

PENGARUH PEMAKAIAN *SPARK PLUG STANDART*, *SPARK PLUG IRIIDIUM* DAN *SPARK PLUG PLATINUM* DENGAN VARIASI PUTARAN *ENGINE* TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MOTOR BENSIN 4 TAK HONDA MEGA PRO

Oleh:

Rendi Roland Ravidio, Imam Muda, dan Mustaman
Pendidikan Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang
E-mail: Rolandrendi@gmail.com

Abstraks. Perkembangan industri di Indonesia, salah satunya pada sektor transportasi darat yaitu transportasi roda dua yang sekarang ini telah menjadi kebutuhan penting dalam aktifitas kehidupan manusia, namun hal tersebut mempunyai dampak berupa polusi udara yang mengganggu pernapasan karena sifat pulosi udara tidak berbau dan tidak berwarna. Berawal dari permasalahan tersebut penulis berinisiatif untuk membuat penelitian tentang penyempurnaan pembakaran dengan cara menggunakan variasi spark plug pada kendaraan sepeda motor 4 tak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi *spark plug* dengan variasi putaran *engine* terhadap mutu emisi gas buangnya. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Sepeda Motor VEDC Malang. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis statistik menggunakan metode *One Way Anova* dengan bantuan *SPSS 16 For Windows*. Dari hasil penelitian terdapat perbedaan nilai kadar emisi gas buang dari penggunaan *spark plug* standar dengan *spark plug iridium* dan *spark plug platinum*, dilihat hasil kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) terhadap variasi putaran *engine* 1000 rpm sampai 5000 rpm. Penggunaan *spark plug* standar nilai kadar emisi gas buangnya lebih besar dari sebesar dengan *spark plug iridium* dan *spark plug platinum*. Nilai kadar yang di hasilkan dari penggunaan *spark plug* standar terhadap variasi putaran *engine* 1000 rpm sampai 5000 rpm sebesar 3,41 % dan hidrokarbon (HC) sebesar 511 ppm, putaran menengah (3000 rpm) sebesar 0,71 % dan 114 ppm dan putaran *engine* tinggi (5000 rpm) 1,45 % dan 134 ppm, selanjutnya penggunaan *spark plug iridium* putaran rendah (1000 rpm) sebesar 373 ppm, putaran menengah (3000 rpm) sebesar 0,36 % dan 45 ppm dan putaran *engine* tinggi (5000 rpm) sebesar 1,13 % dan 74 ppm dan untuk penggunaan *spark plug platinum* pada saat putaran rendah (1000 rpm) menunjukkan nilai kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) sebesar 2,35 % dan hidrokarbon (HC) sebesar 403 ppm, putaran menengah (3000 rpm) sebesar 0,56 % dan 63 ppm dan putaran *engine* tinggi (5000 rpm) sebesar 1,24 % dan 48 ppm. Berdasarkan hasil penelitian diatas, setelah melakukan analisis data dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan dan pengaruh dari penggunaan *spark plug* standar, *spark plug iridium* dan *spark plug platinum* pada sepeda motor Honda mega pro. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan bahan bakar yang nilai oktanya lebih tinggi dan menggunakan kendaraan yang kapasitas mesinnya diatas 150 CC dengan *spark plug* dari pabrikan yang berbeda.

Kata kunci: *Spark Plug*, Variasi Putaran *Engine*, Gas Buang.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia dititik beratkan pada industry. Berbagai jenis produk yang dihasilkan harus berkualitas untuk memperlihatkan bahwa perusahaan tersebut mampu

bersaing dipasar otomotif dan salah satu contoh dari perkembangan industrialisasi di Indonesia adalah perkembangan pada sektor transportasi darat yaitu transportasi baik roda dua maupun roda empat yang sekarang

ini telah menjadi kebutuhan penting dalam aktifitas kehidupan manusia. Namun disisi lain transportasi roda dua maupun roda empat juga mempunyai dampak yang negatif yaitu terjadinya pencemaran udara yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar yang mengakibatkan *global warming*

Dalam proses pembakaran, kendaraan bermotor akan mengeluarkan hasil pembakaran berupa gas buang yang mengandung berbagai pencemar (polutan) yang pada umumnya merupakan gas-gas yang berbahaya antara lain CO, HC, SO_x, NO_x, asap, dan Pb. Gas-gas tersebut dapat mengganggu makhluk hidup dan berbagai macam jenis material (zat). Pada konsentrasi tertentu, parameter-parameter tersebut dapat mengakibatkan kematian, sehingga penambahan jumlah kendaraan bermotor disamping membawa manfaat juga membawa kerugian. Pada awalnya kendaraan bermotor roda dua menggunakan *engine* 2 langkah yang sistem pembakarannya memerlukan 2 langkah kerja, namun belum efisien untuk mengurangi pencemaran udara. Seiring dengan perkembangan zaman, *engine* dengan 2 langkah disempurnakan menjadi *engine* 4 langkah dengan tujuan lebih efisien dan untuk mengurangi pencemaran polusi udaral.

