

# PENGUJIAN MESIN DIESEL (GENSET) DENGAN SISTEM BAHAN BAKAR GANDA SOLAR - LPG

Bambang Yunianto

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro

## Abstrak

*Pengujian mesin Diesel (Genset) dimaksudkan untuk mengetahui prestasi mesin Diesel dengan sistem bahan bakar ganda Solar-LPG. Bahan bakar Lpg adalah bahan bakar kedua yang digunakan dalam mesin, mendampingi bahan bakar utama solar. Pengujian dilakukan dengan tanpa merubah disain utama dari Mesin Diesel yang digunakan, kecuali sedikit modifikasi untuk memasang conversion Kit pada saluran hisap. Mesin Diesel yang digunakan adalah mesin Diesel stasioner (Genset) 3 Kw. Prestasi pengujian ditekankan pada aspek efisiensi dan penghematan bahan bakar. Dari hasil pengujian diketahui bahwa jika dibandingkan dengan mesin berbahan bakar 100 % solar, efisiensi mesin dengan bahan bakar 51 % Lpg, dapat meningkatkan efisiensi 4,6 % lebih tinggi. Sehingga peningkatan efisiensi ini akan meningkatkan penghematan bahan bakar.*

*Kata kunci, mesin Diesel, Solar-Lpg, efiseinsi, konsumsi*

## PENDAHULUAN

Dua isu utama dalam bidang energi adalah makin berkurangnya cadangan minyak bumi dan pencemaran lingkungan. Hal ini perlu dicari alternatif pemecahannya, salah satunya adalah deversifikasi bahan bakar dan menggunakan bahan bakar yang ramah lingkungan. Salah satu bentuk deversifikasi bahan bakar adalah penggunaan bahan bakar gas sebagai ganti minyak solar. Pada penelitian ini digunakan gas LPG pada mesin Diesel. Penggunaan LPG dapat digunakan bersama-sama dengan minyak solar dalam mesin yang menggunakan sistem bahan bakar ganda (*duel fuel*). Pilihan sistem dual fuel, adalah mengingat kemudahan dalam instalasi mesin, tanpa merubah disain mesin, cukup sedikit modifikasi dan melengkapi dengan peralatan bantu conversion kit yang merupakan unit gabungan antara regulator /penurun tekanan dan penguap LPG (Reduser /evaporasi). Sementara pilihan bahan bakar LPG sebagai pendamping Solar, karena nilai kalornya hampir sama (~ 40 MJ/kg). Sehingga dari segi prestasi mesin tidak akan menurunkan dibawah prestasi mesin dengan bahan bakar solar.

Sistem dual fuel dengan Lpg dapat menurunkan pencemaran lingkungan akibat emisi gas buang. Penurunan pencemaran emisi ini akibat dari sifat bahan bakar LPG yang menghasilkan gas buang yang lebih bersih. Namun disamping kelebihan yang dimiliki, bahan bakar LPG memiliki kelemahan ditinjau dari angka Setana nya (lebih rendah dari angka setana Solar). Sehingga pemakaian campuran LPG yang melebihi nilai optimalnya, akan cenderung menimbulkan Detonasi. Perbandingan atau prosentasi LPG dalam campuran perlu diatur untuk mendapatkan prestasi yang baik tanpa menimbulkan detonasi. Inilah salah satu indikator layak tidaknya sistem duel fuel dipilih sebagai konversi bahan bakar dalam mesin Diesel. Pada pengujian ini, digunakan bahan bakar gas

Lpg, dengan variasi prosentase gas dari 15 hingga 60 %.

## Mesin Diesel dengan sistem bahan bakar ganda (*Duel Fuel*)

Mesin Diesel telah ditemukan oleh Rudolf Diesel hampir 100 tahun lalu, yang proses pembakarannya melalui proses kompresi. Demikian juga Mesin Diesel dengan menggunakan pembakaran bahan bakar gas telah dipatenkan beberapa tahun berikutnya. Walaupun hingga sekarang pemakaian mesin Diesel dengan pembakaran gas, tidak banyak digunakan, namun dengan makin menipisnya cadangan sumber bahan bakar minyak, dan faktor pencemaran lingkungan, maka mesin Diesel bahan bakar gas mulai dikembangkan lagi. Dalam perkembangan berikutnya, operasi mesin Diesel diarahkan pada sistem *dual fuel*. Mesin Diesel dengan sistem *dual fuel*, pada prinsipnya adalah penggabungan antara kerja mesin bensin dan mesin Diesel. Proses pembakaran berlangsung dari pembakaran bahan bakar cair dan bahan bakar gas dalam ruang bakar. Campuran bahan bakar gas-udara berlangsung diluar ruang bakar. Campuran ini dikompresi selama langkah kompresi, selanjutnya beberapa derajat sebelum TMA, bahan bakar minyak disemprotkan keruang bakar (seperti pada mesin Diesel), untuk memulai terjadinya pembakaran. Karena digunakannya dua bahan bakar cair dan gas selama pembakaran berlangsung, maka sifat masing-masing bahan bakar harus dikenali.

