

## PENGARUH JUMLAH SEKAT FILTER UDARA SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN PERFORMANCE MESIN DIESEL

Ahmad Rifai<sup>1)</sup>, Toni Dwi Putra<sup>2)</sup>, Muhammad Agus Sahbana<sup>3)</sup>

### ABSTRAK

Penambahan jumlah udara pada proses pembakaran diyakini akan dapat meningkatkan *performance* dari suatu mesin. Salah satunya dengan mengurangi jumlah sekat pada filter udara. Udara yang masuk ke ruang bakar terlebih dahulu akan di saring melalui filter udara agar selalu terjaga kebersihannya. Hal ini tentu saja merupakan suatu hambatan yang menghalangi udara yang akan masuk kedalam ruang bakar. Dengan pengurangan sekat pada filter udara tersebut maka hambatan yang ada akan semakin berkurang dan udara yang ada untuk proses pembakaran akan terpenuhi sehingga akan terjadi pembakaran yang sempurna. Dengan demikian penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah sekat filter udara sebagai upaya meningkatkan *performance* mesin diesel.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang menguji jumlah 153 sekat, 144 sekat dan 135 sekat. Dari setiap jumlah sekat dilakukan pengujian menggunakan variasi putaran mesin.

Pada jumlah sekat filter udara 153 sekat konsumsi bahan bakar lebih hemat, dan efisiensi juga lebih tinggi. Pada jumlah sekat filter udara 144 sekat, konsumsi bahan bakar, putaran output mesin dan daya *engine* akan meningkat pula. Pada jumlah sekat filter udara 135 sekat, konsumsi bahan bakar akan menjadi lebih boros tetapi putaran output dan daya *engine* juga meningkat dengan efisiensi lebih rendah.

**Kata kunci** : Filter udara, performance dan sekat.

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang Masalah

Salah satu bentuk kelancaran yang dibutuhkan manusia adalah kelancaran dalam perjalanan melalui sarana transportasi, baik melalui darat, laut maupun udara. Sejauh ini sarana tersebut menggunakan peralatan mekanis yang digerakan oleh daya yang dihasilkan oleh pembakaran dari sejumlah bahan bakar tertentu. proses pembakaran tersebut mendorong piston turun dan naik menjadi gerak translasi. Dari gerak translasi menghasilkan gerak rotasi pada poros engkol. Idealnya putaran mesin pada sarana angkutan tersebut stabil, tetapi pada kenyataannya suatu angkutan dioperasikan setiap hari dan putaran mesin tidak selalu stabil. Ketidakstabilan putaran tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh filter udara pada mesin diesel. Hal ini dapat mengurangi kelancaran perjalanan dan juga dapat menimbulkan masalah pada kemampuan mesin jika terjadi pada waktu yang cukup lama.

Pada kenyataan saat ini tingkat mobilitas manusia mencapai taraf yang cukup tinggi, sehingga akan selalu berhubungan dengan sarana angkutan dengan konsekuensi menggunakan mesin dan menghidupkan dalam jangka waktu yang relatif lama. Dalam hal ini putaran mesin kemungkinan tidaklah stabil, sehingga mengurangi kemampuan mesin khususnya kendaraan yang harganya masih relatif murah. Dilihat dari sisi teknis, ketidakstabilan putaran mesin dapat di atasi sebelum melakukan perjalanan yaitu dapat melakukan pengontrolan terhadap bagian-bagian yang mempengaruhi putaran mesin, salah satunya adalah filter udara pada mesin diesel.

Penelitian ini mempunyai tujuan adalah untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah sekat filter udara sebagai upaya meningkatkan *performance* mesin diesel

