

Pengaruh Penggunaan *Coil Racing* Terhadap Emisi Gas Buang Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Empat Langkah

Dayfit Mikeda L.^{1*} Erzeddin Alwi¹, Wakhinuddin¹, Rifdarmon¹

¹Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

*e-mail: dayfitmikeda09@gmail.com

(Diajukan: 20 September 2023, direvisi: 05 Oktober 2023, disetujui: 28 Oktober 2023, dipublikasikan: 07 November 2023)

Abstrak

Koil pengapian merupakan alat yang dirancang untuk memiliki kekuatan penguat listrik bertegangan tinggi sehingga menghasilkan pijaran api yang besar pada busi untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna. Pemakaian koil *racing* dapat mempengaruhi kadar emisi gas buang dan jumlah konsumsi bahan bakar pada kendaraan dikarenakan system pengapian yang lebih baik dan lebih sempurna dibandingkan dengan menggunakan koil standar. Koil *Racing* menghasilkan tegangan primer sebesar 343.3 volt dan tegangan sekunder mencapai 30 KV dan memiliki jumlah gulungan primer sebanyak 150 lilitan dan gulungan sekunder sebanyak 13.108 lilitan. Dengan menggunakan koil *racing* ini mampu menurunkan persentase kadar emisi gas buang karbonmonoksida (CO) sebesar 60%, gas hidrokarbon (HC) sebesar 24.53%, serta penurunan jumlah persentase konsumsi bahan bakar sebesar 16.79%.

Kata Kunci: Emisi Gas Buang, Koil Racing, Konsumsi Bahan Bakar

Abstract

The ignition coil is a device designed to have the power of a high-voltage electric amplifier so as to produce a large afterglow on the spark plug to produce complete combustion. The use of racing coils can affect the level of exhaust emissions and the amount of fuel consumption in vehicles due to a better and more perfect ignition system compared to using a standard coil. The Racing coil produces a primary voltage of 343.3 volts and a secondary voltage of 30 KV and has a primary winding of 150 windings and a secondary winding of 13,108 windings. By using this racing coil, it is able to reduce the percentage of carbon monoxide (CO) exhaust emissions by 60%, hydrocarbon gas (HC) by 24.53%, and a decrease in the percentage of fuel consumption by 16.79%.

Keywords: Exhaust Emissions, Coil Racing, Fuel Consumption

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi di dunia Industri otomotif mendorong manusia untuk berlomba dalam mengembangkan teknologi terbaru salah satunya yaitu sepeda motor yang merupakan salah satu alat transportasi yang banyak digunakan oleh Masyarakat sebagai kendaraan. Teknologi otomotif yang berkembang dari tahun ke tahun yaitu mulai dari sistem konstruksi mesin, bodi kendaraan, sistem pengapian, sistem pendingin, sistem kelistrikan, dan berbagai sistem lainnya. Menurut pendapat konsumen sepeda motor, sepeda motor yang adalah sepeda motor yang mempunyai *performance optimal* yang mana di setiap putaran mesin nya dan mengonsumsi bahan bakar yang irit serta ramah lingkungan.

Salah satu factor yang mempengaruhi kinerja dari engine pada motor empat Langkah yaitu pada sistem pengapian. Dengan adanya sistem pengapian yang sempurna maka kinerja pada mesin bisa mencapai kerja yang maksimal, selain itu sistem pengapian ini juga berfungsi sebagai pengatur waktu proses pembakaran campuran udara dengan bahan bakar dalam ruang bakar pada akhir Langkah kompresi.

Pada awal sepeda motor di produksi sistem pengapian yang banyak digunakan adalah sistem pengapian konvensional (platina). Namun dengan seiring berkembang nya teknologi sistem pengapian telah menggunakan sistem EFI (*Elektronik Fuel Injection*). Teknologi EFI ini memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan sistem karburator konvensional salah satunya proses pencampuran bahan bakar dan udara yang dikontrol oleh ECU (*Elektronik Control Unit*).

