

PERBANDINGAN HASIL EMISI GAS BUANG PADA KENDARAAN BERMOTOR RODA 4 MANUAL DAN OTOMATIS

Yuwan S. Wibowo, Nely Ana Mufarida, ST., MT., Kosjoko, ST., MT.

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember,

Jember email : yuwansw@gmail.com

ABSTRAK

Kontribusi Emisi gas buang kendaraan bermotor adalah penyumbang terbesar emisi gas buang di dunia. Setelah emisi dari pabrik dan emisi dari rumah tangga. Dengan dampak emisi gas buang yang semakin besar yang disumbangkan oleh kendaraan bermotor, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini semakin banyak dikembangkan. Salah satu perkembangan teknologi kendaraan bermotor saat ini adalah adanya kendaraan bermotor roda 4 (empat) dengan transmisi manual dan transmisi otomatis. Pada karya tulis ini saya akan membandingkan perbandingan antara emisi gas buang transmisi manual dan transmisi otomatis. Dari sistem pembakaran yang sama namun dengan transmisi yang berbeda. Emisi gas buang yang dihasilkan dilakukan pengujian dengan kondisi RPM (*Revolutions Per Minute*) rendah sampai ke tinggi. Hasil yang didapatkan adalah mengetahui perbandingan emisi gas buang kendaraan bermotor roda 4 transmisi manual dan otomatis dari CO (*Carbon Monoksida*), CO₂ (*Carbon Dioksida*), HC (*Hidro Carbon*), dan O₂ (*Oxygen*).

Kata kunci : Emisi gas buang, Kendaraan bermotor, Transmisi

COMPARISON OF EXHAUST EMISSION RESULT ON MANUAL AND AUTOMATIC 4 WHEELED MOTOR VEHICLE

Yuwan S. Wibowo, Nely Ana Mufarida, ST., MT., Kosjoko, ST., MT.

Mechanical Engineering University of Muhammadiyah Jember

Email : yuwansw@gmail.com

ABSTRACT

*The contribution of motor vehicle exhaust emissions is the largest contributor to exhaust emissions in the world. After emissions from the plant and emissions from households. With the increasing impact of exhaust emissions donated by motor vehicles, the development of science and technology is increasingly being developed. One of the development of motor vehicle technology today is the existence of four-wheeled motor vehicle (four) with manual transmission and automatic transmission. In this paper I will compare the comparison between manual exhaust emissions and automatic transmission. From the same combustion system but with different transmissions. The emission of exhaust produced is tested with RPM (*Revolutions Per Minute*) low to high. The results obtained are to know the ratio of motor vehicle exhaust emissions 4 wheel manual and automatic transmission of CO (*Carbon Monoxide*), CO₂ (*Carbon Dioxide*), HC (*Hydro Carbon*), and O₂ (*Oxygen*).*

Keywords: Exhaust emissions, Motor vehicles, Transmission

A. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan transportasi saat ini sangat tinggi. Hal tersebut dikarenakan adanya kebutuhan manusia. Transportasi dibutuhkan karena dapat menjadi alat yang memudahkan manusia untuk dapat digunakan sebagai salah satu kegiatan yang memungkinkan perpindahan manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat lain dengan waktu yang relatif singkat daripada tanpa menggunakan transportasi. Transportasi sendiri telah menyatu dengan masyarakat. Hal itu dikarenakan kebutuhan hidup yang tinggi dan melupakan aspek dampak kerusakan lingkungan yang diakibatkan. Dampak dari banyaknya pengguna transportasi ini adalah pencemaran udara dari emisi yang dihasilkan. Emisi yang dihasilkan dari adanya transportasi itu sebagian besar berasal dari kendaraan bermotor, baik itu di darat, laut, maupun udara. Kendaraan bermotor tersebut menghasilkan berbagai gas dan partikel di dalam atmosfer bumi sehingga menimbulkan berbagai problem menurunnya mutu lingkungan. Pada umumnya pertambahan jumlah kendaraan bermotor akan mengakibatkan bertambahnya dampak lingkungan yang negatif. Pertambahan kendaraan bermotor juga akan mengakibatkan bertambahnya emisi populasi udara sehingga dapat menurunkan kualitas udara.

Resiko kesehatan yang dikaitkan dengan pencemaran udara di banyak kota besar, gas buang kendaraan bermotor menyebabkan ketidaknyamanan pada orang yang berada di tepi jalan dan menyebabkan masalah pencemaran udara pula. Beberapa studi epidemiologi dapat menyimpulkan adanya hubungan yang erat antara tingkat pencemaran udara perkotaan dengan angka kejadian (*prevalensi*) penyakit pernapasan. Pengaruh dari pencemaran khususnya akibat kendaraan bermotor tidak sepenuhnya dapat dibuktikan karena sulit dipahami dan bersifat kumulatif. Kendaraan bermotor akan mengeluarkan berbagai gas jenis maupun partikulat yang terdiri dari berbagai senyawa anorganik dan organik dengan berat molekul yang besar yang

dapat langsung terhirup melalui hidung dan mempengaruhi masyarakat di jalan raya dan sekitarnya. Kontribusi emisi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara terbesar dibanding dengan emisi gas buang industri, rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan/ladang, dan lain-lain. Sebuah kendaraan dari proses bekerjanya dapat menghasilkan polutan berupa gas *Carbon Monoksida* (CO), *Carbon Dioksida* (CO₂), *Hidrocarbon* (HC), *Oksigen* (O₂).