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Mesin Diesel Bekerja

Ketika gas dikompresi, suhunya meningkat (seperti dinyatakan oleh Hukum *Charles*; mesin diesel menggunakan sifat ini untuk menyalakan bahan bakar. Udara disedot ke dalam silinder mesin diesel dan dikompresi oleh piston yang merapat, jauh lebih tinggi dari rasio kompresi dari mesin menggunakan busi. Pada saat piston memukul bagian paling atas, bahan bakar diesel dipompa ke ruang pembakaran dalam tekanan tinggi, melalui *nozzle atomising*, dicampur dengan udara panas yang bertekanan tinggi. Hasil pencampuran ini menyala dan membakar dengan cepat. Ledakan tertutup ini menyebabkan gas dalam ruang pembakaran di atas mengembang, mendorong piston ke bawah dengan tenaga yang kuat dan menghasilkan tenaga dalam arah vertikal. Rod penghubung menyalurkan gerakan ini ke *crankshaft* yang dipaksa untuk berputar, menghantar tenaga berputar di ujung pengeluaran *crankshaft*. *Scavenging* (mendorong muatan-gas yang habis terbakar keluar dari silinder, dan menarik udara segar kedalam) mesin dilaksanakan oleh *ports atau valves*. Untuk menyadari kemampuan mesin diesel, penggunaan *turbocharger* untuk mengkompresi udara yang disedot masuk sangat dibutuhkan; *intercooler* untuk mendinginkan udara yang disedot masuk setelah kompresi oleh *turbocharger* meningkatkan efisiensi. Komponen penting dari mesin diesel adalah *governor*, yang membatasi kecepatan mesin mengontrol pengantaran bahan bakar. Mesin yang menggunakan pengontrolan elektronik canggih mencapai ini melalui *Elektronik Control Modul (ECM) atau Elektronik Control Unit (ECU)* - yang merupakan "komputer" dalam mesin. *ECM/ECU* menerima kecepatan signal mesin melalui sensor dan menggunakan algoritma dan mencari tabel kalibrasi yang disimpan dalam *ECM/ECU*, dia mengontrol jumlah bahan bakar dan waktu melalui aktuator elektronik atau hidrolik untuk

mengatur kecepatan mesin. Mesin diesel tidak dapat beroperasi pada saat silinder dingin. Beberapa mesin menggunakan pemanas elektronik kecil yang disebut busi menyala di dalam silinder untuk memanaskan silinder sebelum penyalaan mesin. Lainnya menggunakan pemanas "resistive grid" dalam "intake manifold" untuk menghangatkan udara masuk sampai mesin mencapai suhu operasi. Setelah mesin beroperasi pembakaran bahan bakar dalam silinder dengan efektif memanaskan mesin. Dalam cuaca yang sangat dingin, bahan bakar diesel mengental dan meningkatkan *viscositas* dan membentuk kristal lilin atau gel. Ini dapat mempersulit pemompa bahan bakar untuk menyalurkan bahan bakar tersebut ke dalam silinder dalam waktu yang efektif, membuat penyalaan mesin dalam cuaca dingin menjadi sulit, meskipun peningkatan dalam bahan bakar diesel telah membuat kesulitan ini menjadi sangat jarang.

### Tipe Mesin Diesel

Ada dua kelas mesin diesel: dua-*stroke* dan empat-*stroke*. Banyak mesin diesel besar beroperasi dalam dua-*stroke cycle*. Mesin yang lebih kecil biasanya menggunakan empat *stroke cycle*

### Pengukuran dan Perhitungan

*Performance* atau unjuk kerja dari suatu motor bahan bakar adalah suatu indikasi tingkat keberhasilan mesin berubah energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar menjadi kerja mekanis.

Dibawah ini diutarakan variabel-variabel yang berhubungan dengan *performance* suatu mesin.

#### a. Torsi Efektif (Te)

*Torsi efektif* dihasilkan dari pengukuran dengan menggunakan Dinamometer.

$$Te = P \cdot I \text{ (kg m)} \dots \dots \text{(VEDC Malang)}$$

Keterangan :

P = Beban (kg)

I = Panjang Lengan Alat (0,47 m)

#### b. Daya Efektif (Ne)

$$Ne = \frac{Te \cdot n}{716,2} \text{ (Ps)} \dots \dots \text{(Wiranto Aris Munandar)}$$

Keterangan :

Te = Torsi efektif (Kg.m)

n = Putaran (rpm)

#### c. Keseimbangan In put dan Out put

$$Ql = Fh \cdot Qc \text{ (kcal/jam)}$$

Keterangan :

Qc = Nilai Kalor rendah bahan bakar = 10000 kcal/kg

Fh = Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam)

