

PENGARUH VARIASI JENIS BAHAN BAKAR TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR VIXION 155 cc VVA TIPE INJEKSI TAHUN 2018

Mohamad Sanusi¹, Hendra Uloli, ST., MT² Muh. Yasser Arafat, S.Pd., M.Pd³
Prodi S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo
Jl. Jendral Sudirman, Kota Gorontalo, Gorontalo

E-mail: MohamadSanusi1994@gmail.com, hendrauloli@ung.ac.id, muhammadyasser@ung.ac.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah emisi gas buang Hidro Karbon (HC) dan Karbon Monoksida (CO) pada sepeda motor sistem EFI dengan bahan bakar premium, pertalite, pertamax, pertamax turbo. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif pada desain Eksperimen, dengan pengolahan data menggunakan rancangan acak lengkap faktorial (RAKL-F). Hasil Penelitian ini adalah Dari hasil percobaan yang dilakukan pada sepeda motor system EFI dapat disimpulkan bahwa rata-rata jumlah kandungan emisi gas buang HC dengan variasi bahan bakar pada rpm 2000, 3000 dan 4000 dan diulangi sebanyak 3 kali diperoleh nilai terendah atau lebih ramah lingkungan yaitu pada bahan bakar pertamax turbo dengan putaran mesin 4000 rpm sebesar 379,33 ppm, dan nilai yang tertinggi tetapi tidak melewati ambang batas emisi gas buang HC pada kendaraan bermotor yaitu pada bahan bakar premium dengan putaran mesin 2000 rpm sebesar 609,67 ppm. Sedangkan rata-rata jumlah kandungan emisi gas buang CO diperoleh nilai terendah atau lebih ramah lingkungan yaitu pada bahan bakar pertamax turbo dengan putaran mesin 2000 rpm sebesar 0,33%, dan nilai yang tertinggi tetapi tidak melewati ambang batas emisi gas buang CO pada kendaraan bermotor yaitu pada bahan bakar premium dengan putaran mesin 4000 rpm sebesar 1,11%.

Kata kunci: bahan bakar, rpm, emisi gas buang

1. PENDAHULUAN

Saat ini banyak penelitian untuk meminimalkan emisi gas buang dikarenakan meningkatnya isu tentang emisi gas buang terkait dengan semakin pedulinya masyarakat dunia atas perlindungan lingkungan. Emisi gas buang yang dihasilkan berbagai sumber seperti pabrik dan kendaraan bermotor dapat menyebabkan udara tercemar.

Menurut Badan Pusat Statistik perkembangan jumlah kendaraan Bermotor pada tahun 2015 sejumlah 98,881,267 juta unit dan pada tahun 2016 sejumlah 105,150,082 juta unit, sedangkan pada tahun 2017 sejumlah 113,030,793 juta unit sepeda motor. (BPS, 2017)

Perkiraan presentase komponen pencemaran udara dari sumber pencemaran transportasi di Indonesia adalah Carbon Monoksida (CO) sebesar 70,50%, Nitrogen Oksida (NO_x) sebesar 8,89%, Sulfur Oksida (SO_x) sebesar 0,88%, Hidrokarbon (HC) sebesar 18,34%, dan partikel sebesar 1,33%. (Wisnu, 2004)

Bahan bakar menghasilkan gas buang yang secara teoritis mengandung unsur CO, NO₂, HC, C, CO₂, H₂O, dan N₂ yang bersifat mencemari lingkungan dalam bentuk polusi udara. Unsur CO dan HC yang berpengaruh bagi kesehatan makhluk hidup perlu mendapatkan kajian khusus, karena unsur CO dan HC hasil pembakaran bersifat racun bagi darah manusia pada saat pernafasan sebagai akibat berkurangnya oksigen pada jaringan darah. Jika jumlah CO dan HC sudah mencapai jumlah tertentu atau jenuh di dalam tubuh maka akan menyebabkan kematian.

Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui emisi gas buang hidrokarbon (HC) dan karbonmonoksida (CO) yang dihasilkan kendaraan dengan menggunakan bahan bakar premium, pertalite, pertamax, dan pertamax turbo.