Performa mesin dapat dimaksimalkan dengan mengoptimalkan pembakaran di dalam ruang bakar. Hal ini dapat dicapai dengan mengoptimalkan kinerja sistem pengapian untuk meningkatkan ukuran busi dan memungkinkan kombinasi bahan bakar dan udara terbakar seluruhnya. Penyebab utama kerusakan koil pengapian adalah tegangan listrik yang terlalu tinggi. Koil pengapian adalah perangkat yang dimaksudkan untuk memiliki kekuatan penguat listrik, tetapi umurnya biasanya tidak diketahui. Koil *racing* dapat menghasilkan tegangan yang lebih besar daripada koil biasa, yang memungkinkan busi menyalakan api yang lebih besar dan menghasilkan pembakaran yang lebih tepat. Percikan api yang diciptakan oleh busi secara signifikan lebih besar dan lebih kuat ketika menggunakan sistem pengapian koil balap, yang menghasilkan tegangan secara signifikan lebih tinggi daripada koil biasa [1]. Dapat disimpulkan bahwa daya yang dihasilkan oleh koil *racing* lebih tinggi dibanding koil standar [2]. Koil merupakan komponen pengapian yang menentukan baik tidaknya pembakaran sedangkan pembakaran menentukan boros tidaknya konsumsi bahan bakar [3]. Emisi gas buang dari kendaraan bermotor dapat disebabkan oleh bahan bakar dan udara yang tidak tercampur dengan baik, pembakaran bensin yang tidak sempurna, dan sistem pengapian yang rusak [4].

Motor Bakar

Motor yang mengubah energi panas menjadi energi mekanik dikenal sebagai motor pembakaran. Motor bakar dapat diklasifikasikan sebagai motor bakar internal atau eksternal tergantung pada jenis proses pembakaran yang digunakan. Proses transformasi energi pada motor bakar terjadi selama fase pembakaran bahan bakar. Motor bakar pembakaran internal berfungsi sebagai dasar untuk desain mesin konversi lainnya, termasuk turbin gas siklus terbuka, motor bahan bakar diesel, dan motor bensin [5]. Mesin

pembakaran internal dengan empat langkah piston dan dua putaran poros engkol dalam satu siklus pembakaran disebut mesin empat Langkah [6]. Pada mesin bensin atau diesel, empat tahap tersebut adalah tahap pemasukan, kompresi, tenaga, dan pembuangan. Setiap tahap membutuhkan dua putaran poros engkol setiap siklusnya. Performa mesin mengacu pada tenaga, torsi, dan emisi gas buang mesin yang ditentukan oleh seberapa mudah atau sulitnya mesin membakar bahan bakar di dalam ruang bakar [7].

Sistem Pengapian Konvensional

Sistem pengapian bertugas menyediakan percikan api pada saat yang tepat untuk membakar kombinasi bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar. Sistem pengapian yang ideal diperlukan untuk menghasilkan tenaga (daya yang dihasilkan oleh mesin bensin). Campuran pembakaran yang tidak tepat yang mengganggu proses pembakaran di ruang bakar adalah penyebab menurunnya tenaga mesin.

Sistem Pengapian Elektronik

Sistem pengapian yang digunakan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara dengan memercikan bunga api pada waktu yang telah ditentukan. Bahan bakar dan udara dicampur oleh sistem EFI dengan menyemprotkan bahan bakar melalui injektor dan menggunakan intake manifold. Electronic Control Unit (ECU) bertanggung jawab untuk mengontrol durasi penyemprotan bahan bakar ke dalam ruang bakar. ECU melakukan hal ini dengan menyesuaikan bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar sesuai dengan putaran mesin dengan memanfaatkan informasi dari banyak sensor. Kombinasi bahan bakar dan udara yang optimal menghasilkan pembakaran yang optimal, tenaga yang optimal, dan emisi gas buang yang aman bagi lingkungan. Sistem EFI hampir selalu digunakan pada mobil modern.

