

STUDI PENGARUH *ACTIVE TURBO CYCLONE* TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MOTOR BENSIN 4 TAK 1 SILINDER

Surya Didelhi¹⁾, Toni Dwi Putra²⁾, Muhammad Agus Sahbana³⁾

ABSTRAK

Semakin banyaknya jumlah kendaraan bermotor mau tidak mau berkaitan dengan konsumsi bahan bakar minyak yang berlebih. Hal tersebut paling tidak memunculkan dua ancaman serius yaitu pertama faktor ekonomi berupa ketersediaan bahan bakar minyak yang semakin lama semakin menipis. Ancaman yang kedua adalah factor lingkungan hidup yaitu polusi yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar minyak baik secara langsung berupa gas-gas berbahaya seperti CO₂, NO_x, dan UHC (*UnburnHydrocarbon*), maupun polusi tidak langsung berupa pemanasan global (*Global Warning Potential*) akibat meledaknya jumlah CO₂. Untuk itu dilakukan penelitian dengan menambahkan *Turbo Cyclone* yang merupakan salah satu alat dimana dapat memberikan efek aliran berpusar pada silinder, sehingga dapat menyempurnakan pembakaran. Dengan ini konsumsi akan semakin sedikit digunakan dan tidak menimbulkan polusi yang membahayakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh pemasangan *Turbo Cyclone* terhadap emisi gas buang mesin Yamaha New Vega ZR.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental nyata (*True Experiment Research*) dengan variabel bebas yaitu tegangan input, kecepatan aliran udara, jenis bahan bakar yaitu : premium, beban dan Variabel Terikat yaitu emisi gas buang . Untuk mengetahui emisi gas buang (CO, O₂, CO₂, HC, NO_x) pada motor bensin empat langkah yang menggunakan *Turbo Cyclone*.

Hasil yang diperoleh dari penelitian bahwa dengan pemakaian *Turbo Cyclone* pada Sepeda Motor akan memberikan hasil sebagai berikut; Penggunaan *turbo cyclone* tidak efektif pada putaran rendah, namun pada putaran tinggi *turbo cyclone* membantu menghisap udara ke ruang bakar, sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna; Sepeda motor yang menggunakan *Turbo Cyclone* emisi gas buang yang dihasilkan gas CO, O₂, CO₂, HC dan NO_x lebih rendah bila dibandingkan dengan kondisi *standard*.

Kata Kunci : *Intake Manifold, Turbo Cyclone, Emisi gas buang*

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Dengan semakin pesatnya perkembangan dunia otomotif dewasa ini, maka kita sebagai bangsa Indonesia dituntut untuk lebih produktif, baik dalam segi kualitas maupun kuantitas. Perkembangan dunia otomotif secara kualitas dapat dilihat dari semakin canggihnya mesin – mesin otomotif khususnya mesin – mesin kendaraan bermotor. Sedangkan secara kuantitas dapat dilihat dari munculnya berbagai tipe dan jenis kendaraan baru yang kini mulai merambah pasar Indonesia, selain itu hal ini dapat kita perhatikan dari semakin padatnya kendaraan bermotor di jalan raya. Dampak positif dari semakin canggih dan banyaknya kendaraan bermotor adalah lancarnya arus transportasi dan mempersingkat waktu tempuh perjalanan. Sedangkan dampak negatifnya yaitu masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh gas buang dari kendaraan bermotor. Selain kendaraan model baru terdapat berbagai merk dan tipe kendaraan lama yang masih dioperasikan.

Motor bakar merk dan tipe kendaraan baru maupun lama tergantung pada proses pembakaran, Proses pembakaran salah satunya tergantung masuknya bahan bakar berupa campuran bensin dan udara. Proses pembakaran sempurna terjadi apabila campuran bensin dan udara tepat, udara yang masuk ke karburator juga menentukan proses pembakaran.