2. LANDASAN TEORI

1.1 Sistem bahan bakar Injeksi (*Electronic Fuel Injection*)

Sistem bahan bakar tipe injeksi merupakan langkah inovasi yang sedang dikembangkan untuk diterapkan pada sepeda motor. Tipe injeksi sebenarnya sudah mulai diterapkan pada sepeda motor dari sistem injeksi mekanis kemudian berkembang menjadi sistem injeksi elektronis. Sistem injeksi mekanis disebut juga sistem injeksi kontinyu (K-Jetronic) karena injektor menyemprotkan secara terus menerus ke setiap saluran masuk (*intake manifold*). Sedangkan sistem injeksi elektronis atau yang lebih dikenal dengan *Electronic Fuel Injection* (EFI), volume dan waktu penyemprotannya dilakukan secara elektronik. Sistem EFI kadang disebut juga dengan EGI (*Electronic Gasoline Injection*), EPI (*Electronic Petrol Injection*), PGM-FI (*Programmed Fuel Injection*) dan *Engine Management*.

Pada penelitian ini peneliti menggunakan motor yang menggunakan system VVA dimana VVA adalah kepanjangan dari variable valve actuation akan menjadikan torsi merata di setiap putaran mesin (www.yamaha-motor.co.id). System VVA ini digunakan sejak tahun 2015 pada sepeda motor N-Max. (Harahap. 2018)

2.2 System bahan bakar non injeksi

Sistem bahan bakar konvensional merupakan sistem bahan bakar yang menggunakan karburator untuk melakukan proses pencampuran bensin dengan udara sebelum disalurkan ke ruang bakar. Sebagian besar sepeda motor saat ini masih menggunakan sistem ini. Komponen utama dari sistem bahan bakar terdiri dari: tangki, selang bahan bakar, saringan bahan bakar dan karburator. Sepeda motor yang menggunakan sistem bahan bakar konvensional umumnya tidak dilengkapi dengan pompa bensin karena sistem penyalurannya tidak menggunakan tekanan tapi dengan penyaluran sendiri berdasarkan berat gravitasi (Eko priyo. 2018)

2.3 Emisi gas buang

Berdasarkan data World Health Organization (WHO) pada tahun 2004, lebih dari 700 kematian terjadi pada anak hingga remaja yang diakibatkan pajanan bahan toksik. 1. Di Amerika Serikat kasus keracunan akibat pencemaran udara mencapai 5000-6000 kasus pertahun yang mengakibatkan kematian. 2. Indonesia menjadi salah satu negara dengan tingkat pencemaran udara yang tinggi, kurang lebih 70% terjadi gangguan kesehatan di daerah dengan pencemaran udara yang tinggi seperti Jakarta, Medan, Batam dan Solo. 3. Asap kendaraan bermotor memiliki peranan penting sebagai sumber polusi udaraterbesar mencapai 60-70%, dibanding dengan industri yang hanya berkisar antara 10-15%. (Andrian, 2015)

Ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor tipe baru bahan bakar bensin (kep.No.05/men LH/08/2006) tanggal 1 Agustus 2006.

Tabel 1.1 Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru

No	EMISI	TAHUN	MAKSIMAL
1.	CO (%)	≥ 2010	4,5 %
2.	HC (ppm)	≥ 2010	2000 ppm

Beberapa unsur gas yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Senyawa Hidro karbon (HC)

Senyawa Hidro karbon (HC) terjadi karena bahan bakar belum terbakar tetapi sudah terbuang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar. Senyawa hidro karbon (HC) dibedakan menjadi dua yaitu bahan bakar yang tidak terbakar sehingga keluar menjadi gas mentah, serta bahan bakar yang terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang. Senyawa HC akan berdampak terasa pedih di mata, mengakibatkan tenggorokan sakit, penyakit paru-paru dan kanker.

2. Karbon monoksida (CO)

tercipta dari bahan bakar yang terbakar sebagian akibat pembakaran yang tidak sempurna ataupun karena campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya (kurangnya udara). CO yang dikeluarkan dari sisa hasil pembakaran banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin,

Goronatlo, 07 November 2019

untuk mengurangi CO perbandingan campuran ini harus dibuat kurus, tetapi cara ini mempunyai efek samping yang lain, yaitu NOx akan lebih mudah timbul. CO sangat berbahaya karena tidak berwarna maupun berbau, mengakibatkan pusing, mual.

