

Pengaruh Angka Setana Minyak Solar terhadap Kinerja Mesin

Oleh:

Pallawagau La Puppung

SARI

Pada motor diesel, temperatur udara tekan di dalam silinder yang tinggi menyebabkan bahan bakar menyala. Dengan piston udara diisap masuk ke dalam silinder mesin pada langkah isap, kemudian dimampatkan hingga mencapai tekanan yang tinggi pada temperatur yang di atas titik nyala bahan bakar pada langkah kompresi. Pada akhir langkah kompresi, beberapa derajat sebelum titik mati atas bahan bakar diinjeksikan ke dalam udara tekan tersebut. Selama injeksi, minyak solar harus diatomisasikan dengan baik dan tercampur dengan udara yang panas sehingga terjadi penyalaan merata secepatnya di dalam ruang bakar. Tetapi berbeda dengan apa yang terjadi, setelah partikel bahan bakar kontak dengan udara, bahan bakar tidak segera menyala. Ada penundaan penyalaan, jika penundaan penyalaan ini terlalu lama, terlalu banyak bahan bakar dapat terakumulasi yang menyebabkan tingkat kenaikan tekanan terjadi secara tiba-tiba, terjadi detonasi dekat pada awal pembakaran. Agar supaya tendensi ketukan berkurang, perlu menurunkan penundaan penyalaan dan sekaligus mengurangi jumlah bahan bakar yang ada ketika pembakaran aktual tetesan pertama dimulai. Periode penundaan penyalaan ini sangat tergantung kepada kualitas penyalaan bahan bakar, yaitu angka setana. Bahan bakar yang mempunyai angka setana yang tinggi memiliki penundaan penyalaan yang lebih pendek, dengan demikian mempunyai tendensi terjadinya ketukan yang rendah.

Hasil-hasil pengujian kinerja mesin dengan menggunakan empat percontoh bahan bakar yang mempunyai angka setana yang berbeda-beda menunjukkan pada saat digunakan minyak solar yang mempunyai angka setana lebih rendah bunyi mesin lebih kasar, torsi dan daya lebih rendah sedangkan konsumsi bahan bakar lebih tinggi.

ABSTRACT

In a diesel engine, the high temperature of the compressed air in the cylinder causes the fuel to ignite. By means of a piston, air is drawn into the cylinder on the intake stroke, then it is compressed to a high pressure at a temperature above the ignition point of fuel on the compression stroke. At the end of compression stroke, before the piston reaches top dead center fuel is injected into the compressed. During injection, fuel must be finely atomized and mixed with hot air, so that burning the air fuel mixture takes place spontaneously at any point within the combustion chamber. However, a different situation exists after the fuel particles contact with the air, the fuel does not ignite immediately. There is ignition delay, if the ignition delay is very long, so much fuel can accumulate that the rate of pressure rises almost instantaneously, detonation (knocking) is occurred near the beginning of combustion. In order to decrease the tendency to knock, it is necessary to decrease the ignition delay and thus decrease the amount of fuel present when the actual burning of the first droplet starts. The ignition delay period depends non the combustion quality of fuel, that is cetane number. Fuels of higher cetane number have shorter ignition delay and, thus, have a lesser tendency to knock.

The results of engine performance tests of four diesel fuel samples having different cetane number show that using lower cetane number rough engine operation happened, torque and power are lower and specific fuel consumption is higher.

I. PENDAHULUAN

Angka setana minyak solar merupakan salah satu karakter yang menunjukkan mutu bakar dari bahan bakar tersebut. Pada penelitian ini akan dilakukan pengamatan pengaruh angka setana minyak solar terhadap kinerja mesin. Untuk mengamati pengaruh angka setana minyak solar terhadap kinerja mesin ini, telah diuji empat percontoh minyak solar yang mempunyai angka setana (AS) yang berbeda, yaitu: Percontoh 1 mempunyai angka setana 61, Percontoh 2 mempunyai angka setana 58, Percontoh 3 mempunyai angka setana 55 dan Percontoh 4 mempunyai angka setana 52.

Keempat percontoh tersebut di atas diperoleh dari pencampuran komponen-komponen minyak solar *heavy gasoil* (HGO), *light gasoil* (LGO) dan nafta untuk mendapatkan perbedaan tingkat angka setana yang berbeda-beda seperti percontoh di atas.

Untuk mengamati pengaruh angka setana terhadap kinerja mesin, keempat percontoh di atas telah diuji pada mesin uji statis. Parameter yang diamati pada uji kinerja tersebut adalah: torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (KBBS) yang diukur pada kecepatan tetap dengan pembebanan dan pembukaan katup percepatan tertentu.

Hasil-hasil pengujian kinerja keempat percontoh tersebut menunjukkan bahwa perbedaan angka setana keempat percontoh minyak solar memberikan torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik yang berbeda.

II. MOTOR DIESEL DAN ANGKA SETANA BAHAN BAKAR DIESEL

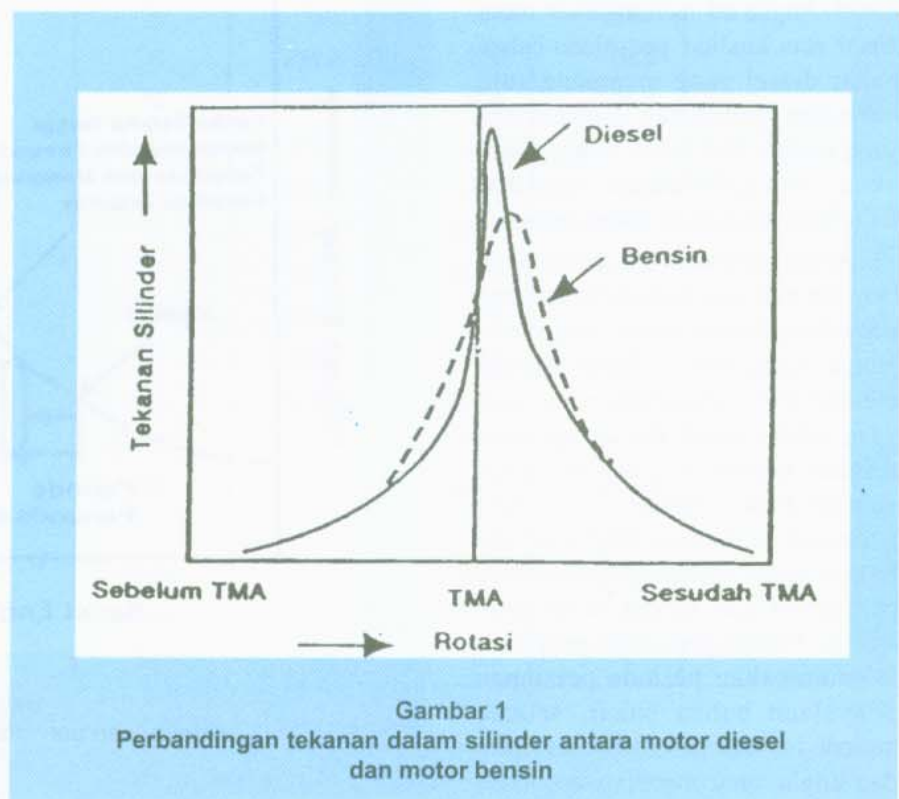
A. Motor Diesel

Pada dasarnya motor diesel mempunyai komponen-komponen dasar yang sama dengan motor bensin, seperti: piston, katup, kepala

silinder, blok silinder, batang penghubung, dan lain-lain. Motor diesel merupakan motor bakar tipe piston bolak-balik yang dapat dibuat dua atau empat langkah. Perbedaannya dengan motor bensin adalah motor diesel mempunyai: perbandingan kompresi tinggi, konstruksi lebih kokoh, putaran mesin lebih rendah, torsi lebih tinggi, ketahanan lebih tinggi, tidak ada sistem penyalaan, lebih efisien, harga lebih mahal, tekanan siklus lebih tinggi, tingkat kenaikan temperatur lebih tinggi, pembakaran lebih berisik (*noisier*), terjadi detonasi (*diesel knock*) dan campuran udara bahan bakar jauh lebih miskin.