Dalam proses pembakaran transportasi roda dua yang menggunakan *engine* 4 langkah dipengaruhi oleh tiga komponen yang bereaksi yaitu bahan bakar, oksigen dan panas. Jika salah satu komponen tersebut tidak ada maka tidak akan terjadi reaksi pembakaran. Salah satu komponen yang mempunyai peranan penting dalam proses pembakaran ialah kualitas percikan bunga api listrik karena percikan bunga api listrik terjadi adanya beda potensial tinggi yang dihasilkan dari *ignition coil*. Jika terjadi kerusakan pada *spark plug* atau kurangnya

kualitas percikan bunga api listrik yang dihasilkan *spark plug* maka akan mengakibatkan perbandingan bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang pembakaran yang secara teoritis perbandingannya ialah 14,7 : 1 terjadi gagal pengapian. Dalam hal ini bisa disimpulkan peranan penting terhadap penggunaan kualitas *spark plug* pada sepeda motor. *Spark plug* yang digunakan pada motor 4 langkah bermacam-macam jenisnya dan jangka waktunya tergantung dari bahan dan tipe *spark plug*. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian eksperimen yang fokus pada penggunaan *spark plug* standar, *spark plug iridium* dan *spark plug platinum* diharapkan agar pembakaran motor 4 langkah lebih sempurna dan mengurangi emisi gas buang.

MOTODE PENELITIAN

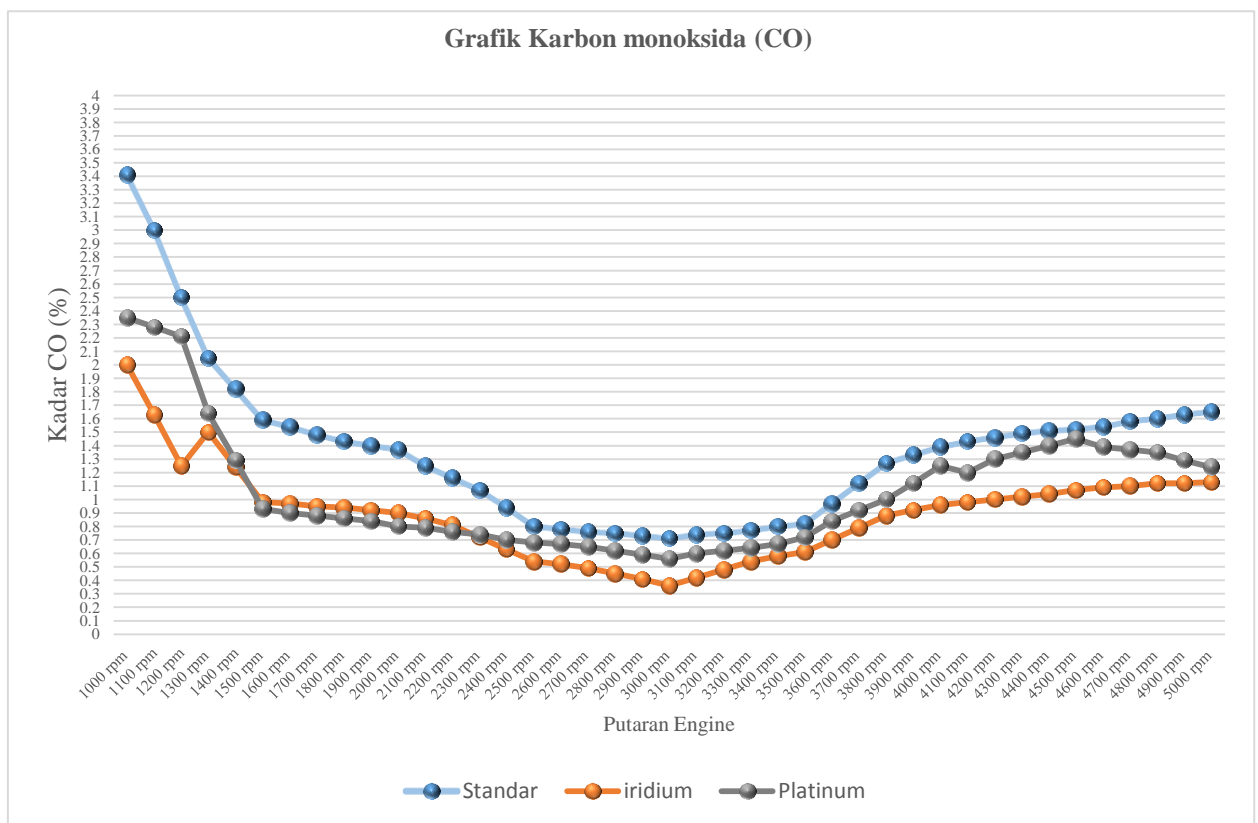
Penelitian yang dilakukan adalah termasuk penelitian *eksperiment*, yang melibatkan beberapa variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah penggunaan *spark plug* standar, *spark plug iridium* dan *spark plug platinum* yang terpasang *engine*, sedangkan variabel terikat adalah dampak dari perlakuan yang dibuat dan diatur oleh peneliti. Variabel terikat yang dipilih dalam penelitian ini adalah nilai kadar emisi gas buang (CO dan HC) pada putaran *engine* yang bervariasi, mulai putaran *engine* 1000 rpm sampai 5000 rpm dengan kenaikan 100 rpm. Variabel-variabel yang ada tersebut selanjutnya dapat dikembangkan menjadi instrumen untuk proses perekaman data, setelah data terkumpul maka data tersebut diedit dan kemudian dihitung dengan menggunakan analisis statistik parametrik dengan metode *one way anova*. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan di laboratorium sepeda motor VEDC Malang.