Menurut WHO, paparan CO dengan konsentrasi 100 mg/m³ (87,3 ppm), 60 mg/m³ (52,38 ppm), 30 mg/m³ (26,19 ppm), 10 mg/m³ (8,73 ppm) memiliki durasi batas normal paparan secara berturut-turut hanya selama 15 menit, 10 menit, 1 jam dan 8 jam.20 Efek yang ditimbulkan dari paparan CO dengan konsentrasi dan durasi paparan yang melebihi konsentrasi normal dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan yaitu gangguan pada sistem kardiologi, hematologi, neurologi dan respirologi. Batas pemaparan CO yang diperbolehkan oleh Occupational Safety and Health Administration (OSHA) adalah 35 ppm untuk waktu 8 jam/hari kerja.(Andrian, 2015)

2.4 Bahan Bakar Cair

Jenis BBM merupakan nama umum untuk berbagai jenis bahan bakar yang diperuntukkan mesin dengan pembakaran pengapian. Di Indonesia terdapat beberapa jenis BBM yang memiliki mutu pembakaran yang berbeda. Nilai mutu jenis bahan bakar minyak ini di hitung berdasarkan nilai Research Octane Number (RON).

Perbedaan nilai oktan menunjukkan seberapa besar tekanan yang bisa diberikan sebelum bensin terbakar secara spontan. Semakin tinggi nilai oktannya, maka BBM akan lebih lambat terbakar, sehingga tidak meninggalkan residu pada mesin yang bisa mengganggu kinerjanya.

Berdasarkan RON tersebut maka bahan bakar minyak dibedakan menjadi 4 yaitu :

1. Premium (RON 88)

Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih. Premium produk Pertamina memiliki kandungan maksimum sulfur (S) 0,05%, timbal (Pb) 0,013% (jenis tanpa timbal) dan Pb 0,3% (jenis dengan timbal), oksigen (O) 2,72%, perwarna 0,13 gr/100 L, tekanan uap 62 kPa, titik didih 215 °C, serta massa jenis (suhu 15 °C) 715 ÷ 780 kg/m³.m³ (Keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi Nomor : 3674.K/24/DJM/2006).

2. Peralite (RON 90)

Peralite produk Pertamina memiliki kandungan maksimum sulfur (S) 0,05% m/m, tidak ada kandungan timbal dan kandungan logam, oksigen maksimal (O) 2,7% m/m, perwarna 0,13 gr/100 L, distilasi 10% penguapan maksimal 74 °C, titik didih 215 °C, serta massa jenis (suhu 15 °C) 715 ÷ 770 kg/m³ (Keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi Nomor : 313.K/10/DJM.T/2013).

3. Pertamax (RON 92)

Pertamax adalah bahan bakar minyak tanpa timbal dengan kandungan aditif lengkap generasi mutakhir yang membersihkan Intake *Valve Port Fuel Injector* dan ruang bakar dari karbon deposit dan mempunyai RON 92. Jenis bahan bakar minyak ini telah memenuhi standar *performance International World Wide fuel Charter* (WWFC).

4. Pertamax Turbo (RON 98)

Pertamax turbo merupakan bahan bakar untuk kendaraan bermesin bensin yang dikembangkan bersama antara Pertamina dan Lamborghini yang dirancang untuk memenuhi persyaratan mesin berteknologi tinggi. Pertamax turbo pertama kali diluncurkan di Belgia sebagai bakar bahan resmi pada lomborghini Supertrofeo European series pada 29 juli 2016.

2.5 Kerangka berfikir

Menurut Badan Pusat Statistik perkembangan jumlah kendaraan Bermotor pada tahun 2015 sejumlah 98,881,267 juta unit dan pada tahun 2016 sejumlah 105,150,082 juta unit, sedangkan pada tahun 2017 sejumlah 113,030,793 juta unit sepeda motor. Bertambahnya sepeda motor tiap tahunnya akan menambah jumlah emisi gas buang pada kendaraan bermotor yang sudah menjadi penyumbang terbesar pencemaran udara. Penggunaan kendaraan bermotor dapat menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan, terutama emisi gas buang yang dihasilkan dari sisa pembakaran.