Bahan bakar Diesel mempunyai suhu penyalaan sendiri 245 C, yang lebih rendah dari pada suhu penyalaan gas Lpg 500 C (ref.1), sehingga bahan bakar diesel yang disemprotkan adalah sebagai awal pembakaran untuk proses pembakaran campuran bahan bakar gas. Bahan bakar gas mempunyai Oktan tinggi, yang dapat mencegah Detonasi pada motor Bensin, namun

sebaliknya jika digunakan pada mesin Diesel. Hal ini disebabkan bahan bakar gas dengan Oktan tinggi (misal Lpg), mempunyai sifat waktu tunda (*delay period*) yang panjang, dimana sifat inilah yang memudahkan penyalaan sendiri yang memicu terjadinya Detonasi (ref.6). Untuk menghindari terjadinya Detonasi, maka pengaturan saat penyalaan perlu disesuaikan, agar proses pembakaran gas lebih maju, untuk menghindari terjadinya penumpukan gas yang memicu penyalaan sendiri. Jika pengaturan saat penyalaan tidak dilakukan, maka jumlah bahan bakar gas diperlukan pembatasan, untuk mendapatkan prosentase gas optimal dalam campuran (tidak menimbulkan Detonasi) Prosentase gas optimal dalam campuran berbeda-beda tergantung dari perbandingan tekanan. Mesin *Dual fuel* dengan gas Lpg mempunyai prosentase optimum ~ 55 % untuk perbandingan tekanan 22 dan ~75 % untuk perbandingan tekanan 18 (ref.3).

### Bahan bakar gas Lpg

Gas Lpg sebagai kependekan dari *Liquified petroleum gas* merupakan campuran dua bahan bakar Propana dan Butana, yang dibuat dengan beberapa perbandingan. Bahan bakar gas ini dalam kondisi cair pada tekanan 2 hingga 20 bar (ref.2), tergantung dari perbandingan campuran Propana - Butana. Masing-masing komponen bahan bakar mempunyai sifat yang berbeda, baik nilai kalor, tekanan uap, dan titik didihnya. Propana dan Butana mempunyai nilai kalor masing-masing 11070 kcal/kg dan 10920 kcal/kg, sementara titik didihnya masing-masing -43 C untuk propana dan -0,5 C untuk butana (ref.1). Keunggulan utama penggunaan Lpg sebagai bahan bakar dibandingkan dengan bahan bakar solar adalah dihasilkan emisi gas buang yang lebih bersih, sedangkan daya keluaran dimungkinkan tidak nampak berbeda. Data emisi ditunjukkan berikut. (ref.2).

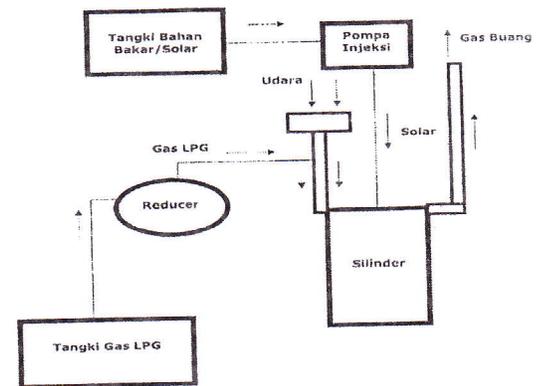
Bahan bakar	CO G/km	HC G/km	Nox G/km	Partikel G/km	Asap Mg/km	Gas rm.kaca G/km
Bensin	1.5	0.3	0.3	0.02	300	300
Disel	0.6	0.16	0.6	0.09	350	250
Lpg	0.9	0.2	0.2	0.01	200	230

Keunggulan lain dari bahan bakar gas Lpg adalah tidak terjadinya pelarutan gas dalam minyak pelumas, sehingga meningkatkan umur minyak pelumas, serta umur mesin karena tidak ditemukannya endapan carbon. Disamping keunggulan, terdapat kelemahan yang harus diperhatikan yaitu, faktor keamanan ditinjau dari aspek kebocoran dan penyimpanan gas yang bertekanan. Juga kemampuan Lpg merubah sifat bahan-bahan dari karet alami.

