

APLIKASI TEKNOLOGI CATALYTIC CONVERTER SISTEM SERABUT BAJA KARBON RENDAH PADA KENDARAAN BERMOTOR SEBAGAI PEREDUKSI POLUSI UDARA

Andi Sanata

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember
Jalan Kalimantan No. 37 Jember
Email : andisanata.teknik@unej.ac.id

Abstract

Technology of motor vehicles that are environmental friendly and fuel-efficient has been a demands in this era of energy crisis and global warming. The growth in number of motor vehicles which are very rapidly has raised the issue of air pollution that should be immediately resolved. Material utilization of iron (Fe) containing low carbon steel is often called low carbon as material for reducing pollution in this study applies principles of catalysation in motor vehicle exhaust gas pollutants with the material. The purpose of this research is generating a product of an architecture modification exhaust pollutants reducing motor vehicle by applying the technology of catalytic converter to reduce pollutant gases like CO and HC that are contained in the exhaust gas, as well as improving performance of the machine. The methods used to achieve these goals is the experimental method, which starts with design and creating of modification reducing exhaust gas as well as testing the effectiveness for emissions level and testing the product against the performance of the machine. The results of this research is the use of modification exhaust with application of catalytic converter technology with low carbon steel filler metals as catalysts in motor gasoline four steps can lower the levels of concentration of exhaust pollutants carbon monoxide (CO) and hydrocarbons (HC), increase torque, power, and lower fuel consumption than a standard exhaust conditions. Testing with a percentage of 75% volume of fibres low carbon steel has the best average results in the reduction of carbonmonoxide (CO) gases of 0.41% (lowered levels of CO 71.79% from the standard exhaust conditions) and hydrocarbons (HC) by 77.89 ppm (lowered levels of HC 61,25%), also can generate an increase in the average torque of 15.46% (with an average value of 4.23 Kg. m), an increase of the average effective power of 19.14% (with an average value of 11.76 HP), and decreasing in fuel consumption of 18.51% (with an average value of 1.48 Kg/hour) of the standard exhaust treatment conditions.

Keywords: Catalytic Converter, Low Carbon Steel, Hydrocarbon, Carbonmonoxide

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor sangatlah pesat pada dekade ini. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor tersebut jelas berpengaruh besar terhadap peningkatan polutan yang dikeluarkan dari asap gas buang kendaraan bermotor. Hal ini sesuai dengan data kementerian lingkungan hidup yang menyebutkan bahwa 70% polusi udara di kota-kota besar disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor. Gas buang kendaraan bermotor menghasilkan 60% karbon monoksida (CO), 15% hidrokarbon (HC) dan sisanya terdiri dari oksida nitrogen (NOx), sulfur oksida (SOx) dan partikulat. Emisi gas buang yang dikeluarkan oleh asap kendaraan bermotor seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NOx), timah hitam (Pb), sulfur oksida (SOx), dan partikulat (PM) akan menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia. Penyakit asma, bronchitis, hipertensi, terganggunya saraf pusat, mata pedih, kanker, menyebabkan pingsan, dan bahkan menimbulkan kematian merupakan dampak negatif dari emisi gas buang yang dapat kita lihat dengan jelas [1].

Oleh karena itu, diperlukan solusi yang tepat untuk mengendalikan emisi gas buang kendaraan bermotor yang hingga saat ini masih menggunakan bahan bakar fosil tersebut. Salah satu teknologi yang dapat diaplikasikan adalah teknologi *catalytic converter*

yang dipasang pada knalpot kendaraan bermotor. Mengingat 65-85% emisi gas buang dikeluarkan oleh asap knalpot, maka penerapan teknologi *catalytic converter* pada kendaraan bermotor adalah suatu hal yang mutlak [2].

Catalytic Converter adalah suatu peralatan kontrol emisi gas buang dengan jalan, mempercepat oksidasi emisi Hidrokarbon (HC) dan Karbon Monoksida (CO), serta mereduksi Nitrogen Oksida (NOx). Tujuan pemasangan *Catalytic Converter* adalah merubah polutan-polutan yang berbahaya seperti CO, HC dan NOx menjadi gas yang tidak berbahaya seperti karbondioksida (CO₂), uap air (H₂O) dan nitrogen (N₂) melalui reaksi kimia. Bahan dasar dari *Catalytic Converter* adalah logam katalis. Logam katalis yang biasa digunakan adalah Platinum (Pt) dan Rhodium (Rh). Alasan pemilihan bahan ini karena Platinum mempunyai keaktifan yang tinggi selama proses oksidasi karbondioksida (CO) dan Hidrokarbon (HC). Sedangkan Rhodium sangat aktif selama proses reduksi Nitrogen Oksida (NOx). Katalis adalah suatu zat yang dapat mempercepat laju tercapainya kesetimbangan dari suatu reaksi kimia. Secara umum, kenaikan konsentrasi katalisator juga menaikkan kecepatan reaksi. Katalisator juga menurunkan tenaga

aktivitas hingga menyebabkan kecepatan reaksi meningkat.