Maka dari itu Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC) yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor sistem EFI dengan menggunakan variasi bahan bakar premium, pertalite, pertamax, dan pertamax turbo

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

penelitian ini dilaksanakan di Dinas Perhubungan Kabupaten Gorontalo.

Adapun penelitian ini dilakukan pada tanggal 06 Mei sampai dengan 31 Agustus 2019

3.2 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, yaitu memaparkan secara jelas hasil eksperimen terhadap sejumlah benda uji, kemudian analisis datanya dengan menggunakan deskriptif.

Eksperimen pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebab akibat yang muncul berdasarkan perlakuan yang diberikan oleh peneliti. Perlakuan tersebut adalah pengaruh pemakaian bahan bakar premium, pertalite, pertamax dan pertamax turbo terhadap Emisi Gas Buang.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RAL-F) yang terdiri dari Faktor pertama 4 taraf percobaan bahan bakar premium, pertalite, pertamax dan pertamax turbo, kemudian faktor kedua 3 taraf percobaan rpm 2000, 3000 dan 4000 dimana setiap rpm di berikan prlakuan sebanyak 3 kali pengulangan. (Angriany, 2019)

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah Sepeda Motor Vixion 155 cc VVA tipe injeksi tahun 2018

Sampel Dalam penelitian ini sampelnya adalah sepeda motor Vixion 155 cc VVA tipe injeksi tahun 2018 dengan variasi bahan bakar minyak jenis premium, pertalite, pertamax dan pertamax turbo.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini melalui referensi dan uji laboratorium emisi.

1. Referensi

Kegiatan mengumpulkan dan mengkaji informasi dari berbagai literatur seperti internet, buku, jurnal, dan sebagainya yang berkaitan dengan pengaruh variasi bahan bakar terhadap emisi gas buang serta alat pengukur emisi gas buang.

2. Uji Laboratorium Emisi

Kegiatan mengumpulkan data penelitian melalui pengujian emisi gas buang dengan beberapa jenis bahan bakar yang dilakukan di laboratorium emisi menggunakan alat emisi gas buang.

3.5 Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Dimana hasil pengukuran kemudian dilakukan analisis data menggunakan metode kuantitatif deskriptif yaitu statistic yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskriptifkan atau menggambarkan data yang telah dikumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau regenerasi. (Sugiyono, 2018) Data yang diperoleh dari hasil eksperimen dimasukkan ke dalam tabel, dan ditampilkan dalam bentuk grafik kemudian dibandingkan dan dianalisis antara sepeda motor Vixion 155cc tipe injeksi tahun 2018 dengan berbahan bakar premium, pertalite, pertamax dan pertamax turbo.

3.6 prosedur pengambilan data

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan pengujian emisi gas buang yaitu

1. menghidupkan mesin selama 10 menit untuk mengetahui kondisi mesin dalam keadaan siap uji.
2. Pengujian pertama menggunakan bahan bakar premium. Pengujian dilakukan dimana kendaraan menggunakan alat gas analyzer untuk menguji emisi gas buang.
3. Pasang alat analyzer pada ujung kenalpot kendaraan.
4. Hidupkan mesin dan Pengujian dilakukan dengan putaran mesin 2000 – 3000 sampai 4000 rpm untuk bukaan throttle gas.

Goronatlo, 07 November 2019

5. Setiap putaran rpm diberikan perlakuan sebanyak 3 kali pengulangan tunggu selama 3 menit, catat hasil data kandungan emisi gas buang HC dan CO yang tampil pada display
6. Ulangi langkah 2-4-5 dengan variasi bahan bakar pertalite, pertamax, dan pertamax turbo

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Dari hasil pengujian emisi gas buang diperoleh data dalam bentuk tebal sebagai berikut:

