ARTIKEL

Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Bensin Dan LPG Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mesin Portable Gas Generator Splay

Oleh:

WAHYU SAHRULLOH

14.1.03.01.0180

Dibimbing oleh :

1. **Hermin Istiasih,M.M., M.T**
2. **Ali Akbar, S.T., M.T**

TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

2018

SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2018

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap	: Wahyu Sahrulloh
NPM	: 14.1.03.01.0180
Telepun/HP	: 0857 3239 6204
Alamat Surel (Email)	: wahyusahrulloh@gmail.com
Judul Artikel	: Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Bensin Dan LPG Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mesin Portable Gas Generator Splay
Fakultas – Program Studi	: Teknik – Teknik Mesin
Nama Perguruan Tinggi	: Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat Perguruan Tinggi	: JL. KH. Ahmad Dahlan No 76, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64112

Dengan ini menyatakan bahwa :

a. artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarisme;
b. artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggungjawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 10 Agustus 2018
Pembimbing I	Pembimbing II	Penulis,
Hermin Istiasih M.M., M.T NIDN **0709088301**	Ali Akbar, S.T., M.T NIDN **0001027302**	Wahyu Sahrulloh 14.1.03.01.0180

Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Bensin Dan LPG Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mesin Portable Gas Generator Splay

Wahyu Sahrulloh
14.1.03.01.0180
Teknik – Teknik Mesin
wahyusahrulloh@gmail.com
Hermin Istiasih, M.M., M.T
Ali Akbar, ST., M.T
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

ABSTRAK

kelangkaanbahan bakar minyak dan kualitasudara yang semakin memburuk memberikanpengaruhterhadapkehidupan. Meningkatnyavolume kendaraanmenambahkeduapermasalahanmenjadisemakinparah.Salah satualternatifuntuk mengatasipermasalahantersebut adalahdenganmenggunakanbahanbakaralternatifyaituLPG (*Liquefied petroleum gas*). Keuntungan penggunaan LPG yaitu emisi gas buang yang rendah. Disamping itu, persediaan gas alam di indonesia masih cukup banyak jika di bandingkan dengan persediaan minyak bumi.

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian jenis kuantitatif dengan teknik penelitian eksperimental. Jenis analisa data yang digunakan adalah Two Way Anova dimana data yang dianalisa adalah hasil pengujian kandungan emisi gas buang. Melalui analisa data dengan metode Two Way Anova maka dapat diketahui pengaruh penggunaan bensin dan LPG terhadap emisi gas buang.

Pada hasil penelitian pengaruh penggunaan bahan bakar bensin dan LPG terhadap emisi gas buang pada mesin portable gas generator splay kadar emisi gas buang CO pada bahan bakar bensin terendah pada putaran mesin 1500 yaitu sebesar 0,77 % vol dan tertinggi pada putaran mesin 3500 yaitu sebesar 2,69 % vol. Sedangkan untuk kadar emisi HC terendah pada putaran mesin 1500 yaitu sebesar 35 ppm dan tertinggi pada putaran mesin 3500 yaitu sebesar 82,6 ppm.Pada hasil penelitian kadar emisi gas buang CO pada bahan bakar LPG terendah pada putaran mesin 1500 yaitu sebesar 0,69 % vol dan tertinggi pada putaran mesin 3500 yaitu sebesar 1,95 % vol. Sedangkan untuk kadar emisi HC terendah pada putaran mesin 1500 yaitu sebesar 27,6 ppm dan tertinggi pada putaran mesin 3500 yaitu sebesar 75,6 % vol. Jadi Penggunaan bahan bakar bensin dan LPG mempengaruhi kadar emisi gas buang pada mesin portable gas generator splay. Pada hasi penelitian ini kadar emisi gas buang CO dan HC pada bahan bakar bensin lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar LPG.