Secara garis besar langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini diantaranya :1) persiapan bahan uji yaitu *spark plug* standar, *spark plug iridium* dan *spark plug platinum*, 2) penyetelan kondisi sepeda motor hingga sesuai dengan standar pabrikan, 3) pengambilan data nilai kadar emisi gas buang (CO dan HC) secara bertahap. Tahap pertama ialah pengambilan data nilai kadar emisi gas buang (CO dan HC) pada mesin yang terpasang *spark plug* standar. Tahap kedua adalah pengambilan data nilai

kadar emisi gas buang (CO dan HC) pada mesin yang terpasang *spark plug iridium*. Tahap ketiga adalah pengambilan data nilai kadar emisi gas buang (CO dan HC) pada mesin yang terpasang *spark plug platinum*. Selanjutnya data yang terkumpul dianalisis menggunakan *One Way Anova*, namun terlebih dahulu dilakukan uji normalitas metode *Kolmogorov-Smirnov* dan Homogenitas metode *Levene* dengan taraf signifikansi 5% atau ($p < 0,05$) serta melakukan pengujian dengan teknik uji *Post Hoc*.

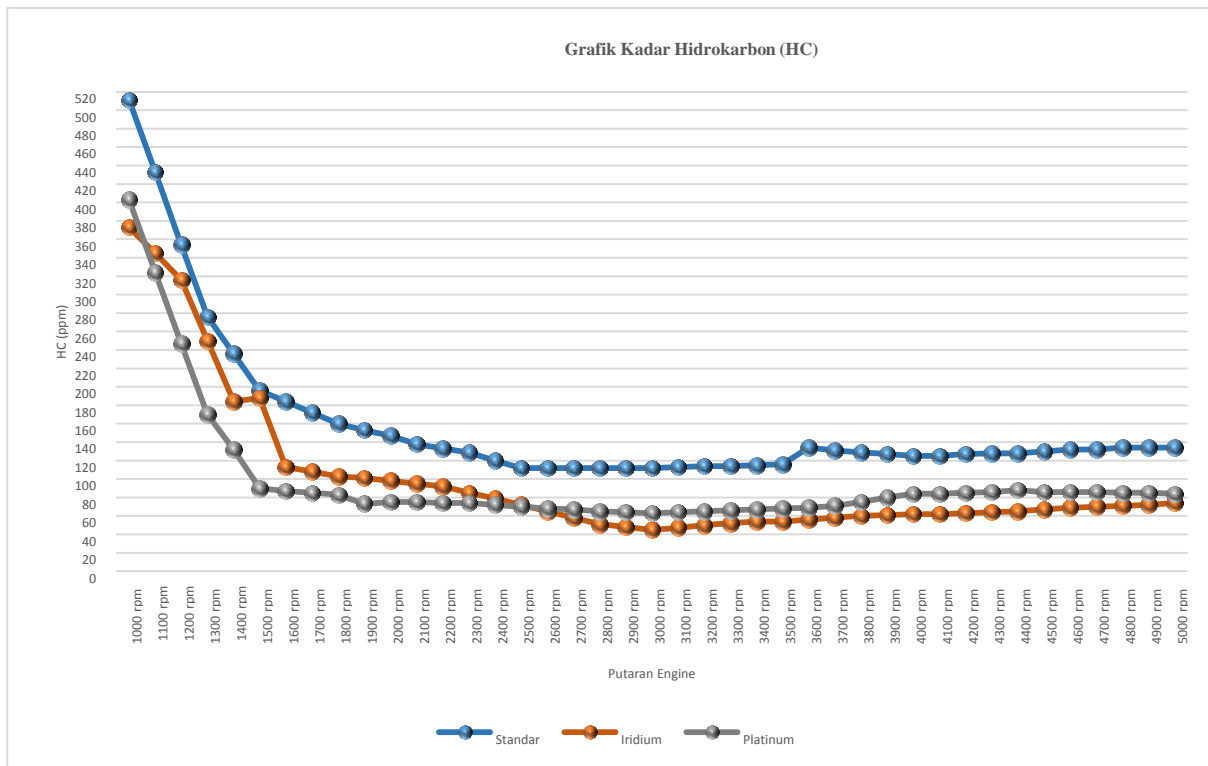
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis pengaruh pemakaian *spark plug* standar, *spark plug iridium* dan *spark plug platinum* dengan variasi putaran *engine* 1000 rpm sampai dengan 5000 rpm terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada motor 4 langkah kerja Honda mega pro



Gambar 1 Grafik Perbedaan nilai kadar karbon monoksida (CO) dengan pemakaian *spark plug* standar, *spark plug iridium* dan *spark plug platinum*.

Analisis pengaruh pemakaian *spark plug* standar, *spark plug* iridium dan *spark plug* platinum dengan variasi putaran *engine* 1000 rpm sampai dengan 5000 rpm terhadap emisi gas buang hidrokarbon (HC) pada motor 4 langkah kerja Honda mega pr