Selain itu unsur-unsur yang termasuk dalam logam transisi juga dapat menjadi katalis yang baik. Logam transisi dan senyawa-senyawanya dapat berfungsi sebagai katalis karena memiliki kemampuan mengubah tingkat oksidasi atau, pada kasus logam, dapat mengadsorpsi substansi yang lain pada permukaan logam dan mengaktifkan substansi tersebut selama proses berlangsung. Beberapa contoh yang termasuk logam transisi adalah titanium (Ti), Vanadium (V), kromium (Cr), mangan (Mn), besi (Fe), kobalt (Co), nikel (Ni), tembaga (Cu). Logam yang termasuk dalam unsur transisi dalam sistem periodik unsur-unsur dan paduannya, oksidanya dan golongan nobel-metals mempunyai sifat aktif sebagai katalis dan logam tersebut paling banyak digunakan dalam proses katalis permukaan. Beberapa bahan yang diketahui sebagai katalis oksidasi, yaitu: platinum, plutonium, palladium (*nobel metal*), tembaga, vanadium, besi, kobalt, nikel, mangan, kromium, dan oksidanya dari logam-logam tersebut. Beberapa logam yang diketahui sebagai katalis reduksi, yaitu: besi, tembaga, nikel paduan, dan oksida dari bahan-bahan tersebut, dan lainnya [2]. Selain itu beberapa logam yang diketahui efektif sebagai katalis oksidasi dan reduksi dari yang besar sampai yang kecil adalah Pt, Pd, Ru > Mn, Cu > Ni > Fe > Cr > Zn dan oksida dari logam-logam tersebut [3].

Penggunaan *Catalytic converter* sudah banyak diteliti oleh beberapa peneliti sebelumnya dengan menggunakan berbagai sistem dan bahan katalis yang digunakan diantaranya adalah: *Catalytic converter* dengan menggunakan tembaga sebagai katalis dengan sistem konstruksi katalis model sekat pelat (dipasang berjajar dalam chasing). Hasil dari penelitian tersebut adalah: *Catalytic converter* Cu mampu menurunkan emisi gas buang carbon monoksida (CO) secara signifikan sebesar 38,05% dari konsentrasi 3,18% turun menjadi 1,97%. Logam tembaga dilapisi krom (CuCr) dengan sistem sekat. Hasil yang diperoleh adalah: Pelapisan krom terhadap tembaga dapat lebih meningkatkan pereduksian emisi gas buang carbon monoksida (CO) dan hidro carbon (HC) jika dibandingkan tanpa pelapisan menjadi sebesar 54,29% untuk CO dan 57,85% untuk hidro carbon (HC) [4]. Penggunaan logam tembaga dengan sistem serabut pada unjuk kerja motor bensin 4 langkah. Hasil yang diperoleh: *Catalytic converter* Cu mampu menurunkan emisi gas buang sebesar 51,17% untuk carbon monoksida (CO) dan 24,09% hidrokarbon (HC) [5]. Sayangnya teknologi *catalytic converter* sampai saat ini dirasa masih cukup mahal sehingga penggunaan teknologi ini di sepeda motor masih kurang populer. Mahalnya *catalytic converter* tersebut disebabkan karena bahannya berasal dari logam mulia seperti platinum (Pt) dan rhodium (Rh) dan tingkat ketersediaannya sedikit, namun dapat mereduksi emisi gas buang antara 98-99% [6]. Namun sebagai penggantinya, dapat digunakan logam transisi seperti besi (Fe), tembaga (Cu), baja karbon rendah (Cu+Zn), dan krom (Cr). Pemilihan logam transisi ini didasarkan kenyataan bahwa logam tersebut memiliki kelimpahan

yang banyak di pasaran, mudah dibuat untuk dijadikan *catalytic converter*, dan harganya cukup murah.

