

# Peningkatan Prestasi Motor Diesel dengan Metode Optimalisasi Sistem *Intake Manifold Turbo Fan Axial*

Ahmad Robiul Awal Udin<sup>#1</sup>, Adityo<sup>\*2</sup>

<sup>#</sup>*Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember  
Jalan Mastrip PO.BOX 164 Jember*

<sup>1</sup>robiul@poliije.ac.id

<sup>3</sup>ooadit81@gmail.com

## Abstract

The development of motor vehicle technology underlies the urgency of increasing the efficiency of the engine to the fuel requirements that will be used in the combustion process to produce output parameters. One of the elements for an effective combustion process for the composition of the fuel mixture is the quantity and the air capacity to be supplied to each cylinder. In diesel motors the air requirement at the time of suction step one of them influenced intake manifold system design which is a minor losses flow. Turbo Fan Axial in intake manifold diesel motor system, it is expected that air supply capacity can be fulfilled and can minimize minor losses, so that the engine performance of torque and engine power has increased. With Performance Air Intake System method by forcing Air Input through the blades of Fan Axial. This research using quasi experimental method by comparing between intake manifold diesel motor with and without installation of turbo fan axial. The results obtained an average torque increase of 22%, with the highest torque at the beginning of 1150 rpm engine speed of 41.8 Nm, while the average power increase of 13% with a power value of 8 KW at 2200 rpm engine speed.

**Keywords—** Performance Engine, Diesel Engine, Intake Manifold, Turbo Fan Axial.

## I. PENDAHULUAN

Pada langkah hisap motor diesel fluida kerjanya udara yang akan dikompresikan didalam ruang bakar. Sehingga properti, keadaan, kualitas dan kuantitas udara menjadi sangat penting yang harus diberikan untuk bereaksi dengan tiap satu satuan berat bahan bakar yang disemprotkan (solar) untuk menghasilkan entalpi pembakaran. Permasalahan pemenuhan kebutuhan udara pada multi silinder motor diesel dapat ditempuh dengan berbagai metode, salah satunya memaksa sejumlah aliran udara yang akan masuk ke ruang bakar atau *Force Air Induction System*. Pemanfaatan metode sistem ini sangat dipengaruhi bentuk dan ukuran dari saluran masuk atau *intake manifold*. *Intake manifold* didesain agar udara mengalir ke tiap silinder dengan kuantitas yang sama. Namun karena di *intake header* terdapat bentuk dan kompartemen saluran yang disesuaikan arah aliran udara menuju tiap ruang bakar serta adanya perubahan bentuk dan halangan dari katup *intake* yang dapat menimbulkan kerugian ringan atau *minor losses*.

Shirao dkk [9], menganalisa *intake manifold* dengan bagian dalam yang berulir berjarak 2 mm, udara yang masuk di *intake manifold* akan dipaksa secara memutar (*inducing swirl*) kedalam ruang bakar. Dengan pemasangan

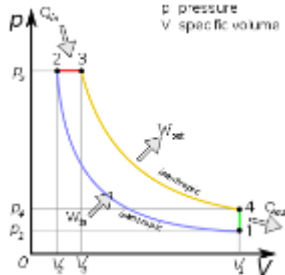
tipe ulir Buttres memiliki efisiensi termal 14,5 % lebih tinggi dari *intake manifold* normal atau standar. Kemudian Raj Kumar dkk [7], menganalisa kemampuan *intake* ini dengan menerapkan pola aliran pasif melalui sudu – sudu tetap *vane nozzles* yang di uji *intake manifold* motor diesel satu silinder. Dari pengujian secara keseluruhan terdapat kenaikan daya poros sebesar 4,19% dengan penggunaan *vane nozzles* dari pada *intake* standar.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Prinsip Kerja Motor Diesel