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong manusia untuk menciptakan teknologi yang semakin maju. Di antara teknologi tersebut adalah pengembangan mesin kendaraan dengan sistem bahan bakar injeksi (EFI), yang lebih baik jika dibandingkan dengan sistem bahan bakar konvensional. Dari mesin injeksi ini masih terbagi menjadi dua bagian, yaitu kendaraan bermotor mesin injeksi manual dan kendaraan bermotor mesin injeksi otomatis. Penggunaan mesin dengan sistem transmisi yang berbeda ini akan menghasilkan emisi gas buang yang berbeda. Dengan pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang semakin meningkat dan perkembangan jumlah kendaraan bermotor dengan transmisi otomatis yang juga semakin banyak. Dibutuhkan perbandingan hasil emisi gas buang yang dihasilkan dari jenis kendaraan bermotor yang berbeda ini. Pada penelitian yang saya lakukan adalah mencari perbandingan emisi gas buang antara mesin injeksi manual dan otomatis (*matic*). Dengan penelitian yang saya lakukan dapat mengetahui perbandingan yang signifikan antara gas buang CO, CO₂, HC, dan O₂. Penelitian ini juga dilakukan dengan perkembangan zaman modern saat ini. Pada zaman modern saat ini gas CO merupakan gas yang berbahaya untuk tubuh karena daya ikat gas CO terhadap Hb adalah 240 kali daya ikat CO terhadap O₂. Apabila gas CO darah (HbCO) cukup tinggi, maka akan mulai terjadi gejala antara pusing kepala (HbCO 10%), mual dan sesak nafas (HbCO 20%), gangguan penglihatan dan konsentrasi menurun (HbCO 30%) tidak sadar, koma (HbCO 40-50%) dan apabila berlanjut akan dapat menyebabkan kematian. Pada paparan menahun akan menunjukkan gejala gangguan syaraf, infark otak, infark jantung dan kematian bayi dalam kandungan. Gas CO yang tinggi di dalam darah dapat berasal dari rokok dan asap kendaraan

bermotor. Terhadap lingkungan udara dalam ruangan, gas CO dapat pula merupakan gas yang menyebabkan *building associated illnesses*, dengan keluhan berupa nyeri kepala, mual, dan muntah.

B. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan hasil emisi gas buang CO, CO₂, HC, O₂ kendaraan bermotor roda 4 antara mesin injeksi manual dan otomatis (*matic*).

C. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Penulis dapat menambah wawasan dan pengetahuan tentang perbandingan hasil emisi gas buang yang dihasilkan dari kendaraan bermotor mesin injeksi manual dan otomatis.
2. Data hasil penelitian dapat bermanfaat bagi masyarakat luas agar dapat mengurangi emisi yang menyebabkan pemanasan global.
3. Bagi akademik, merupakan pustaka tambahan untuk menunjang proses perkuliahan sebagai referensi dasar untuk dilakukannya penelitian lebih mendalam pada jenjang yang lebih tinggi.

D. BATASAN MASALAH.

Batasan masalah dalam penelitian diperlukan agar hasil penelitian menjadi lebih fokus. Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perbandingan hasil emisi gas buang CO, CO₂, HC, O₂ kendaraan bermotor roda 4 mesin injeksi manual dan otomatis hanya pada emisi yang dihasilkan dari kedua mesin tersebut.
2. Bahan Bakar yang digunakan adalah pertamax dengan nilai oktan 92.
3. Knalpot yang dipakai adalah knalpot yang masih standart pabrik tanpa perubahan apapun.

E. TINJAUAN PUSTAKA.

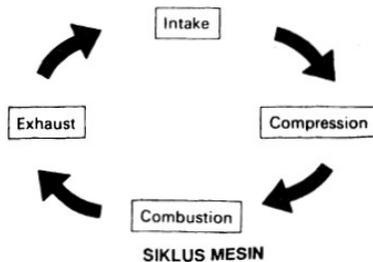
Suatu kendaraan memerlukan adanya tenaga luar yang memungkinkan kendaraan dapat bergerak serta dapat mengatasi keadaan, jalan, udara, dan sebagainya. Sumber dari luar yang menghasilkan tenaga disebut mesin. Mesin merupakan alat yang merubah sumber tenaga panas, listrik, air, angin, tenaga atom, atau sumber tenaga lainnya menjadi tenaga mekanik. Mesin yang merubah tenaga panas menjadi tenaga mekanik disebut motor bakar. Mesin menurut penggolongan bahan bakarnya ada mesin bensin dan mesin diesel. Mesin bensin adalah mesin dengan bahan bakar bensin sedangkan mesin diesel adalah mesin dengan bahan bakar solar. Keduanya memiliki karakteristik masing- masing. Karakteristik mesin bensin memiliki kecepatan yang tinggi dan tenaga besar, mudah pengoperasiannya, pembakaran sempurna, dan pada umumnya digunakan untuk mobil penumpang dan kendaraan truk yang kecil, dan sebagainya. Untuk mesin diesel memiliki efisiensi panas tinggi, bahan bakarnya hemat, kecepatannya lebih rendah dibandingkan mesin bensin, getarannya besar dan agak berisik, harganya lebih mahal, dan pada umumnya diesel digunakan untuk kendaraan jarak jauh.

F. DASAR TEORI.

Prinsip kerja dari mesin bensin adalah dengan menghisap campuran udara dan bensin di dalam silinder. Bila campuran udara dan bensin terbakar dengan adanya api dari busi yang panas sekali, maka akan menghasilkan tekanan gas pembakaran yang besar di dalam silinder. Tekanan gas pembakaran ini mendorong torak ke bawah, yang menggerakkan toran turun naik dengan bebas di dalam silinder. Dari gerak lurus (naik turun) torak dirubah menjadi gerak putar pada poros engkol melalui batang torak. Gerak putar inilah yang menghasilkan tenaga pada mobil.

