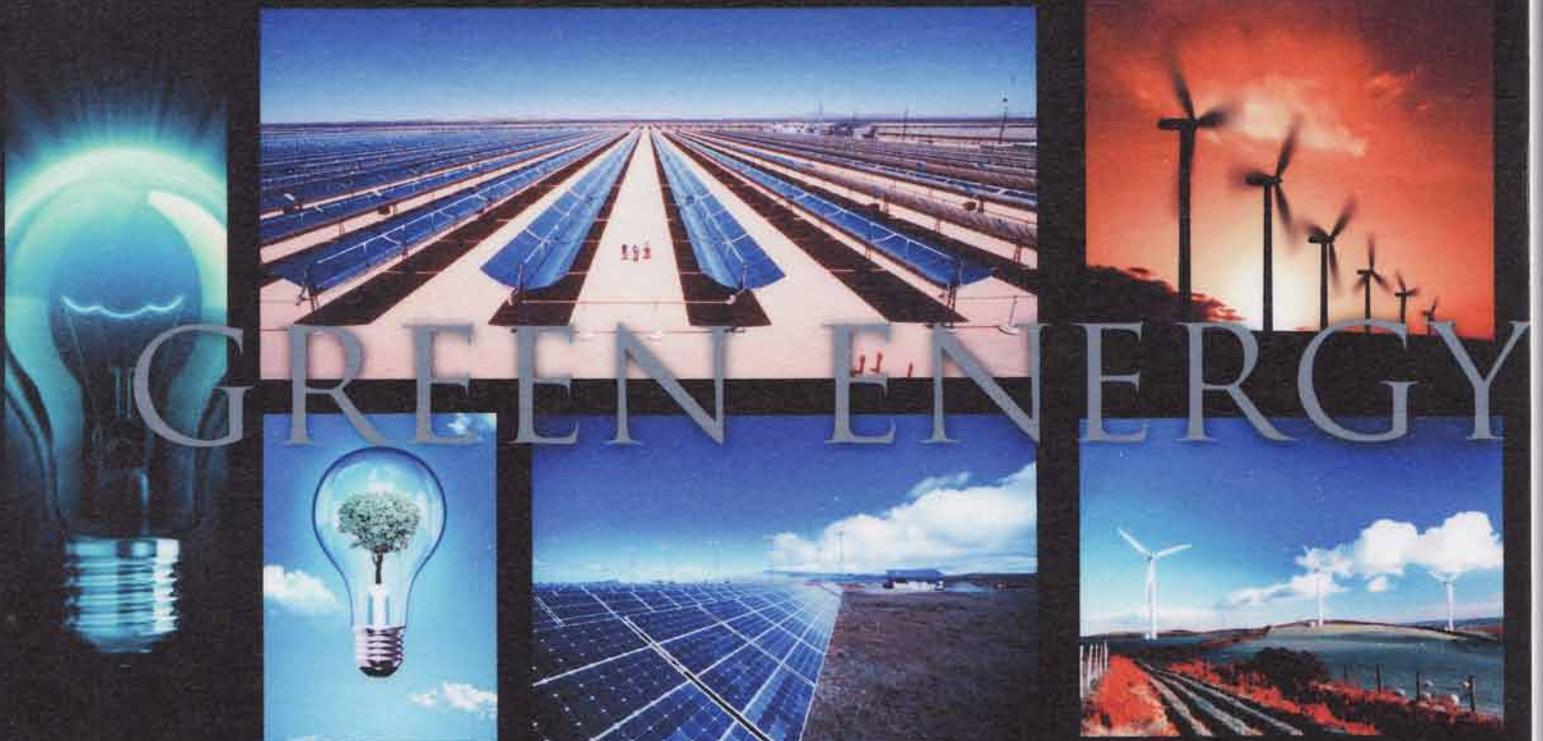


# PROCEEDING

## Seminar Nasional Teknologi Industri XV

Konservasi Energi dan Pengembangan Energi Ramah Lingkungan



surabaya, 12 Mei 2011  
institut teknologi sepuluh nopember

## Studi Komparasi Penggunaan Turbocharger pada Mesin Diesel

Muhamad As'adi

Program Studi Teknik Mesin UPN "Veteran" Jakarta

Jl.RS Fatmawati Pondok Labu

Jakarta Selatan 12450

Telp. 021 7656971 ext.195 Fax.021 75904177

Email :adi\_shiddiq@yahoo.com

### ABSTRAK

*Pada paper ini dipaparkan sebuah studi komparasi tentang unjuk kerja penggunaan turbocharger pada mesin diesel. Turbocharger adalah perangkat yang banyak digunakan pada kendaraan bermotor yang bertujuan untuk meningkatkan daya dari motor dengan melakukan penambahan rapat massa udara yang lebih banyak dibandingkan dengan cara pengisian biasa, hal ini membuat campuran udara dengan bahan bakar semakin sempurna atau semakin homogen sehingga pembakaran akan semakin sempurna.*

*Studi komparasi ini menggunakan mesin uji mesin diesel empat silinder dengan direct injection, volume 2499 cc dan pengujiannya dilakukan di PT. Khatulistiwa Suryanusa Jakarta.*

*Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada mesin diesel yang menggunakan turbocharger dapat meningkatkan daya rata-rata sebesar 29,7 % dan torsi rata-rata sebesar 26,65 % dibandingkan dengan mesin diesel dalam kondisi tanpa dipasang turbochargers serta penurunan konsumsi bahan bakar spesifik rata-rata mencapai 19,09 %.*

**Kata kunci :** Turbocharger, torsi, daya, konsumsi bahan bakar

### ABSTRACT

*This paper is presented a comparative study on the performance of the use of turbochargers in the diesel engines. Turbocharger is a component that is widely used in motor vehicles which aims to increase the power of the motor with the addition of air density more than the usual method of charging, it makes the fuel air mixture with the more perfect or more homogeneous so the combustion will be more perfect.*

*This comparison study using a test engine, four-cylinder diesel engine with direct injection, the volume of 2499 cc and testing conducted at PT. Khatulistiwa Suryanusa Jakarta*