#### d. Efisiensi Thermal efektif

$$\eta_{te} = \frac{632,5 \cdot Ne}{Ql} \times 100\%$$

Keterangan :

Ne = Daya Efektif (Ps)

Ql = Neraca Kalor (kcal/kg)

#### e. Pemakaian Bahan Bakar Spesifik Efektif (Fe)

Pemakaian bahan bakar atau *fuel consumption specific* adalah perbandingan antara bahan bakar yang terbakar dengan tenaga yang dihasilkan oleh mesin. Dinyatakan dengan persamaan :

$$Fe = \frac{Fh}{Ne} \text{ (kg/ jam Ps)} \text{ (Teknik Otomotif, Drs}$$

Daryanto)

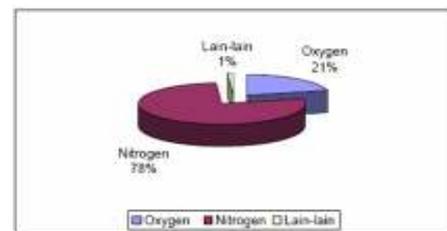
Keterangan:

Fh = Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam)

Ne = Daya efektif (Ps)

### Penelitian Terdahulu

Pada engine, untuk mengasilkan power (*expansion*), sejumlah fuel yang diinjeksikan kedalam cylinder dibakar. Untuk proses pembakaran fuel ini diperlukan sejumlah oksigen (O<sub>2</sub>), yang diambil dari udara sekelilingnya. Oksigen yang terkandung didalam udara hanya 21% dari volume udara.

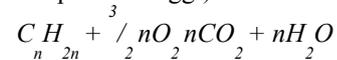


Gambar 1. Komposisi Udara di Alam

Sumber : Komatsu Diesel Engine

Oleh karena itu pula dalam proses pembakaran pada mesin diesel diperlukan jumlah serta kualitas udara yang cukup agar hasil pembakaran yang sempurna dan power yang dihasilkan juga akan meningkat.

Bila bahan bakar dan udara dimasukan bersama didalam suatu ruangan dengan temperatur tinggi dan tekanan tinggi, molekul-molekul bahan bakar terlepas dari gabungannya dan mengurai menjadi atom-atom *carbon* (C) dan atom-atom *hydrogen* (H). Kemudian atom-atom dengan cepat bereaksi dengan atom-atom *oxygen* (O<sub>2</sub>) membentuk gas *carbon dioksida* (CO<sub>2</sub>) dan air H<sub>2</sub>O (uap air pada temperatur tinggi).



Reaksi ini dinamakan pembakaran (*combustion*). Jika semua molekul karbon dan hydrogen didalam bahan bakar bereaksi dengan oksigen, proses ini dinamakan pembakaran sempurna (*complete combustion*).

Namun, jika ada kekurangan oksigen, atau molekul-molekul karbon gagal bertemu dengan molekul-molekul oksigen sebelum pembakaran sempurna terjadi, terbentuk *carbon monoksida* (CO) daripada *carbondioksida* (CO<sub>2</sub>), atau molekul-molekul *carbon* (C) tetap bebas dan tidak bergabung (bereaksi) dengan molekul-molekul oksigen. Pembakaran seperti ini disebut pembakaran tidak sempurna (*incomplete combustion*).

Gas karbondioksida dan uap air masing-masing membentuk suatu ikatan molekuler yang kuat yang tidak membahayakan manusia, tetapi carbon monoksida merupakan suatu ikatan molekuler tidak stabil, yang kemudian bereaksi dengan oksigen untuk membentuk gas karbon dioksida, sehingga hal ini sangat membahayakan. Gas karbon monoksida ini tidak berwarna dan tidak berbau, sehingga tidak bisa dilihat, sekalipun ada dalam gas buang (*exhaust*).

Molekul-molekul karbon bebas muncul dalam bentuk partikel-partikel karbon (*soot*), dan bercampur dengan gas buang membentuk asap hitam (*black smoke*), sehingga mengotori keadaan udara sekitarnya. Salah satu keunggulan dari mesin diesel adalah pembentukan gas karbon monoksida lebih kecil dibanding dengan engine bensin.