Motor diesel sebagai sebuah sumber tenaga penggerak memiliki prinsip yang hampir sama dengan motor bensin (*gasoline engine*) dimana energi dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar, Ada beberapa perbedaan utama antara karakteristik mesin bensin dan mesin diesel. Mesin diesel menggunakan prinsip *auto-ignition* (terbakar sendiri). Sedangkan mesin bensin menggunakan prinsip *spark-ignition* (pembakaran yang dipicu oleh percikan api pada busi). Oleh karenanya motor diesel sering juga disebut dengan "*compression ignition engine*". Agar dapat mencapai suhu dan tekanan pembakaran, tekanan kompresi pada mesin diesel diusahakan mampu mencapai 30-

45kg/cm<sup>2</sup>, agar temperatur udara yang dikompresikan mencapai 500 derajat celsius, sehingga bahan bakar mampu terbakar dengan sendirinya tanpa dipicu oleh letikan bunga api dari busi. Berikut konsep termodinamika proses kerja motor diesel secara ideal dalam bentuk diagram p – V seperti pada gambar 1.

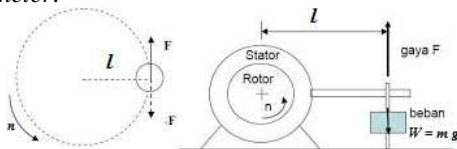


Gambar 1. Diagram P – v Motor Diesel ([https://en.wikipedia.org/wiki/Diesel\\_cycle](https://en.wikipedia.org/wiki/Diesel_cycle))

## 2.2 Parameter Uji Prestasi Mesin

### 2.2.1 Torsi

Torsi adalah gaya putar. Ketika torak bergerak ke bawah pada langkah usaha, akan menerapkan torsi pada poros engkol mesin (melalui batang torak). Dorongan yang lebih besar pada torak, torsi yang lebih besar diterapkan. Oleh karena itu, tekanan pembakaran yang lebih tinggi, akan menghasilkan jumlah torsi yang lebih besar. *Dynamometer* biasanya digunakan untuk mengukur torsi mesin. Torsi dapat diukur pada saat yang sama dengan daya *dynamometer*.



Gambar 2. Prinsip Kerja Dinamometer

$$T = F \times l = m \times g \times l \quad \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- T = torsi (N.m)
- m = massa yang diukur pada *dynamometer* (kg)
- g = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)
- l = panjang tuas pada *dynamometer* (m)

### 2.2.2 Daya

Daya poros dibangkitkan oleh daya indikator, yang merupakan daya gas pembakaran yang menggerakkan torak selanjutnya menggerakkan semua mekanisme, sebagian daya indikator dibutuhkan untuk mengatasi gesekan mekanik, seperti pada torak dan dinding silinder dan gesekan antara poros dan bantalan.

$$P = \frac{2\pi nT}{6000} (kW) \quad \dots\dots\dots(2)$$

## III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

### 3.1 Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini, tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut :

- a. Menganalisa prestasi motor diesel yaitu torsi dan daya dengan membandingkan intake manifold menggunakan turbo fan aksial maupun yang tidak menggunakannya;
- b. Menganalisa pola data prestasi mesin diesel yang dihasilkan antara *intake manifold* dengan *turbo fan axial* dengan *intake manifold* standar.