Gambar 2 Grafik perbedaan nilai kadar hidrokarbon (HC) dengan pemakaian *spark plug* standar, *spark plug* iridium dan *spark plug* platinum

Berdasarkan gambar grafik 1 dan gambar grafik 2 dapat dilihat nilai kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC), gambar grafik 1 dari penggunaan *spark plug* standar diputaran 1000 rpm (*engine* sudah pada suhu kerja) kadar emisi karbon monoksida (CO) tinggi sebesar 3,41 %, karena campuran bahan bakar dan udara terlalu gemuk (12–15: 1) sehingga gas karbon monoksida (CO) yang dihasilkan proses pembakaran tidak terbakar secara sempurna (kurangnya oksigen). Selanjutnya pada gambar grafik 2 menunjukkan nilai kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) pada putaran *engine* 1000 rpm juga tinggi sebesar 511 ppm, disebabkan campuran bahan bakar dan udara tidak terbakar secara sempurna karena tekanan kompresi

pada putaran 1000 rpm lemah. Pada putaran *engine* menengah (3000 rpm) nilai kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) menurun sebesar 0,71 % (CO) dan 112 ppm (HC), karena campuran bahan bakar dan udara kurus serta kecepatan putaran *engine* meningkat menyebabkan terjadinya pembakaran campuran bahan bakar dan udara terbakar secara sempurna. Pada putaran ini kendaraan tersebut menghasilkan kadar emisi gas buang terendah, karena perbandingan bahan bakar dan udara sempurna, selanjutnya pada saat putaran tinggi (5000 rpm) dari penggunaan *spark plug* standar naik sebesar 1,65 % (CO) dan 134 ppm (HC), dibandingkan pada saat putaran menengah (3000 rpm), dapat dilihat pada gambar grafik 1 dan gambar grafik 2.