Posisi tertinggi yang dicapai oleh torak di dalam silinder disebut Titik Mati Atas (TMA), dan posisi terendah yang dicapai torak disebut Titik Mati Bawah (TMB). Jarak Bergeraknya torak antara TMA dan TMB disebut langkah torak. Campuran udara dan bensin dihisap ke dalam silinder dan gas yang telah terbakar harus keluar, dan ini harus berlangsung secara tetap. Pekerjaan ini dilakukan dengan adanya gerakan torak yang turun- naik di dalam silinder. Proses menghisap

campuran udara dan bensin ke dalam silinder, mengkompresikan, membakarnya dan mengeluarkan gas bekas dari silinder, disebut satu siklus. Ada juga mesin yang tiap siklusnya terdiri dari dua langkah torak. Mesin ini disebut mesin 2 langkah. Poros engkolnya berputar satu kali selama torak menyelesaikan dua langkah. Sedangkan mesin lainnya, tiap siklusnya terdiri dari empat langkah torak. Mesin ini disebut mesin empat langkah. Proses engkol berputar dua putaran penuh selama torak menyelesaikan empat langkah dalam tiap satu siklus.



Sumber : *New Step 1 Training Manual Book Toyota*, 1995, hal. 3-3

Gambar 2.1 Siklus Mesin

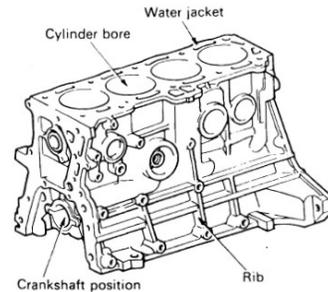
G. KOMPONEN MESIN BENSIN

Mesin bensin memiliki konstruksi yang berbeda dengan mesin diesel. Mesin bensin terdiri dari mesin itu sendiri dan berbagai macam alat bantu lainnya. Sedang mesin itu sendiri terdiri dari, blok silinder, kepala silinder, torak, poros engkol, dan mekanisme katup. Berikut ini beberapa komponen dari mesin bensin:

a. Blok silinder

Blok silinder merupakan inti dari pada mesin, yang terbuat dari besi tuang. Namun ada juga beberapa blok silinder yang dibuat dari paduan aluminium. Aluminium sendiri memiliki keunggulan yaitu ringan dan meradiasikan panas yang lebih efisien dibandingkan dengan besi tuang. Blok silinder dilengkapi rangka pada bagian dinding luar untuk memberikan kekuatan pada mesin dan membantu meradiasikan panas. Blok silinder terdiri dari beberapa lubang tabung silinder, yang di dalamnya terdapat torak yang bergerak turun naik. Silinder-silinder ditutup bagian atasnya oleh kepala silinder

yang dijamin oleh gasket kepala silinder yang letaknya antara blok silinder dan kepala silinder. *Crankcase* terpasang dibagian bawah blok silinder dan poros engkol dan bak oli termasuk dalam *crankcase*. Poros nok juga diletakkan dalam blok silinder, hanya pada tipe OHV (*Over Head Valve*). Pada mesin yang modern poros nok berada di dalam kepala silinder. Silinder-silinder dikelilingi oleh mantel pendinginan. Perlengkapan lainnya seperti stater, alternator, pompa bensin, distributor dipasang pada bagian samping blok silinder.

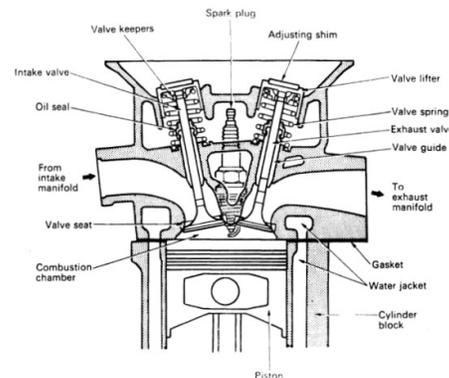


Sumber : *New Step 1 Training Manual Book Toyota*, 1995, hal. 3-6

Gambar 2.3 Blok Silinder

b. Kepala silinder

Kepala silinder ditempatkan dibagian atas blok silinder. Pada bagian bawah kepala silinder terdapat ruang bakar dan katup-katup. Kepala silinder harus tahan terhadap temperatur dan tekanan yang tinggi selama mesin bekerja. Oleh sebab itu umumnya kepala silinder dibuat dari besi tuang. Akhir-akhir ini banyak mesin yang kepala silinder dibuat dari paduan aluminium memiliki kemampuan pendingin lebih besar dibandingkan dengan yang terbuat dari besi tuang. Pada kepala silinder juga dilengkapi dengan mantel pendingin yang dialiri air pendingin yang datang dari blok silinder untuk mendinginkan katup-katup dan busi.

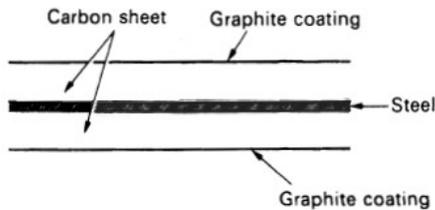
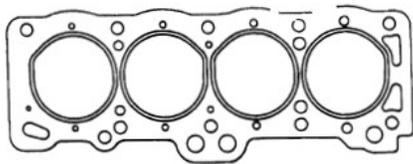


Sumber : *New Step 1 Training Manual Book Toyota*, 1995, hal. 3-7

Gambar 2.4 Kepala Silinder

c. Gasket kepala silinder

Gasket kepala silinder letaknya antara blok silinder dan kepala silinder, fungsinya untuk mencegah kebocoran gas pembakaran, air pendingin dan oli. Gasket kepala silinder harus tahan panas dan tekanan dalam setiap perubahan temperatur. Umumnya gasket dibuat dari gabungan carbon dengan lempengan baja. Karbon itu sendiri melekat dengan graphite, dan kedua-duanya berfungsi untuk mencegah kebocoran yang ditimbulkan antara blok silinder dan kepala silinder, serta untuk menambah kemampuan melekat pada gasket.