KATA KUNCI : Bahan Bakar Bensin, LPG, Emisi Gas Buang dan Hasil Penelitian

I. LATAR BELAKANG

Program nasional konversi minyak tanah ke *Liquefied petroleum* gas (LPG) merupakan salah satu program pemerintah dalam rangka menjamin penyediaan dan pengadaan bahan bakar dalam negeri. Program ini secara khusus juga dimaksudkan untuk mampu mengurangi subsidi bahan bakar minyak (BBM) guna meringankan beban keuangan negara. Penggunaan LPG juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi karena nilai kalor LPG lebih tinggi dibandingkan minyak tanah dan hasil pembakarannya lebih bersih serta ramah lingkungan (Sulistyo dkk, 2016).Kendaraanbermotor, selainmemasokpenggunaanbahanbakarminyak dalamjumlahbesar,perkembanganvolume lalu lintasdiperkotaanIndonesia yangmencapai15%pertahun merupakan sumberpencemaran udarayang terbesar dimana70%pencemaran udaradiperkotaan disebabkan oleh aktivitaskendaraan bermotor (Kusumaningrum dan Gunwan 2014).Pencemaranudara tersebutdisebabkan olehemisigasbuangyangburuk..Emisigasbuanghasilpembakaran bahanbakar minyak (BBM)padasepeda motormampumenurunkan kualitasudara danmenyebabkanterjadinyapemanasan global*(globalwarming)*. Solusinya adalahmemanfaatkan LPG*(liquifiedpetroleumgas)*untukdigunakansebagaibahan bakargasLPG.Modifikasi yangsudah dilakukan yaitudenganmenggunakan katupsuplai*solenoid*sebagai penggantimekanismesistembahanbakar minyak menjadi gas.*Solenoidvalve*berfungsiuntukmengalirkangasLPG secaraotomatisketikamesindihidupkan dengan *pressureregulator* sebagaipengaturtekanandanvolume gasyang masuk ke dalamruangbakar.Penggunaanbahan bakargasLPGsebagaibahanbakaralternatif tentudapat mempengaruhikadaremisigasbuangyang dihasilkan.Oleh karena itu, atas dasar hal tersebut peneliti akan melakukan penelitian dendang judul "**Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Bensin Dan LPG Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mesin Portable Gas Generator Splay".**

Berdasarkan identifikasimasalah diatas,maka rumusanmasalahdalam penelitian iniadalah sebagaiberikut bagaimana pengaruh penggunaan bahan bakar bensin terhadap emisi gas buang pada mesin portable gas generator splay

bagaimana pengaruh penggunaan bahan bakar LPG terhadap emisi gas buang pada mesin portable gas generator splay

Sesuairumusan masalahyang diuraikandiatas,maka tujuandari penelitian iniadalah sebagaiberikut untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan bakar bensin terhadap emisi gas buang pada mesin portable gas generator splay untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan bakar bensin terhadap emisi gas buang pada mesin portable gas generator splay

II. METODE

A. TeknikAnalisisData

Jenis analisisdatayangdigunakan padapenelitianini adalahanalisisvarian (*analysisofvariance/Anova*). Analisis varian atauanova sendiridipilihkarena mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan pada variabelterikat.Analisisdata akan dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab16untukterhindarkan dari kesalahan pengitungan.

B. PendekatanPenelitian

Pendekatan dalampenelitianini adalahpendekatan kuantitatif,karena penelitianinidenganangka-angka. Halini sesuaidengan pendapat (Suharsimi, 2002) yang mengemukakan penelitian kuantitatifadalah pendekatan penelitian yangbanyakdituntut menguakangka, mulaidari pengumpulandata,penafsiran terhadap datatersebut,sertapenampilan hasilnya.

Penegasan mengenaiteknik penelitianyang digunakan dalampenelitian iniadalahteknikeksperimental. Penelitian eksperimen merupakansuatupenelitian yangmenjawabpertanyaan "jikakita melakukan sesuatupadakondisiyang dikontrolsecaraketat makaapakahyang akanterjadi?".Untukmengetahui apakah adaperubahanatautidak padasuatu keadaanyang dikontrolsecaraketatmaka kita memerlukan perlakuan (*treatment*) padakondisitersebut dan halinilahyang dilakukan padapenelitianeksperimen. Sehingga penelitianeksperimendapat dikatakan sebagaimetodepenelitianyang digunakan untukmencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalamkondisiyang terkendalikan (Suharsimi,2002).