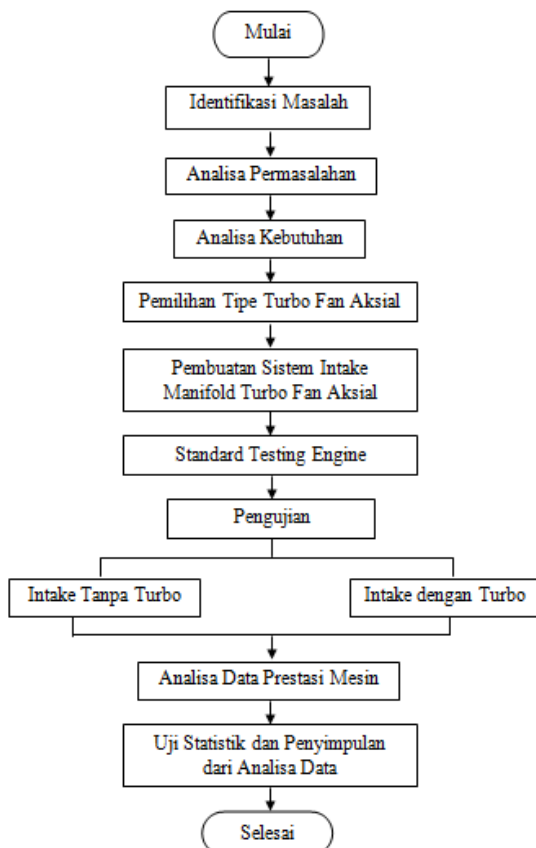
### 3.2. Manfaat Penelitian

Turbo fan aksial merupakan salah satu jenis mesin fluida untuk menambah kecepatan aliran fluida yang akan masuk kedalam sistem. Pada langkah hisap siklus kerja motor diesel, fluida yang masuk keruang silinder hanya udara akibat tekanan negatif dari perpindahan piston pada posisi TMA ke posisi TMB dengan katup hisap terbuka dan katup buang tertutup. Karena pada motor diesel tidak seperti pada motor bensin dalam proses pembakarannya sehingga pada motor diesel agar efisiensi termal meingkat diperlukan pasokan udara yang lebih banyak dari motor bensin dan harus memiliki rasio kompresi yang tinggi, dengan demikian perlu adanya pengembangan dari sisi pasokan udara pada motor diesel. Sehingga diharapkan manfaat penelitian ini sebagai berikut :

1. Dapat meningkatkan prestasi motor diesel yaitu torsi dan daya.
2. Pemanfaatan dan penggunaan teknik peningkatan sistem *intake manifold* motor diesel.
3. Sebagai pengayaan bahan ajar motor diesel dan langkah awal dalam penelitian *turbomachinery*.
4. Dapat berkontribusi dalam mewujudkan visi dan misi institusi.
5. Dapat diaplikasikan secara langsung oleh masyarakat.

## IV. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan berdasarkan tahapan yang menitikberatkan kepada indikator keberhasilan prestasi motor diesel dengan menambahkan fan aksial untuk meningkatkan kemampuan sistem intake manifold dalam pemenuhan kapasitas udara pada tiap silinder. Untuk dapat mencapai, indikator tersebut, maka tahapan-tahapan penelitian ini tergambar pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

#### A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Labortorium Mesin Otomotif Politeknik Negeri Jember Program Studi Mesin Otomotif. Penelitian ini membutuhkan waktu 6 bulan dari awal mulai proposal diterima sampai pembuatan laporan akhir.

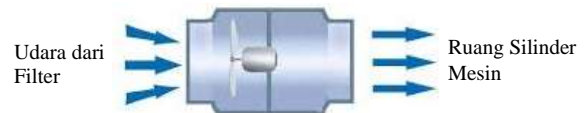
#### B. Peubah Pengamatan

Penelitian ini merupakan suatu pengembangan dan inovasi pada sistem *intake manifold* kendaraan bermotor untuk meningkatkan prestasi atau performa kendaraan bermotor terutama motor diesel. Parameter prestasi mesin meliputi efisiensi volumetrik, torsi dan daya merupakan variabel terikat pada penelitian ini. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu putaran mesin dari 1150 sampai 3100 RPM dengan interval kenaikan 150 RPM.