*The results show that the diesel engine that uses a turbocharger to increase power average of 29.7% and torque average of 26.66 % compared to diesel engines fitted in component of turbochargers and decrease specific fuel consumption averaged of 19.09%.*

**Keywords:** Turbocharger, torque, power, fuel consumption

### 1. PENDAHULUAN

Semua motor bakar akan menghasilkan gas buang, dan kerugian energi pada gas buang sebesar 29 % [1] dan 34 – 40 % [2] tersebut tidak dimanfaatkan. Agar energi yang ada pada gas buang tidak terbuang dengan cuma-cuma, maka gas buang tersebut dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan atau memutar turbin gas yang porosnya dikopel dengan poros kompresor. Apabila turbin berputar karena tekanan dari gas buang, maka kompresor juga akan ikut berputar, gabungan turbin dan kompresor disebut *turbocharger*. Kompresor tersebut digunakan untuk menekan atau meningkatkan kerapatan massa udara yang masuk ke dalam karburator dan ruang bakar, hal ini akan menghasilkan campuran bahan bakar dan udara semakin sempurna.

Mesin diesel termasuk jenis kelompok mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engines*), dimana proses pembakarannya didalam silinder. Mesin diesel ini menggunakan bahan bakar cair yang dimasukkan ke dalam ruang pembakaran silinder mesin yang diinjeksikan dengan menggunakan pompa injeksi.

Dengan penambahan *turbocharger*, maka gas buang akan memasuki ruang yang berbentuk volute dengan variasi ruang yang semakin kecil dan kecepatannya sangat tinggi, gas buang ini diarahkan ke nozle sehingga aliran gas buang akan semakin tinggi dan digunakan untuk memutar turbin yang dikopel dengan poros kompresor sehingga terjadinya tekanan vacum pada sisi hisap kompresor yang pada gilirannya akan memaksa udara luar masuk kedalam saluran hisap kompresor [3], hal ini akan membuat campuran udara dengan bahan bakar semakin sempurna atau semakin homogen sehingga pembakaran akan semakin sempurna pula.

Secara umum penggunaan *turbocharger* pada mesin diesel akan mengakibatkan peningkatan daya dari pada mesin diesel tersebut bila dibandingkan dengan mesin diesel yang tidak menggunakan *turbocharger*.