Hal itu terjadi adanya tingkatan kecepatan putaran *engine* yang semakin tinggi (kompresi meningkat) dan membuat campuran bahan bakar dan udara tidak ideal lagi. Selain disebabkan hal tersebut juga dikarenakan *spark plug* standar yang tidak mampu menahan panas dengan baik karena material *spark plug* standar terbuat dari nikel yang mempunyai *melting point* (titik leleh) sebesar 2647,4⁰F dan hambatan pada *spark plug* standar sebesar 2-11 micro.ohm (www. Spark-plugs.co.uk.), karena hal tersebut yang membuat kadar nilai karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) naik pada saat putaran tinggi. Hal ini sesuai dengan teori yaitu semakin tinggi perbandingan kompresi, maka semakin tinggi tekanannya dan temperatur pada akhir langkah kompresi. (Kiyaku & Murdhana, 1998) dan perbandingan kompresi tidak dapat dinaikkan tanpa batas dan motor bakar yang menggunakan *spark plug* akan timbul suara menggelitik jika perbandingan kompresinya terlalu tinggi (Soenarta & Furuhana, 1995).

Berdasarkan gambar grafik 1 dan 2 nilai kadar karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) dari penggunaan *spark plug platinum* pada putaran *engine* rendah (1000 rpm) campuran bahan bakar dan udara terlalu kaya sehingga menyebabkan kadar emisi gas buang tinggi, namun *spark plug platinum* mempunyai diameter elektroda tengah kecil sampai 1,1 mm (*spark plug* umumnya berdiameter elektroda 2,5 mm yang standar) yang berfungsi sebagai penyempurna pengapian, karena diameter elektroda tengah kecil menyebabkan percikan bunga api menyebar keruang bakar maka hasil kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) pada putaran rendah (1000 rpm) lebih rendah yang sebesar 2,35 % (CO) dan 403 ppm (HC) dari pada penggu-

naan *spark plug* standar. Pada putaran *engine* menengah (3000 rpm) perbandingan campuran bahan bakar semakin sempurna, sehingga kadar emisi gas buang turun (putaran ideal) karena adanya perbedaan konstruksi *spark plug* standar dengan *spark plug platinum* yaitu pada diameter elektroda tengah maka hasil kadar emisi gas buang lebih rendah sebesar 0,56 % (CO) dan 63 ppm (HC), dari pada penggunaan *spark plug* standar. Selanjutnya pada putaran tinggi (5000 rpm) kemampuan *spark plug platinum* dengan konstruksinya yang lebar bidang rata bagian segi enamnya kecil yang sebesar 16 mm (*spark plug* standar sebesar 20,6 mm) yang berfungsi untuk mengurangi berat dan ukuran *spark plug* serta meningkatkan pendinginan pada *spark plug*, oleh karena itu nilai kadar emisi karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) lebih kecil yang sebesar 1,24 % (CO) dan 84 ppm (HC) dibandingkan dengan penggunaan *spark plug* standar yang tinggi. Selain dari konstruksinya material elektroda *spark plug* terbuat dari platinum yang mempunyai *melting point* (titik lebur) yang lebih tinggi dari pada *spark plug* standar, *melting point spark plug platinum* sebesar 3216,2⁰F, sehingga mampu menahan panas yang diakibatkan kerja mesin dan selain hal tersebut nilai hambatan listrik yang dimiliki *spark plug platinum* sebesar 4-11 micro.ohm (www.spark-plugs.co.uk.). Sehingga dapat dilihat pada gambar grafik 1 dan gambar grafik 2 nilai kadar emisi gas buang lebih sedikit dari pada hasil dari penggunaan *spark plug* standar. (Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, Jilid 2: 2008). Hal tersebut juga sesuai dengan teori yang ada, yaitu semakin tinggi perbandingan kompresi, maka semakin tinggi tekanannya dan tem-

peratur pada akhir langkah kompresi. (Kiyaku & Murdhana, 1998) dan perbandingan kompresi tidak dapat dinaikkan tanpa batas dan motor bakar yang menggunakan *spark plug* akan timbul suara menggelitik jika perbandingan kompresinya terlalu tinggi (Soenarta & Furuhana, 1995).