Pada penelitian ini akan dirancang bangun knalpot inovatif yang memanfaatkan material logam transisi baja karbon rendah sebagai material katalis *catalytic converter* dan menguji efektifitasnya untuk mereduksi polusi kendaraan bermotor dan meningkatkan performa mesin.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu suatu metode yang digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan atau desain baru dengan cara membandingkan desain tersebut dengan desain tanpa perlakuan. Dalam penelitian ini digunakan model kelompok kontrol dan kelompok uji. Kelompok kontrol adalah pengujian yang dilakukan dengan menggunakan knalpot standar pabrikan kendaraan bermotor, sedangkan kelompok uji adalah pengujian dengan menggunakan knalpot modifikasi dengan pemasangan teknologi *catalytic converter* bermaterial baja karbon rendah dengan variasi persentase volume untuk mereduksi polusi kendaraan bermotor.

Variabel independent dalam penelitian ini adalah: Variasi persentase volume pengisian logam katalis baja karbon rendah yaitu 100% (Kelompok Uji 1), 75% (Kelompok Uji 2), 50% (Kelompok Uji 3), dan 25% (Kelompok Uji 4) sebagai logam pengisi *catalytic converter* pada knalpot, dan variasi putaran mesin. Sedangkan variabel dependent yang diharapkan diperoleh melalui pengujian adalah sebagai berikut: Kadar konsentrasi polutan gas karbonmonoksida (CO), Kadar konsentrasi polutan gas hidrokarbon (HC), Torsi (T), Daya efektif (Ne), dan Konsumsi bahan bakar (FC).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: kendaraan bermotor, knalpot, dinamometer, *exhaust gas analyzer*, buret tabung ukur konsumsi bahan bakar, *stop watch*, blower, dan komputer. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Logam katalis baja karbon rendah sebagai logam katalis pengisi *catalytic converter*, dan bahan bakar bensin premium

Prosedur kegiatan penelitian ini dilakukan dengan: Mempersiapkan logam katalis baja karbon rendah dalam bentuk serabut, Merancang model knalpot inovatif kendaraan bermotor berupa knalpot modifikasi (dengan teknologi *catalytic converter*) dengan memperhitungkan ruang untuk pengisian logam katalis baja karbon rendah, Membuat knalpot inovatif modifikasi (dengan teknologi *catalytic converter*) dengan pengisian logam katalis baja karbon rendah sebagai pereduksi polusi kendaraan bermotor, dan menguji emisi gas buang dan unjuk kerja kendaraan bermotor yang menggunakan knalpot inovatif (dengan teknologi *catalytic converter*) yang diisi logam katalis baja karbon rendah, dan membandingkan dengan knalpot tanpa *catalytic converter* logam baja karbon rendah.

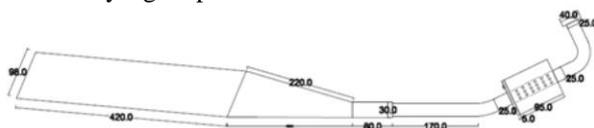
Instrumen penelitian adalah alat ukur dan alat uji yang digunakan untuk mendapatkan data penelitian. Instrumen yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut tentang skema instrumen penelitian.



Gambar 1. Skema instrumen penelitian

HASIL

Penelitian ini menggunakan mesin uji motor bensin empat langkah. Knalpot inovatif yang dimaksud dalam penelitian ini adalah knalpot modifikasi yang dilengkapi dengan pemasangan teknologi *catalytic converter* dengan menggunakan logam pengisi baja karbon rendah sebagai material logam katalis. Material logam pengisi *catalytic converter* disini menggunakan logam baja karbon rendah dalam bentuk serabut hasil dari proses pembubutan poros pejal baja karbon rendah sehingga terbentuk serabut yang dimasukkan ke dalam tabung knalpot yang sudah dimodifikasi. Variasi volume pengisian serabut baja karbon rendah berbanding dengan ruang knalpot yang disediakan yaitu 25%, 50%, 75% dan 100% dari volume tabung *catalytic converter* yang diaplikasikan.



Gambar 2. Desain knalpot inovatif dengan *catalytic converter*

Penggunaan knalpot inovatif dengan *catalytic converter* baja karbon rendah pada motor bensin empat langkah pada semua kelompok uji dapat menurunkan kadar konsentrasi polutan gas buang karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC), meningkatkan torsi, daya efektif, dan menurunkan konsumsi bahan bakar dari kondisi knalpot standar (kelompok kontrol).