Ignition Coil (Koil Pengapian)

Koil merupakan komponen penting dalam komponen sistem pengapian bensin, karena koil menentukan baik atau tidaknya proses pembakaran dalam silinder [1]. Maka dari itu fungsi dari koil yaitu untuk menaikkan tegangan yang diterima dari sumber tegangan aki (baterai) menjadi tegangan tinggi yang diperlukan untuk pengapian dan tegangan primer yang dihasilkan koil standar sebesar 284.4 volt dan tegangan sekunder sebesar 15KV.

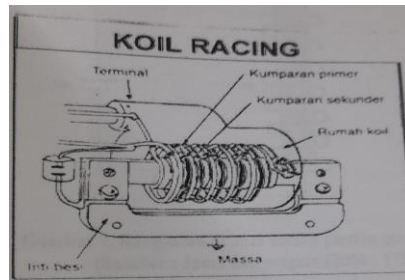
Busi (Spark Plug)

Merupakan komponen yang berfungsi untuk memercikan bunga api di dalam ruang bakar [8]. Busi yang terdapat pada sepeda motor banyak jenis dan fungsinya salah satunya yaitu busi iridium. Busi iridium adalah busi yang pada ujung elektroda nya dilapisi dengan lapisan iridium. Material iridium adalah material yang titik leburnya tinggi. Semakin tinggi titik lebur material elektroda maka makin baik konsentrasi pengapian yang dihasilkan [9]. Dengan menggunakan busi iridium diharapkan bisa mendapatkan hasil pembakaran yang lebih sempurna, selain itu busi iridium juga mampu menahan arus tegangan yang lebih tinggi yang dialirkan oleh koil racing.

Koil Racing (KTC)

Tidak seperti koil biasa, koil ini secara khusus didesain untuk menghasilkan tegangan tinggi untuk mengoptimalkan proses pembakaran di dalam ruang bakar [1]. Koil *racing* ini mampu menghasilkan tegangan yang lebih tinggi dibandingkan koil standar

dengan cara memperbanyak jumlah lilitan primer maupun sekunder pada kumparan koil sehingga tegangan induksi yang dihasilkan menjadi lebih tinggi.



Gambar 1. Konstruksi koil *racing* - Sumber : Agung Setyo (2014)

Emisi Gas Buang

Gas-gas yang tersisa setelah pembakaran di ruang bakar namun tidak terbakar habis dikenal sebagai emisi gas buang [10]. Emisi gas buang sepeda motor dari mesin bensin mengandung dua kategori kandungan yang berbeda: gas yang tidak berbahaya (N_2 , CO_2 , dan H_2O) dan gas berbahaya (NO_x , HC, dan CO) [11]. Bensin terdiri dari senyawa hidrokarbon, dan pembacaan HC menunjukkan berapa banyak bahan bakar yang tersisa setelah pembakaran dan dibuang sebagai asap dari knalpot. CO_2 dan H_2O adalah satu-satunya produk sampingan dari pembakaran total [11]. Dengan menyempurnakan sistem pengapian maka akan memperkecil sisa-sisa pembakaran.

Emisi Karbon Monoksida (CO)

Ketika tidak ada cukup udara dalam kombinasi bahan bakar-udara atau tidak cukup waktu dalam siklus untuk menyelesaikan pembakaran, maka akan terjadi pembakaran yang tidak sempurna, yang mengarah pada produksi karbon monoksida [12]. Polutan yang dilepaskan ke udara oleh gas buang kendaraan bermotor dikenal sebagai emisi gas buang [13]. Karbon monoksida tidak berwarna dan tidak beraroma, tidak mudah larut dalam air, dan 93% berasal dari kendaraan bermotor [14].

Emisi Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon terbentuk dari campuran bahan bakar yang tidak tercampur rata pada saat pembakaran, sehingga tidak bereaksi dengan oksigen, maka ini akan ikut keluar dengan gas buangan hasil pembakaran dan menjadi bahan pencemaran udara [15]. Hidrokarbon yang di produksi oleh manusia yang terbanyak dari transportasi, dan sumber lainnya dari pembakaran gas, minyak, arang dan kayu, proses-proses industry, pembuangan sampah, kebakaran hutan dan ladang dan sebagainya [16]. Hidrokarbon adalah pencemaran udara yang dapat berupa gas, cairan atau padatan [15]. Sedangkan emisi gas buang adalah polutan yang mengotori udara yang dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan [13].