Tabel 1.4 Data Hasil Penelitian Emisi Gas Buang HC

EMISI GAS BUANG	BAHAN BAKAR	RPM	PENGULANGAN			JUMLAH	RATA-RATA
			1	2	3		
HC (ppm)	PREMIUM	2000	601	611	617	1829	609.66
		3000	580	616	526	1722	574
		4000	486	489	476	1451	483.66
	PERTALITE	2000	578	573	566	1717	572.33
		3000	546	546	513	1605	535
		4000	462	462	441	1385	455
	PERTAMAX	2000	554	542	521	1617	539
		3000	513	498	454	1465	488.33
		4000	441	422	395	1258	419.33
	PERTAMAX TURBO	2000	523	500	483	1506	502
		3000	480	453	412	1345	448.33
		4000	420	386	332	1138	379.33
TOTAL HC		6184	6098	5736	18018	6006	

Tabel 1.5 Data Hasil Penelitian Emisi Gas Buang CO

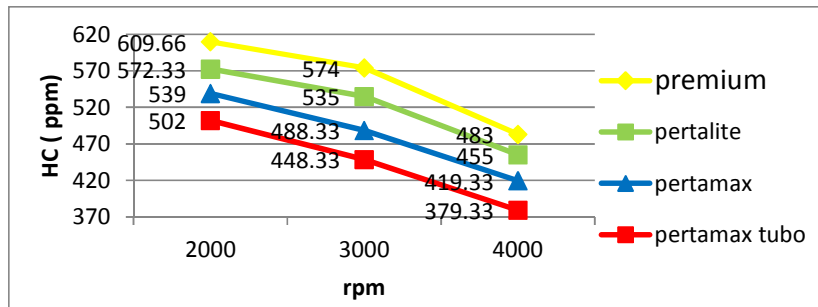
EMISI GAS BUANG	BAHAN BAKAR	RPM	PENGULANGAN			JUMLAH	RATA-RATA
			1	2	3		
CO (%)	PREMIUM	2000	0.58	0.69	0.81	2.08	0.693333333
		3000	0.97	0.95	0.97	2.89	0.963333333
		4000	1.12	1.02	1.18	3.32	1.106666667
	PERTALITE	2000	0.46	0.53	0.65	1.64	0.546666667
		3000	0.78	0.83	0.89	2.5	0.833333333
		4000	0.97	0.92	0.98	2.87	0.956666667
	PERTAMAX	2000	0.37	0.47	0.54	1.38	0.46
		3000	0.65	0.65	0.77	2.07	0.69
		4000	0.77	0.72	0.93	2.42	0.806666667
	PERTAMAX TURBO	2000	0.21	0.34	0.44	0.99	0.33
		3000	0.5	0.52	0.69	1.71	0.57
		4000	0.62	0.67	0.72	2.01	0.67
TOTAL CO		8	8.31	9.57	25.88	8.626666667	

4.2 Hasil Penelitian Emisi Gas buang Berdasarkan Grafik

1. Emisi Gas Buang HC

Pembahasan untuk hasil rata-rata pengujian emisi gas buang HC pada bahan bakar premium, pertalite, pertamax dan pertamax turbo dengan rpm 2000, 3000 dan 4000 dan ditampilkan dalam grafik sebagai berikut :