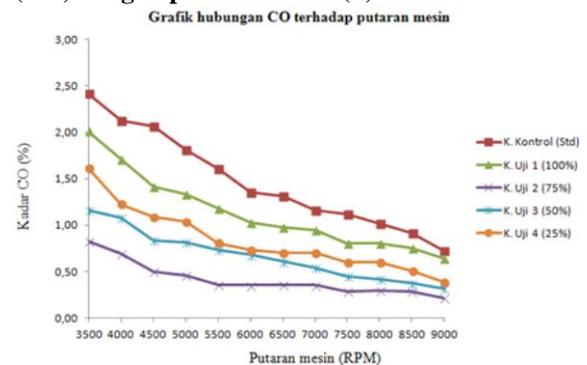


Gambar 3. knalpot inovatif dengan *catalytic converter* dan serabut katalis baja karbon rendah

Penambahan katalis akan menurunkan energi aktivasi, sehingga reaksi oksidasi (penambahan O_2) antara CO dengan O_2 dan HC dengan O_2 dapat lebih

mudah terjadi untuk membentuk CO_2 dan H_2O . Selain itu, penambahan katalis pada pengujian ternyata mengakibatkan kenaikan temperatur. Kenaikan temperatur ini akan membantu semakin mempercepat reaksi, sehingga reaksi oksidasi antara CO dengan O_2 dan HC dengan O_2 untuk membentuk produk CO_2 dan H_2O dapat tercapai dalam waktu yang lebih singkat dan dalam temperatur yang lebih rendah dari temperatur yang dibutuhkan untuk mengoksidasi CO menjadi CO_2 dan HC menjadi H_2O pada kondisi tanpa katalis. Prosentase penurunan konsentrasi polutan oleh katalis juga tergantung dari temperatur kerja katalis.

Analisa hubungan emisi gas karbonmonoksida (CO) dengan putaran mesin (n)



Gambar 4. Grafik kadar CO terhadap putaran mesin untuk semua perlakuan

Dari Gambar 4 terlihat bahwa secara rata-rata terjadi penurunan konsentrasi CO pada berbagai kondisi kelompok uji bila dibandingkan dengan kelompok kontrol (knalpot standar), yaitu terjadi penurunan terbesar pada kelompok uji 2 (knalpot modifikasi dengan logam pengisi *catalytic converter* baja karbon rendah 75% volume) yaitu sebesar 71,79% dari kondisi standar, dengan konsentrasi CO rata-rata sebesar 0,41%.

Pada grafik diatas juga terlihat bahwa setiap penambahan volume katalis baja karbon rendah maka konsentrasi CO bergerak semakin rendah, yang terlihat dari volume 25% sampai dengan 75%, tetapi kemudian meningkat lagi pada volume yang lebih besar (100%). Besarnya prosentase penurunan CO yang lebih rendah dari kelompok uji 2 (katalis 75% volume) selanjutnya diikuti oleh kelompok uji 3 (katalis 50% volume) sebesar 54,53%, kelompok uji 4 (katalis 25% volume) sebesar 43,23%, dari kondisi standar (kelompok kontrol) dengan kadar CO sebesar 1,47%. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi nilai optimum untuk penurunan konsentrasi CO pada katalis baja karbon rendah 75% volume. Dengan semakin besar volume baja karbon rendah yang diisikan ke dalam knalpot, maka menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi antara CO dan O_2 menjadi CO_2 dapat lebih dipercepat dengan lebih sempurna oleh katalis. Tetapi pada penambahan baja karbon rendah diatas volume 75% yaitu pada 100%, konsentrasi CO bergerak membesar lagi. Hal ini disebabkan karena proses katalisasi tidak dapat

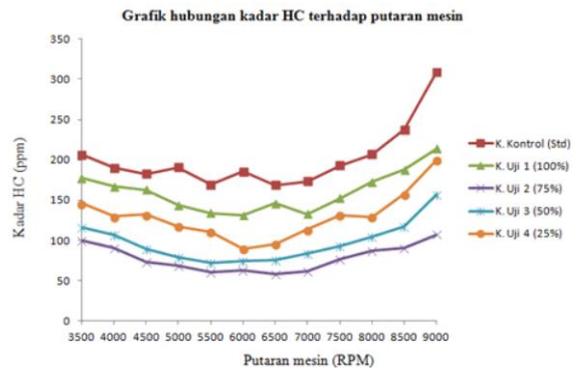
berlangsung secara sempurna yang diakibatkan oleh terlalu padatnya ruangan *catalytic converter*, sehingga gas buang tidak dapat terserap merata oleh katalis.