#### C. Model Penelitian

Pemodelan sistem intake manifold dengan turbo fan aksial ini merupakan awal dari penelitian selanjutnya yang bertema tentang efisiensi bahan bakar, turbocharger dan emisi gas buang, hal ini sesuai dengan peta rencana Kemenristek dalam Buku Putih Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan Bidang Teknologi dan

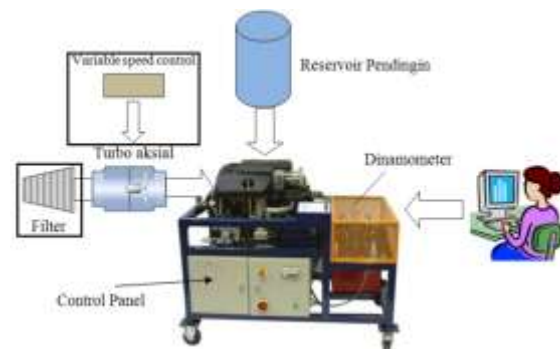
Manajemen Transportasi 2005 – 2025, untuk mengembangkan komponen kendaraan bermotor sebagai sarana transportasi. Objek penelitian menggunakan motor diesel 4 langkah (*engine stand*), dengan memanfaatkan turbo fan aksial pada intake manifold untuk memaksakan dan menambah kapasitas udara dalam silinder.



Gambar 4. Desain dan Produk Turbo Fan Aksial

#### D. Prosedur Pengujian

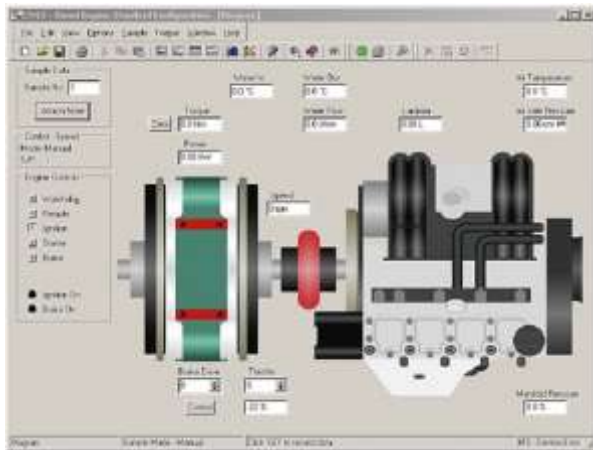
Adapun rancangan penelitian menggunakan pengamatan eksperimental semu pada kondisi temperatur pengujian disesuaikan dengan temperatur ruangan / lingkungan. *Engine stand motor diesel* memiliki pencatatan data secara terkomputerisasi yang dilengkapi alat ukur pembebanan yaitu dinamometer.



Gambar 5. Prosedur Pengujian



Gambar 6. Instalasi Pengujian



Gambar 7. Tampilan Software dan Parameter Pengujian

#### IV. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Sebelum pengujian, terlebih dahulu dilakukan *warm start* pada mesin diesel dan inspeksi kemungkinan ada kerusakan selama 10 menit sampai mencapai suhu temperatur kerja mesin 80°C. Pada pengujian ini dihasilkan data melalui pengukuran pada mesin uji CM 12 yang dilengkapi dengan *eddy current dynamometer* yang terintegrasi dengan aplikasi *software Armfield CM 12* seperti pada gambar 7. Berikut ini perbandingan data hasil pengujian prestasi mesin diesel standar dan PAK SYS :Berikut hasil pengujian seperti pada tabel 1.