Goronatlo, 07 November 2019

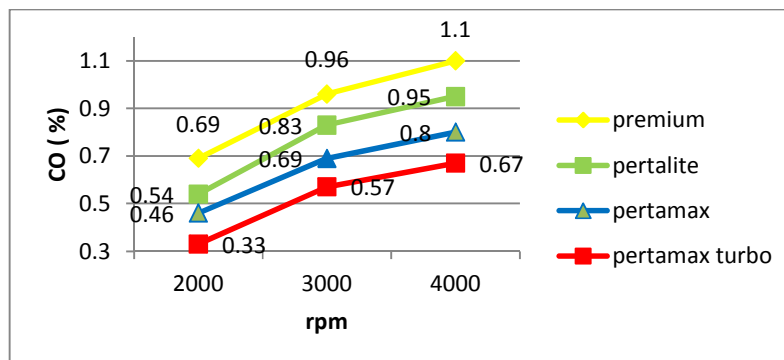


Gambar 1.5 Grafik hasil pengujian emisi gas buang HC

Grafik di atas menunjukkan bahwa hasil rata-rata emisi gas buang HC terendah yaitu pada bahan bakar pertamax turbo pada saat putaran 4000 rpm dengan kandungan emisi gas buang 379,33 ppm. Sedangkan nilai emisi gas buang HC tertinggi yaitu pada bahan bakar premium saat putaran 2000 rpm dengan kandungan emisi gas buang 609,66 ppm. Kemudian untuk kandungan emisi gas buang HC pada bahan bakar pertalite lebih rendah dari bahan bakar premium tetapi lebih tinggi dari bahan bakar pertamax dan pertamax turbo yaitu saat putaran 4000 rpm dengan kadar emisi gas buang HC 455 ppm dan saat putaran 2000 rpm dengan kadar emisi gas buang HC 572,33 ppm. Sedangkan kandungan emisi gas buang HC pada bahan bakar pertamax lebih rendah dari bahan bakar pertalite dan premium tetapi lebih tinggi dari bahan bakar pertamax turbo saat putaran 4000 rpm dengan kadar emisi gas buang HC 419,33 ppm dan saat putaran 2000 rpm dengan kadar emisi gas buang HC 539 ppm. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran mesin, maka kandungan emisi gas buang HC akan menjadi semakin rendah.

2. Emisi Gas Buang CO

Pembahasan untuk hasil rata-rata pengujian emisi gas buang CO pada bahan bakar premium, pertalite, pertamax dan pertamax turbo dengan rpm 2000, 3000 dan 4000 dan ditampilkan dalam grafik sebagai berikut :



Gambar 1.6 Grafik hasil pengujian emisi gas buang CO

Grafik di atas menunjukkan bahwa hasil rata-rata emisi gas buang CO terendah yaitu pada bahan bakar pertamax turbo pada saat putaran 2000 rpm dengan kandungan emisi gas buang 0,33%. Sedangkan nilai emisi gas buang CO tertinggi yaitu pada bahan bakar premium saat putaran 4000 rpm dengan kandungan emisi gas buang 1,1%. Kemudian untuk kandungan emisi gas buang CO pada bahan bakar pertalite lebih rendah dari bahan bakar premium tetapi lebih tinggi dari bahan bakar pertamax dan pertamax turbo yaitu saat putaran 2000 rpm dengan kadar emisi gas buang CO 0,54% dan saat putaran 4000 rpm dengan kadar emisi gas buang CO 0,95%. Sedangkan kandungan emisi gas buang CO pada bahan bakar pertamax lebih rendah dari bahan bakar pertalite dan premium tetapi lebih tinggi dari bahan bakar pertamax turbo saat putaran 2000 rpm dengan kadar emisi gas buang CO 0,46% dan saat putaran 4000 rpm dengan kadar emisi gas buang CO 0,8%. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran mesin, maka kandungan emisi gas buang CO juga akan semakin tinggi.

Goronatlo, 07 November 2019

4. Kesimpulan

Dari hasil percobaan yang dilakukan pada sepeda motor system EFI dapat disimpulkan bahwa rata-rata jumlah kandungan emisi gas buang HC dengan variasi bahan bakar pada rpm 2000, 3000 dan 4000 dan diulangi sebanyak 3 kali diperoleh nilai terendah atau lebih ramah lingkungan yaitu pada bahan bakar pertamax turbo dengan putaran mesin 4000 rpm sebesar 379,33 ppm, dan nilai yang tertinggi tetapi tidak melewati ambang batas emisi gas buang HC pada kendaraan bermotor yaitu pada bahan bakar premium dengan putaran mesin 2000 rpm sebesar 609,67 ppm. Sedangkan rata-rata jumlah kandungan emisi gas buang CO diperoleh nilai terendah atau lebih ramah lingkungan yaitu pada bahan bakar pertamax turbo dengan putaran mesin 2000 rpm sebesar 0,33%, dan nilai yang tertinggi tetapi tidak melewati ambang batas emisi gas buang CO pada kendaraan bermotor yaitu pada bahan bakar premium dengan putaran mesin 4000 rpm sebesar 1,11%.