Sebuah motor bakar adalah suatu konverter energi yang menghasilkan energi mekanik atau daya dalam dua tahap yang berhubungan. Pertama, energi kimia di dalam bahan bakar dikonversi ke energi panas dengan membakar bahan bakar di dalam ruang bakar motor diesel. Kedua, sebagian dari energi panas ini menyebabkan gas melakukan ekspansi, mendorong piston ke bawah dan menghasilkan daya mekanik.

Untuk menghasilkan daya secara efisien, konversi energi kimia menjadi energi panas harus berlangsung di dalam suatu cara yang teratur pada waktu yang semestinya di dalam siklus motor. Pada suatu siklus motor diesel yang normal, siklus dimulai dengan pemasukan udara ke dalam silinder pada langkah isap, kemudian udara tersebut ditekan pada langkah kompresi. Sesaat sebelum piston mencapai titik mati atas (TMA), bahan bakar diinjeksikan ke dalam udara tekan yang mempunyai tekanan dan temperatur yang tinggi. Selama injeksi bahan bakar harus diatomisasikan dengan baik dan tercampur dengan udara yang panas sehingga terjadi penyalaan merata secepatnya. Pembakaran ini menghasilkan kenaikan tekanan yang mendorong piston ke titik mati bawah (TMB) pada langkah ekspansi. Gaya tekan ini diteruskan ke batang penghubung dan menghasilkan daya penggerak pada poros. Setelah ekspansi, gas hasil pembakaran di dalam silinder dibuang pada langkah buang. Gas ini disebut gas buang yang mengandung





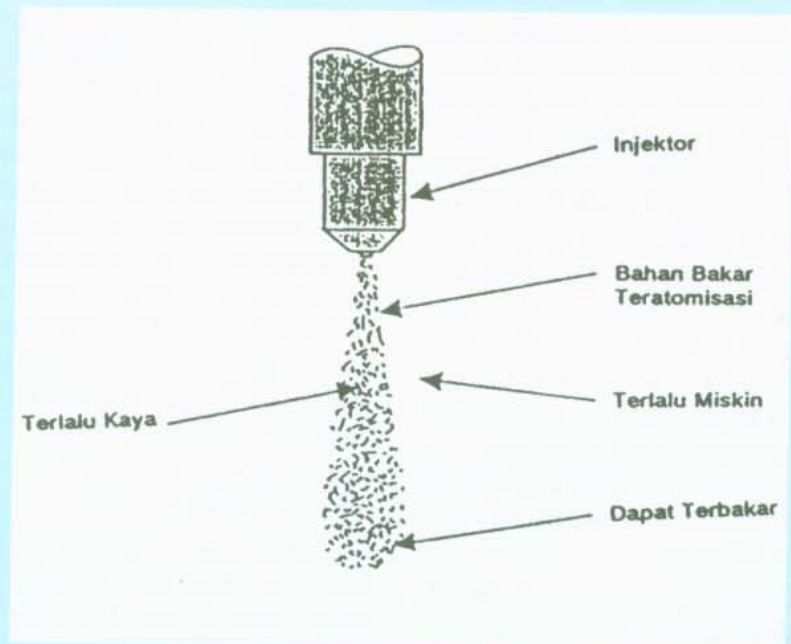
komponen-komponen beracun seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon yang tidak terbakar (HC) dan nitrogen oksida (NO_x). Setelah langkah buang, kembali lagi ke langkah isap dan seterusnya dilakukan berulang-ulang selama motor beroperasi.

Pada Gambar 1 dapat dilihat perbandingan tekanan dalam silinder antara motor diesel dan motor bensin. Tekanan dalam silinder motor diesel jauh lebih tinggi dari pada motor bensin. Pada Gambar 2, disajikan saat bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar motor diesel. Selama injeksi, bahan bakar harus diatomisasikan dengan baik dan tercampur dengan udara yang panas sehingga terjadi penyalaan yang merata secepatnya.

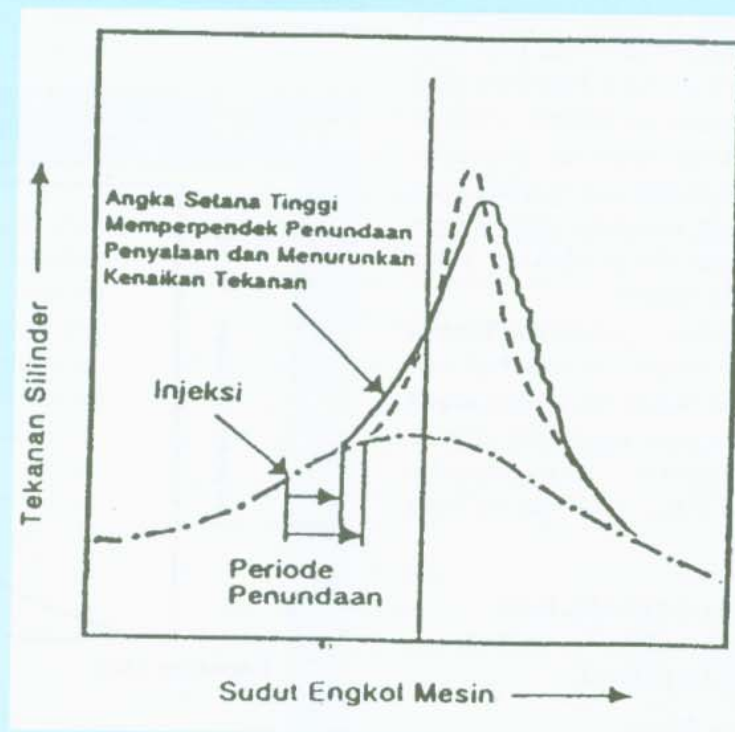
B. Angka Setana Bahan Bakar Diesel

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengamati pengaruh perubahan angka setana bahan bakar diesel terhadap kinerja mesin. Angka setana merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting bagi bahan bakar diesel. Angka ini menunjukkan mutu bakar atau kualitas penyalaan bahan bakar diesel yang mempengaruhi kehalusan pembakaran. Angka setana yang rendah dari bahan bakar diesel akan mengakibatkan tendensi terjadinya ketukan di dalam mesin.

Angka setana bahan bakar akan berpengaruh pada periode penundaan penyalaan. Bahan bakar yang mempunyai angka setana yang lebih tinggi memberikan penundaan penyalaan yang lebih pendek dan mengurangi tingkat kenaikan tekanan dalam silinder. Pada Gambar 3, disajikan pengaruh perbedaan angka setana bahan bakar terhadap penundaan penyalaan dan kenaikan tekanan silinder. Periode penundaan penyalaan ini merupakan periode persiapan penyalaan bahan bakar, selama periode ini berlangsung proses fisika dan kimia yang menyiapkan bahan



Gambar 2
Injeksi bahan bakar ke dalam silinder



Gambar 3
Penundaan penyalaan pada motor diesel



bakar diesel untuk penyalaan sendiri dan pembakaran, periode penyalaan sendiri ini adalah sangat singkat dan berkisar antara 0,001 – 0,005 detik.

Angka setana yang tinggi menunjukkan penundaan penyalaan sendiri bahan bakar diesel yang cepat, motor diesel putaran tinggi memerlukan angka setana yang tinggi, karena waktu terlalu sedikit bagi bahan bakar untuk menyala. Bahan bakar harus menyala secara cepat tanpa penundaan penyalaan yang lama untuk

mencegah terjadinya ketukan dan asap hitam. Di Indonesia bahan bakar diesel untuk motor diesel putaran tinggi disebut minyak solar. Minyak solar mempunyai angka setana yang lebih tinggi, viskositas dan kandungan sulfur yang lebih rendah dibandingkan dengan minyak diesel yang digunakan untuk motor diesel putaran sedang pada industri dan kapal laut.

III. METODOLOGI PENGUJIAN

Metodologi yang digunakan pada

penelitian ini adalah melakukan pengujian angka setana dan analisis karakteristik lainnya dari percontohan minyak solar yang dilakukan dengan menggunakan metoda uji ASTM atau metoda baku lain yang digunakan untuk menganalisis minyak bumi dan produknya.