### PELAKSANAAN PENGUJIAN.

Instalasi peralatan terdiri dari satu unit mesin Diesel (Genset) 3 Kw, Conversion kit (Pressure Reducer )

yang dipasang pada saluran hisap didekat ruang dan peralatan lainnya (gambar berikut).



Gambar-1 : Skema instalasi sistem dual fuel

Pada pengujian ini dilaksanakan pada putaran ke (putaran generator ~1500 rpm), dengan variasi yang digunakan ( 1000 W, 1500 W dan 2000 W). Pengukur beban digunakan beban lampu dengan hingga 2000 watt. Pada pengujian digunakan LPC

Propane : 70.96 %  
 Iso Butana : 19.4 %  
 N Butana : 9.06 %

Adapun prosedur Pengujian adalah sebagai berikut:

Pengujian dilakukan untuk membandingkan performa mesin Diesel dengan 100 % solar dan prestasi mesin Diesel dengan system solar-Lpg, sebagai berikut:

1. Hidupkan mesin dengan bahan bakar 100 % dengan putaran generator ~ 1500 rpm (putaran mesin ~ 1850 rpm) hingga tercapai kondisi dengan indikator temperatur air pendingin sudah konstan terhadap waktu
2. Atur (set) mesin pada beban Nol .
3. Catat waktu yang diperlukan untuk konsumsi 1 liter bahan bakar solar.
4. Catat juga suhu udara masuk silinder (pada manifold) dan suhu gas buang pada silinder buang.
5. Ulangi prosedur 2 hingga 4 untuk beban 1500 dan 2000 watt.
6. Hidupkan conversion kit untuk memasukkan gas LPG kedalam mesin dan saluran masuk, dan atur laju masa LPG dengan mengatur flow meter LPG.
7. Ulangi seperti pada prosedur 2 hingga 5, bersamaan dengan pengukuran waktu konsumsi bahan bakar solar, juga diikuti pengukuran konsumsi LPG

Dari data yang diperoleh digunakan untuk menghitung efisiensi ( $Eff$ ) dan penurunan konsumsi bahan bakar total ( $\% \Delta Msol$ ). Berikut beberapa persamaan yang digunakan untuk menghitung efisiensi ( $Eff$ ) dan penurunan konsumsi bahan bakar total ( $\% \Delta Msol$ ).

1. Efisiensi mesin,  $Eff$ .

$$Eff = \frac{DayaoutputKw}{M\ lpg \cdot NK\ lpg + Msol \cdot NK\ sol} \cdot 100\ %$$

2. Penurunan konsumsi bahan bakar total,

$$\% \Delta Msol = \frac{Msol_{100} - M_{tot}}{Msol_{100}} \times 100\ %$$

$Msol_{100}$  = masa 100 % solar

$Mlpg$  = masa lpg dalam sistem dual fuel

$Msol$  = masa solar dalam sistem dual fuel

$Mtot$  =  $Msol + Mlpg$

$Nksol$  = Nilai kalor solar

$NKlpg$  = Nilai kalor Lpg

Nilai kalor bahan bakar solar dan Lpg,

$NK\ sol = 42.7\ Mj/kg$

$NK\ lpg = 45. Mj/kg$

### HASIL PENGUJIAN PADA MESIN DIESEL GENSET 3 KW.

Hasil pengujian dapat dilihat dari tabel.1 dan gambar.2 berikut. Dari data (tabel.1a,1b dan gambar.2) dapat diketahui efisiensi, perubahan konsumsi bahan bakar dan daya keluaran mesin. Penggunaan LPG dalam duel fuel berpengaruh terhadap efisiensi mesin. Pada mesin dengan bahan bakar 100 % solar efisiensi mesin mencapai 12 %. Sedangkan pada sistem dual fuel dapat meningkatkan efisiensi mesin menjadi 16.6 % untuk penggunaan 50.7 % Lpg. Peningkatan efisiensi ini menunjukkan adanya perbaikan prestasi mesin yang diikuti penurunan konsumsi bahan bakar total (Solar + Lpg). Jika dibuat asumsi harga Lpg dan solar adalah sama, maka didapat penghematan hingga 16.8. %.

Dari pengujian dapat juga diketahui pengaruh penggunaan daya (beban) terhadap efisiensi. Gambar 2. menunjukkan, efisiensi mesin akan meningkat pada daya besar, yang berarti bahwa mesin Genset lebih menguntungkan beroperasi pada beban nominalnya. Mesin Diesel pada umumnya mempunyai efisiensi 30 % hingga 40 %, sedangkan pada pengujian hanya dapat dicapai efisiensi 12 % ( 100 % solar) dan 16.6 % (50 % Lpg dalam campuran), jadi terjadi peningkatan 4,6 % efisiensi.