Dengan adanya *Turbo Cyclone* aktif yang selalu menyuplai udara dengan aliran yang konstan dapat menyebabkan campuran bensin dan udara bisa terbakar dengan sempurna.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan antara lain adalah untuk mengetahui pengaruh *active turbo cyclone* terhadap emisi gas buang mesin Yamaha New Vega ZR.

TINJAUAN PUSTAKA

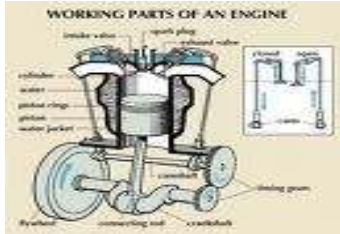
Penelitian Terdahulu

Hery Waskito, dkk (Tahun 2004), Pengujian menghasilkan; tidak efektif pada putaran rendah pada semua modifikasi, ini dikarenakan pada rpm rendah daya hisap piston lemah, kecepatan udara masuk rendah, sehingga energi yang dimiliki oleh TC tersebut juga rendah. Karena energi yang rendah maka aliran tidak mampu mempertahankan profil dari aliran/*swirl* yang terbentuk akibat proses pembagian aliran pada penggunaan multi silinder sehingga menghambat laju aliran (merusak profil aliran) dan *swirl* yang diharapkan sampai ruang bakar tidak tercapai.

Tri Sularto (Tahun 2005), Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh modifikasi diameter venturi dan pemasangan *turbo cyclone* dan kombinasi keduanya terhadap daya mesin pada sepeda motor dua langkah Yamaha FIZR tahun 2003. Hasil dari modifikasi sangat signifikan terhadap daya mesin dengan *turbo cyclone* pada Yamaha FIZR tahun 2003.

Motor Bakar Bensin.

Motor bensin merupakan motor yang menggunakan bahan bakar bensin untuk menghasilkan tenaga penggerak, bensin tersebut terbakar (setelah dicampur dengan udara) untuk memperoleh tenaga panas dan tenaga panas tersebut diubah kedalam bentuk tenaga penggerak sebagaimana dapat dilihat pada gambar berikut ini.

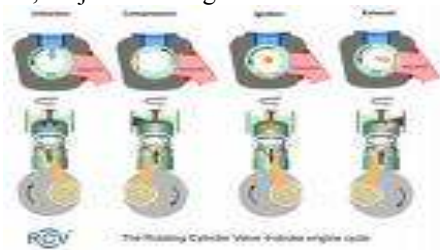


Gambar 1. Mekanisme Piston dan Crankshaft. Sumber: www.cache.eb.com

Campuran udara dan bensin dihisap kedalam silinder, dimampatkan dengan torak dibakar untuk memperoleh tenaga panas. Terbakarnya gas akan menaikkan suhu dan tekanan. Torak bergerak naik turun didalam silinder menerima tekanan yang tinggi, yang memungkinkan torak terdorong kebawah. Mesin ini juga dilengkapi dengan pembuangan gas sisa pembakaran dan menyediakan campuran udara bensin pada saat yang tepat agar torak dapat bekerja secara periodik. Kerja periodik yang dimulai dari memasukkan campuran udara dan bensin, kompresi, pembakaran dan pembuangan sisa pembakaran dalam silinder itu disebut siklus mesin. Pada motor bensin terdapat 2 macam penggolongan untuk mendapatkan siklus mesin yaitu:

- a. Motor bensin 4 langkah (4 tak), dimana satu siklus diperlukan 4 langkah torak dan 2 kali putaran poros engkol.
- b. Motor bensin 2 langkah (2 tak), dimana satu siklus diperlukan 2 langkah torak dan 1 kali putaran poros engkol.

Cara Kerja Motor Bensin adalah sebagai berikut: torak bergerak naik turun didalam silinder. Titik tertinggi yang dicapai disebut titik mati atas (TMA) dan titik terendah disebut titik mati bawah (TMB). Pada Motor 4 tak terdapat 4 langkah yaitu langkah hisap, kompresi, kerja dan buang.