Pada penelitian ini akan dikaji sejauh mana peningkatan kinerja mesin diesel yang menggunakan *turbocharger* terhadap mesin diesel yang tidak menggunakan *turbocharger*

## 2. METODE PENELITIAN

### a. Deskripsi alat uji

1) Penelitian ini dilakukan di PT.Katulistiwa Surya Nusa Jakarta dengan spesifikasi mesin uji sebagai berikut :

- Type engine : Diesel
- Engine description : Direct Injection With *Turbocharger*
- Jumlah silinder : 4 silinder
- Diameter (Bore) : 93 mm
- Langkah (Stroke) : 92 mm
- Daya maksimum : 80/3500 PS/rpm
- Max Torque : 19,5/1800 kgm/rpm
- Bahan bakar : Solar
- Full sistem : Direct Injection
- Volume : 2499 cc
- Sistem Pendinginan : Pendingin air dengan Intercooler
- Sistem suplai udara : *Turbocharger* sistem
- Tipe *Turbocharger*: 4JA1-L

2) Alat uji *dyno dinamic phase 3 computerised control system*, yang dilengkapi dengan

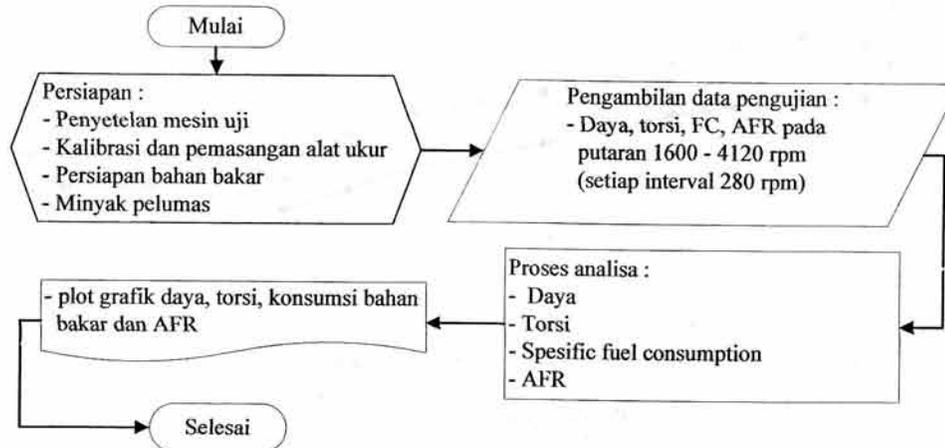
- *Wide band air/full ration sensor*
- *Fuel flow meter*
- Alat bantu seperti blower, *stop watch*, dan penutup telinga.

b. Bahan bakar yang digunakan adalah solar produk PT.Pertamina yang ada dipasaran

c. Pengujian dilakukan di atas *dynotest* dengan variasi pengukuran pada interval putaran 280 rpm, mulai dari putaran 1600 rpm sampai 4120 rpm.

d. Pengukuran dilakukan terhadap torsi, daya, AFR, dan konsumsi bahan bakar.

e. Diagram alir pengujian seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pengujian

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian dan perhitungan seperti ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut :