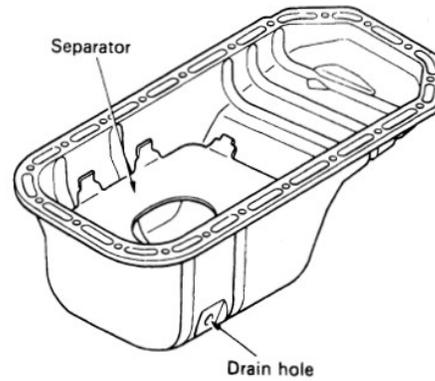


Sumber : *New Step 1 Training Manual Book Toyota*, 1995, hal. 3-10

Gambar 2. 5 Gasket Kepala Silinder

d. Bak oli (Oil pan)

Bagian bawah dari pada blok silinder disebut bak engkol. Bak oli dibuat pada bak engkol dengan diberi paking seal atau gasket. Bak oli dibuat dari baja yang dicetak dan dilengkapi dengan penyekat untuk menjaga agar permukaan oli tetap rata ketika kendaraan pada posisi miring. Selain itu juga dirancang sedemikian rupa agar oli mesin tidak akan berpindah pada saat kendaraan berhenti secara tiba-tiba dan menjamin bekerjanya pompa oli tidak akan kekurangan oli pada setiap saat. Penyumbat oli letaknya dibagian bawah bak oli dan fungsinya untuk mengeluarkan oli mesin bekas.

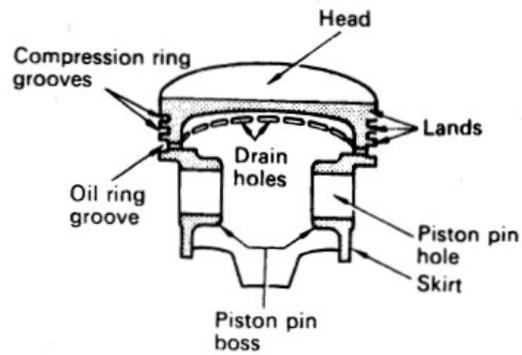


Sumber : *New Step 1 Training Manual Book Toyota*, 1995, hal. 3-10

Gambar 2. 6 Bak Oli

e. Torak

Torak bergerak turun naik di dalam silinder untuk melakukan langkah hisap, kompresi, pembakaran, dan pembuangan. Fungsi utama torak untuk menerima tekanan pembakaran dan meneruskan tekanan untuk memutar poros engkol melalui batang torak. Torak terus-menerus menerima temperatur dan tekanan yang tinggi sehingga harus dapat tahan saat mesin beroperasi pada kecepatan tinggi untuk periode waktu yang lama. Pada umumnya torak dibuat dari paduan aluminium, selain lebih ringan, radiasi panasnya juga lebih efisien dibandingkan dengan material lainnya.



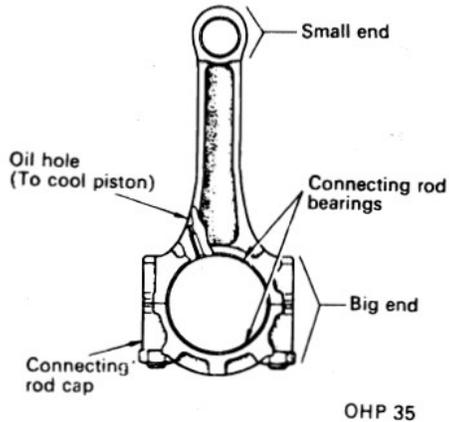
Sumber : *New Step 1 Training Manual Book Toyota*, 1995, hal. 3-11

Gambar 2. 7 Torak

f. Batang torak

Batang torak menghubungkan torak ke poros engkol dan selanjutnya meneruskan tenaga yang dihasilkan oleh torak ke poros engkol. Bagian ujung batang torak yang berhubungan dengan pena torak disebut small end. Sedang yang lainnya yang berhubungan dengan poros engkol

disebut big end. *Crank pin* berputar pada kecepatan tinggi di dalam big end, dan mengakibatkan temperatur menjadi tinggi. Untuk menghindari hal tersebut yang diakibatkan panas, metal dipasangkan di dalam big end. Metal ini dilumasi dengan oli dan sebagian dari oli ini dipercikan dari lubang oli kebagian dalam torak untuk mendinginkan torak.

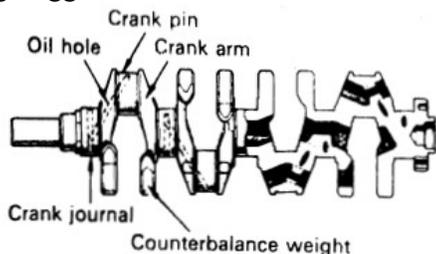


Sumber : *New Step 1 Training Manual Book Toyota*, 1995, hal. 3-16

Gambar 2. 8 Batang Torak

g. Poros engkol

Tenaga yang digunakan untuk menggerakkan roda kendaraan yang dihasilkan oleh gerakan batang torak dan dirubah menjadi gerak putaran pada poros engkol. Poros engkol menerima beban yang besar dari torak dan batang torak serta berputar pada kecepatan tinggi. Dengan alasan tersebut poros engkol umumnya dibuat dari baja karbon dengan tingkatan serta mempunyai daya tahan yang tinggi.