Untuk meneliti pengaruh angka setana terhadap kinerja motor dilakukan pengujian pada mesin uji statis. Parameter yang diamati pada uji kinerja tersebut adalah torsi, daya

Tabel 1
Hasil analisis karakteristik komponen minyak solar

Karakteristik		Hasil Unit			Metode Uji
		HGO	LGO	Nafta	ASTM/Lain
Gravitasi spesifik pada 60/60°F		0.8594	0.8287	0.7407	D-1298
Angka setana		65.1	56.2	43.2	D-613
Viskositas kinematik pada 100°F	cSt	6.6	2.5	0.68	D-445
Kandungan belerang	% wt	0.627	0.125	0.004	D-1266
Titik nyala PMcc	°F	226	194	< 25	D-93
Distilasi:					D-86
Titik didih awal	°C	202	181	36.7	
5% Volume penguapan	°C	257.8	220	62.3	
10% Volume penguapan	°C	286.7	228	86.7	
20% Volume penguapan	°C	313.3	242	101	
30% Volume penguapan	°C	323.5	250	106.6	
40% Volume penguapan	°C	334.4	257.7	113.3	
50% Volume penguapan	°C	343.3	263.3	117.8	
60% Volume penguapan	°C	353.5	270	124.4	
70% Volume penguapan	°C	363.3	276.6	131	
80% Volume penguapan	°C	404.4	284.4	138.9	
90% Volume penguapan	°C	*)	295.5	148.9	
95% Volume penguapan	°C		304.4	157.8	
Titik didih akhir	°C		306.6	166.7	
Perolehan	%vol		97.8	98.5	
Residu	%vol		2	1.2	
Kehilangan	%vol		0.2	0.3	

Catatan: *) Tidak dilanjutkan karena melampaui batas ukur termometer yang digunakan



dan konsumsi bahan bakar spesifik (KBBS) yang diukur pada kecepatan tetap dengan beban dan pembukaan katup percepatan tertentu.

Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil-hasil uji percontoh yang mempunyai angka setana tertinggi dengan percontoh-percontoh yang mempunyai angka setana yang lebih rendah.

IV. PELAKSANAAN PENELITIAN

Komponen minyak solar yang di-

gunakan di dalam penelitian ini diperoleh dari kilang Unit Pengolahan IV PERTAMINA Cilacap, komponen minyak solar ini terdiri atas HGO, LGO dan nafta. Hasil-hasil analisis karakteristik komponen minyak solar yang digunakan disajikan dalam Tabel 1.

Untuk penelitian pengaruh angka setana terhadap kinerja mesin ini telah disiapkan empat percontoh seperti disajikan dalam Tabel 2. Keempat percontoh tersebut mempunyai angka

setana sebagai berikut: Percontoh adalah 61, Percontoh 2 adalah 58, Percontoh 3 adalah 55 dan Percontoh 4 adalah 52. Pengujian percontoh minyak solar yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis karakteristik dan pengujian kinerja pada mesin statis.

A. Analisis Karakteristik

Analisis karakteristik percontoh minyak solar dimaksudkan untuk mengamati karakteristik minyak se-

Tabel 2
Komposisi percontoh minyak solar

	Percontoh 1	Percontoh 2	Percontoh 3	Percontoh 4
Angka Setana	61	58	55	52
Komposisi:				
HGO, %vol.	35	15	10	10
LGO, %vol.	65	85	85	80
Kerosine, %vol.			5	10

Tabel 3
Hasil analisis karakteristik percontoh

Karakteristik	Unit	Hasil				Spesifikasi M. Solar*)		Metode Uji
		Perc 1	Perc 2	Perc 3	Perc 4	Min	Maks	
Gravitasi spesifik pada 60/60°F		0.8410	0.8333	0.8274	0.8214	0.820	0.870	D-1298
Angka setana		60.6	58.3	54.6	52.4	45		D-613
Viskositas kinematik pada 100°F	cSt	4.14	3.11	2.82	2.52	1.6	5.8	D-445
Kandungan belerang	% wt	0.33	0.20	0.17	0.14		0.5	D-1266
Titik nyala PMcc	°F	204	199	189	178	150		D-93
Distilasi:								D-86
Perolehan pada 300°C	%vol	43.7	47.3	51.6	54.4	40		

*) Menurut Peraturan Dirjen MIGAS No. 002/P/DM/Migas/1979 tanggal 25 Mei 1979 tentang spesifikasi minyak solar



lar yang digunakan. Analisis karakteristik percontoh minyak solar dilakukan dengan menggunakan metode ASTM atau metode lain yang digunakan untuk menganalisis minyak bumi dan produknya.

B. Pengujian Kinerja

Pengujian kinerja dilaksanakan dengan menggunakan motor diesel yang ini mempunyai data-data teknik sebagai berikut:

- Motor diesel empat langkah;
- Volume langkah 2238 cc;
- Perbandingan kompresi 21:1;
- Daya maksimum 73 HP/4300 rpm;
- Torsi maksimum 14.2 kgm/2400 rpm.

Untuk meneliti pengaruh angka setana terhadap kinerja motor, keempat percontoh di atas telah diuji pada mesin uji statis ini. Parameter yang diamati pada uji kinerja tersebut adalah torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik yang diukur pada kecepatan mesin tetap dengan beban dan pembukaan katup percepatan tertentu, sebagai berikut:

- “ beban 1/2 maksimum (katup percepatan terbuka 1/2 dari beban penuh);
- “ beban 3/4 maksimum (katup percepatan terbuka 3/4 dari beban penuh);
- “ beban maksimum (katup percepatan terbuka penuh).

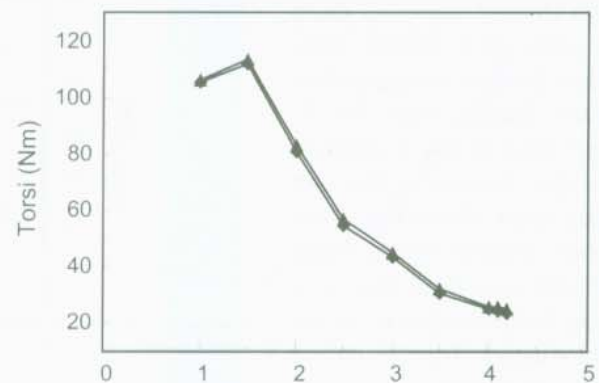
Kecepatan mesin yang digunakan dalam pengukuran kinerja ini adalah 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4100 dan 4200 rpm (rotasi permenit).

Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil-hasil uji kinerja percontoh yang mempunyai angka setana tertinggi dengan percontoh-percontoh yang mempunyai angka setana yang lebih rendah.

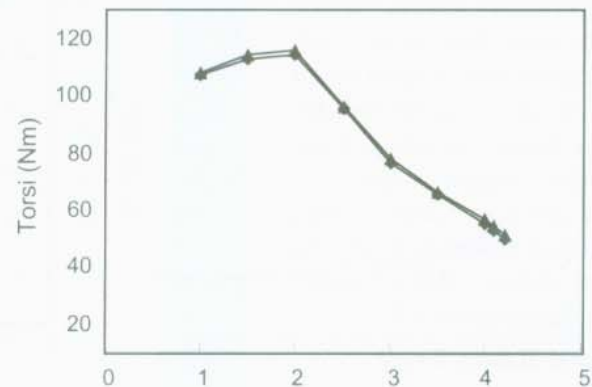
1. Torsi Motor

Pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar mesin menghasilkan kenaikan tekanan yang mendo-

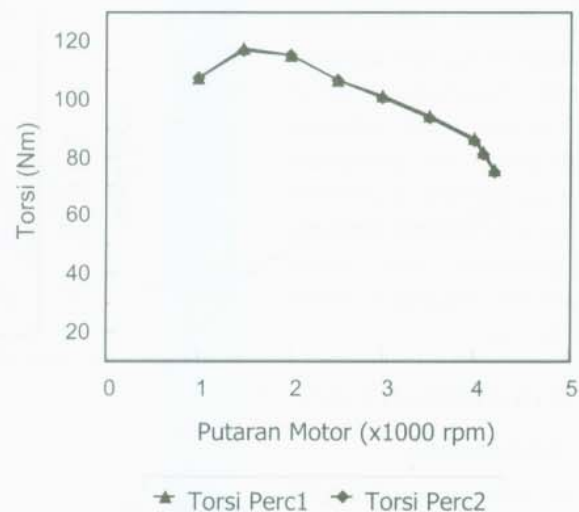
a. Beban 1/2 maksimum



b. Beban 3/4 maksimum



c. Beban maksimum



Hasil pengukuran torsi percontoh 1 dan percontoh 2 dengan pembebanan 1/2, 3/4 dan maksimum



rong piston ke titik mati bawah pada langkah ekspansi. Gaya tekan ini diteruskan oleh batang penghubung dan menghasilkan torsi yang selanjutnya diubah menjadi daya penggerak pada poros engkol. Torsi motor diukur dengan menggunakan dinamometer Shenck, tipe W450. Pengukuran torsi motor dilakukan pada beberapa putaran tetap dan beban yang telah ditentukan. Pada dinamometer terlihat berapa besar energi mekanik yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar di dalam silinder motor diesel. Torsi ini diukur berdasarkan satuan Nm.