Jadi, untuk menjamin pembakaran sempurna dari bahan bakar, perlu mengetahui suatu jumlah oksigen yang cocok untuk pembakaran bahan bakar tadi, dengan kata lain, kita memerlukan udara yang cukup (termasuk didalamnya oksigen).

Banyaknya udara minimum yang dibutuhkan untuk pembakaran suatu jumlah bahan bakar dengan sempurna disebut udara teoritis (*theoretical air*). Jika memungkinkan untuk mendapatkan pembakaran sempurna dari bahan bakar dengan *theoretical air*, semua bahan bakar yang dialirkan keruang bakar harus menjadi karbon dioksida dan uap air; tidak ada karbon monoksida atau karbon bebas, dan semua oksigen yang disupply kedalam ruang bakar pun digunakan dengan sempurna, sehingga tidak ada oksigen yang tersisa.



Gambar 2. Excess Air Ratio  
Sumber : Komatsu Diesel Engine

Pada proses pembakaran dalam engine diesel, untuk membakar bahan bakar sempurna secara teori diperlukan udara seberat 14.5 kali berat bahan bakar. Tetapi, jika hanya *theoretical air* yang dimasukkan keruang bakar, molekul-molekul bahan bakar tidak punya cukup waktu untuk bertemu oksigen sebelum terjadi pembakaran sempurna karena waktu pembakaran sangat singkat (pendek). Sehingga akan menghasilkan pembakaran tidak sempurna. (Sebagai contoh, jika kecepatan engine 1800 rpm, waktu untuk satu langkah pembakaran mendekati 1/60 detik).

Untuk mencegah pembakaran tidak sempurna seperti ini, udara yang diperlukan harus lebih banyak dari pada *theoretical air*. *Excess air ratio* menunjukkan berapa kali jumlah udara actual yang disupply keruang bakar lebih besar dari pada *theoretical air*. Sebagai contoh, jika 18 liter udara yang disupply untuk 1 gram bahan bakar, dan *theoretical air* adalah 14.5 gram, *excess air ratio* adalah 1.5. Pada suatu engine, ukuran

dari silinder adalah tetap, sehingga jumlah udara yang dapat masuk dengan sendirinya adalah tetap. Dengan demikian hubungan antara jumlah fuel yang diinjeksikan dan *excess air ratio* adalah sebagai berikut.

- Jika lebih bahan bakar yang diinjeksikan, *excess air ratio* jadi lebih kecil
- Jika kurang bahan bakar yang diinjeksikan, *excess air ratio* jadi lebih besar

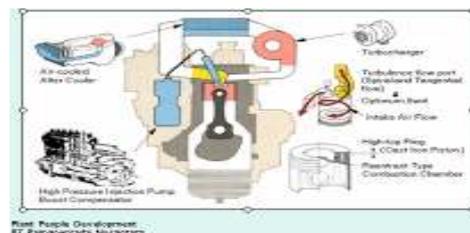
Untuk mendapatkan suatu pembakaran yang sempurna dari 1 gram bahan bakar, hasil kalkulasi dari reaksi pembakaran bahwa diperlukan udara sebanyak 14.5 gram. Jadi, *theoretical air* adalah 14.5 gram untuk pembakaran setiap 1 gram bahan bakar. Bila dikonversikan kedalam volume udara, pada kondisi normal, sama dengan 12 liter udara.

Dengan kata lain, dalam prakteknya untuk mendapatkan *horsepower* yang efektif pada engine diesel untuk mesin konstruksi, udara yang diperlukan 22 sampai 29 kali lebih besar dari berat bahan bakar yang diinjeksikan keruang bakar pada keadaan *full load*. Atau, pada beban engine maksimum (*maximum torque*) berat udara yang diperlukan adalah 1.5 sampai 2.0 kali berat udara teoritis yang diperlukan untuk membakar sejumlah berat bahan bakar maksimum yang diinjeksikan kesilinder pembakaran.

$$\text{Excess Air Ratio} = \frac{\text{Berat udara aktual}}{\text{Berat bahan bakar yang diinjeksikan} \times 14,5}$$

Juga, *excess air* sangat diperlukan untuk kerja engine, tujuannya adalah:

- Pembakaran bahan bakar selama engine bekerja tetap sempurna, sehingga menghasilkan power yang optimum pada semua kondisi kerja engine.
- *Excess air* menyerap panas hasil pembakaran juga, sehingga temperatur *exhaust gas* relatif rendah (sebagai peredam).