Konsumsi Bahan Bakar

Mengukur kebutuhan *fuel consumption* (FC) dilakukan untuk menentukan jumlah pemakaian bahan bakar yang dibutuhkan mesin untuk memperoleh kekuatan listrik pada kecepatan tertentu [17]. Pemakaian bahan bakar pada sebuah engine diukur berdasarkan volume aliran dalam interval waktu dan mengalikannya dengan berat jenis bahan bakar tersebut yang mana akan di dapat nilai yang akurat [12]. Jumlah bahan bakar yang dibutuhkan mesin untuk menghasilkan panas selama pembakaran diukur sebagai

konsumsi bahan bakar. [13]. Selain itu, konsumsi bahan bakar adalah angka yang menunjukkan jumlah kilometer yang dapat ditempuh sepeda motor dengan satu liter bensin. [19]. Pernyataan ini membawa kita pada kesimpulan bahwa konsumsi bahan bakar adalah jumlah bensin yang dikonsumsi oleh mesin mobil untuk menyelesaikan proses pembakaran dalam jangka waktu yang telah ditentukan.

Pengaruh Koil Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Tegangan koil yang tinggi dapat menyebabkan besarnya percikan bunga api yang sangat mempengaruhi proses pembakaran menjadi lebih sempurna. Dengan sempurnanya pembakaran maka pemakaian bahan bakar oleh kendaraan lebih optimal dan tidak ada bahan bakar yang tidak terbakar habis didalam ruang bakar. Koil merupakan komponen pengapian yang menentukan boros tidaknya konsumsi bahan bakar [3].

Pengaruh Koil Terhadap Kadar Emisi Gas Buang

Penggunaan koil dapat mempengaruhi kadar emisi dan gas buang yang dihasilkan terutama dari besarnya tegangan yang dihasilkan koil, karena besarnya tegangan sangat mempengaruhi besarnya percikan bunga api untuk melakukan proses pembakaran, Penggunaan koil racing diyakini dapat menurunkan tingkat polusi gas buang mobil. Pada kendaraan bermotor, pembakaran yang tidak sempurna adalah penyebab emisi gas buang. Hal ini juga dapat disebabkan oleh kombinasi udara dan bahan bakar yang terlalu kaya, serta masalah pada bahan bakar dan sistem pengapian [4]. kesempurnaan pembakaran akan menghasilkan nilai HC yang semakin kecil dan pembakaran yang baik menghasilkan CO_2 yang lebih besar [20]. Maka dari itu salah satu Upaya untuk meminimalisir tingginya kadar emisi gas buang kendaraan yaitu dengan memaksimalkan sistem pengapiannya.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental, yang melibatkan pemberian suatu perlakuan atau beberapa perlakuan kepada subjek penelitian dan menilai hasilnya untuk menentukan perubahan dan dampaknya [21]. Penelitian ini membandingkan efek penggunaan koil balap versus koil standar pada konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang hanya pada putaran idle. Tiga pengujian pengumpulan data terpisah dilakukan, yang pertama dengan koil standar dan yang kedua dengan koil racing pada berbagai putaran mesin (penelitian ini menggunakan putaran mesin 2000, 4000, dan 6000 Rpm).

Objek Penelitian

Topik penelitian adalah fitur, atribut, atau nilai dari orang, benda, atau kegiatan dengan modifikasi tertentu yang telah dipilih oleh peneliti untuk diteliti dan kemudian dibuat kesimpulannya [18]. Penelitian ini menggunakan sepeda motor Honda Supra X 125 PGM FI sebagai subjek penelitian. Penelitian ini mengganti koil standar dengan koil racing dan menggunakan busi iridium sebagai tambahan. Informasi mengenai penggunaan bahan bakar dan emisi gas buang akan dikumpulkan.

Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data yang diambil hanya pada saat putaran idle yaitu dilakukan dengan cara langsung menggunakan alat ukur *four gas analyzer* untuk menentukan kadar emisi gas buang, serta buret untuk mengetahui konsumsi bahan bakar. Pengambilan data dalam

penelitian ini dirangkum dalam bentuk tabel yang kemudian dilakukan pengolahan data berupa grafik persentase. Rumus yang digunakan untuk persentase yaitu :

$$P = n - N / n \times 100\%$$

Keterangan :

P = Angka persentase yang ingin didapat

n = Rata – rata hasil pengujian pada perlakuan standar

N= Rata – rata hasil pengujian pada perlakuan *racing*

Prosedur Penelitian

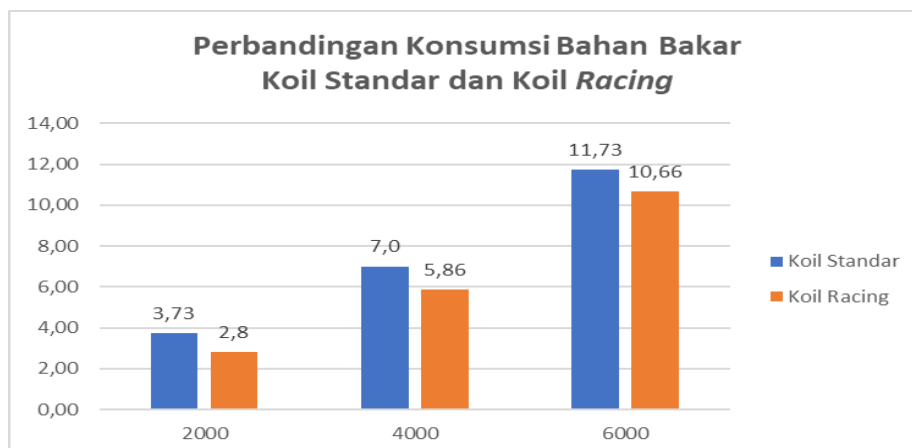
Uji kadar emisi gas buang menggunakan *four gas analyzer* dengan ketentuan pengujian dilakukan pada rpm 1200 menggunakan bahan bakar pertalite. Sedangkan pengujian konsumsi bahan bakar menggunakan buret untuk mengukur jumlah bahan bakar yang terpakai saat pengujian dengan rpm 2000, 4000 dan 6000.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

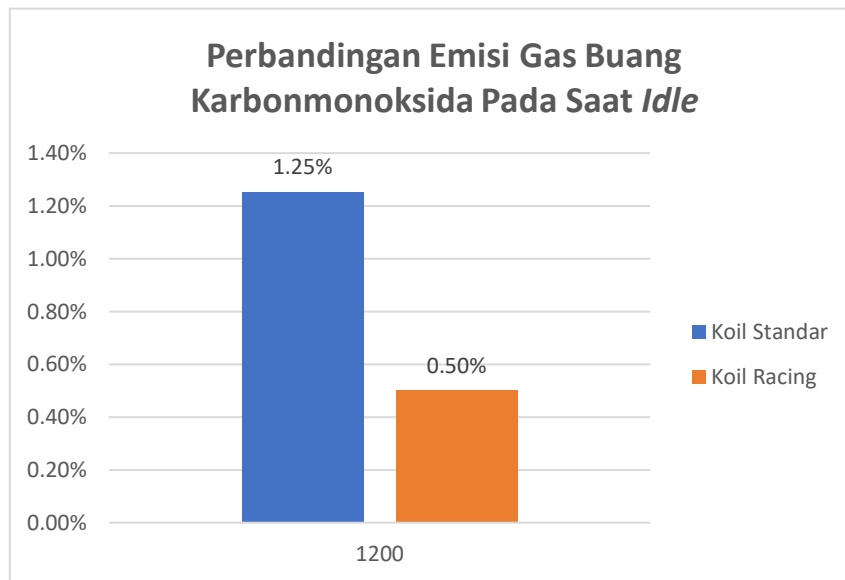
Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh data spesifikasi koil *racing* berbeda dengan spesifikasi koil standar. Koil *racing* mampu menghasilkan tegangan primer sebesar 343.3 volt dan tegangan sekunder sebesar 30KV, selain itu koil *racing* memiliki jumlah lilitan pada kumparan primer sebanyak 150 lilitan dan 13.108 lilitan pada kumparan sekunder. Data dalam bentuk grafik dan tabel mengenai analisis pengaruh penggunaan Koil Racing terhadap emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor empat langkah-kendaraan yang digunakan dalam hal ini adalah Honda Supra X 125 Pgm FI-diperoleh berdasarkan hasil pengujian kadar emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar yang telah dilakukan.