2. Daya Motor

Daya adalah besarnya kerja yang dilakukan persatuan waktu, dengan pengukuran torsi dan jarak yang ditempuh dalam satu putaran mesin diperoleh kerja yang dihasilkan. Selanjutnya dengan membagi kerja yang dihasilkan dengan waktu yang diperlukan untuk menempuh satu putaran tersebut diperoleh daya yang dihasilkan. Besar daya motor dinyatakan dalam satuan kW.

3. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

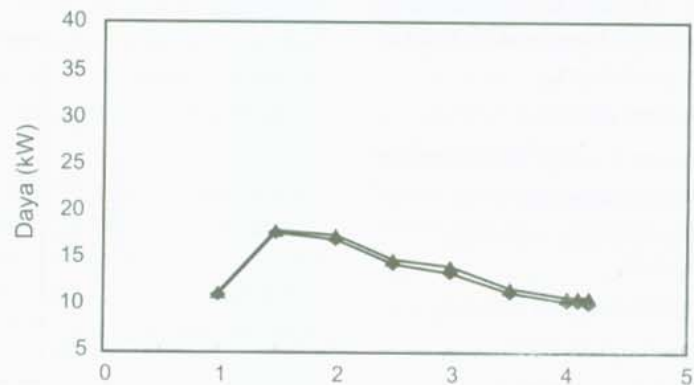
Konsumsi bahan bakar dari suatu motor diesel merupakan ukuran keekonomian motor diesel. Pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan dengan mengukur lamanya waktu yang diperlukan untuk menghabiskan sejumlah tertentu bahan bakar pada torsi, kecepatan putar dan beban tertentu. Konsumsi bahan bakar spesifik dihitung dari hasil pengukuran konsumsi bahan bakar tersebut di atas dan dinyatakan dalam liter per kW per jam.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

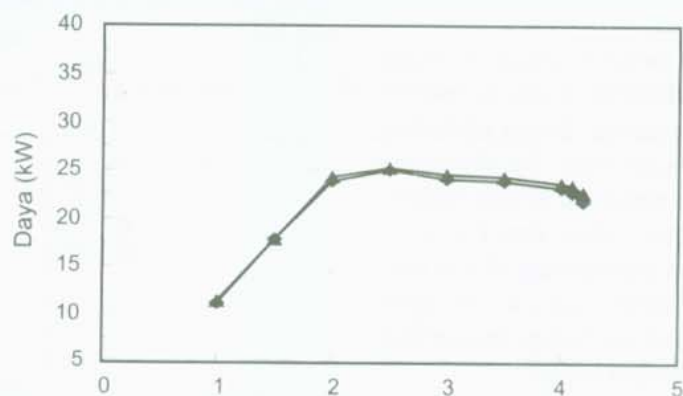
A. Analisis Karakteristik

Hasil-hasil analisis karakteristik komponen-komponen minyak solar disajikan dalam Tabel 1. Hasil-hasil analisis karakteristik Percontoh 1 sampai dengan Percontoh 4 disajikan dalam Tabel 3. Dari hasil tersebut

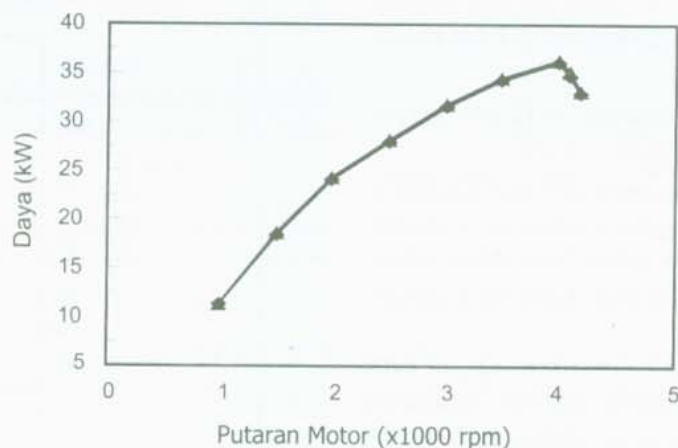
a. Beban 1/2 maksimum



b. Beban 3/4 maksimum



c. Beban maksimum



★ Daya Perc1 ◆ Daya Perc2

Gambar 5
Hasil pengukuran daya percontoh 1 dan percontoh 2 dengan beban 1/2, 3/4 dan maksimum



terlihat bahwa keempat percontoh yang digunakan di dalam penelitian ini mempunyai sifat-sifat fisika dan kimia sesuai dengan spesifikasi minyak solar menurut Peraturan Dirjen Migas No.002/P/DM/Migas/1979 tanggal 25 Mei 1979.

B. Pengujian Kinerja Mesin

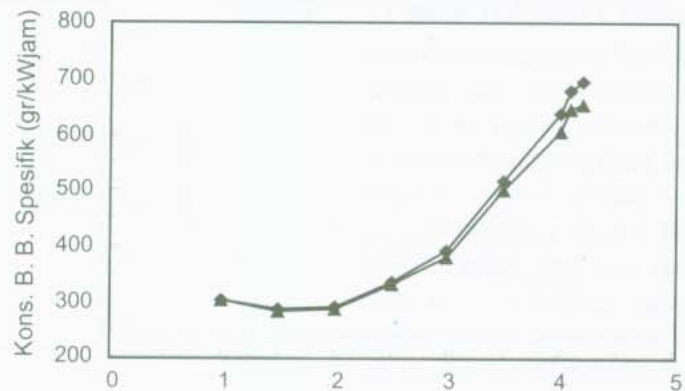
Angka setana minyak solar merupakan salah satu karakter yang menunjukkan mutu bakar dari pada minyak solar. Minyak solar yang mempunyai angka setana yang lebih tinggi akan memberikan waktu penundaan penyalaan yang lebih pendek dan laju kenaikan tekanan dalam silinder yang lebih rendah dari pada minyak solar yang mempunyai angka setana yang lebih rendah. Angka setana yang rendah dapat menyebabkan laju kenaikan tekanan yang tinggi, kenaikan tekanan yang terjadi secara tiba-tiba akan menyerupai pukulan yang hebat pada dinding ruang bakar. Peristiwa ini biasanya disebut detonasi pada mesin diesel. Detonasi yang terjadi dalam waktu yang cukup lama pada mesin selain menimbulkan bunyi yang tidak enak juga dapat merusak bagian-bagian mesin.

Evaluasi hasil-hasil uji kinerja motor dengan menggunakan keempat percontoh minyak solar tersebut di atas dilakukan dengan cara membandingkan hasil-hasil uji percontoh minyak solar yang mempunyai angka setana tertinggi (61) dengan hasil-hasil uji percontoh minyak solar yang mempunyai angka setana yang lebih rendah. Hasil-hasil pengujian torsi, daya motor dan konsumsi bahan bakar dengan menggunakan empat percontoh minyak solar tersebut di atas akan dibahas pada uraian berikut ini.