Gambar.2. Cara Kerja Four Stroke Engine. Sumber: www.rcvengines.com

Saat Terjadi Pembakaran maksimum

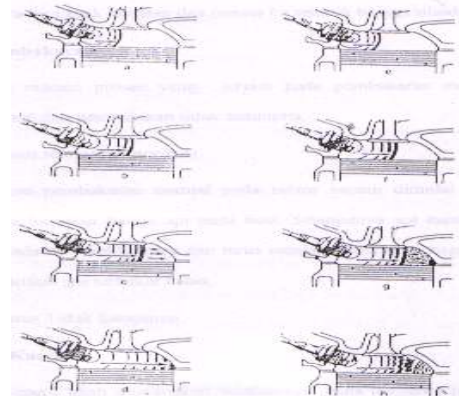
Pembakaran diawali dengan loncatan bunga api busi pada akhir langkah pemampatan, pada keadaan biasa kita mendapatkan pembakaran teratur dimana

selalu terdapat dua tahapan ialah bagian yang tidak terbakar kedua-duanya dibatasi oleh api pembakaran.

Pembakaran yang teratur biasanya 3 milidetik (0,0003), terjadi juga perjalanan tekanan teratur diatas piston. Disebabkan oleh singkatnya pembakaran, tekanan didalam seluruh ruang bakar, tidak dapat sama sehingga terjadilah gangguan keseimbangan, dengan tekanan tinggi setempat, atau lebih tepatnya gerakan terombang-ambing dari massa gas yang panas sekali.

Selisih dalam tekanan dari 1 Mpa dapat terjadi pembakaran yang tidak teratur dan tidak terawati yang mengakibatkan pembebanan terlalu berat dari mekanismenya. Gerakan dari gas terhadap logamnya memberi suara seperti pukulan yang disebut detonasi, penyebab sebenarnya adalah suhu terlalu tinggi dari gas yang dimanfaatkan atau ruang bakar yang tidak memenuhi syarat. Penyebab yang banyak adalah:

- a. Angka oktan bensin terlalu rendah
- b. Penyetelan pengapian terlalu awal
- c. Busi terlalu panas
- d. Pendinginan terlalu miskin
- e. Bentuk ruang bakar tidak menguntungkan.



Gambar 3. Pembakaran Normal. Sumber: Prasetya, Hari, Skripsi Universitas Muhammadiyah, Solo, 2006, halaman 20.

Proses Pembakaran

Ada dua macam proses yang terjadi pada pembakaran motor yaitu pembakaran normal dan pembakaran tidak sempurna.

a. Pembakaran Sempurna (normal)

Mekanisme pembakaran normal pada motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi. Selanjutnya api membakar gas yang berada disekelilingnya dan terus menjaral keseluruh bagian sampai semua partikel gas terbakar habis.

b. Pembakaran Tidak Sempurna

1. Knocking

Seperti telah diterangkan sebelumnya, pada peristiwa pembakaran normal api menyebar ke seluruh bagian ruang bakar dengan kecepatan konstan, sedangkan busi dipergunakan sebagai pusat penyebarannya, dalam hal ini gas baru yang belum terbakar terdesak oleh gas yang telah terbakar sehingga tekanan dan suhu dapat mencaoi keadaan hamper terbakar. Jika pada saat ini gas tadi terbakar dengan sendirinya maka akan timbul detonasi.