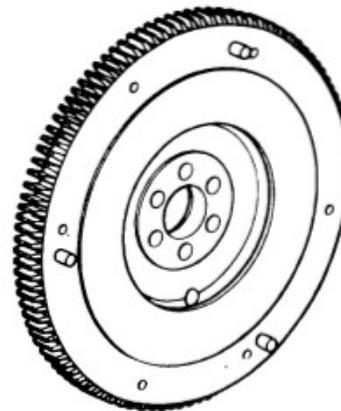
Sumber : *New Step 1 Training Manual Book Toyota*, 1995, hal. 3-16

Gambar 2. 9 Poros Engkol

h. Roda penerus

Roda penerus dibuat dari baja tuang dengan mutu yang tinggi yang diikat oleh baut pada bagian belakang poros engkol pada kendaraan yang menggunakan transmisi manual. Poros engkol menerima

tenaga putar dari torak selama langkah usaha. Tapi tenaga itu hilang pada langkah- langkah lainnya seperti, *inertia loss*, dan kehilangan akibat gesekan. Roda penerus menyimpan tenaga putar selama proses langkah lainnya kecuali langkah usaha oleh sebab itu poros engkol berputar secara terus menerus. Hal ini menyebabkan mesin berputar dengan lembut yang diakibatkan getaran tenaga yang dihasilkan. Roda penerus dilengkapi dengan ring gear yang dipasangkan dibagian luar gunanya untuk perkaitan dengan gigi pinion dari motor starter. Pada kendaraan yang menggunakan transmisi otomatis, sebagai pengganti *flywheel* digunakan *torque converter*.

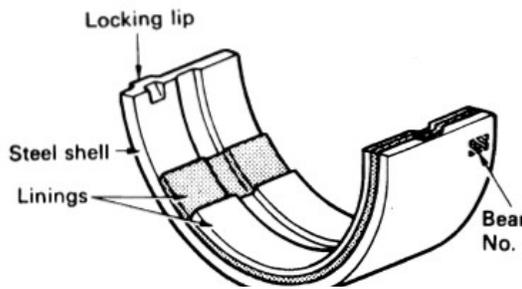


Sumber : *New Step 1 Training Manual Book Toyota*, 1995, hal. 3-17

Gambar 2.10 Roda Penerus

i. Bantalan poros engkol

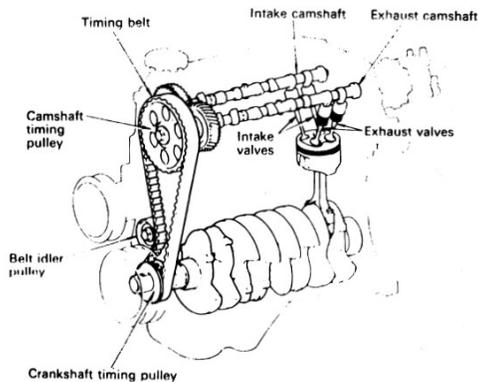
Crankpin dan poros engkol menerima beban yang besar dari torak dan berputar pada putaran tinggi. Oleh sebab itu digunakan bantalan-bantalan antara pin dan journal yang dilumasi dengan oli untuk mencegah keausan serta mengurangi gesekan. Poros engkol atau bagian-bagian lainnya yang berputar pada kecepatan tinggi di bawah beban besar menggunakan bantalan tipe sisipan, tipe ini mempunyai daya tahan serta kemampuan mencegah keausan yang baik. Tipe bantalan sisipan ini terdiri dari lapisan baja dan lapisan metal di dalamnya. Bantalan ini berhubungan langsung dengan *crankpin* atau *journal*. Lapisan baja mempunyai bibir pengunci untuk mencegah agar bantalan tidak ikut berputar. Tipe bantalan sisipan ini ada beberapa macam. Masing- masing mempunyai lapisan metal yang berbeda. Umumnya bantalan model sisipan dibuat dari metal putih, kelmet metal atau aluminium.



Sumber : *New Step 1 Training Manual Book Toyota*, 1995, hal. 3-17

Gambar 2. 11 Bantalan Poros Engkol
j. Mekanisme katup

Mesin 4 langkah mempunyai langkah hisap, kompresi, usaha, dan buang, tetapi bekerjanya katup hanya dibutuhkan dalam 2 proses langkah yaitu langkah hisap dan langkah buang. Mekanisme katup ini dirancang sedemikian rupa sehingga sumbu nok berputar satu kali untuk menggerakkan katup hisap dan katup buang setiap 2 kali berputarnya poros engkol. Puli *timing crankshaft* dipasang pada ujung poros engkol dan puli *timing camshaft* dipasang pada ujung *exhaust camshaft*. *Exhaust camshaft* digerakkan oleh poros engkol melalui *timing belt*. *Intake camshaft* digerakkan oleh gigi-gigi yang berkaitan pada *intake* dan *exhaust camshaft*. Jumlah dari gigi *camshaft timing pulley* yang mana sumbu nok hanya berputar satu kali untuk setiap 2 kali putaran poros engkol.