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat saat penggunaan koil *racing* bahan bakar yang dikonsumsi kendaraan sedikit lebih berkurang ketimbang dengan menggunakan koil standar pada kendaraan sepeda motor empat langkah.



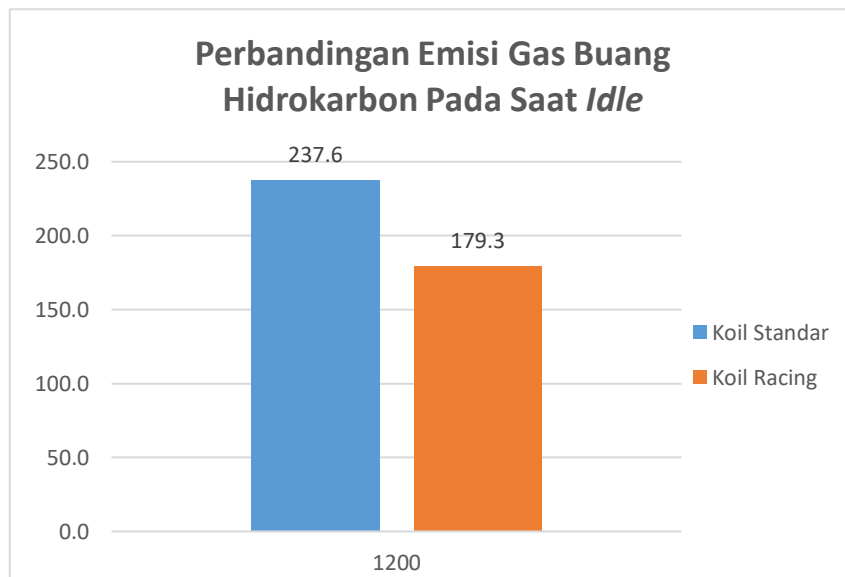
Gambar 2. Grafik perbandingan Konsumsi Bahan Bakar

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat saat penggunaan koil *racing* hasil yang didapatkan gas CO menurun dibandingkan pada saat kendaraan memakai koil standar.



Gambar 3. Grafik perbandingan Emisi Gas Buang Karbonmonoksida

Berdasarkan Grafik 3 dengan memakai *fourgas analyzer* hasil yang didapatkan yaitu berkurang atau menurun nya jumlah gas HC pada emisi gas buang kendaraan dengan menggunakan koil *racing* dibandingkan dengan menggunakan koil standar biasa kendaraan sepeda motor empat langkah.



Grafik3. Perbandingan Emisi Gas Buang HC

Didapatkan data persentase perbandingan pengaruh penggunaan koil *racing* terhadap emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor empat langkah.

Analisis persentase kadar emisi gas buang yang dihasilkan oleh penggunaan koil standar dan koil *racing* pada sepeda motor empat Langkah.

Hasil data dari tabel 1 menunjukkan bahwa kadar emisi gas buang yang dihasilkan oleh masing-masing putaran mesin (Rpm) pada pengujian menunjukkan penurunan pada

masing-masing emisi gas buang kendaraan. Dimana pada 1200 Rpm menghasilkan gas CO 1.25% (koil standar) dan 0.50% (koil *racing*), gas HC pada Rpm 1200 sebesar 237.6 ppm (koil standar) dan 179.3 ppm (koil *racing*). Persentase penurunan kadar emisi gas buang pada masing-masing Rpm yaitu pada 1200 Rpm penurunan gas CO sebesar 60% dan gas HC 24.53%.