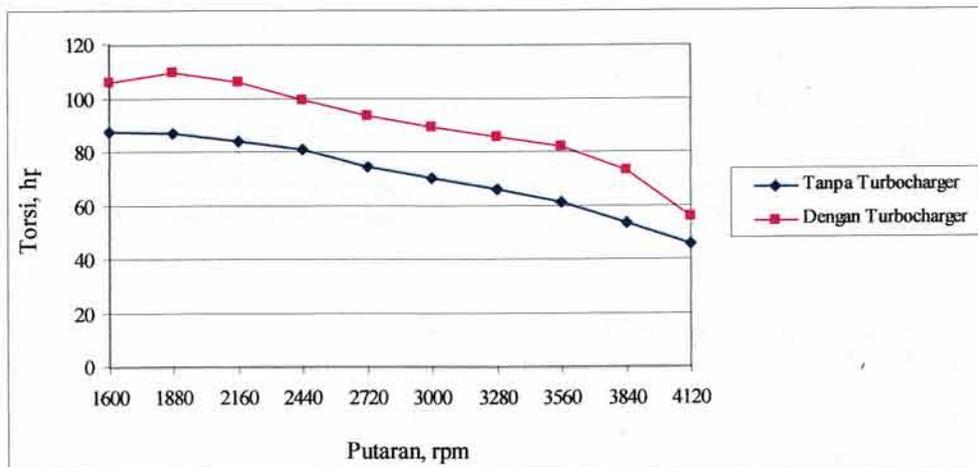
Tabel 1. Data hasil pengujian

Putaran (rpm)	Tanpa Turbocharger						Menggunakan Turbocharger					
	Daya (hp)	Torsi (lb-ft)	AFR	FC (cm <sup>3</sup> )	Waktu (s)	FC/s (cm <sup>3</sup> /s)	Daya (hp)	Torsi (lb-ft)	AFR	FC (cm <sup>3</sup> )	Waktu (s)	FC/s (cm <sup>3</sup> /s)
1600	26,54	87,7	16,2	150	34,26	4,38	33,6	106,4	16	150	38,6	3,89
1880	31,08	87,36	15,6	150	34,42	4,36	39,06	109,8	16	150	41,98	3,57
2160	34,5	84,3	15,6	150	33,69	4,45	43,85	106,4	16	150	39,71	3,78
2440	37,54	80,9	16	150	31,53	4,76	46,6	99,6	16	150	34,52	4,35
2720	38,68	74,7	16,4	150	35,27	4,25	48,56	93,65	16	150	33,96	4,42
3000	40,58	70,7	16,4	150	37,64	3,99	50,84	89,4	16	150	37,28	4,02
3280	41,34	66,45	15,6	150	39,92	3,76	53,5	86	16	150	30,54	4,91
3560	41,72	61,35	15,2	150	35,84	4,19	56,16	82,6	16	150	28,49	5,27
3840	39,44	53,7	15	150	33,5	4,48	53,88	73,25	16	150	26,57	5,65
4120	36,26	46,05	15,4	150	38,62	3,88	50,84	56,25	16	150	31,62	4,74
Jumlah	367,68	713,21	157,4			42,49	476,89	903,35	160			44,59
Rerata	36,77	71,32	15,74			4,25	47,69	90,34	16			4,46
Perhitungan dan konversi satuan												
Densitas solar = 842,5 kg/m <sup>3</sup> [4]												
Daya 36,77 hp = 27,43 kW						Daya 47,69 hp = 35,58 kW						
fc 4,25 cm <sup>3</sup> /s = 0,015 m <sup>3</sup> /h						fc 4,46 cm <sup>3</sup> /s = 0,016 m <sup>3</sup> /h						
sfc= 0,47 kg/kW.h						sfc= 0,38 kg/kW.h						

#### a. Torsi

Torsi pada mesin yang menggunakan *turbocharger*, torsi tertinggi pada putaran 1880 rpm sebesar 109,4 lb-ft, hal ini menunjukkan bahwa pada putaran ini telah terjadi aliran energi benar-benar sesuai dengan diagram katup sehingga tekanan rata-rata yang diterima piston maksimum. Sedangkan untuk mesin yang tanpa menggunakan *turbocharger*, torsi tertinggi pada putaran 1600 rpm sebesar 87,7 lb-ft.