Kadar konsentrasi gas karbonmonoksida (CO) sangat dipengaruhi proses pembakaran yang terjadi. Polutan gas CO terbentuk dari pembakaran tidak sempurna akibat kekurangan udara saat pembakaran. Dari grafik CO terhadap putaran mesin diatas menunjukkan bahwa pada putaran rendah perbandingan udara terhadap bahan bakar berada dibawah kondisi *stoichiometry*, sehingga mengakibatkan kekurangan udara (campuran kaya). Pada kondisi kekurangan udara (campuran kaya) ini pembakaran akan berlangsung tidak sempurna, akibatnya konsentrasi polutan CO yang terbentuk saat pembakaran menjadi tinggi. Pada putaran menengah dan tinggi, jumlah udara yang masuk ke dalam karburator meningkat sehingga campuran udara dan bahan bakar semakin baik atau mendekati kondisi *stoichiometry*. Pada kondisi mendekati *stoichiometry*, konsentrasi polutan CO menjadi lebih rendah. Pada putaran tinggi dengan semakin banyaknya udara yang masuk ruang bakar, konsentrasi CO menjadi semakin rendah karena banyaknya O₂ yang dapat digunakan untuk mengoksidasi CO menjadi CO₂ semakin besar.

Analisa hubungan emisi gas hidrokarbon (HC) dengan putaran mesin (n)

Dari Gambar 5 terlihat bahwa secara rata-rata terjadi penurunan konsentrasi HC pada berbagai kondisi kelompok uji bila dibandingkan dengan kelompok standar (kelompok kontrol), yaitu terjadi penurunan terbesar terjadi pada kelompok uji 2 (knalpot modifikasi dengan logam pengisi baja karbon rendah 75%) yaitu sebesar 61,25% dengan kadar HC rata-rata sebesar 77,89 ppm.

Pada Gambar 5 juga terlihat bahwa setiap penambahan volume katalis baja karbon rendah maka konsentrasi HC bergerak semakin rendah, yang terlihat dari volume 25% sampai dengan 75%, tetapi kemudian meningkat lagi pada perlakuan dengan volume yang lebih besar (katalis 100%). Besarnya prosentase penurunan HC yang lebih rendah dari kelompok uji 2 (katalis 75%) selanjutnya diikuti oleh kelompok uji 3 (katalis 50% volume) sebesar 51,60%, kelompok uji 4 (katalis 25%) sebesar 37,75%, dan kelompok uji 1 (katalis 100%) 20,37% dari kondisi standar (kelompok kontrol). Hal ini menunjukkan bahwa terjadi nilai optimum untuk penurunan konsentrasi HC pada volume katalis baja karbon rendah 75% volume. Dengan semakin besar volume katalis baja karbon rendah yang diisikan ke dalam *catalytic converter* knalpot, maka menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi HC menjadi H₂O dan CO₂ dapat lebih dipercepat dengan lebih sempurna oleh katalis. Tetapi pada penambahan baja karbon rendah diatas volume 75% yaitu pada volume 100%, konsentrasi HC bergerak membesar lagi. Hal ini disebabkan karena proses katalisasi tidak dapat berlangsung secara sempurna yang diakibatkan oleh terlalu radatnya ruangan *catalytic converter*, sehingga gas buang tidak dapat terserap merata oleh katalis.

