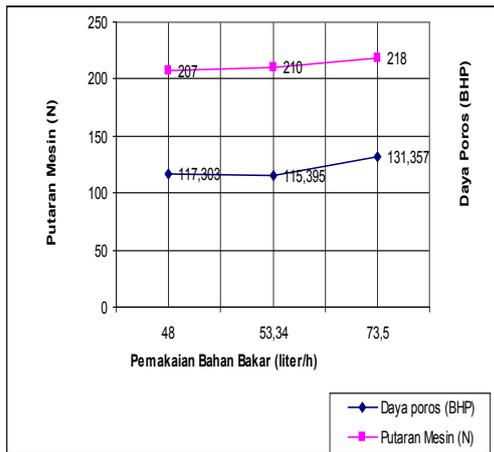
Gambar 5 Grafik antara *BHP*, tekanan dan viskositas bahan bakar



Gambar 6 Grafik antara *BHP*, tekanan dan viskositas bahan bakar



Gambar 7 Grafik antara *BHP*, tekanan dan viskositas bahan bakar



Gambar 8 Grafik antara putaran, daya poros dan pemakaian bahan bakar

Dari tabel 1, 2, dan 3. terlihat bahwa semakin besar tekanan bahan bakar semakin besar gaya pegas yang dihasilkan, demikian pula dengan daya poros, tetapi sebaliknya semakin besar tekanan bahan bakar semakin kecil konsumsi bahan bakar spesifik yang terpakai, dan semakin besar putaran (rpm), semakin besar juga konsumsi bahan bakar yang terpakai.

Untuk mendapatkan pengabutan yang maksimal ada beberapa hal yang berpengaruh diantaranya: jam kerjanya, serta kualitas bahan bakar yang dipakai, untuk itu kita perlu mengetahui bagian dan sifat viskositas tersebut. Perlu pengaturan viskositas bahan bakar sebelum dikonsumsi di mesin induk agar mesin induk berdaya tahan lama.

Viskositas adalah suatu ukuran kekentalan bahan bakar yang sangat dipengaruhi oleh temperature. Dengan menaikkan temperatur secara bertahap selain untuk menjaga temperatur yang diinginkan ($70^{\circ}\text{C} - 75^{\circ}\text{C}$), juga bahan bakar siap dikonsumsi di mesin induk, sehingga dapat tercapai pengabutan yang sempurna.

Agar mendapat pembakaran yang sempurna maka bahan bakar harus dapat dikabutkan ke dalam bagian sekecil-kecilnya (bentuk kabut) sehingga pemanasan, penguapan dan proses *cracking* dapat berlangsung dengan secepatnya. Sedangkan proses pembakaran yang sempurna adalah bagaimana bahan bakar yang telah disemprotkan masuk pada tiap langkah dapat disentuh dan dicampur dalam bentuk kabut dengan seluruh udara pembakaran panas yang diperlukan dalam waktu singkat dan dapat menyala serta membakarnya dengan

sempurna. Untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna harus memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut :