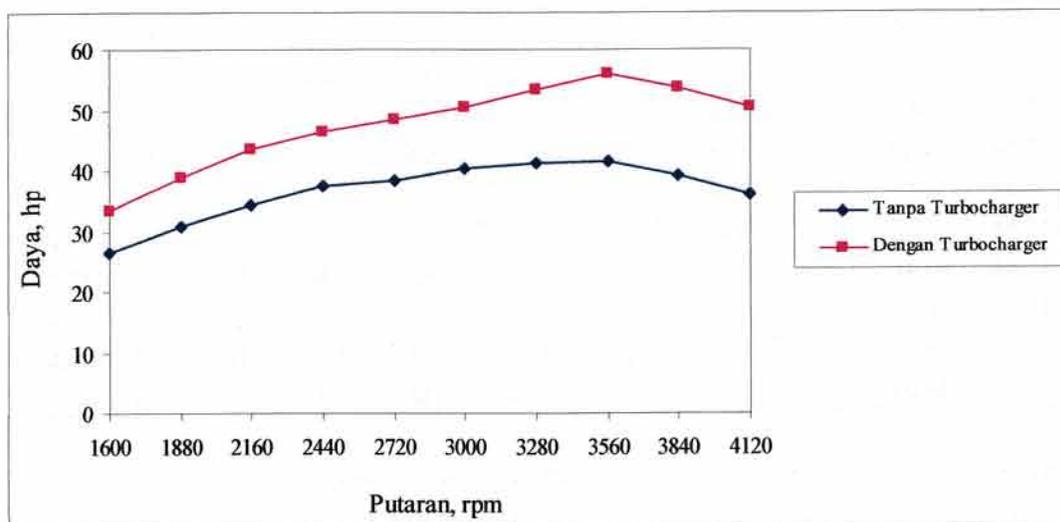
Secara keseluruhan pemasangan *turbocharger* dapat meningkatkan torsi rata-rata sebesar 26,66 %. Perbandingan torsi yang terjadi pada mesin diesel yang menggunakan *turbocharger* dan tanpa *turbocharger* seperti ditunjukkan pada Gambar 2. di bawah ini,



**Gambar 2.** Grafik perbandingan torsi mesin dengan dan tanpa *turbocharger*

b. Daya

Daya adalah kerja yang dihasilkan sistem per satuan waktu, merujuk Tabel 1 diatas maka pada putaran yang sama yaitu 3560 rpm mesin yang menggunakan *turbocharger* menghasilkan daya sebesar 56,16.hp, sedangkan mesin yang tidak menggunakan menghasilkan daya 41,74 hp. Terlihat bahwa dengan menggunakan *turbocharger* pada rpm yang sama akan meningkatkan daya sebesar 14,44 hp (34,61 %) dan secara rerata terjadi peningkatan daya sebesar 29,7 %. Perbandingan daya yang terjadi pada mesin diesel yang menggunakan *turbocharger* dan tanpa *turbocharger* seperti ditunjukkan pada Gambar 3. di bawah ini,



**Gambar 3.** Grafik perbandingan daya mesin dengan dan tanpa *turbocharger*

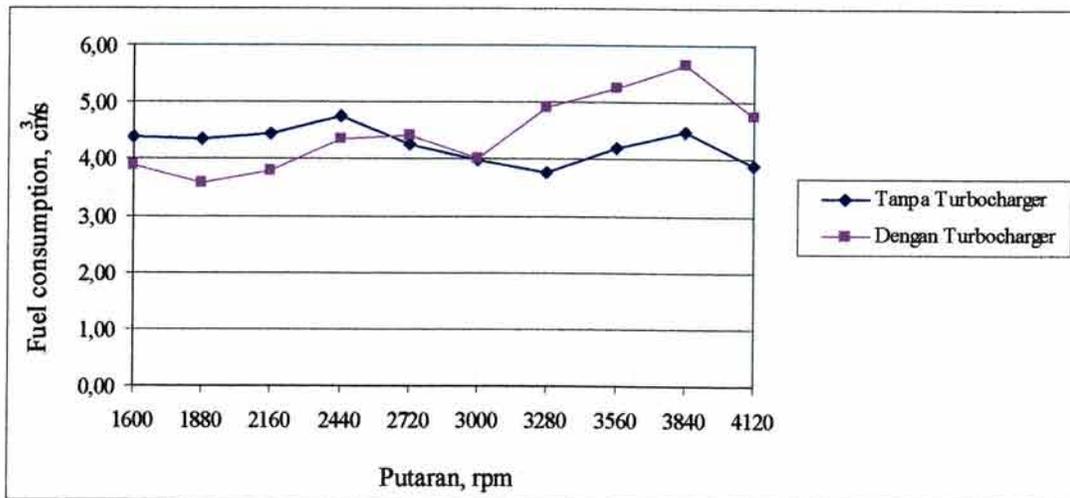
c. *Specific fuel consumption* (sfc)