Gambar 3. Udara Sebagai Bahan Untuk Pembakaran di Engine. Sumber : Komatsu Diesel Engine

## METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah melakukan Esprimental melalui uji laboratorium untuk mengetahui hasil percobaan dari variasi sirip pada filter udara terhadap *performance* mesin diesel. Adapun langkah – langkah yang ditempuh melalui :

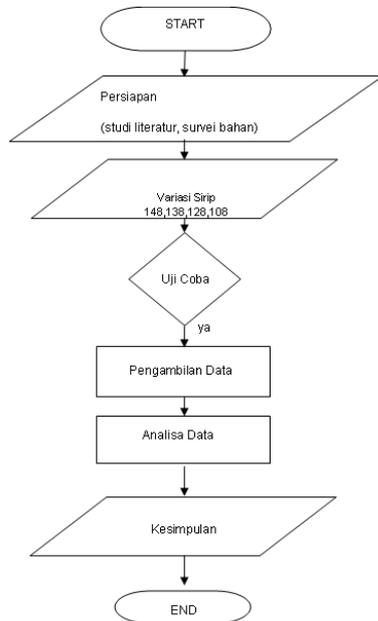
1. Alat dan uji Coba
2. Filter udara yang digunakan dalam penelitian
3. Pengambilan data
4. Analisis data
5. Kesimpulan

**Metode Analisis Data**

Data yang diperoleh akan dimasukkan pada grafik. Grafik ini akan dijadikan acuan untuk mengetahui variasi jumlah sekat filter udara terhadap putaran output dan *performance* yang dihasilkan mesin.

**Diagram Alir Penelitian**

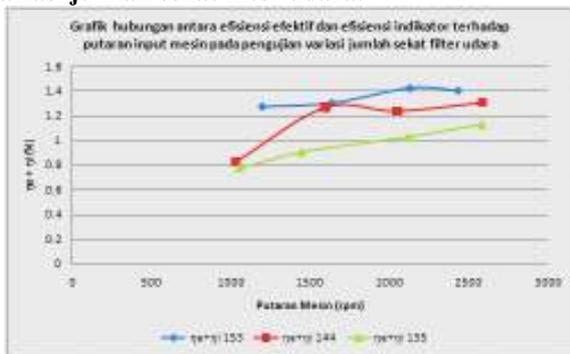
Adapun Diagram alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hubungan efisiensi efektif dan efisiensi indikator ( $\eta$ ) terhadap putaran input mesin pada pengujian variasi jumlah sekat filter udara.**



Gambar 1. Grafik hubungan efisiensi efektif dan efisiensi indikator terhadap putaran input mesin pada pengujian variasi jumlah sekat filter udara

Dari analisa grafik 1. dapat kita lihat bahwa efisiensi yang dihasilkan oleh filter udara dengan jumlah sekat paling banyak atau normal yaitu 153 buah adalah tertinggi. Hal ini dikarenakan pemakaian bahan bakar yang digunakan proses pembakaran lebih irit. Sementara itu pada jumlah sekat lebih sedikit yaitu 144 dan 135 efisiensinya lebih sedikit karena pemakaian bahan bakar lebih boros. Pada penggunaan filter udara

dengan sekat 135 atau paling kecil kenaikan efisiensi lebih merata atau lebih stabil dari pada jumlah sekat 144 dan 153. Hal ini karena udara yang masuk kedalam ruang bakar lebih banyak karena tidak adanya hambatan yang besar dan juga bahan bakar yang dipakai jumlahnya lebih banyak. Oleh karena itu diperlukan jumlah udara dan bahan bakar yang sesuai yang akan membuat efisiensi yang ada akan lebih tinggi dan *performance* engine akan lebih baik lagi. Tetapi juga dapat kita lihat bahwa pada jumlah sekat filter udara 144 sekat efisiensi juga cenderung mengalami kenaikan yang disebabkan karena jumlah udara yang masuk sesuai dengan jumlah bahan bakar yang tersedia.