Sumber : *New Step 1 Training Manual Book Toyota*, 1995, hal. 3-19

Gambar 2. 12 Mekanisme Katup

H. METODE PENELITIAN.

Langkah pertama dalam melakukan penelitian ini adalah mempersiapkan alat

uji emisi (*Gas Analyzer Tester*), meliputi kondisinya baik dan dapat dioperasikan. Menghidupkan alat sebelum menggunakan dan melalui proses pemanasan alat uji (*heating*). Memastikan bahwa alat uji sudah dikalibrasi oleh petugas dari Direktorat Jenderal Perhubungan Darat dan masih dalam masa berlaku. Selanjutnya mempersiapkan kendaraan dalam posisi mesin menyala.

Langkah kedua adalah proses penelitian dengan melakukan pengujian kendaraan bermotor dengan diawali tanpa muatan sampai dengan muatan penuh. Berikut ini pembagian prosedur pengujian kendaraan bermotor:

- a. Proses pengujian pertama :
 - (1) Masukkan probe alat uji pada knalpot mobil;
 - (2) Melakukan proses uji dengan posisi kendaraan berhenti dan dalam posisi RPM normal (1000 rpm) dalam waktu 1 menit;
 - (3) Selesaikan proses pengujian dan lihat hasilnya.
- b. Proses pengujian kedua :
 - (1) Masukkan probe alat uji pada knalpot mobil;
 - (2) Melakukan proses uji dengan posisi kendaraan berhenti dalam posisi RPM (2000 rpm) dalam waktu 1 menit;
 - (3) Selesaikan proses pengujian dan lihat hasilnya.
- c. Proses pengujian ketiga :
 - (1) Masukkan probe alat uji pada knalpot mobil;
 - (2) Melakukan proses uji dengan posisi kendaraan berhenti dan dalam posisi RPM normal (3000 rpm) dalam waktu 1 menit;
 - (3) Selesaikan proses pengujian dan lihat hasilnya.
- d. Proses pengujian keempat :
 - (1) Masukkan probe alat uji pada knalpot mobil;
 - (2) Melakukan proses uji dengan posisi kendaraan berhenti dan dalam posisi RPM normal (4000 rpm) dalam waktu 1 menit;
 - (3) Selesaikan proses pengujian dan lihat hasilnya.
- e. Proses pengujian kelima :
 - (1) Masukkan probe alat uji pada knalpot mobil;
 - (2) Melakukan proses uji dengan posisi kendaraan berhenti dan dalam posisi RPM normal (5000 rpm) dalam waktu 1 menit;
 - (3) Selesaikan proses pengujian dan lihat hasilnya.

Langkah ketiga setelah melakukan pengujian adalah memarkir kendaraan pada tempat parkir yang sudah ada dan mematikan alat uji yang sudah dipakai. Kemudian mengumpulkan data-data yang sudah didapatkan pada saat pengujian berlangsung.

Langkah keempat adalah menganalisa data yang sudah terkumpul dan membuat hasil

perbandingan dari proses pengujian yang sudah dilakukan.

Langkah kelima adalah membuat kesimpulan data yang sudah terkumpul dan digabung menjadi satu dalam bentuk tabel kemudian diolah sesuai perbandingan hasil dari pengujian tersebut.

I. BAHAN DAN ALAT

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mobil penumpang transmisi manual tahun 2013 dan mobil penumpang transmisi otomatis tahun 2013. Alat yang digunakan untuk penelitian adalah alat Uji Emisi Gas Buang Gas Analyzer merk LUJAN dan peralatan tulis yang dibutuhkan.

J. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan menjelaskan hasil penelitian perbandingan emisi gas buang pada kendaraan bermotor roda 4 manual dan otomatis. Untuk pembahasan penelitian ini meliputi:

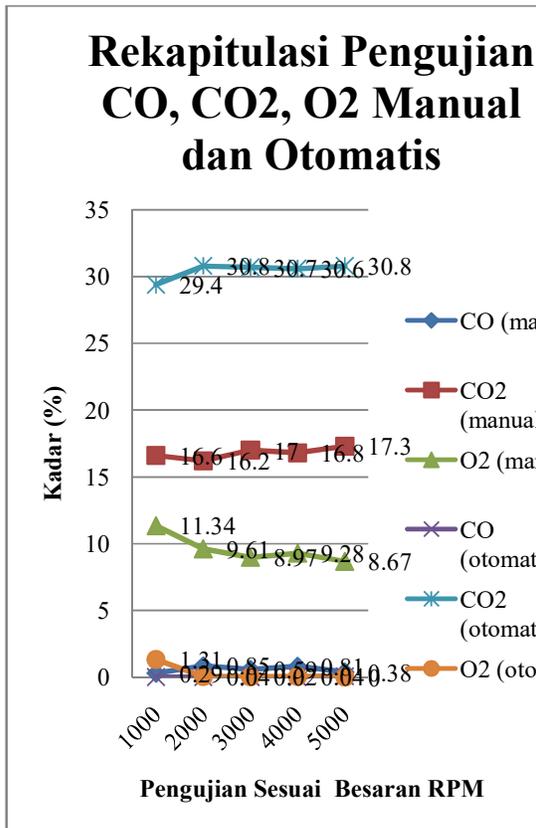
1. Pengujian emisi gas buang kendaraan bermotor roda 4 manual;
2. Pengujian emisi gas buang kendaraan bermotor roda 4 otomatis; dan
3. Perbandingan emisi gas buang kendaraan bermotor roda 4 manual dan otomatis.
4. Kondisi knalpot yang digunakan.

Setelah dilakukan pengujian terhadap masing-masing kendaraan bermotor roda 4 manual dan otomatis sesuai dengan prosedur yang ditentukan, didapatkan data hasil pengujian yang menunjukkan hasil yang berbeda-beda pada masing-masing gas buang yang dihasilkan. Data yang telah didapatkan dikumpulkan dalam satu bagian tabel sebagai berikut.