TABEL I. HASIL PENGUJIAN PRESTASI MESIN CM 12

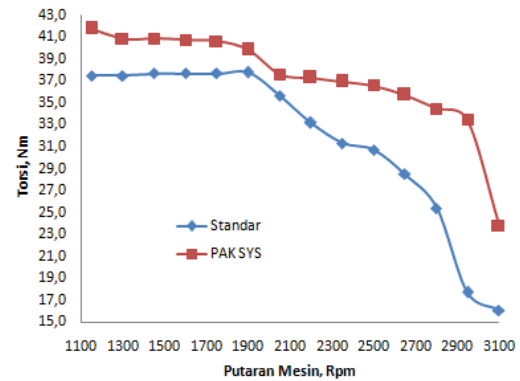
No	Putaran Mesin (Rpm)	STANDAR*			PAK SYS**		
		Torsi [Nm]	Daya [kW]	Efisiensi Volumetrik [%]	Torsi [Nm]	Daya [kW]	Efisiensi Volumetrik [%]
1	1150	37,5	4,5	70,2	41,8	5,0	80,1
2	1300	37,5	5,0	73,9	40,9	5,2	79,4
3	1450	37,7	5,2	75,7	40,9	5,6	81,1
4	1600	37,7	6,2	76,8	40,8	5,7	83,6
5	1750	37,7	6,2	77,9	40,7	5,9	87,8
6	1900	37,8	6,3	83,1	39,9	6,8	90,5
7	2050	35,7	6,7	84,0	37,6	7,2	91,4
8	2200	33,2	6,7	89,4	37,3	8,0	98,8
9	2350	31,3	5,1	88,7	36,9	7,7	98,6
10	2500	30,7	5,1	88,4	36,6	6,7	97,2
11	2650	28,5	5,0	88,4	35,7	5,7	90,0
12	2800	25,4	5,0	88,1	34,5	5,6	85,0
13	2950	17,7	4,9	86,8	33,5	5,6	82,2
14	3100	16,1	4,7	86,4	23,8	5,5	82,1

##### 4.1 Torsi Vs Putaran Mesin

Torsi adalah gaya putar. Ketika torak bergerak ke bawah pada langkah usaha, akan menerapkan torsi pada poros engkol mesin (melalui batang torak).

Gambar 8 menunjukkan bahwa karakteristik variasi torsi terhadap putaran mesin pada *intake manifold* keadaan standar maupun menggunakan *PAK SYS* memiliki kecenderungan grafik hiperbolik terbuka kebawah. Pada putaran mesin 1150 sampai 2200 rpm torsi akan mengalami

kenaikan dan selanjutnya akan terdegradasi seiring dengan meningkatnya putaran mesin. Kecenderungan ini dipengaruhi berbagai faktor yang paling dominan adalah faktor gesekan mekanis dan kemampuan atau kapasitas mesin.



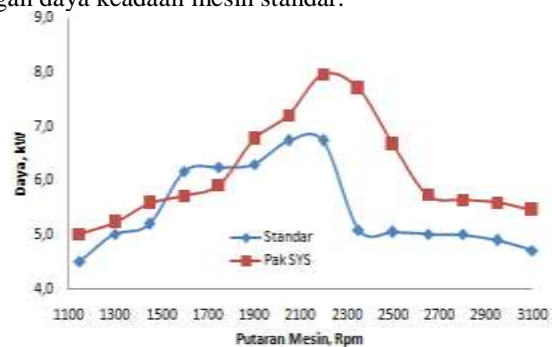
Gambar 8. Hubungan torsi terhadap variasi putaran mesin

Torsi yang dihasilkan dengan menggunakan *PAK SYS* akan mengalami peningkatan rata – rata sebesar 22 % dibandingkan dengan torsi keadaan mesin standar. Prosentase peningkatan tertinggi torsi pada putaran mesin 2950 rpm sebesar 89 %. Pada kondisi standar nilai torsi tertinggi putaran mesin 1900 rpm sebesar 37,8 Nm dan untuk *PAK SYS* nilai torsi tertinggi pada awal putaran mesin 1150 rpm sebesar 41,8 Nm.

##### 4.2 Daya Vs Putaran Mesin

Daya poros dibangkitkan oleh daya indikator, yang merupakan daya gas pembakaran yang menggerakkan torak selanjutnya menggerakkan semua mekanisme, sebagian daya indikator dibutuhkan untuk mengatasi gesekan mekanik.