1. Penyaluran bahan bakar sampai ke silinder harus disesuaikan sebaik mungkin dengan keperluan penyaluran masuknya panas dari proses kerja yang diinginkan.
2. Apabila bahan bakar yang disemprotkan mempunyai viskositas rendah (kental), maka penyemprotan bahan bakar tidak akan berlangsung dengan cepat seperti yang diharapkan karena hambatan dari kekentalannya, .
3. Kelambatan penyalaan ini sangat tergantung pada tekanan, temperatur, jumlah udara, dan jenis bahan bakar yang dipergunakan.
4. Apabila karena suatu hal temperatur bahan bakar sebelum masuk mesin induk melebihi angka yang ditetapkan, maka hal ini akan berpengaruh terhadap proses pembakaran, hal ini dikarenakan akan terjadi panas yang cukup tinggi yang disalurkan pada pipa bahan bakar, sistem injeksi maupun di injektornya, hal ini juga akan berpengaruh lebih jauh pada *o-ring (rubber ring)* yang ada di injektor dan pompa injeksi.
5. Akibat pengaruh terhadap nosel yang tidak baik, maka putaran mesin dapat menjadi tidak sempurna (*hunting*), yang mengakibatkan suhu gas buang (*exhaust temperature*) menjadi tinggi, ini dapat mengakibatkan kerusakan pada daya tahan *o-ring nozzle* injektor maupun pompa injeksi, sehingga kerja (fungsi) dari kedua bagian tersebut akan berkurang dan berpengaruh pada proses pembakaran dan pada akhirnya kinerja mesin akan berkurang
6. Hasil dari pengaruh viskositas nosel injektor yang tidak baik, maka akan terjadi keterlambatan pembakaran yang mengakibatkan putaran *turbochange* menjadi tidak sempurna (berubah-ubah) sehingga menimbulkan bunyi tumbukan (detonasi), yang berpengaruh pada kinerja (daya mesin) dan pemakaian bahan bakar boros.
7. Pada tabel 4. dari data hasil perhitungan rata-rata BHP, BSFC, dapat kita lihat pada tekanan rata-rata (P_0) di 56 kg/cm^2 , terdapat pemakaian bahan bakar spesifik yang lebih besar dibandingkan dengan tekanan rata-rata pada $57,75 \text{ kg/cm}^2$ dengan tekanan rata-rata $380,474 \text{ grm/PS/h}$ dan $426,849 \text{ grm/PS/h}$, ini menunjukkan bahwa ada indikasi dari

pada nosel injektor pada tekanan 56 kg/cm² tidak bekerja dengan baik, sehingga terjadi pemborosan pemakaian bahan bakar yang lebih besar, pemborosan ini dapat diketahui dengan melihat *counter meter consumption* di *engine control room* (ECR).

6. SIMPULAN

Dari data hasil pengolahan data dan analisis pada bab sebelumnya, dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut :

- Dengan meningkatnya putaran (207 rpm, 210 rpm dan 218 rpm) maka konsumsi bahan bakar juga meningkat yaitu dari 48 lt/h, 53,34 lt/h , dan 73,50 lt/h)
- Untuk putaran konstan yaitu 207 rpm, tekanan bahan bakar mengalami peningkatan yaitu dari 56 kg/cm² ,57 kg/cm² ,58 kg/cm² ,60 kg/cm² , demikian juga dengan daya poros juga mengalami peningkatan dari 113,47 PS, 115,78 PS, 117,81 PS, dan 121,87 PS).
- Tekanan mempengaruhi performance mesin, tekanan juga berpengaruh pada viscositas, dan juga pada pemakaian bahan bakar.
- Kekentalan bahan bakar juga berpengaruh

pada daya kerja tekanan injektor yang dapat mengakibatkan keterlambatan penyalaan.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] Astu Pudjanarsa, Mesin Konversi Energi, Yogyakarta, Penerbit Andi (2006).
- [2] Bambang Priambodo, Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel, Jakarta, Penerbit Erlangga (1995).
- [3] Bagyo Sucahyo, Darmanto, & Soemarsono, Otomotif Mesin Tenaga, Surakarta, PT.Tiga Serangkai (1999)
- [4] E.Karyanto, Teknik Motor Diesel, Jakarta, Pedoman Ilmu Jaya, (1993)
- [5] Mathur, M.L.Sharma, R.P., A Course in Internal Combustion Engines, Nai Sarak, Delhi, Dhanpat Rai & Sons, (1980)
- [6] Matondang, Motor Bakar, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia (1986).
- [7] Wiranto Arismunandar, Motor Bakar Torak, Bandung, Penerbit ITB (1977)
- [8] Wiranto Arismunandar, Koichi Tsuda, Motor Diesel Putaran Tinggi, Bandung, Penerbit ITB (1987).