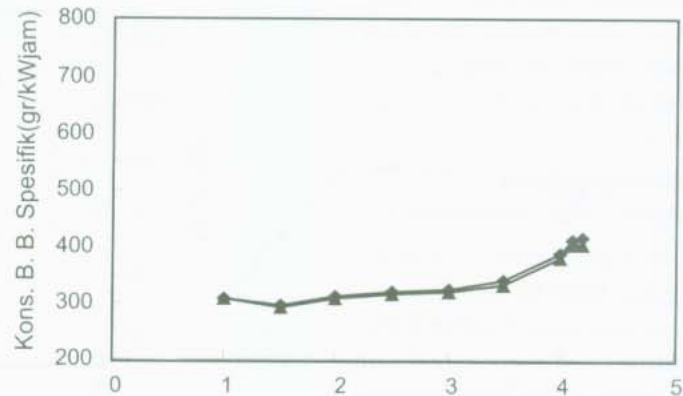
1. Perbandingan Kinerja Percontoh 2 dan Percontoh 1

Evaluasi hasil-hasil uji kinerja motor dengan menggunakan Percontoh 2 dibandingkan dengan Percontoh 1 yang mencakup torsi, daya dan konsumsi bahan bakar

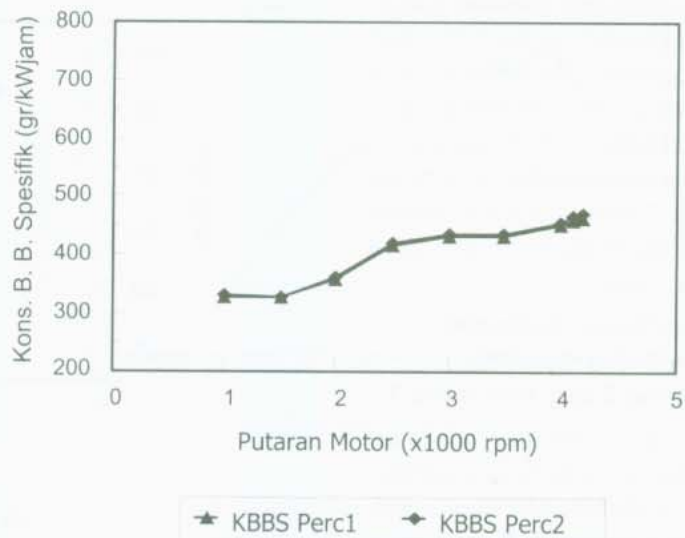
a. Beban 1/2 maksimum



b. Beban 3/4 maksimum



c. Beban maksimum



Gambar 6

Hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik percontoh 1 dan percontoh 2 dengan beban 1/2, 3/4 dan maksimum



spesifik dikemukakan pada uraian berikut ini.

a. Perbandingan Torsi

Percontoh 2 dan Percontoh 1

Hasil-hasil pengujian torsi motor pada kecepatan tetap dan pembebanan tertentu disajikan dalam Gambar 4. Pada pengamatan tersebut terlihat bahwa torsi dengan Percontoh 2 pada pembebanan 1/2 maksimum rata-rata lebih rendah 3,75%, pada pembebanan 3/4 maksimum rata-rata lebih rendah 1,88% dan pada pembebanan maksimum rata-rata lebih rendah 0,73% daripada Percontoh 1. Penurunan torsi terbesar terjadi pembebanan 1/2 dan terkecil pada pembebanan maksimum. Secara keseluruhan torsi motor Percontoh 2 rata-rata lebih rendah 2,12% dibandingkan dengan torsi motor Percontoh 1.

b. Perbandingan Daya

Percontoh 2 dan Percontoh 1

Hasil-hasil pengujian daya motor pada kecepatan tetap dan pembebanan tertentu disajikan dalam Gambar 5. Pada pengamatan tersebut terlihat bahwa daya Percontoh 2 pada pembebanan 1/2 maksimum rata-rata lebih rendah 3,74%, pada pembebanan 3/4 maksimum rata-rata lebih rendah 1,88% dan pada pembebanan maksimum rata-rata lebih rendah 0,73% dari pada Percontoh 1. Perubahan daya terbesar terjadi pada pembebanan 1/2 dan terkecil pada pembebanan maksimum. Secara keseluruhan daya motor Percontoh 2 rata-rata lebih rendah 2,12% dibandingkan dengan daya motor Percontoh 1.

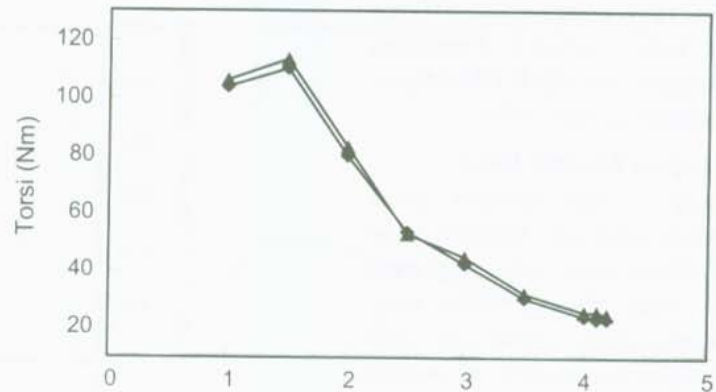
c. Perbandingan Konsumsi

Bahan Bakar Spesifik

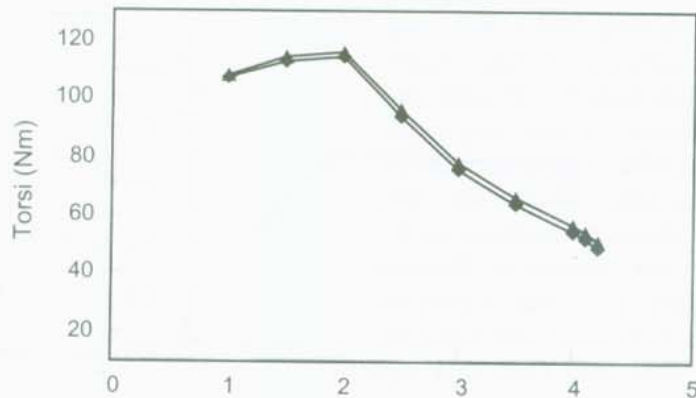
Percontoh 2 dan Percontoh 1

Hasil-hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik pada kecepatan tetap dan pembebanan tertentu disajikan dalam Gambar 6. Pada gambar tersebut terlihat bahwa konsumsi bahan bakar spesifik Percontoh 2 pada pembebanan 1/2 maksimum rata-rata lebih tinggi 3,10%, pada pembebanan

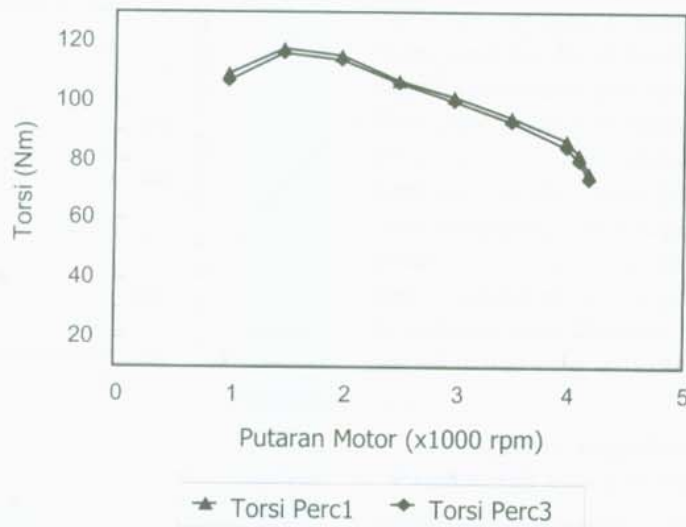
a. Beban 1/2 maksimum



b. Beban 3/4 maksimum



c. Beban maksimum



Gambar 4
Hasil pengukuran torsi percontoh 1 dan percontoh 3 dengan pembebanan 1/2, 3/4 dan maksimum

3/4 maksimum rata-rata lebih tinggi 1,49% dan pada pembebanan maksimum rata-rata lebih tinggi 0,98% dari pada Percontoh 1. Kenaikan konsumsi bahan bakar spesifik terbesar terjadi pada pembebanan 1/2 dan terkecil pada pembebanan maksimum. Secara keseluruhan konsumsi bahan bakar spesifik Percontoh 2 rata-rata lebih tinggi 1,86% dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar spesifik Percontoh 1.

2. Perbandingan Kinerja Percontoh 3 dan Percontoh 1

Evaluasi hasil-hasil uji kinerja motor dengan menggunakan Percotoh 3 dibandingkan dengan Percontoh 1 yang mencakup tosrsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik dikemukakan pada uraian berikut ini.