Berdasarkan gambar grafik 1 dan 2 nilai kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) yang dihasilkan dari penggunaan *spark plug iridium* mempunyai nilai kadar yang terendah di bandingkan dari penggunaan *spark plug* standart dan *platinum* mulai putaran *engine* rendah, menengah dan tinggi. Dari hasil tersebut dapat dilihat terjadi perbedaan nilai kadar karbon monoksida (CO) dan nilai kadar hidrokarbon (HC), karena pada saat putaran rendah (1000 rpm) yang perbandingan campuran udara dan bahan bakar yang kaya yang sekitar 12-15: 1. *Spark plug iridium* yang mempunyai teknologi *u groove technology* (*design* lekuk 'U') yang berfungsi menyebarkan percikan bunga api ke segala arah pada ruang bakar, akan mengakibatkan bahan bakar dan udara terbakar merata meskipun perbandingan bahan bakar dan udara terlalu kaya. Hal tersebut yang membuat pada saat putaran *engine* rendah (1000 rpm) nilai kadar emisi gas buang dari penggunaan *spark plug iridium* lebih rendah yang sebesar 2 % (CO) dan 373 ppm (HC) dibandingkan hasil kadar emisi gas buang dari penggunaan *spark plug* standar dan *platinum*. (Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, Jilid 2: 2008). Pada putaran menengah (3000 rpm) campuran bahan bakar dan udara semakin sempurna (*AFR* kecil) dan kerja mesin semakin cepat sehingga CO dan O₂ dapat terbakar keseluruhan sehingga kadar emisi pada gambar

grafik 1 dan 2 di putaran menengah (3000 rpm) kecil yang sebesar 0,36 % (CO) dan 45 ppm (HC). Selanjutnya pada putaran tinggi (5000 rpm) kerja *engine* semakin cepat sehingga perbandingan bahan bakar dan udara tidak ideal. *Spark plug iridium* mempunyai teknologi yaitu *tapered cut* (pada bagian *ground elektroda spark plug* ujungnya berbentuk runcing) yang berfungsi mengurangi panas yang keluar dari elektroda *spark plug* dan membuat sebaran percikan bunga api merata. Hal tersebut membuat hasilnya kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) kecil pada saat putaran tinggi (5000 rpm) yang mencapai 1,13 % (CO) dan 74 ppm (HC) dibandingkan dari penggunaan *spark plug* standar dan *spark plug platinum* pada saat putaran tinggi. Selain dipengaruhi oleh bentuk *ground elektroda* juga dipengaruhi oleh *melting point* (titik lebur) yang material *spark plug* nya terbuat dari iridium yang mempunyai nilai *melting point* (titik lebur) sebesar 4449,2 serta disebabkan oleh hambatan jenis yang dimiliki *spark plug iridium* yang sebesar 2-3 micro.ohm (www.spark-plugs.co.uk) oleh sebab itu pada saat putaran *engine* semakin tinggi, kerja piston semakin cepat dan ruang bakar akan semakin panas, pada tahap ini titik lebur dan hambatan jenis dari suatu bahan *spark plug* berpengaruh dalam hasil proses pembakaran (kadar emisi gas buang). Hal tersebut sesuai dengan teori yaitu semakin tinggi perbandingan kompresi, maka semakin tinggi tekanannya dan temperatur pada akhir langkah kompresi. (Kiyaku & Murdhana, 1998) dan perbandingan kompresi tidak dapat dinaikkan tanpa batas dan motor bakar yang menggunakan *spark plug* akan timbul suara menggelitik jika perbandingan kompresinya terlalu tinggi (Soenarta & Furuhana, 1995).

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil di atas dapat disimpulkan bahwa, pemakaian *spark plug* standar pada saat putaran *engine* 1000 rpm, diperoleh nilai kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) 3,41% dan nilai kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) 511 ppm, putaran *engine* 3000 rpm, diperoleh nilai kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) 0,71% dan nilai kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) 114 ppm dan putaran *engine* 5000 rpm, diperoleh nilai kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) 1,45% dan nilai kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) 134 ppm dan pemakaian *spark plug iridium* pada saat putaran *engine* 1000 rpm, diperoleh nilai kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) 2% dan nilai kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) 373 ppm, putaran *engine* 3000 rpm, diperoleh nilai kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) 0,36% dan nilai kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) 45 ppm dan pada saat putaran *engine* 5000 rpm, diperoleh nilai kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) 1,13% dan nilai kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) 74 ppm. Selanjutnya pemakaian *spark plug platinum* Pada saat putaran *engine* 1000 rpm, diperoleh nilai kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) 2,35% dan nilai kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) 403 ppm, putaran *engine* 3000 rpm, diperoleh nilai kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) 0,56% dan nilai kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) 63 ppm dan Pada saat putaran *engine* 5000 rpm, diperoleh nilai kadar emisi gas buang

karbon monoksida (CO) 1,24% dan nilai kadar emisi gas buang hidrokarbon (HC) 48 ppm.