C. AlatdanBahan

Adapun Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah generator splay

Merk:YAMAHSUN 1200 DC

Jenis Mesin : 4 Tak

Putaran : 3500 rpm

Daya : 650 W

Voltage : 220 Volt, single phase

Gambar 1. Generator Splay

Gas *analyzer* digunakan untuk mengukur kadar emisi gas buang

Gambar2. Gas Analyzer

Techometer digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi (rpm)

Gambar 3. Techometer

D. Langkah – Langkah Penelitian

Prosedur Pengujian pada penelitian ini antara lain :

1. Persiapan

Sebelum melaksanakanpenelitian, menyiapkan alat dan bahan yang akandigunakan.Memastikan alatbekerjasesuaifungsinyadandapatmemberikan datayangakurat.Mempersiapkaninstrument penelitiandanalatkeselamatan dankesehatankerjaagartidakterjadikecelakaankerja.

2. PelaksanaanPenelitian

a.Mempersiapkanalat,bahan,daninstrumenpenelitian.

b. Menghidupkanmesin generator splay±5menituntukmendapatkanpanaskerjamesinyangoptimal..

c.Melakukanpengukuranemisisesuaiprosedurpenggunaanalatuji. Pengujiandilakukanpadabahanbakar bensin dan LPG.

d.Pengukuran dilakukanberulangsebanyaktigakali pada setiap variasi putaran mesin yaitu 1500, 2000, 2500, 3000 dan 3500 rpm.

e. Memasukan data hasil pengujian pada table pengujian

f. Analisa data

g. Kesimpulan

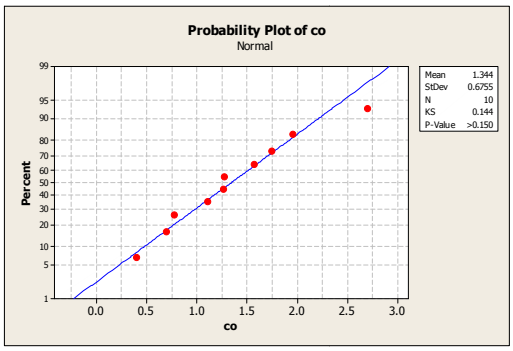
III. HASIL DAN KESIMPULAN

A. Analisa Data

Pada poin ini akan dipaparkan tiga asumsi yang menjadi syarat dari Anova yaitu uji normalitas, uji identik serta uji independen terhadap data penelitian yang peneliti dapatkan selama eksperimen.

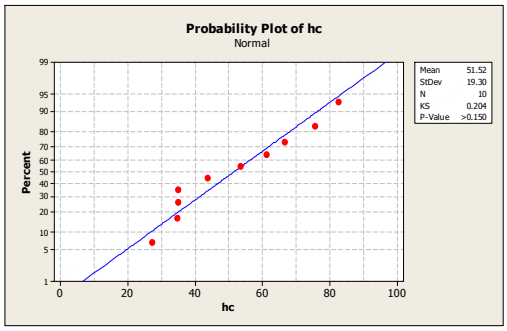
1. Uji Normalitas

Uji normalitas ini dilakuan untuk mengetahui apakah data variable yang ada di penelitian ini berdistribusi normal atau tidak. Dalam analisa data ini peneliti menggunakan taraf signifikan kesalahan sebesar α = 5% (0,05), dengan kata lain tingkat keyakinannya adalah 95%. Dalam uji normalitas ini penelitian menggunakan *softwere* Minitab 16.



Gambar 4.*Plot* uji normalitas kandungan emisi CO.

Pada *Plot* uji normalitas kandungan emisiCO mendapatkan nilai mean 1,344, nilai StDev 0,6755 , N 10 , KS 0.144 , *P-Value* 0.150.

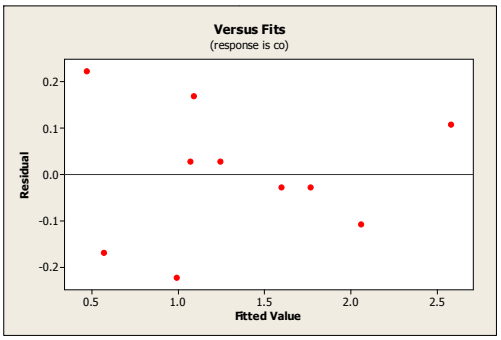


Gambar 5.*Plot* uji normalitas kandungan emisi CO.