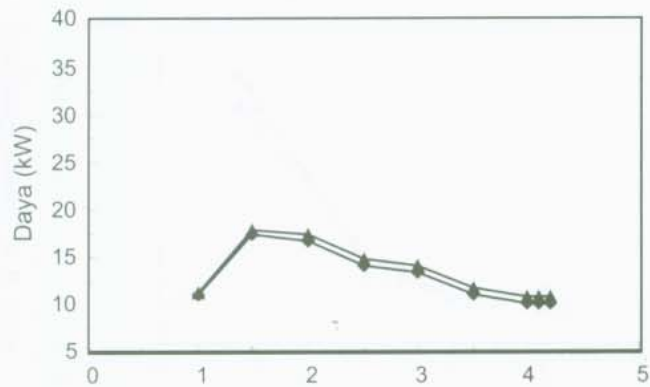
a. Perbandingan Torsi Percontoh 3 dan Percontoh 1

Hasil-hasil pengujian torsi motor pada kecepatan tetap dan pembebanan tertentu disajikan dalam Gambar 7. Dari gambar tersebut terlihat bahwa torsi Percontoh 3 pada pembebanan 1/2 maksimum rata-rata lebih rendah 5,10%, pada pembebanan 3/4 maksimum rata-rata lebih rendah 2,85% dan pada pembebanan maksimum rata-rata lebih rendah 1,99% dari pada Percontoh 1. Penurunan torsi terbesar terjadi pada pembenanan 1/2 dan terkecil pada pembebanan maksimum. Secara keseluruhan torsi motor Percontoh 3 rata-rata lebih rendah 3,31% dibandingkan dengan torsi motor Percontoh 1.

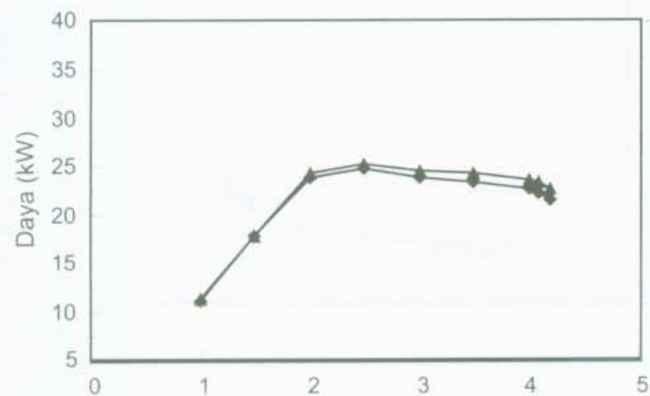
b. Perbandingan Daya Percontoh 3 dan Percontoh 1

Hasil-hasil pengujian daya motor pada kecepatan tetap dan pembebanan tertentu disajikan dalam Gambar 8. Pada hasil pengamatan yang telah dilakukan terlihat bahwa daya Percontoh 3 pada pembebanan 1/2 maksimum rata-rata lebih rendah 5,09%, pada pembebanan 3/4 maksimum rata-rata lebih rendah 2,86% dan pada pembebanan mak-

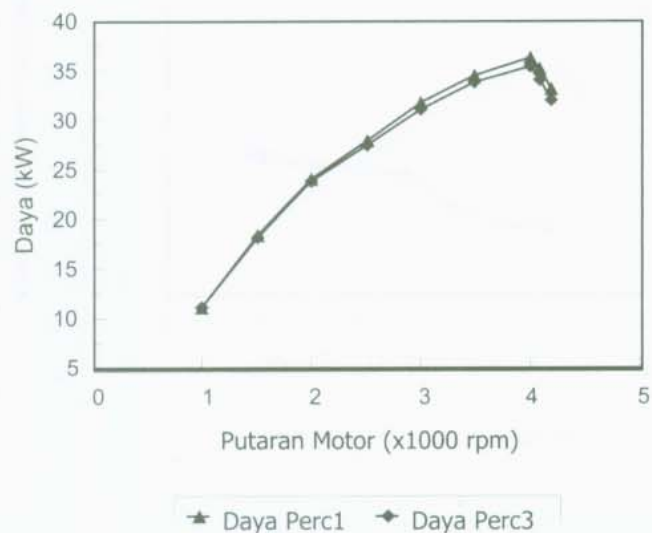
a. Beban 1/2 maksimum



b. Beban 3/4 maksimum



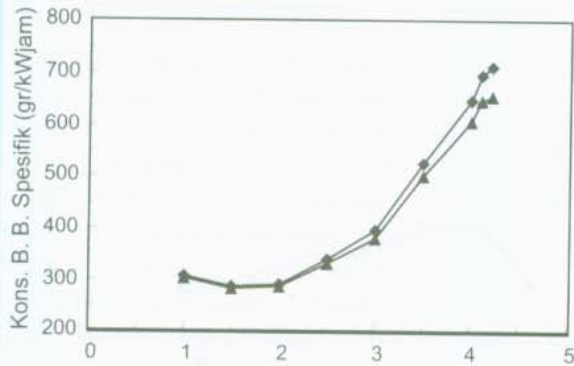
c. Beban maksimum



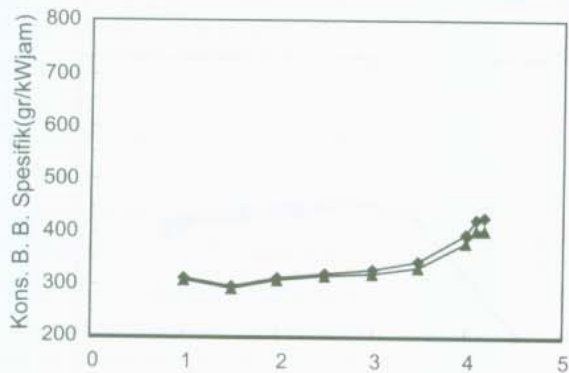
Gambar 8
Hasil pengukuran daya percontoh 1 dan percontoh 3 dengan beban 1/2, 3/4 dan maksimum



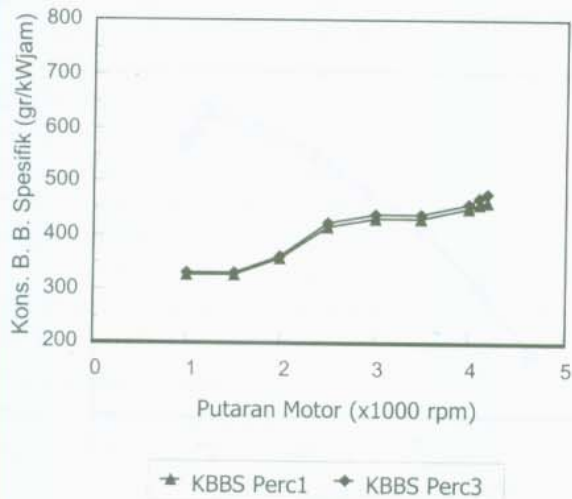
a. Beban 1/2 maksimum



b. Beban 3/4 maksimum



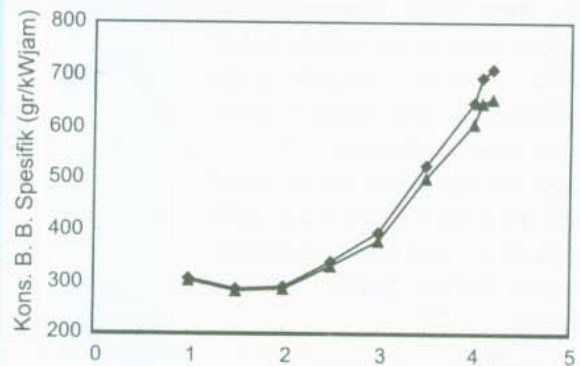
c. Beban maksimum



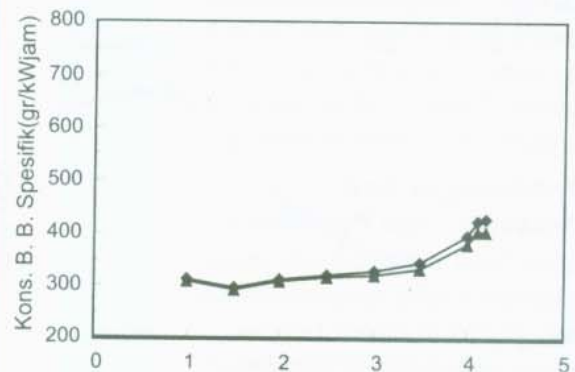
Gambar 9

Hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik percontoh 1 dan percontoh 3 dengan beban 1/2, 3/4 dan maksimum