*Specific fuel consumption* (sfc) menyatakan laju konsumsi bahan bakar pada suatu motor bakar torak, pada umumnya dinyatakan dalam jumlah massa bahan bakar per satuan keluaran daya dan ini merupakan indikator keefektifan suatu motor bakar torak dalam menggunakan bahan bakar yang tersedia untuk menghasilkan daya

Untuk konsumsi bahan bakar yang tertinggi pada mesin yang menggunakan *turbocharger*, terjadi pada putaran 3840 rpm yaitu sebesar 5,65 cm<sup>3</sup>/s, sedangkan untuk konsumsi bahan bakar pada mesin yang tanpa menggunakan *turbocharger*, terjadi pada putaran 2440 rpm sebesar 4,76 cm<sup>3</sup>/s.

Kalau ditinjau dari *fuel consumption* dengan penambahan *turbocharger* akan terjadi kenaikan penggunaan bahan bakar sebesar 4,94 %, tetapi kalau ditinjau dari *Specific fuel consumption* akan terjadi penghematan bahan bakar sebesar 19,09 %.

Perbandingan daya yang terjadi pada mesin diesel yang menggunakan *turbocharger* dan tanpa *turbocharger* seperti ditunjukkan pada Gambar 4. di bawah ini,



Gambar 4. Grafik perbandingan *fuel consumption* mesin dengan dan tanpa *turbocharger*

d. *Air Fuel Ratio* (AFR)

AFR menyatakan perbandingan udara – bahan bakar pada mesin, mesin yang menggunakan *turbocharger* AFR nya konstan yaitu 16 : 1, ini disebabkan oleh tekanan udara yang dihasilkan oleh *turbocharger* stabil sehingga pembakarannya cenderung lebih baik, sedangkan untuk perbandingan udara – bahan bakar pada mesin yang tanpa menggunakan *turbocharger*, terjadi fluktuasi yaitu tertinggi pada putaran 2720 rpm dan 3000 rpm pada perbandingan udara – bahan bakar 16,4 : 1, hal ini menunjukkan bahwa pembakarannya kurang baik/stabil.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengujian dari penggunaan *turbocharger* pada mesin diesel volume 2499 cc, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

- Penggunaan *turbocharger* pada mesin diesel dapat meningkatkan torsi, torsi maksimum yang dicapai oleh mesin diesel dengan *turbocharger* sebesar 109, 4 ft-lb pada putaran 1880 rpm, sedangkan pada mesin tanpa *turbocharger* torsi maksimum dicapai pada putaran 1600 rpm yaitu sebesar 87,7 lb-ft. Secara rerata peningkatan torsinya mencapai 26,66 %.
- Daya maksimum terjadi pada putaran mesin yang sama yaitu 3560 rpm, daya pada mesin yang menggunakan *turbocharger* sebesar 56,16 hp sedangkan pada mesin tanpa *turbocharger* sebesar 41,74 hp terjadi peningkatan daya sebesar (34,61 %) dan secara rerata peningkatan dayanya sebesar 29,7 %.
- Fuel consumption* pada mesin dengan *turbocharger* akan meningkat sebesar 4,94 % artinya terjadi pemborosan bahan bakar tetapi kalau ditinjau dari *specific fuel consumption* akan terjadi penghematan bahan bakar sebesar 19,09 %.
- Penambahan *turbocharger* pada mesin diesel akan membuat AFR-nya stabil

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hutabarat Rilly., 2006. Heat Balance pada Diesel Engine. <http://www.daunbiru.com/cms-daunbiru.com> [12 Februari 2011]
- [2] Arismunandar, W., Tsuda, K., 2004. Motor Diesel Putaran Tinggi. Cetakan kesepuluh, Pradnya Paramita, Jakarta
- [3] Mahadi., 2007. Efek Penggunaan Supercharger Terhadap Unjuk Kerja dan Konstruksi pada Sebuah Mesin Diesel. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/> [18 Februari 2011]
- [4] Legowo. E H, Pengalaman Lemigas dalam Proses Pembuatan Biodiesel. Prosiding Seminar Nasional Biofuel, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta 5 Mei 2006
- [5] Heywood John B. Internal Combustion Engine Fundamentals. McGraw-Hill Publishing Company.