Terdapat pengaruh yang signifikan diantara pemakai *spark plug* standar, *spark plug iridium* dan *spark plug platinum*, namun diantara ke variasi *spark plug* tersebut terdapat perbedaan nilai kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC), antara lain : 1) *spark plug* standar, *spark plug iridium* dan *spark plug platinum* sangat berbeda nilai kadar karbon monoksidanya (CO), namun *spark plug iridium* dengan *spark plug platinum* ada perbedaan namun tidak berarti dan perbedaan yang ke: 2) ialah *spark plug* standar, *spark plug iridium* dan *spark plug platinum* sangat berbeda nilai kadar hidrokarbonnya (HC), namun *spark plug iridium* dengan *spark plug platinum* ada perbedaan namun tidak berarti.

Saran

Hasil dalam penelitian ini dapat dijadikan salah satu referensi ilmu pengetahuan dalam kajian tentang kadungan emisi gas buang. Namun, perlu dilakukn penelitian lebih lanjut terkait pengaruh penggunaan *spark plug* standar, *spark plug iridium* dan *spark plug platinum* pada jenis bahan bakar yang berbeda, misalnya pada pertamax plus, maupun menggunakan kendaraan dengan kapasitas *engine* diatas 150. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait penggunaan variasi *spark plug* untuk memperbaiki nilai kadar emisi gas buang dan prestasi mesin contohnya pada kendaraan yang menggunakan sistem injeksi pada kendaraan roda empat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, BPM & Berenschot, H. 1997. *Motor Bensin*. Jakarta: Erlangga.
- Barenschot, H. 1980. *Benzinemotoren*. Netherland: Vam-Voorschoten Publisher Inc.
- Beni Setya, Nugraha. 2005. *Sistem Perencanaan Penyusunan Program dan Penganggaran (SP4)*, Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif. Fakultas Teknik UNY.
- Daryanto. 2011. *Sistem Kelistrikan Motor*. Bandung: CV Yrama Widya.
- Daryanto. 2013. *Teknik Merawat Automobil Lengkap*. Bandung: CV Yrama Widya.
- Jalius Jama, Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 1 untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Jalius Jama, Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 2 untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Jalius Jama, Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 3 untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Kusnandar, Iwan. 2011. *Pengaruh penambahan Gas Mygreen oil dalam premium terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada sepeda motor Honda supra X tahun 2004*. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Marsudi, 2013. *Teknisi Otodidak Sepeda Motor Bebek*. Yogyakarta: ANDI.
- N. Petrovsky, Marine. *Internal Combustion Engines*, Mir Publisher, Moscow.
- NGK SPARK PLUG & DIESEL GLOW PLUG CATALOGUE. 2012: NGK Spark Plugs (UK) Limited.
- Santoso, Singgih. 2012. *Analisis SPSS pada Statistik Parametrik*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
- Setyawan, Julianto. 2000. *Peningkatan unjuk kerja motor bensin empat langkah dengan penggunaan busi Splitfire SF392D dan kabel busi hurricane*. Universitas Kristen Petra.
- Sukardi. 2011. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta : Bumi Aksara
- Suyanto, Wardan. 1989. *Teori Motor Bensin*. Jakarta: Penerbit Depdikbud P2LPTK.
- Sugiyono. 2010. *Statistik Untuk Penelitian*, Bandung: Alfabeta.
- Syahrani, Awal. 2006. *Analisa Kerja Mesin Bensin Berdasarkan Uji Emisi*. Vol. 4. No. 4. – Emisi.
- Suwandono, Rusnoto, Tofik Hidayatullah. *Analisa Celah Busi Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Motor Beijing 100 CC*.
- Tanpa Pengarang. 2010. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah. Skripsi, Tesis, Disertasi, Artikel, Makalah, Laporan Penelitian*, Edisi Kelima Malang: UM Press.
- Training and development. 2008. *Mesin (Motor diesel dan motor bensin)*: PT. Newmont Nusa Tenggara. Training Manual Step 2. *Electrical Group*: Toyota.
- W. Culp. 1989. *Konversi Energi*. Jakarta.