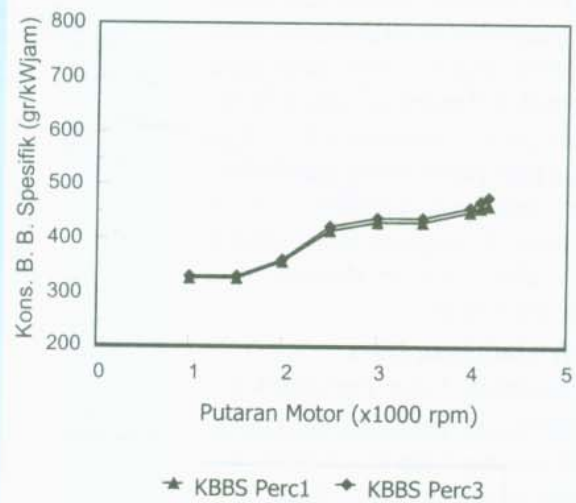
a. Beban 1/2 maksimum



b. Beban 3/4 maksimum



c. Beban maksimum



Gambar 10

Hasil pengukuran torsi percontoh 1 dan percontoh 4 dengan pembebanan 1/2, 3/4 dan maksimum



simum rata-rata lebih rendah 1,99% dari pada Percontoh 1. Perubahan daya terbesar terjadi pada pembebanan $\frac{1}{2}$ dan terkecil pada pembebanan maksimum. Secara keseluruhan daya motor Percontoh 3 rata-rata lebih rendah 3,31% dibandingkan dengan daya motor Percontoh 3.

c. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Percontoh 3 dan Percontoh 1

Hasil-hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik pada kecepatan tetap dan pembebanan tertentu disajikan dalam Gambar 9. Pada gambar tersebut terlihat bahwa konsumsi bahan bakar spesifik Percontoh 3 pada pembebanan $\frac{1}{2}$ maksimum rata-rata lebih tinggi 4,10%, pada pembebanan $\frac{3}{4}$ maksimum rata-rata lebih tinggi 2,83% dan pada pembebanan maksimum rata-rata lebih tinggi 1,71% daripada Percontoh 1. Secara keseluruhan konsumsi bahan bakar spesifik Percontoh 3 rata-rata lebih tinggi 2,88% dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar spesifik Percontoh 1.

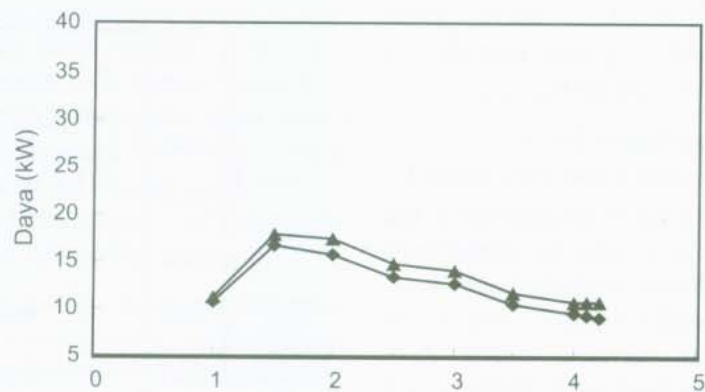
3. Perbandingan Kinerja Percontoh 4 dan Percontoh 1

Evaluasi hasil-hasil uji kinerja motor dengan menggunakan Percontoh 4 dibandingkan dengan Percontoh 1 yang mencakup torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik dikemukakan pada uraian berikut ini.

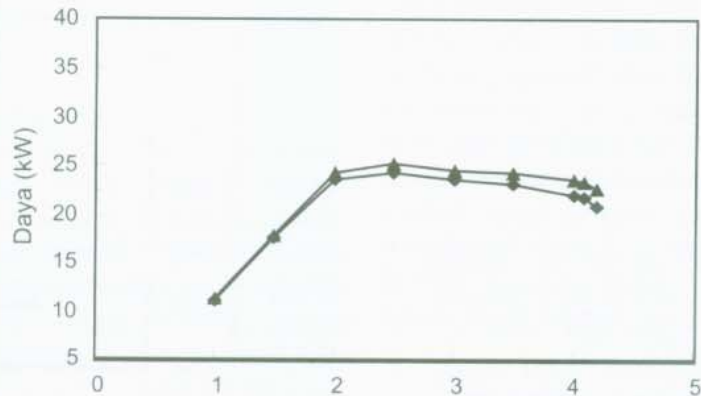
a. Perbandingan Torsi Percontoh 4 dan Percontoh 1

Hasil-hasil pengujian torsi motor pada kecepatan tetap dan pembebanan tertentu disajikan dalam Gambar 10. Dari gambar tersebut terlihat bahwa torsi Percontoh 4 pada pembebanan $\frac{1}{2}$ maksimum rata-rata lebih rendah 10,21%, pada pembebanan $\frac{3}{4}$ maksimum rata-rata lebih rendah 4,37% dan pada pembebanan maksimum rata-rata lebih rendah 2,23% daripada Percontoh 1. Torsi motor mengalami

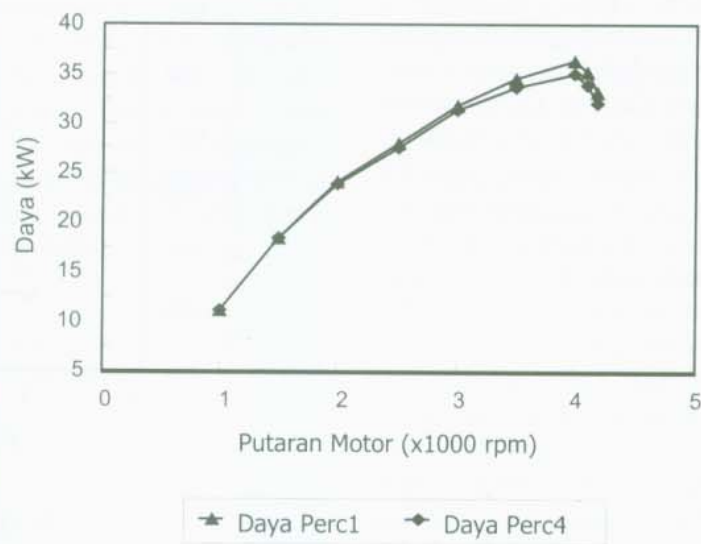
a. Beban $\frac{1}{2}$ maksimum



b. Beban $\frac{3}{4}$ maksimum



c. Beban maksimum



Gambar 11

Hasil pengukuran daya percontoh 1 dan percontoh 4 dengan beban $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ dan maksimum



penurunan terbesar pada pembebanan $\frac{1}{2}$ dan terkecil pada pembebanan maksimum. Secara keseluruhan torsi motor Percontoh 4 rata-rata lebih rendah 5,61% dibandingkan dengan torsi motor Percontoh 1.

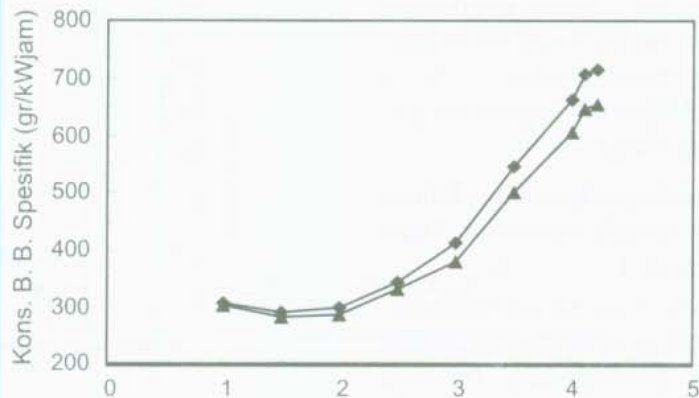
**b. Perbandingan Daya
Percontoh 4 dan Percontoh 1**

Hasil-hasil pengujian daya motor pada kecepatan tetap dan pembebanan tertentu disajikan dalam Gambar 11. Hasil pengamatan yang telah dilakukan terlihat bahwa daya Percontoh 4 pada pembebanan 1/2 maksimum rata-rata lebih rendah 10,21%, pada pembebanan 3/4 maksimum rata-rata lebih rendah 4,37% dan pada pembebanan maksimum rata-rata lebih rendah 2,23% dari pada Percontoh 1. Pada pembebanan $\frac{1}{2}$ memberikan penurunan daya terbesar dan pada pembebanan maksimum memberikan penurunan daya terkecil. Secara keseluruhan daya motor Percontoh 4 rata-rata lebih rendah 5,61% dibandingkan dengan daya motor Percontoh 1.