Pada *Plot* uji normalitas kandungan emisiHC mendapatkan nilai mean 51,52, nilai StDev 19,30 , N 10 , KS 0.204 , *P-Value* 0.150.

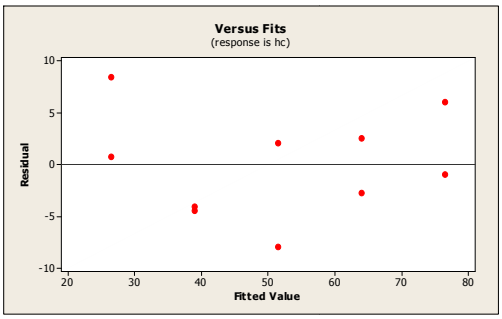
2. Uji Identik

Uji identik ini dilakukan untuk mengetahui apakah data penelitian yang didapat identik atau tidak. Bila sebaran data pada *output* uji ini tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu disekitar harga nol maka data memenuhi asumsi identik. Namun bila *output* uji ini tersebar secara tidak acak dan membentuk pola tertentu disekitar harga nol maka data tidak memenuhi asumsi identik yang diperlukan.



Gambar 6. *Residual plot* pengujian kandungan emisi CO.

Pada gambar 6 menunjukan bahwa residual tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu, dengan demikian asumsi identik terpenuhi. merupakan hasil uji identik dengan variabel responnya adalah data *output* kandungan emisi CO, Hasil ini menandakan data tersebut memenuhi asumsi identik.

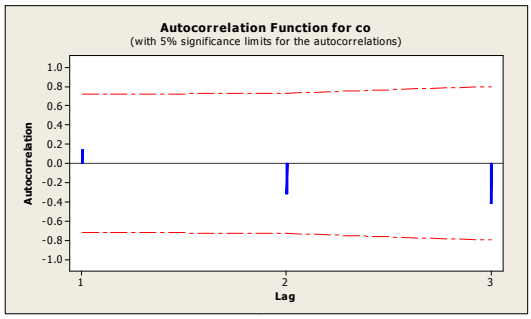


Gambar 7. *Residual plot* pengujian kandungan emisi HC dalam ppm.

Pada gambar 7 menunjukan bahwa residual tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu, dengan demikian asumsi identik terpenuhi. merupakan hasil uji identik dengan variabel responnya adalah data *output* kandungan emisi HC dalam ppm, dimana nilai residual pada gambar tersebut mampu tersebar secara acak tanpa membentuk pola tertentu disekitar harga nol. Hasil ini menandakan data tersebut memenuhi asumsi identik.

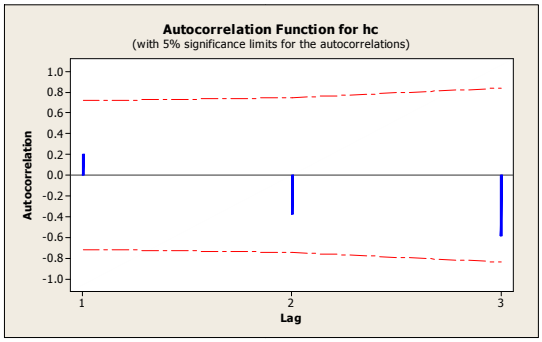
3. Uji Independen

Uji independen ini digunakan untuk mengetahui apakah data hasil pengukuran dalam eksperimen telah lepas dari pengaruh hasil pengukuran lainnya atau tidak. Dalam uji independen ini penelitian masih menggunakan software Minitab 16 dengan *auto correlation function* (ACF) untuk mengetahui apakah terdapat nilai ACF yang keluar dari batas interval atau tidak. Bila tidak terdapat nilai yang melebihi batas interval maka dapat penelitian ini memenuhi asumsi identik, namun bila terdapat data penelitian yang melebihi batas interval maka terdapat hasil pengukuran yang terpengaruh oleh hasil pengukuran lainnya. Berikut plot hasil uji independen dan penelitian ini dari *output* Minitab 16.