DAFTAR PUSTAKA

- Angriany, A. M. N., Tunungki, G. M., & Raupong, R. (2018). Estimasi Komponen Variansi pada Rancangan Faktorial Acak Lengkap Menggunakan Metode Generalized Least Squares. *Jurnal Matematika Statistika Dan Komputasi*, 15(2), 54.
- Bakeri, M., Syarief, A., & S, A. K. (2012). Analisa Gas Buang Mesin Berteknologi EFI dengan Bahan Bakar Premium. *Info Teknik*, 13(1), 28–38
- Harsojuwono, Bambang Admaji dkk. 2011. Rancangan Percobaan Teori, Aplikasi SPSS dan Excel. Jakarta : Lintas Kata Publissing
- Harahap, M. I. (2014). Pengaruh Customer Experience, Customer Value, Dan Customer Satisfaction Terhadap Customer Loyalty Pada Komunitas Sepeda Motor Yamaha Tipe Nmax Medan. *Balita BGM*, (X), 1–5
- Keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi. Nomor : 3674kK/24/DJM/2006
- Malau, Sabam. 2005. Perancangan Percobaan. Medan : Universitas HKBP Nommensen
- Ningrat, A. A. W. K., Kusuma, I. G. B. W., & Wayan, I. (2016). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Peralite Terhadap Akselerasi Dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Bertransmisi Otomatis. *Mettek*, 2(1), 59–67
- Nugraha, S B. 2007. Aplikasi Teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektronik (EFI) untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Sepeda Motor. Yogyakarta : UNY
- Nugroho, sigit. 2008. Dasar-Dasar Rancangan Percobaan. Bengkulu : UNIB Press
- Nurliansyah Putra, Ir. Husin Bugis, M.Si., Drs. Ranto, M. T., & Prodi. (2007). Pengaruh Jenis Bahan Bakar Bensin Dan Variasi Rasio Kompresi Pada Sepeda Motor Suzuki Shogun FI 125 Sp Tahun 2007. *Ятыатат, Бы12у(235)*, 245.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2017 Ambang Batas Emisi Gas Buang Bermotor Baru
- Putra, D. S., -, D. F., & -, G. G. G. (2015). Analisa Pengaruh Penggunaan Sensor Oksigen Terhadap Kandungan Emisi Gas Buang CO Dan HC. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, 10(2), 36.
- Setiyo, M., & Utoro, L. (2017). *Re-Mapping Engine Control Unit (Ecu) Untuk Menaikkan*. 11(2), 62–68.
- Setyoko, Priangkoso, T., & Darmanto. (2016). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor dengan Bahan Bakar Pertamax dan Pertamax Plus Menggunakan Dinamometer Chasis. *Semarang: Fakultas Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim*, 48–54.
- Sulistiyono, Eko Priyo. (2013). Mekanisme Dan Perawatan Sistem Bahan Bakar Pada Yamaha Mio Tahun 2004 Disusun. 84, 487–492.
- Putro, I. A. E., & Abadi, I. (2012). Rancang Bangun Alat Ukur Emisi Gas Buang , Studi Kasus : Pengukuran Gas Karbon Monoksida (Co). *Digital Library ITS Paper*, 1(1), 1–9.
- Rivanda, A. (2015). Pengaruh Paparan Karbon Monoksida Terhadap Daya Konduksi Trakea The Effect of Carbon Monoxide Exposures on Tracheal Conduction Capacity. *Journal Majority*, 4(trakea), 153–159

Goronatlo, 07 November 2019

- Winarto, E., Bugis, H., & Sudiby, C. (2017). Pengaruh Bahan Bakar Premium, Pertamina, Pertamina Plus Dan Variasi Rasio Kompresi Terhadap Kadar Emisi Gas Buang CO dan HC Pada Suzuki Shogun FI 125 Sp Tahun 2007. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Dan Kejuruan*, 6(1), 26–36.
- www.Yamaha-motor.co.id. Spesifikasi Motor Vixion 155 cc VVA
- Yudoprimarhento, Bawega. 2016. Pengaruh Perubahan Waktu Pengapian (Ignition Timing) Terhadap Emisi Gas Buang CO dan HC pada Sepeda Motor Honda Revo 110 cc Tahun 2013 Dengan Bahan Bakar LPG (Liquefied Petroleum Gas). *Jurnal Fakultas Teknik*