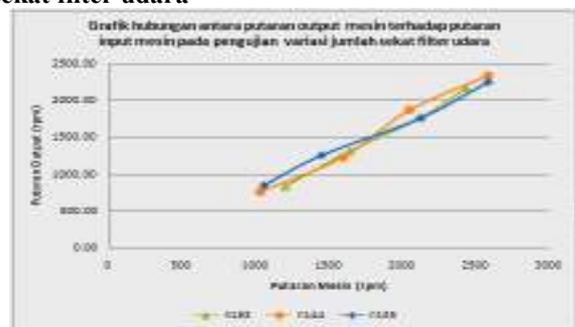
**Hubungan konsumsi bahan bakar (Q) terhadap putaran input mesin pada pengujian variasi jumlah sekat filter udara**



Gambar 2. Grafik hubungan konsumsi bahan bakar terhadap putaran input mesin pada pengujian variasi jumlah sekat filter udara

Pada grafik diatas dapat kita lihat bahwa pemakaian bahan bakar dengan menggunakan sekat filter udara yang jumlahnya lebih sedikit yaitu 135 sekat pemakaian bahan bakarnya lebih boros karena untuk mengimbangi jumlah udara yang ada dan masuk kedalam ruang bakar karena tenaga meningkat pasti akan diikuti dengan pemakaian bahan bakar yang meningkat juga. Dan juga pemakaian bahan bakar untuk sekat yang lebih banyak akan cenderung konstant dan lebih hemat.

**Hubungan putaran output mesin (rpm) terhadap putaran input mesin pada pengujian variasi jumlah sekat filter udara**



Gambar 3. Grafik hubungan antara putaran output mesin terhadap putaran input mesin pada pengujian variasi jumlah sekat filter udara

Pada grafik diatas dapat kita lihat bahwa putaran output mesin terbesar adalah pada jumlah sekat dengan variasi sedang yaitu 144 sekat. Hal ini disebabkan pada jumlah sekat tersebut adalah kondisi yang paling tepat dimana tenaga yang ada seimbang antara jumlah bahan bakar yang terbakar dengan jumlah udara yang masuk sehingga pembakaran efektif. Pada jumlah sekat yang lebih sedikit tentu saja udara yang masuk akan lebih banyak sehingga membuat putaran mesin juga tinggi dari pada jumlah sekat filter udara 153 yang putaran mesinnya paling rendah. Sedangkan pada jumlah sekat filter udara 135 putaran outputnya cenderung lebih stabil karena konsumsi bahan bakar yang stabil juga.

## KESIMPULAN

Setelah melakukan percobaan pada mesin Chevrolet LUV KB 20 tahun 1978 di laboratorium teknik mesin Universitas Widyagama Malang dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada jumlah sekat filter udara 153 buah menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih hemat rata – rata (41.66 ml) dibandingkan jumlah sekat 144 (49.58 ml) dan 135 (58.75 ml) dan efisiensi tinggi rata- rata (1.36 %)
2. Pada jumlah sekat filter udara 144 sekat, terjadi peningkatan konsumsi bahan bakar (49.58 ml ), putaran output mesin (1552.6 rpm) dan daya engine (5.1 HP).
3. Pada jumlah sekat filter udara 135 sekat, konsumsi bahan bakar akan menjadi lebih boros rata – rata (58.75 ml) dan efisiensi lebih rendah rata- rata (0.97 %)

## DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto.1991. *Motor Bakar Untuk Mobil*,Rineka Cipta. Jakarta
- Frans, M-Step. 1991.*Motor Diesel*.PT Krama Yudha Tiga Berlian Motors. Jakarta
- Plant People Development.1999.*Mesin Diesel*.PT Pamapersada Nusantara.Jakarta.
- Spuller, Andar Simatupang.1998. *Dasar Motor Otomotif*, VEDC, Malang
- Wiranto, Aris Munandar. 1983 .*Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, ITB, Bandung
- Winata,Indra Candra.2008.*Skripsi Filter Udara Mesin Bensin*.Universitas Petra.Jakarta

<http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/2006/042006/21/otokir/utama01.htm>

<http://www.motorera.com/>

<http://www.hillmanimages.com/>

<http://www.serayamotor.com/diskusi/viewtopic.php?p=28123&sid=d5e5cfb81c027dea3026c3656abe716a#28123>