Gambar 9 menunjukkan daya yang dihasilkan keadaan tanpa (standar) maupun dengan *fan axial* pada *intake manifold* mesin diesel CM12 mengalami kenaikan sampai putaran mesin mencapai 2200 rpm, selanjutnya mengalami penurunan daya seiring dengan bertambahnya kenaikan putaran mesin. Secara keseluruhan penggunaan sistem *intake manifold* dengan pemasangan *fan axial* mampu meningkatkan daya rata – rata sebesar 13 % dibandingkan dengan daya keadaan mesin standar.



Gambar 9. Hubungan daya terhadap variasi putaran mesin

Prosentase peningkatan tertinggi daya pada putaran mesin 2350 rpm sebesar 51 %, pada kondisi standar nilai daya tertinggi pada putaran mesin 2050 rpm sebesar 6,7 kW serta dengan PAK SYS nilai daya tertinggi pada putaran mesin 2200 rpm sebesar 8 kW.

#### V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian *Intake Manifold* yang menggunakan turbo fan aksial pada *intake manifold motor diesel*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Peningkatan torsi rata – rata sebesar 22 %, dengan nilai torsi tertinggi pada awal putaran mesin 1150 rpm sebesar 41,8 Nm, sedangkan peningkatan daya rata – rata sebesar 13 % dibandingkan dengan daya keadaan mesin standar dengan nilai daya mencapai 8 KW pada putaran mesin 2200 rpm;
2. Dari hasil pengolahan data didapatkan bahwa grafik torsi, daya dan efisiensi memiliki pola atau *trend* yang sama yaitu hiperbolik terbuka kebawah artinya, pada awal putaran mesin akan mengalami kenaikan hingga mencapai nilai tertinggi kemudian mengalami penurunan seiring meningkatnya putaran mesin. Hal ini dikarenakan faktor gesekan mekanis, kemampuan atau kapasitas mesin uji CM 12, desain konstruksi *intake manifold* yang sudah tidak mampu memenuhi perubahan secara relatif untuk menghasilkan energi atau kerja dari motor diesel.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya penelitian ini, kami sampaikan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian, Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi dengan Program Penelitian Dosen Pemula tahun anggaran 2017.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arismundandar, Wiranto. 2005. Penggerak Mula Motor Bakar Torak edisi kelima. Penerbit ITB. Bandung
- [2]. Astu, Pudjanarsa & Nursuhud, Djati. 2008. Mesin Konversi Energi. Penerbit Andi Yogyakarta.
- [3]. Atkins, Richard D. 2009. *An Introduction to Engine Testing and Development*. SAE International. Warrendale USA
- [4]. Bennett, Sean. 2012. *Modern Diesel Technology : Light Duty Diesels*. Delmar : Cengage Learning. Clifton Park – New York USA.
- [5]. Grundmann, Reinhard. *Elementary Fan Technology*. [www.tl-turbo.com/dateien/346-Elementary\\_Fan\\_Technology.pdf](http://www.tl-turbo.com/dateien/346-Elementary_Fan_Technology.pdf). diunggah 25 April 2016
- [6]. Heywood, J. 2010. *Internal Combustion Engine Fundamentals*, MCGraw Hill.
- [7]. Kumar, A Raj. 2015. *Performance Evaluation of a Diesel Engine In The Presence Of a Convergent Nozzle with Internal Blades in the Air Intake Manifold*. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 4, Issue 7, July 2015
- [8]. Nguyen-Schäfer, Hung. 2012. *Rotordynamics of Automotive Turbochargers Second Edition*. Springer International Publishing Switzerland

- [9]. Shirao, Pankaj N. 2014. *Performance Analysis Of Single Cylinder (Di) Diesel Engine by Air Swirl Induction With Internally Threaded Inlet Manifolds*. International International Journal Of Mechanical Engineering and Technology (IJMET). ISSN 0976 – 6359 (Online). Volume 5, Issue 7, July (2014), pp. 144-150