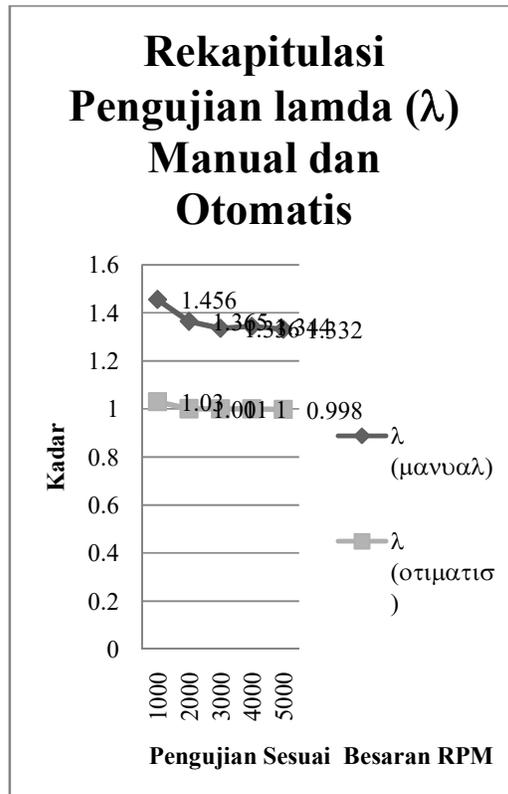
Tabel 4.11 Perbandingan Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Roda 4 Manual dan Otomatis

No.	Percoba-an	RPM	Manual				
			CO (%)	CO ₂ (%)	HC (ppm)	O ₂ (%)	λ
1	1	1000	0,29	16,6	114	11,34	1,456
2	1	2000	0,85	16,2	157,6	9,61	1,365
3	1	3000	0,59	17,0	124,3	8,97	1,336
4	1	4000	0,81	16,8	89,3	9,28	1,344
5	1	5000	0,38	17,3	50,3	8,67	1,332
No.	Percoba-an	RPM	Otomatis				
			CO (%)	CO ₂ (%)	HC (ppm)	O ₂ (%)	λ
1	1	1000	0,00	29,4	28,7	1,31	1,030
2	1	2000	0,00	30,8	24,7	0,04	1,001
3	1	3000	0,00	30,7	15,6	0,02	1,000
4	1	4000	0,00	30,6	19	0,04	1,000
5	1	5000	0,06	30,8	16	0,00	0,998

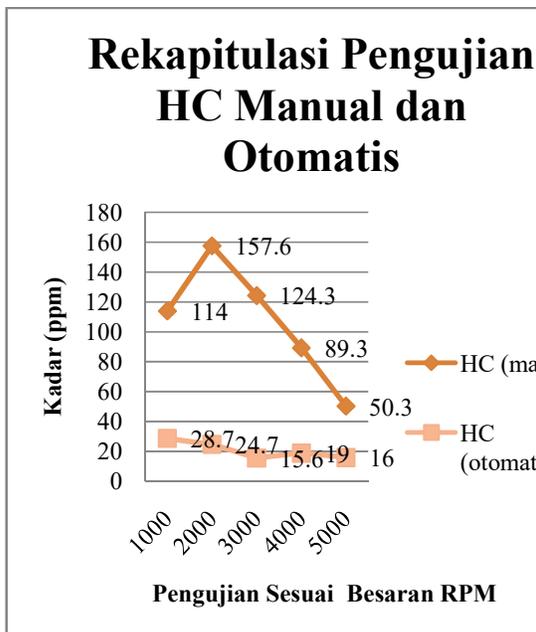
Dari hasil Tabel 4.11 di atas variasi gas buang yang dihasilkan lebih banyak dihasilkan oleh kendaraan roda 4 manual dari pada kendaraan roda 4 otomatis. Perubahan gas buang yang dihasilkan juga lebih banyak perbedaannya pada kendaraan bermotor roda 4 manual dari pada kendaraan roda 4 otomatis.



Gambar 4.31 Grafik Rekapitulasi Pengujian CO, CO₂, dan O₂.



Gambar 4.33 Grafik Rekapitulasi Pengujian lamda.



Gambar 4.32 Grafik Rekapitulasi Pengujian HC.

Knalpot yang digunakan oleh kedua kendaraan bermotor roda 4 manual dan otomatis masing- masing menggunakan knalpot standart pabrik tanpa adanya modifikasi atau perubahan-perubahan yang mempengaruhi hasil dari pengujian emisi gas buang. Berikut ini adalah bagian- bagian susunan knalpot pada masing- masing kendaraan yang diuji.

- a. Sistem pembuangan kendaraan bermotor roda 4 manual masih dalam kondisi standart dengan terdiri dari pipa bagian depan, 1 (satu) buah *muffler*, pipa bagian tengah, 1 (satu buah) *catalytic converter*, pipa bagian belakang, dan ujung knalpot.