Beberapa cara untuk mencegah detonasi :
 Mengurangi tekanan dan temperature bahan bakar yaitu yang masuk ke dalam silinder

1. Mengurangi perbandingan kompresi
 2. Memperlambat saat penyalaan
 3. Memperkaya campuran bahan bakar
 4. Meningkatkan kecepatan torak (atau putaran poros engkol) untuk memperoleh arus turbulen pada campuran didalam silinder yang mempercepat rambatan nyala api.
2. *Pre Ignition*

Gejala pembakaran tidak normal lainnya adalah pre ignition, peristiwa ini hampir sama dengan knocking tetapi hanya terjadi pada saat busi belum memercikkan bunga api. Disini bahan bakar terbakar dengan sendirinya yaitu sebagai akibat dari tekanan dan suhu cukup tinggi, sehingga dapat membakar gas tanpa pemberian penyalaan dari busi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, pre ignition adalah peristiwa pembakaran yang terjadi sebelum saat yang dikehendaki.

Active Turbo Cyclone

Turbo cyclone adalah peralatan tambahan yang diletakkan pada saluran awal dari *intake air* (sebelum karburator), sehingga mudah dalam pemasangannya meskipun dilakukan sendiri.

Metode yang digunakan pada peralatan ini adalah dengan memanfaatkan sudu-sudu dengan kemiringan tertentu yang terbuat dari *stainless steel* untuk memaksa aliran udara yang melewatinya terpelintir sehingga menjadi aliran *swirl*.



4. Active Turbo Cyclone

Sumber: www.turboactive.com

METODE PENELITIAN

Variabel Penelitian

- a. Variabel Bebas : tegangan input, kecepatan aliran udara, jenis bahan bakar yaitu : premium,
- b. Variabel Terikat : emisi gas buang

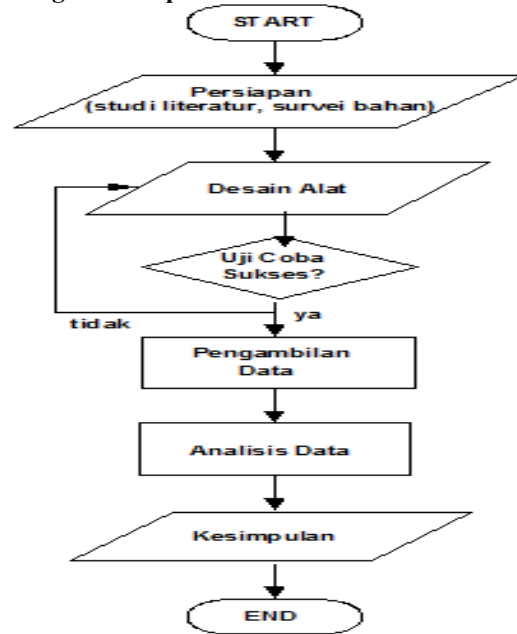
Pengambilan data

Proses pengambilan data dilakukan dengan menggunakan *turbo cyclone* dan tanpa menggunakan *turbo cyclone* pada sepeda motor Yamaha New Vega ZR.

Analisa Data

Data yang diperoleh akan diplotkan pada grafik. Grafik ini akan dijadikan acuan untuk menilai besarnya pengaruh pemakaian *active turbo cyclone* terhadap emisi gas buang yang dihasilkan.

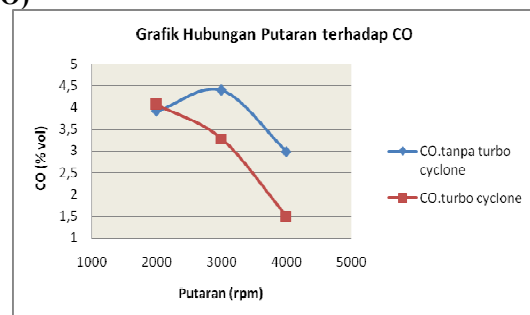
Diagram alir penelitian



Gambar 5 Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan putaran mesin pada pengujian tanpa dan dengan *Turbo Cyclone* terhadap carbon monoksida (CO)



Gambar 6 Grafik hubungan putaran dengan Turbo Cyclone terhadap emisi gas buang (CO)

Dari grafik diatas dapat kita ketahui bahwa emisi gas buang CO pada kondisi memakai *Turbo Cyclone* rata-rata lebih kecil dari pada kondisi *standard*, artinya dengan memakai *Turbo Cyclone* rata-rata emisi gas buang CO lebih rendah dan menjadi lebih ramah lingkungan dari pada kondisi *standard*.