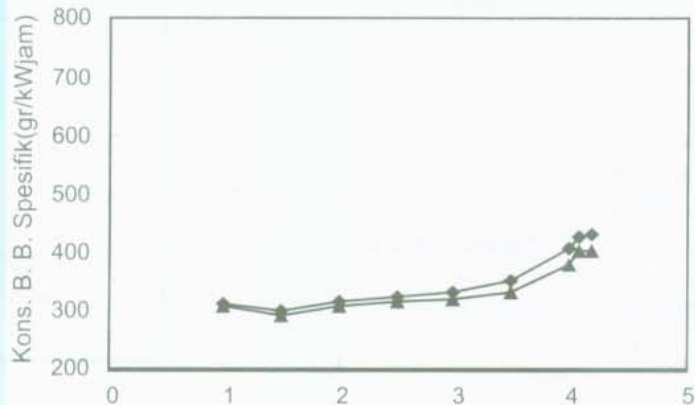
**c. Perbandingan Konsumsi
Bahan Bakar Spesifik
Percontoh 4 dan Percontoh 1**

Hasil-hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik pada kecepatan tetap dan pembebanan tertentu disajikan dalam Gambar 12. Pada tabel dan gambar tersebut terlihat bahwa konsumsi bahan bakar spesifik Percontoh 4 pada pembebanan 1/2 maksimum rata-rata lebih tinggi 6,23%, pada pembebanan 3/4 maksimum rata-rata lebih tinggi 4,16% dan pada pembebanan maksimum rata-rata lebih tinggi 3,45% dari pada Percontoh 1. Kenaikan konsumsi bahan bakar terbesar terjadi pada pembebanan $\frac{1}{2}$ dan terkecil pada pembebanan maksimum. Secara keseluruhan konsumsi bahan bakar spesifik Percontoh 4 rata-rata lebih tinggi 4,61% dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar spesifik Percontoh 1.

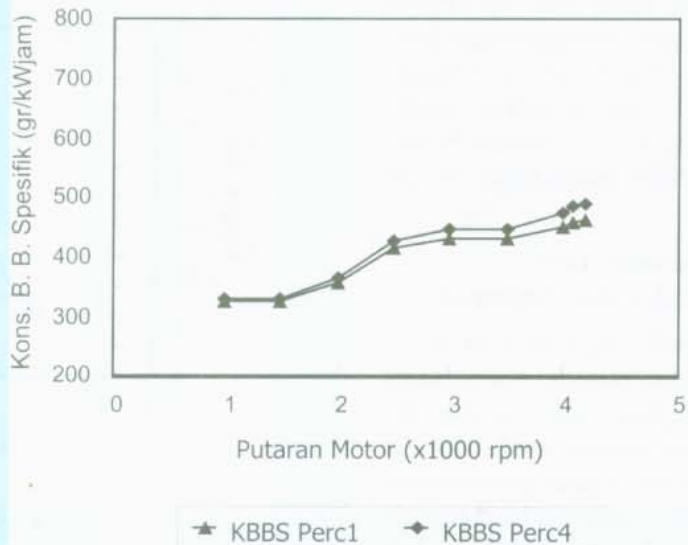
a. Beban 1/2 maksimum



b. Beban 3/4 maksimum



c. Beban maksimum



Gambar 12
Hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik percontoh 1 dan percontoh 4 dengan beban 1/2, 3/4 dan maksimum



Hasil-hasil pengujian tersebut di atas ternyata pada saat mesin dijalankan dengan menggunakan minyak solar yang mempunyai angka setana yang lebih rendah terjadi detonasi pada mesin. Makin rendah angka setana minyak solar yang digunakan bunyi detonasi pada mesin makin keras, torsi dan daya lebih rendah sedangkan konsumsi bahan bakar lebih tinggi.

Mesin diesel yang beroperasi dengan bahan bakar yang mempunyai angka setana yang rendah akan terjadi kenaikan tekanan yang tidak teratur, detonasi yang keras menyebabkan bunyi mesin kasar, emisi gas buang meningkat dan dapat menyebabkan kerusakan pada cincin piston dan bantalan batang penghubung.

V. KESIMPULAN

Dari hasil-hasil pengujian kinerja mesin dengan menggunakan empat percontoh minyak solar yang mempunyai angka setana 61, 58, 55 dan 52 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penggunaan minyak solar yang mempunyai angka setana yang lebih rendah terjadi laju kenaikan tekanan yang tinggi dalam silinder mesin, kenaikan tekanan yang terjadi secara tiba-tiba menyebabkan bunyi ketukan (detonasi) pada mesin. Makin rendah angka setana minyak solar yang digunakan bunyi

ketukan pada mesin makin keras.

2. Pada penggunaan minyak solar yang mempunyai angka setana yang lebih rendah terjadi penurunan torsi motor. Untuk Percontoh 2, torsi motor lebih rendah 2,12%, untuk Percontoh 3 lebih rendah 3,31% dan untuk Percontoh 4 lebih rendah 5,61% dari pada torsi motor Percontoh 1.
3. Pada penggunaan minyak solar yang mempunyai angka setana yang lebih rendah terjadi penurunan daya motor. Untuk Percontoh 2 daya motor lebih rendah 2,12%, untuk Percontoh 3 lebih rendah 3,31% dan untuk Percontoh 4 lebih rendah 5,61% dari pada daya motor Percontoh 1.
4. Pada penggunaan minyak solar yang mempunyai angka setana yang lebih rendah terjadi peningkatan konsumsi bahan bakar spesifik. Untuk Percontoh 2 konsumsi bahan bakar spesifik lebih tinggi 1,86%, untuk Percontoh 3 lebih tinggi 2,88% dan untuk Percontoh 4 lebih tinggi 4,61% dari pada konsumsi bahan bakar spesifik Percontoh 1.
5. Dibandingkan dengan motor bensin, pengaruh perubahan angka setana minyak solar terhadap kinerja motor diesel kurang sensitif dibandingkan dengan pengaruh perubahan angka oktana bensin terhadap kinerja motor bensin.

KEPUSTAKAAN

1. Annual Book of ASTM Standards, Jilid 05.01 - Jilid 05.03, 1996, *Petroleum Products and Lubricants, The American Society for Testing and Materials*, Philadelphia, Amerika Serikat.
2. Lubrizol, 1989, *Fuel Trends '89, Changing Rules - Changing Effects*, The Lubrizol Corporation, Fuel Products Group, Cleveland, Ohio, Amerika Serikat.
3. Lubrizol, 1998, *Ready Reference for Lubricant and Fuel Performance*, The Lubrizol Corporation, Wickliffe, Ohio, Amerika Serikat.
4. Gasoline and Other Motor Fuel, 1980, *Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, Jilid 11, Edisi ke 3, John Wiley and Sons Inc., New York, Amerika Serikat.
5. Gill P.W., et al., 1952, *Fundamentals of Internal Combustion Engines*, Oxford IBE Publishing Co., New Delhi, India.
6. Bosch, 1993, *Automotive Handbook*, 3rd Edition, Robert Bosch GmbH, Stuttgart, Jerman.
7. SAE Handbook, Jilid 3, 1986, *Engines, Fuels, Lubricants, Emission and Noise*, Society of Automotive Engineers Inc., Warrendale, Amerika Serikat.
8. Weissmann J., 1972, *Fuels for Internal Combustion Engines and Furnaces*, Lembaga Minyak dan Gas Bumi, Jakarta. □