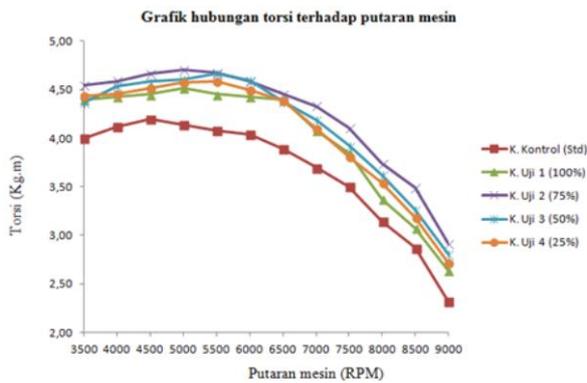


Gambar 5. Grafik kadar HC terhadap putaran mesin untuk semua perlakuan

Dari grafik kadar HC terhadap putaran mesin diatas menunjukkan bahwa pada putaran rendah perbandingan udara terhadap bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar mesin masih berada dibawah kondisi *stoichiometry*, sehingga mengakibatkan kekurangan udara (campuran kaya). Pada kondisi kekurangan udara (campuran kaya) ini pembakaran akan berlangsung tidak sempurna, akibatnya kadar konsentrasi polutan HC yang terbentuk saat pembakaran menjadi tinggi. Selain itu pada putaran rendah temperatur dinding silinder ruang bakar juga masih rendah sehingga menyebabkan pembentukan polutan HC juga. Pada saat putaran mesin ditingkatkan, temperatur dinding silinder semakin meningkat dan jumlah udara yang masuk ke dalam karburator juga meningkat sehingga campuran udara dan bahan bakar semakin baik atau mendekati kondisi *stoichiometry*. Pada kondisi mendekati *stoichiometry*, konsentrasi polutan HC akan menjadi lebih rendah. Akan tetapi pada putaran tinggi konsentrasi HC meningkat, yang disebabkan karena tingginya putaran mesin sehingga mengakibatkan kurangnya waktu untuk menyelesaikan proses pembakaran dan konsentrasi HC yang terbentuk menjadi lebih tinggi.

Analisa hubungan torsi (T) dengan putaran mesin (n)

Dari Gambar 6 terlihat bahwa secara rata-rata terjadi kenaikan torsi pada berbagai perlakuan percobaan bila dibandingkan dengan kondisi standar (kelompok kontrol). Kenaikan torsi rata-rata terbesar pada percobaan ini adalah sebesar 15,46% dengan menggunakan knalpot modifikasi yang diisikan katalis baja karbon rendah dengan volume 75% (kelompok uji 2) dengan nilai rata-rata torsi pada semua putaran mesin sebesar 4,23 Kg.m, dari kondisi standar. Torsi maksimum pada kelompok uji 2 (katalis 75% volume) terjadi pada putaran mesin sekitar 5000 RPM sebesar 4,71 kg.m. Besarnya kenaikan prosentase torsi yang lebih rendah dari kelompok uji 2 (katalis 75% volume) selanjutnya diikuti oleh kelompok uji 3 (katalis 50% volume) sebesar 12,60%, kelompok uji 4 (katalis 25%) sebesar 10,88%, dan kelompok uji 1 (katalis 100% volume) 9,27% dari kondisi standar.



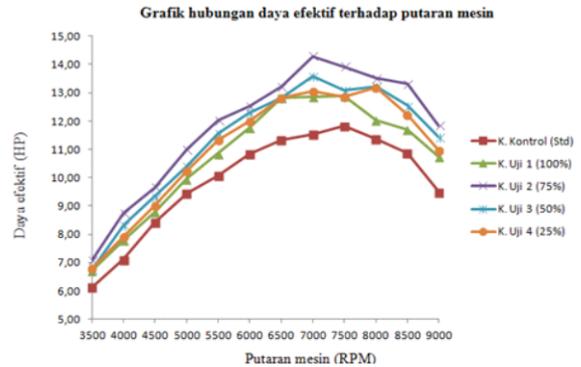
Gambar 6. Grafik torsi terhadap putaran mesin untuk semua perlakuan

Pada grafik diatas, terlihat bahwa dengan penambahan volume katalis ke dalam *catalytic converter* pada knalpot modifikasi terjadi kenaikan torsi yang cukup signifikan. Kenaikan torsi dimulai dari katalis dengan volume 25% yang diikuti oleh volume katalis 50% dan mencapai optimum pada katalis dengan volume 75%. Tetapi kenaikan volume berikutnya (katalis 100% volume) justru menurunkan torsi dari kondisi pada katalis 25% volume. Kenaikan torsi dari volume katalis 25% sampai optimum pada volume katalis 75% ini diakibatkan oleh pengaruh temperatur yang terjadi pada ruang katalis. Dengan semakin besar volume katalis maka panas yang dapat diserap akan semakin besar sehingga energi yang terbentuk juga semakin besar. Energi yang besar ini akan digunakan untuk menyeimbangkan energi yang seharusnya dikeluarkan dari ruang bakar. Semakin kecil energi yang terbuang (dikeluarkan dari ruang bakar) maka energi tersebut dapat digunakan untuk menghasilkan kerja dan kondisi ruang bakar menjadi terjaga. Penambahan katalis akan mengakibatkan kenaikan torsi yang optimum pada perlakuan kelompok uji 2 (katalis 75% volume), tetapi dengan bertambahnya volume katalis untuk katalis 100% volume torsi mengalami penurunan dari kondisi kelompok uji 4 (katalis 25%). Hal ini dapat dijelaskan dari panas yang tercapai pada katalis 100% lebih rendah/menurun karena padatnya ruangan *catalytic converter*. Penambahan volume ini membuat semakin padat ruangan katalis, sehingga gas buang tidak dapat memasuki ruang katalis secara merata dan panas (energi) yang dapat diserap juga kecil untuk menghasilkan torsi. Selain itu, torsi juga dipengaruhi oleh perbandingan udara bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar mesin yang terjadi. Pada perbandingan udara bahan bakar yang lebih mendekati *stoichiometry* maka torsi yang terjadi akan lebih tinggi, yang berarti unjuk kerja menjadi tinggi.