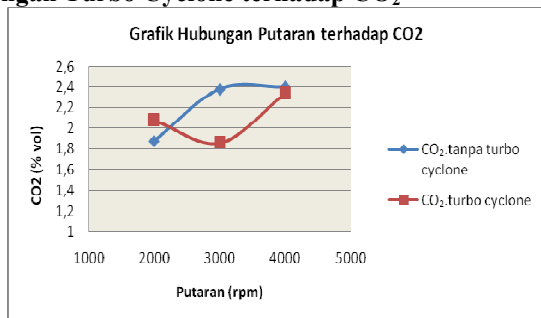
Dari gambar diatas dapat kita lihat bahwa putaran mesin, pemasangan *Turbo Cyclone* juga mempengaruhi kandungan karbonmonoksida. Pada putaran 2000 rpm pemasangan *Turbo Cyclone* memiliki selisih 0.15 % diatas *standard* dalam menghasilkan emisi gas buang CO dari keadaan *standard*. Rata-rata emisi gas CO yang dihasilkan *Turbo Cyclone* adalah 4,068 %, sedangkan pada saat *standard* hanya menghasilkan emisi gas CO rata-rata 3,918 %.

Pada putaran 3000 rpm emisi gas CO terendah dihasilkan pada saat pemasangan *Turbo Cyclone*, rata-rata yang dihasilkan 3,278 %. sedangkan pada saat

standard rata-rata menghasilkan 4,394 %. Pada putaran 3000 rpm – 4000 rpm emisi gas CO yang dihasilkan oleh *Turbo Cyclone* rata-rata berada di bawah dari keadaan *standard*. Pada pemakaian *Turbo Cyclone* menghasilkan rata-rata 3,278 % pada putaran 3000 rpm, 1,496% pada putaran 4000 rpm.

Jadi menurut gambar 6, di atas dapat kita ketahui bahwa kondisi mesin menggunakan *Turbo Cyclon* akan menghasilkan pembakaran yang sempurna di dalam ruang bakar, sehingga didapatkan kandungan karbonmonoksida (CO) yang rendah di bandingkan dengan kondisi yang *standard*. Hal ini dikarenakan *Turbo Cyclone* memberi efek tekanan udara ke ruang bakar dan membantu mengalirkan campuran bahan bakar dan udara kedalam silinder, yaitu memberikan efek aliran berpusar dan konstan. Dengan adanya jenis aliran ini campuran bahan bakar dengan udara menjadi semakin baik. Oleh karena itu proses pembakaran menjadi lebih baik.

Hubungan putaran mesin pada pengujian tanpa dan dengan Turbo Cyclone terhadap CO₂



Gambar 7 Grafik hubungan putaran dengan Turbo Cyclone terhadap emisi gas buang (CO₂)

Dari grafik diatas dapat kita ketahui bahwa emisi gas buang CO₂ pada kondisi memakai *Turbo Cyclone* rata-rata lebih kecil dari pada kondisi *standard*. Konsentrasi CO₂ menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar. Semakin tinggi maka semakin baik. Saat AFR berada di angka ideal, emisi CO₂ berkisar antara 12% sampai 15%. Apabila AFR terlalu kurus atau terlalu kaya, maka emisi CO₂ akan turun secara drastis. Apabila CO₂ berada dibawah 12%, maka kita harus melihat emisi lainnya yang menunjukkan apakah AFR terlalu kaya atau terlalu kurus.