**Tabel. 1.a. Data hubungan konsumsi solar + LPG terhadap daya dan efisiensi.**

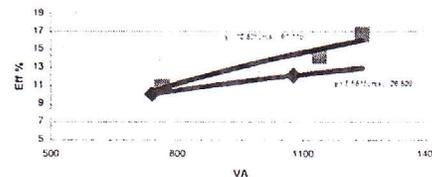
Mlpg Grmenit solar	Msol Grmenit	Mtot Grmenit	%lpg	%sol	Daya (watt)	Rpm	Efisiensi %
0	7.000	7.000	0	100	0	1510	0
0	10.329	10.329	0	100	740	1490	10.06595
0	12.138	12.138	0	100	1076.25	1480	12.15671
solar/lpg							
2.05	5.25	7.300	28.08	71.92	0	1540	0
2.05	7.664	9.714	21.10	78.89	763.8	1510	10.88094
2.05	9.013	11.063	18.53	81.47	1139	1490	14.27253
5.125	4.970	10.095	50.76	49.24	1242	1510	16.65413

**Tabel. 1.b. Data prosentase penurunan konsumsi solar ( $\% \Delta Msol$ ).**

Daya (watt)	% Lpg	% $\Delta Msol$ L:S = 1:1	Rpm
0	28.08	-4.29	1540
763.8	21.10	5.95	1510
1139	18.53	8.86	1490
1242	50.76	16.83	1510

**Grafik hubungan daya dan efisiensi**

◆ Eff Sol100 ■ Eff Sol+Lpg



**Gambar.2.**

Dari pengujian pada mesin kecil (Genset 3 KW), konverter kit masih mampu bekerja dengan sistem dual fuel dengan perbandingan Lpg-Solar yang tinggi (60 %). Pada daerah operasi ini mesin Diesel masih mampu bekerja dengan normal. Ketika dinaikkan lagi prosentase Lpg dalam campuran mesin mengalami gangguan (hampir mati). Hal ini menunjukkan proses pencampuran Solar- Lpg tidak berlangsung sempurna. terlihat dari keluarnya asap dari hasil pembakaran. Dari daerah operasi pencampuran solar -Lpg, prestasi terbaik mesin Diesel daya 3 KW terjadi pada prosentase kurang dari 60 % (sekitar 51 %).

Dalam pengamatan visual selama pengujian, tidak menunjukkan gejala-gejala yang membahayakan baik dari mesin utamanya maupun instalasi pendukungnya (Conversion Kit, tabung gas dan kelengkapannya). Getaran yang berlebih, suara yang aneh dan kebocoran gas yang tidak jelas sumbernya, tidak pernah dijumpai selama pengujian. Suara aneh yang mengindikasikan adanya knocking, tidak dijumpai. Aspek emisi gas buang, secara sederhana dapat ditunjukkan dengan menggunakan batas asap. Dengan mengamati keluaran asap pada mesin Diesel asli dan mesin Diesel dengan sistem dual fuel secara bergantian, terlihat bahwa asap yang keluar, secara visual tidak nampak perbedaannya.. Namun karena tidak adanya gas analyser, maka data-

data batas asap dan gas-gas berbahaya lainnya (Nox, CO, HC dan lainnya) tidak dapat ditunjukkan.

#### KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kinerja conversion kit, mampu memberikan 60 % Lpg dalam campuran tanpa menimbulkan gangguan operasi.
2. Efisiensi mesin bahan bakar ganda mampu meningkatkan efisiensi 4,6 % dibanding penggunaan mesin disel murni (100 % solar)
3. Mesin Disel dengan bahan bakar ganda solar-Lpg dapat diperoleh penghematan bahan bakar total sebesar 16.6 %.
4. Penggunaan LPG dalam mesin Disel dalam daerah pengujian, tidak menunjukkan gangguan adanya detonasi dan juga emisi gas buang tetap bersih..

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim., "Introducing of gas khodro s. (GKS) Co, "".
2. Mohamed Y.E.Selim., "Combustion noise knocking limits of duel fuel engine using tl gaseous fuels, "U.A.E. University, 2000.
3. Bosch., "Automotive hanbook,". German th editions, 1996.
4. O.M.I. Nwafor., "Effect of advanced injeci timing on the performance of natural gas diesel engine,". Oweri, Nigeria, 1999.
5. O.M.I. Nwafor., " Knock characteristics dual fuel combustion in diesel engines us natural gas as primary fuel,". Oweri, Niger 2002.
6. Wiranto Arismunandar., Koichi Tsua., " Mc disel putaran tinggi,". Pradnya param Jakarta, 1983.
7. Stefan Ross.R., "Non intrusive knock detect in a Turbocharger, dual fuel engine University of Alberta, 1977