Gambar 4. 36 Sistem Pembuangan Mobil Transmisi Manual

- b. Sistem pembuangan kendaraan bermotor roda 4 otomatis masih dalam kondisi standart dengan terdiri dari pipa bagian depan, 2 (dua) *catalytic converter*, pipa bagian tengah, 2 (dua) *muffler*, pipa bagian belakang, ujung



Gambar 4. 37 Sistem Pembuangan Mobil Transmisi Otomatis

K. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan pengujian terhadap masing-masing kendaraan bermotor roda 4 manual dan otomatis, maka dapat diambil kesimpulan tentang gas buang yang dihasilkan oleh masing-masing kendaraan bermotor roda 4 manual dan otomatis. Beberapa kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Emisi gas buang CO kendaraan bermotor roda 4 manual lebih tinggi dengan hasil rata-rata sebesar 0,58 % dengan perubahan tertinggi rata-rata pada RPM 2000, sedangkan emisi gas buang CO kendaraan bermotor roda 4 otomatis lebih rendah dengan hasil rata-rata sebesar 0,012 % dengan perubahan tertinggi rata-rata pada RPM 5000;
2. Emisi gas buang CO₂ kendaraan bermotor roda 4 manual lebih rendah dengan hasil rata-rata sebesar 15,7 % dengan perubahan tertinggi rata-rata pada RPM 5000, sedangkan emisi gas buang CO₂ kendaraan bermotor roda 4 manual lebih tinggi dengan hasil rata-rata sebesar 30,5 % dengan perubahan tertinggi rata-rata pada RPM 5000;
3. Emisi gas buang HC kendaraan bermotor roda 4 manual lebih tinggi dengan hasil rata-rata sebesar 107,3 ppm dengan perubahan tertinggi rata-rata pada RPM 2000, sedangkan emisi gas buang HC kendaraan bermotor

roda 4 otomatis lebih rendah dengan rata-rata sebesar 20,8 ppm dengan perubahan tertinggi rata-rata pada RPM 1000; dan

4. Emisi gas buang O₂ kendaraan bermotor roda 4 manual lebih tinggi dengan hasil rata-rata sebesar 9,57 % dengan perubahan tertinggi rata-rata pada RPM 5000, sedangkan emisi gas buang O₂ kendaraan bermotor roda 4 otomatis lebih rendah dengan rata-rata sebesar 0,28 % dengan perubahan tertinggi rata-rata pada RPM 5000.
5. Perbandingan emisi yang dihasilkan dengan RPM yang diujikan menghasilkan hasil yang berbeda karena pada setiap RPM memiliki kompresi yang berbeda-beda;
6. Emisi gas buang yang paling berpengaruh dan membahayakan adalah CO₂, emisi gas buang CO₂ yang dihasilkan mobil transmisi manual lebih rendah daripada mobil dengan transmisi otomatis dengan rata-rata gas buang CO₂ mobil transmisi manual sebesar 16,78 %, sedangkan rata-rata gas buang CO₂ mobil transmisi otomatis sebesar 30,46 %.
7. Kendaraan bermotor roda 4 manual memiliki emisi gas buang yang lebih baik daripada kendaraan bermotor roda 4 otomatis, karena zat yang paling berbahaya yaitu CO₂ dihasilkan lebih sedikit daripada kendaraan bermotor roda 4 otomatis.

Dalam pengujian emisi gas buang kendaraan bermotor roda 4 manual dan otomatis masih banyak kekurangan yang perlu diperbaiki agar hasil pengujian yang dilakukan lebih menghasilkan hasil yang lebih akurat. Ada beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki:

1. Disarankan sebelum melakukan pengujian, masing-masing kendaraan di service secara bersamaan agar pada saat dilakukan pengujian kondisi kendaraan dalam kondisi yang baik; dan
2. Disarankan pada saat memasang alat uji pada knalpot harus diperiksa kembali agar peletakannya sesuai dan tidak mudah terlepas dari knalpot.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (-). *Wikipedia*. Retrieved Februari 12, 2018, from https://id.wikipedia.org/wiki/Karbon_monoksida
- Dwiputra, D. d. (2015). *Pengen Tau.com*. Retrieved Pebruari 13, 2018, from <https://pengen-tau.weebly.com/sulfur-dioksida.html>
- Indonesia, Republik. (1997). *Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Indonesia, Republik. (1999). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Indonesia, Republik. (2002). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1407/MENKES/SK/XI/2002 tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara*. Jakarta: Kementerian Kesehatan.
- Indonesia, Republik. (2006). *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Indonesia, Republik. (2009). *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2009 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Baru*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Indonesia, Republik. (2009). *Undang - Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Indonesia, Republik. (2012). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012 tentang Kendaraan*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Indonesia, Republik. (2017). *Keputusan Kepala Dinas Perhubungan Kabupaten Jember Nomor 626 Tahun 2017 tentang Standart Operasional Prosedur Penggunaan Peralatan Pengujian Kendaraan Bermotor*. Jember: Dinas Perhubungan Kabupaten Jember.
- M. S. Herfien, R. (1981). *Pedoman Pengujian Kendaraan Jilid II B*. Tegal: Balai Pendidikan dan Latihan Transportasi Darat dan Jalan Raya.
- M.S. Herfien, R. (1981). *Pedoman Latihan untuk Melatih Pengujian Kendaraan Jilid II D*. Tegal: Balai Pendidikan dan Latihan Transportasi Darat dan Jalan Raya.
- Sastrawijaya, A. T. (1991). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sengkey, S. d. (2011). *Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro*.
- Sudarmadji. (2004). *Pengantar Ilmu Lingkungan*. Jember: Universitas Jember.

- Toyota. (1995). *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Uswatun, Noverianti, & Azni, Novalila. (2013). *Pusat Sumber Belajar IPA Online*. Retrieved Pebruari 13, 2018, from <https://prodiipa.wordpress.com/kelas-viii/rahasia-dibalik-pernapasan/unsur-dan-senyawa-dalam-proses-respirasi/>
- Wardhana, W. A. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Yusri, Rahmadina. (-). *RdMymOchi*. Retrieved Pebruari 13, 2018, from <https://rdmymochi.wordpress.com/kimia-kelas-x/hidrokarbon/>