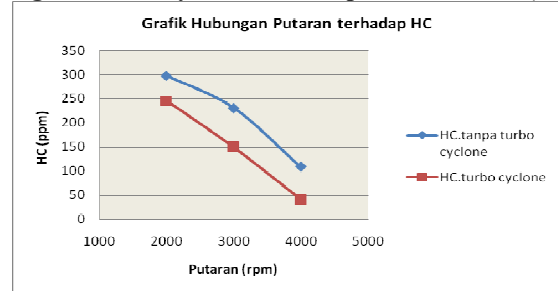
Perlu diingat bahwa sumber dari CO₂ ini hanya ruang bakar dan CC. Apabila CO₂ terlalu rendah tapi CO dan HC normal, menunjukkan kemungkinan adanya kebocoran *exhaust pipe*.

Dari gambar 7, dapat kita lihat bahwa putaran mesin, pemasangan *Turbo Cyclone* juga mempengaruhi kandungan karbondioksida. Pada putaran 2000 rpm pemasangan Turbo Cyclone memiliki selisih 0,2 % diatas *standard* dalam menghasilkan emisi gas buang CO₂ dari keadaan *standard*. Rata-rata emisi gas CO₂ yang dihasilkan *Turbo Cyclone* adalah 2,08 %, sedangkan pada saat *standard* hanya menghasilkan emisi gas CO rata-rata 1,88 %. Pada putaran 3000 rpm

emisi gas CO₂ terendah dihasilkan pada saat pemasangan *Turbo Cyclone*, rata-rata yang dihasilkan 1,86 %, sedangkan pada saat *standard* rata-rata menghasilkan 2,38 %.

Jadi menurut gambar 4.2 di atas dapat kita ketahui bahwa kondisi mesin menggunakan *Turbo Cyclone* akan menghasilkan kandungan karbondioksida (CO₂) yang rendah di bandingkan dengan kondisi yang *standard*.

Hubungan putaran mesin pada pengujian tanpa dan dengan Turbo Cyclone terhadap hidro karbon (HC)



Gambar 8 Grafik hubungan putaran dengan Turbo Cyclone terhadap emisi gas buang (HC)

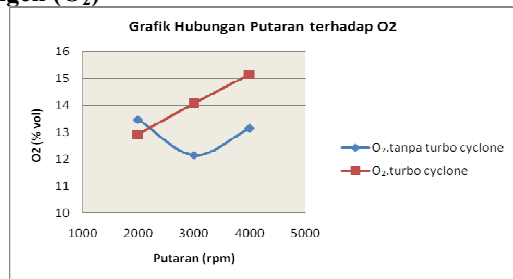
Dari grafik diatas dapat kita ketahui bahwa emisi gas buang HC pada kondisi memakai *Turbo Cyclone* rata-rata lebih kecil dari pada kondisi *standard*, artinya dengan memakai *Turbo Cyclone* rata-rata emisi gas buang HC yang dihasilkan lebih ramah lingkungan dari pada kondisi *standard*.

Dari gambar 8, dapat kita lihat bahwa putaran mesin, pemasangan *Turbo Cyclone* juga mempengaruhi kandungan HC. Pada putaran 2000 rpm pemasangan *Turbo Cyclone* memiliki selisih 51,4 ppm dari *standard* dalam menghasilkan emisi gas buang HC dari keadaan *standard*. Rata-rata emisi gas HC yang dihasilkan *Turbo Cyclone* adalah 246 ppm, sedangkan pada saat *standard* menghasilkan emisi gas HC rata-rata 297,4 ppm.

Pada putaran 3000 rpm – 4000 rpm emisi gas HC yang dihasilkan oleh *Turbo Cyclone* rata-rata berada di bawah dari keadaan *standard*. Pada pemakaian *Turbo Cyclone* menghasilkan rata-rata 149 ppm pada putaran 3000 rpm, 41,6ppm pada putaran 4000 rpm.