Analisa hubungan antara daya efektif (Ne) dengan putaran mesin (n)

Dari Gambar 7 terlihat bahwa secara rata-rata terjadi kenaikan daya pada berbagai perlakuan pengujian bila dibandingkan dengan kelompok standar (kelompok kontrol). Kenaikan daya rata-rata terbesar pada pengujian ini adalah sebesar 19,14% dengan menggunakan knalpot modifikasi dengan *catalytic converter* yang diisi katalis baja karbon rendah

dengan volume 75% (kelompok uji 2), dari kondisi standar. Daya maksimum pada kelompok uji 2 (katalis 75% volume) terjadi pada putaran mesin sekitar 7000 RPM sebesar 14,90 HP. Besarnya kenaikan prosentase daya yang lebih rendah dari kelompok uji 2 selanjutnya diikuti oleh kelompok uji 3 (katalis 50% volume) sebesar 14,32%, kelompok uji 4 (katalis 25% volume) sebesar 11,81%, dan kelompok uji 1 (katalis 100% volume) dari kondisi standar sebesar 9,87 HP.

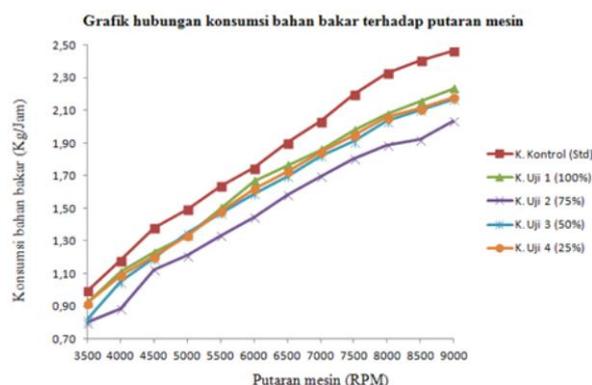


Gambar 7. Grafik daya efektif terhadap putaran mesin untuk semua perlakuan

Daya efektif yang dihasilkan terkait dengan torsi yang terjadi. Pada grafik diatas terlihat bahwa dengan penambahan volume katalis ke dalam *catalytic converter* pada knalpot modifikasi terjadi kenaikan daya efektif yang cukup signifikan sejalan dengan torsi. Kenaikan daya efektif terjadi dari volume katalis 25% sampai optimum pada volume katalis 75% ini diakibatkan oleh pengaruh temperatur sehingga penyimpanan energi panas yang terjadi pada ruang katalis dapat dimanfaatkan oleh mesin untuk meningkatkan daya efektifnya. Namun dengan bertambahnya volume katalis untuk katalis 100% volume daya mengalami penurunan karena padatnya ruangan *catalytic converter*, sehingga energi panas tidak dapat memasuki ruangan *catalytic converter*.

Analisa hubungan konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin (n)

Dari Gambar 8 terlihat bahwa secara rata-rata terjadi penurunan konsumsi bahan bakar (*FC*) pada berbagai perlakuan pengujian bila dibandingkan dengan kelompok standar (kelompok kontrol). Penurunan *FC* rata-rata terbesar pada pengujian ini adalah sebesar 18,51% dengan menggunakan *catalytic converter* yang diisi katalis baja karbon rendah dengan volume 75% (kelompok uji 2), dari kondisi standar. *FC* yang terjadi pada kelompok uji 2 secara rata-rata adalah sebesar 1,48 Kg/jam untuk putaran mesin 3500–9000 RPM. Besarnya penurunan prosentase *FC* yang lebih rendah dari kelompok uji 2 selanjutnya diikuti oleh kelompok uji 3 (katalis 50% volume) sebesar 11,76%, kelompok uji 4 (katalis 25% volume) sebesar 10,35%, dan kelompok uji 1 (katalis 100% volume) sebesar 8,87% dari kondisi standar sebesar 1,81 Kg/jam.