Tabel 1. Analisis Persentase kadar Emisi gas Buang

Putaran (Rpm)	Perubahan dari Standar		Persentase
	Emisi Gas Buang	Selisih	
1200	CO	0.75 %	60%
	HC	58.3 ppm	24.53%

Analisis persentase pengaruh penggunaan koil standar dan *racing* terhadap konsumsi bahan bakar pada sepeda motor empat langkah

Menurut hasil data pengujian dari tabel diatas menjelaskan bahwa adanya penurunan jumlah konsumsi bahan bakar dengan pemakaian koil *racing* dibandingkan dengan memakai koil standar. Dimana hasil yang di dapat dari hasil masing-masing pengujian pada Rpm 2000 sebesar 3.73 ml (koil standar) dan 2.8 ml (koil *racing*), pada Rpm 4000 mengkonsumsi 7.0 ml (koil standar) dan 5.85 ml (koil *racing*), serta pengujian pada Rpm 6000 mengkonsumsi 11.73 ml (koil standar) dan 10.66 ml (koil *racing*). Berdasarkan hasil data pada pengujian konsumsi diatas persentase penurunan jumlah konsumsi bahan bakar pada setiap Rpm nya yaitu pada Rpm 2000 sebesar 24.93%, Rpm 4000 sebesar 16.42%, dan pada Rpm 6000 penurunan jumlah konsumsi bahan bakar sebesar 9.03%.

Tabel 2. Analisis persentase konsumsi bahan bakar

Rpm	Konsumsi Bahan Bakar		Selisih	Persentase
	Koil Standar	Koil <i>Racing</i>		
2000	3.73 ml	2.8 ml	0.93 ml	24. 93%
4000	7.0 ml	5.85 ml	1.15 ml	16.42%
6000	11.73 ml	10.66 ml	1.06 ml	9.03%

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari data penelitian yang didapatkan dengan penggantian koil *racing*, koil *racing* ini menghasilkan tegangan yang lebih besar dibandingkan dengan koil standar. Tegangan yang dihasilkan oleh koil *racing* ini yaitu sebesar 343.3 volt untuk tegangan primer dan 30KV untuk tegangan sekunder dan memiliki jumlah lilitan kawat 150 lilitan pada kumparan primer dan 13.108 lilitan pada kumparan sekunder. Berdasarkan perolehan hasil dari pengujian kadar emisi gas buang pada kendaraan sepeda motor empat Langkah mendapatkan hasil hitungan penurunan persentase dari gas karbonmonoksida (CO) yang dengan membandingkan hasil menggunakan koil standar dan koil *racing* mendapatkan jumlah penurun sebesar -60%.

Berdasarkan perolehan hasil pengujian kadar emisi gas buang pada kendaraan sepeda motor empat Langkah yang dilakukan pengujian menggunakan koil standar dan koil *racing* mendapatkan jumlah hasil persentase penurunan gas hidrokarbon (HC) sebesar -34.69%.

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari pengujian konsumsi bahan bakar pada sepeda motor empat Langkah dengan menggunakan koil standar dan koil *racing* menghasilkan jumlah persentase penurunan konsumsi bahan bakar sebesar -24.53%.

Saran

Pemakaian koil *racing* dapat mengurangi jumlah kadar emisi gas buang dan jumlah konsumsi bahan bakar pada kendaraan sepeda motor empat Langkah dikarenakan pembakaran nya lebih sempurna dibandingkan dengan menggunakan koil standar.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini tidak akan sama hasilnya jika di gunakan pada jenis sepeda motor yang merek nya berbeda atau yang jumlah CC nya lebih tinggi dari pada kendaraan yang peneliti gunakan dalam penelitian ini.

Diharapkan bahwa penelitian emisi gas buang selanjutnya akan mencakup semua aspek gas buang kendaraan lainnya selain hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO).