Gambar 8. *Plot ACF* hasil pengujian emisi CO.

Berdasarkan *plot ACF*hasil pengujian emisi CO yang ditunjukkan pada gambar 8 menunjukkan tidak terdapat nilai *ACF* pada tiap lag yang keluar dari interval uji independen. Hal ini menandakan bahwa variabel respon penelitian ini bersifat independen.



Gambar 9. Plot ACF hasil pengujian emisi HC.

Berdasarkan plot ACF hasil pengujian emisi HC yang ditunjukan pada gambar 9 menunjukkan tidak terdapat nilai ACF pada tiap lag yang keluar dari interval uji

independen. Hal ini menandakan bahwa variabel respon penelitian ini bersifat independen.

B. Pembahasan

Kadar emisi gas buang CO menunjukan angka efisiensi dari pembakaran di ruang bakar.Tingginya kadar emisi gas buang CO di sebabkan karena kurangnya pasokan udara untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna. Pembakaran yang sempurna dapat dihasilkan ketika pasokan udara diruang bakar dapat tercukupi. Dengan demikian kadar emisi gas buang CO yang tinggi dapat di artikan sebagai akibat dari pembakaran yang tidak sempurna, sedangkan kadar emisi gas buang CO yang rendah diartikan sebagai akibat dari pembakaran yang sempurna di ruang bakar.

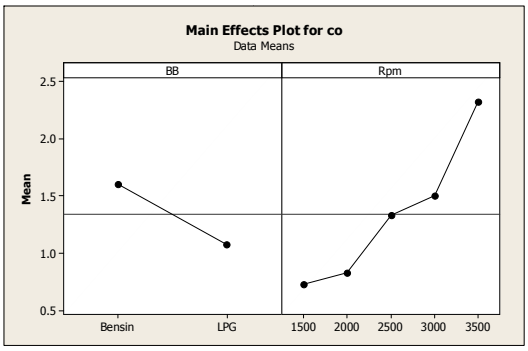
Dari hasil eksperimen dan analisa data pengaruh penggunaan bahan bakar bensin dan LPG terhadap emisi gas buang pada mesin portable gas generator splay dapat diketahui kadar emisi gas buang CO pada bahan bakar bensin lebih tinggi dibandingkan dengan LPG. Kadar emisi gas buang CO teringgi terjadi pada bahan bensin dengan putaran mesin (rpm) 3500 yaitu sebesar 2,69 % dan terendah terjadi pada putaran mesin (rpm) 1500 yaitu sebesar 0,77. Sedangkan untuk kadar emisi gas buang CO pada bahan bakar LPG tertinggi terjadi pada putaran mesin (rpm) 3500 yaitu sebesar 1,95 % dan terendah pada pada putaran mesin (rpm) 1500 dengan kadar emisi gas buang sebesar 0,69 %.

Pada dasarnya HC dibentuk selama proses pembakaran di ruang bakar berlangsung tidak sempurna. Tingginya kadar emisi gas buang HC yang terbentuk menandakan bahwa terdapat banyak bahan bakar sehingga ikut terbuang keluar bersama gas buang. Dari hasil eksperimen dan analisa data pengaruh penggunaan bahan bakar bensin dan LPG terhadap emisi gas buang pada mesin portable gas generator splay dapat diketahui kadar emisi gas buang HC pada bahan bakar bensin lebih tinggi dibandingkan dengan LPG. Kadar emisi gas buang HC teringgi terjadi pada bahan bensin dengan putaran mesin (rpm) 3500 yaitu sebesar 82,6 ppm dan terendah terjadi pada putaran mesin (rpm) 1500 yaitu sebesar 35 ppm. Sedangkan untuk kadar emisi gas buang HC pada bahan bakar LPG tertinggi terjadi pada putaran mesin (rpm) 3500 yaitu sebesar 75,6 ppm dan terendah pada pada putaran mesin (rpm) 1500 dengan kadar emisi gas buang sebesar 27,5 ppm.