Gambar 8. Grafik konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin untuk semua perlakuan

Penurunan konsumsi bahan bakar pada kelompok-kelompok uji dibandingkan kelompok kontrol yang terjadi tersebut terkait dengan efek penyimpanan energi panas seperti yang terjadi pada torsi dan daya efektif. Dengan semakin besarnya energi panas yang dapat disimpan di knalpot maka akan memberikan kesetimbangan energi diruang bakar, sehingga konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan juga rendah dengan telah adanya simpanan energi pada keluaran mesin. Pada grafik konsumsi bahan bakar/*fuel consumption (FC)* terhadap putaran mesin tersebut diatas terlihat juga bahwa pada putaran rendah *FC* masih rendah, kemudian semakin naik pada putaran menengah dan naik lagi sampai pada putaran tinggi. Hal ini disebabkan karena pada putaran awal daya yang dihasilkan oleh mesin relatif kecil, sedangkan kecilnya daya pada putaran rendah banyak disebabkan karena kecilnya turbulensi aliran fluida, sebagai akibat kecilnya kecepatan aliran fluida yang masuk ke ruang bakar. Turbulensi aliran sangatlah penting dalam menghasilkan campuran yang baik, sehingga bisa meningkatkan energi yang dihasilkan oleh proses pembakaran. Pada putaran tinggi meskipun turbulensi aliran bagus akan tetapi akibat kurangnya waktu yang tersedia untuk menyelesaikan pembakaran karena tingginya putaran mesin yang membuat siklus pembakaran menjadi lebih pendek, dan mengakibatkan pembakaran yang terjadi kurang sempurna. Kondisi pada putaran tinggi ini yang membuat bahan bakar boros dan berakibat meningkatnya konsumsi bahan bakar (*FC*).

KESIMPULAN

Dari tahapan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Penggunaan knalpot inovatif dengan *catalytic converter* baja karbon rendah pada motor bensin empat langkah dapat menurunkan kadar konsentrasi polutan gas buang karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC), meningkatkan torsi, daya efektif, dan menurunkan konsumsi bahan bakar dari kondisi knalpot standar.
2. Penggunaan knalpot inovatif dengan teknologi *catalytic converter* baja karbon rendah dengan prosentase serabut 75% volume baja karbon rendah mempunyai hasil rata-rata terbaik dalam mereduksi gas karbonmonoksida (CO) sebesar 0,41%

(menurunkan kadar CO sebesar 71,79% dari kondisi knalpot standar) dan gas hidrokarbon (HC) sebesar 77,89 ppm (menurunkan kadar HC sebesar 61,25% dari kondisi knalpot standar).

3. Penggunaan knalpot inovatif dengan teknologi *catalytic converter* baja karbon rendah dengan prosentase serabut 75% volume baja karbon rendah dapat menunjukkan peningkatan rata-rata torsi sebesar 15,46% (dengan nilai rata-rata 4,23 Kg.m), peningkatan rata-rata daya efektif sebesar 19,14% (dengan nilai rata-rata 11,76 HP), dan penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 18,51% (dengan nilai rata-rata 1,48 Kg/jam) dari kondisi perlakuan knalpot standar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Swisscontact (2000), *Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi*. Swisscontact Clean Air Project, Jakarta.
- [2] Obert, E. F. (1973) *Internal Combustion Engines and Air Pollution*. Harper & Row Publishers Inc., New York.
- [3] Dowden, D. A. dkk. (1970) *Catalytic Handbook*. Springer-Verlag Wien, New York.
- [4] Bagus, RM & Subri, M. (2006), *Penaruh katalis tembaga dan krom terhadap emisi gas carbon monoksida dan hidro carbon pada kendaraan motor bensin*, (jurnal) Semarang: UNIMUS
- [5] Rahmat S.M., I. (2010), *Pengaruh Penggunaan Catalytic Converter Sistem Serabut dengan Logam Katalis Tembaga (Cu) Terhadap Emisi Gas Buang dan Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah*. Jurusan Teknik Mesin UNEJ, Jember
- [6] Heisler, H. & Arnold, E. (1995), *Advanced Engine Technology*. Hodder Headline PLC, London.