REFERENSI

- [1] Subroto. (2009). “*Pengaruh Penggunaan Koil Racing terhadap Unjuk Kerja Pada Motor Bensin*”. Jurnal MEDIA MESIN Vol. 10 (no. 1 Th 2009). Hlm 8-14.
- [2] Hermanto, Slamet Dwi. (2015). *Analisa Penggunaan Koil Racing Terhadap Daya pada Sepeda Motor Honda Supra X 100 cc*. Kediri : Fakultas Teknik UNP Kediri.
- [3] Boentarto. (2006). *Panduan Praktis tune-up Mesin Mobil*. Jakarta : Rineka Cipta
- [4] Ellyanie. (2011). Pengaruh penggunaan three-way catalytic converter terhadap emisi gas buang pada kendaraan Toyota kijang innova. Prosiding Seminar Nasional Avoer, 437-445.
- [5] Y.A, Agus. (2016). *Seluk -beluk Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta : Javalitera.
- [6] Dharma, Untung Surya & Totong Heru Wahyudi. (2015). Pengaruh Volume Ruang Bakar Sepeda Motor Terhadap Prestasi Mesin sepeda Motor 4-Langkah. Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro : TURBO Vol. 4 No. 2. 2015. P-ISSN: 2301-6663. E-ISSN: 2477-250X.
- [7] Sukidjo, Fx (2011). Performa Mesin sepeda Motor Empat Langkah Berbahan bakar Premium dan Pertamina. Universitas Gadjah Mada : Forum Teknik Vol. 34 No. 1, Januari 2011.
- [8] Sugiyanto, D. (2014). Pengaruh Variasi Jenis Busi Dan Campuran Bensin Methanol Terhadap kinerja Motor 4 Tak. *Jurnal sainstech Politeknik Indonusa Surakarta*, 1(2), 8.
- [9] Budiyo, B., & Mahfudin, A. E. (2018). Perbandingan Busi Standar dengan Busi Platinum pada Sepeda Motor Honda CB 150 terhadap Power dan Konsumsi Bahan Bakar dengan Variasi Celah Busi. *Surya Teknika : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3 (1).
- [10] Amin, Bahrul & Ismet, Faisal. 2016. *Teknologi Motor Bensin*. Padang : Kencana.
- [11] Huda, Syahrul, dkk. 2021. “*The Effect of Turbo Cycle Instalation on 4 Stroke Motor Cycle on Fuel Consumption and Exhaust Emissions.*” *Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*. Volume 3 No 2: Halaman 69-76
- [12] Marthur, Sharma. (1980). *A Course In Internal Combustion Engine*. Delhi: Rai & Sons.
- [13] Wardan, Suyanto. (1989). *Teori Motor Bensin*. Jakarta: Depdikbud, Dirjen Pendidikan Tinggi PPLPKTK
- [14] Sukoco, Zainal. (2009). *Pengendalian Polusi Kendaraan*. Bandung: Alfabeta.
- [15] Wisnu, Wardhana. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [16] Srikandi. (1992). *Polusi Air Dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.

- [17] Amrullah, Shafwan, Dkk. (2022). Karakterisasi Proses Gasifikasi Menjadi Listrik Berbahan Baku Sampah Padat Perkotaan Menggunakan Reaktor Tipe *Downdraft* di Provinsi Nusa Tenggara barat. Jurnal Pengendalian Pencemaran lingkungan (JPPL). Vol 4 No. 2 September 2022 e. ISSN: 2686-6137; p-ISSN : 2686-6145.
- [18] Sugiyono, (2018). Metode penelitian Administrasi dilengkapi dengan Metode R&D. Bandung :Alfabeta
- [19] Heriadi, Faisal Ismet, Donny Fernnadez. 2014. *Pengaruh Pemakaian Koil Tipe Racing Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4Langkah*. Automotive Engineering Education Journals 4 (2).
- [20] T. Sugiarto (2013). “Analisa Kerja Manifold Absolute Pressure (MAP) dan Kadar Kandungan Emisi Gas Buang yang Dihasilkan pada Motor Bensin dengan Sistem Injeksi Elektronik Type D-EFI, “Jurnal Elektron, vol 5, no 2, pp. 69-74, 2013.
- [21] Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta, 2018.