Jadi menurut grafik 8 di atas dapat kita ketahui bahwa kondisi mesin menggunakan *Turbo Cyclon* akan menghasilkan pembakaran yang sempurna di dalam ruang bakar, sehingga didapatkan kandungan HC yang rendah di bandingkan dengan kondisi yang *standard*. Hal ini dikarenakan *Turbo Cyclone* memberi efek tekanan udara ke ruang bakar dan memiliki aliran dalam mengalirkan campuran bahan bakar dan udara kedalam silinder, yaitu memberikan efek aliran berpusar dan konstan. Dengan adanya jenis aliran ini campuran bahan bakar dengan udara menjadi semakin baik. Oleh karena itu proses pembakaran menjadi lebih baik.

Hubungan putaran dengan Turbo Cyclone terhadap oksigen (O₂)

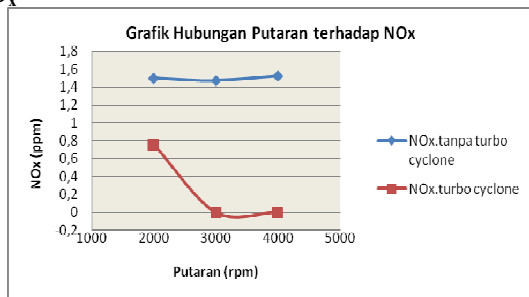


Gambar 9 Grafik hubungan putaran dengan Turbo Cyclone terhadap emisi gas buang (O₂)

Dari gambar 9, diatas kita mengetahui bahwa putaran mesin, pemakaian *Turbo Cyclone* mempunyai pengaruh terhadap kandungan zat asam (O₂) pada gas buang. Ini diketahui bahwa di setiap putaran dan setiap kondisi memiliki emisi gas buang yang berbeda. Rata-rata emisi gas buang yang menggunakan *Turbo Cyclone* memiliki emisi gas buang O₂ yang lebih besar. Pada kondisi *standard* menunjukkan perbedaan dibandingkan dengan kondisi mesin yang memakai *Turbo Cyclone*, yaitu zat asam (O₂) yang terdapat dalam gas buang pada kondisi *standard* terhitung lebih kecil dibandingkan dengan kondisi memakai *Turbo Cyclone*. Hal ini ditunjukkan pada grafik dari putaran 2000 sampai 4000 rpm. Disini terlihat saat menggunakan *Turbo Cyclone* pada putaran 2000 rpm menghasilkan rata-rata 12,92 %, pada putaran 3000 rpm rata-rata 14,06 %, dan pada putaran 4000 rpm rata-rata 15,14 %.

Jadi menurut gambar 9 di atas dapat kita ketahui bahwa kondisi mesin menggunakan *Turbo Cyclone* akan menghasilkan pembakaran yang sempurna di dalam ruang bakar sehingga didapatkan kandungan zat asam (O₂) yang rendah di bandingkan dengan kondisi yang *standard*. Hal ini dikarenakan *Turbo Cyclone* memberi efek tekanan udara ke ruang bakar dan mengalirkan campuran bahan bakar dan udara kedalam silinder, yaitu memberikan efek aliran berpusar dan konstan. Dengan adanya jenis aliran ini campuran bahan bakar dengan udara menjadi semakin baik. Oleh karena itu proses pembakaran menjadi lebih baik.

Hubungan putaran dengan Turbo Cyclone terhadap NO_x



Gambar 10 Grafik hubungan putaran dengan *Turbo Cyclone* terhadap emisi gas buang NO_x

Dari grafik diatas dapat kita ketahui bahwa emisi gas buang NO_x pada kondisi memakai *Turbo Cyclone*

rata-rata jauh lebih kecil dari pada kondisi *standard*, artinya dengan memakai *Turbo Cyclone* rata-rata emisi gas buang NO_x lebih ramah lingkungan dari pada kondisi *standard*.

Dari gambar 10 dapat kita lihat bahwa putaran mesin, pemasangan *Turbo Cyclone* juga mempengaruhi kandungan NO_x. Pada putaran 2000 rpm pemasangan *Turbo Cyclone* memiliki selisih 0,743 ppm dari *standard* dalam menghasilkan emisi gas buang NO_x dari keadaan *standard*. Rata-rata emisi gas NO_x yang dihasilkan *Turbo Cyclone* adalah 0,7536 ppm, sedangkan pada saat *standard* menghasilkan emisi gas NO_x rata-rata 1,4966 ppm.

Pada putaran 3000 rpm – 4000 rpm emisi gas NO_x yang dihasilkan oleh *Turbo Cyclone* rata-rata berada di bawah dari keadaan *standard*. Pada pemakaian *Turbo Cyclone* menghasilkan rata-rata 0 ppm pada putaran 3000 rpm, 0 ppm pada putaran 4000 rpm.

Jadi menurut gambar 10 di atas dapat kita ketahui bahwa kondisi mesin menggunakan *Turbo Cyclone* akan menghasilkan pembakaran yang sempurna di dalam ruang bakar sehingga didapatkan kandungan NO_x yang rendah di bandingkan dengan kondisi yang *standard*. Hal ini dikarenakan *Turbo Cyclone* memberi efek tekanan udara ke ruang bakar dan memiliki aliran dalam mengalirkan campuran bahan bakar dan udara kedalam silinder, yaitu memberikan efek aliran berpusar dan konstan. Dengan adanya jenis aliran ini campuran bahan bakar dengan udara menjadi semakin baik. Oleh karena itu proses pembakaran menjadi lebih baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan analisis yang kami lakukan pemasangan *Turbo Cyclone* pada Sepeda Motor Yamaha New Vega ZR, maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Penggunaan *turbo cyclone* tidak efektif pada putaran mesin rendah, akan tetapi lebih efektif pada putaran mesin tinggi.
2. Penggunaan *turbo cyclone* pada putaran mesin 4000 rpm dapat mengurangi emisi gas buang CO sebesar 1,7032 %, CO₂ sebesar 0,156 %, HC sebesar 85,936 ppm, dan NO_x sebesar 1,85 ppm dibandingkan tanpa menggunakan *turbo cyclone*. Untuk gas O₂ yang dihasilkan sedikit lebih besar 2,3624 % dibandingkan kondisi *standard*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, BPM dan Berenschot. H, 1980, *Motor Bensin*, Erlangga, Jakarta.
- Arismunandar, Wiranto, 1973, *Motor Bakar Torak*, ITB Bandung, Bandung.
- Hidayat Choirul. M, 2004, *Analisa Pengaruh Penempatan atau Letak Turbo Cyclon dengan Pelapisan Krom pada Exhaust Manifold terhadap Kinerja Mesin Kijang Type 3k*, Skripsi, Univ. Widya Gama Malang.

- Maskandar Aika, 2002, *Pengaruh Penggunaan Jet Koreksi Udara pada Karburator terhadap Performance Motor Bensin 4 Langkah*, Skripsi, Univ. Brawijaya Malang.
- M. Khovakh, *Motor Vehicle Engines*, Mir Publisher, Moscow.
- Nakoela Soenarta, Shoichi Furuhamu, 1985, *Motor Serbaguna*, Cetakan I, Pradnya Paramita, Jakarta.
- N. Petrovsky, *Marine Internal Combustion Engines*, Mir Publisher, Moscow.
- Praselia, Hari, 2006, *Pengaruh Jarak Kerenggangan Elektroda Busi terhadap Efisiensi Pemakaian Bahan Bakar pada Mesin Sepeda Motor Suzuki Shogun*, Skripsi Universitas Muhammadiyah Solo.
- Praselia, Hari, 2006, Skripsi Universitas Muhammadiyah, halaman 20, Solo.
- R. P. Sharma dan M. L. Mathur, 1980, *A Course In Internal Combustion Engines*, Dhanpat Rai & Sons, Delhi.