Hasil eksperimen dan analisa data dengan *analysis of varians* (ANOVA) pada variabel bebas terhadap kandungan emisi gas buang CO dan HC adalah sebagai berikut :

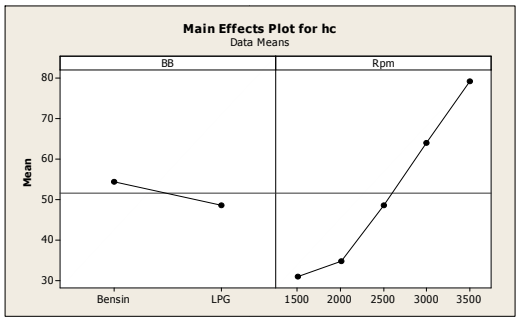
1. Persentase yang diberikan oleh bahan bakar bensin dan LPG terhadap emisi gas buang CO sebesar 90,07 %. *Main effects plot* untuk bahan bakar bensin lebih tinggi daripada LPG dan lima variasi putaran (rpm) untuk hasil pengujian emisi CO menghasilkan nilai yang berbeda-beda. Kadar emisi gas buang CO tertingi terjadi pada putaran 3500 rpm sedangkan kadar emisi gas buang CO terendah terjadi pada putaran 1500 rpm.
2. Persentse yang diberikan oleh bahan bakar bensin dan LPG terhadap emisi gas buang HC sebesar 97,95 %. *Main effects plot* untuk bahan bakar bensin juga lebih tinggi daripada LPG dan lima variasi putaran (rpm) untuk hasil pengujian emisi HC menghasilkan nilai yang berbeda-beda. Kadar emisi gas buang HC tertingi terjadi pada putaran 3500 rpm sedangkan kadar emisi gas buang HC terendah terjadi pada putaran 1500 rpm.

Dalam penelitian ini pengaruh yang diberikan variabel ini mampu terlihat dengan jelas melalui gambar main effect plot waktu pengujian.



Gambar 10.*Main effectsplot* untuk hasil pengujian CO.

Pada gambar 10*main effect plot* untuk hasil pengujian emisi CO dapat dijelaskan bahwa penggunaan bahan bakar bensin lebih tinggi dari pada LPG dan lima variasi putaran (rpm) untuk hasil pengujian emisi CO menghasilkan nilai yang berbeda-beda. Kadar emisi gas buang CO tertingi terjadi pada putaran 3500 rpm sedangkan kadar emisi gas buang CO terendah terjadi pada putaran 1500 rpm, maka penggunaan bahan bakar bensin dan LPG dan lima variasi putaran (rpm) untuk hasil pengujian emisi CO mempunyai pengaruh signifikan.



Gambar 11.*Main effects plot* untuk hasil pengujian HC (ppm)

Pada gambar 11*main effects plot* untuk hasil pengujian HC dapat dijelaskan bahwa

penggunaan bahan bakar bensin lebih tinggi dari pada LPG dan lima variasi putaran (rpm) untuk hasil pengujian emisi HC menghasilkan nilai yang berbeda-beda. Kadar emisi gas buang HC tertingi terjadi pada putaran 3500 rpm sedangkan kadar emisi gas buang HC terendah terjadi pada putaran 1500 rpm, maka penggunaan bahan bakar bensin dan LPG dan lima variasi putaran (rpm) untuk hasil pengujian emisi HC mempunyai pengaruh signifikan.

C. Kesimpulan:

Berdasarkan hasil penelitian serta analisis data yang telah diperoleh dari hasil pengujian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan bahan bakar bensin mempengaruhi kadar emisi gas buang pada mesin portable gas generator splay. Pada hasi penelitian ini kadar emisi gas buang CO dan HC pada bahan bakar bensin lebih tinggi disebabkan karena kurangnya pasokan udara untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna.
2. Penggunaan bahan bakar LPG mempengaruhi kadar emisi gas buang pada mesin portable gas generator splay. Pada hasi penelitian ini kadar emisi gas buang CO dan HC pada bahan bakar LPG lebih rendah artinya jenis bahan bakar LPG menghasilkan emisi gas buang CO dan HC yang lebih baik dari bahan bakar bensin. Hal ini di sebabkan karena bahan bakar LPG mampu mencampurkan bahan bakar dan udara yang lebih baik pada saat pembakaran sehingga *turbulensi* pembakaran menjadi lebih sempurna.

E. Implikasi

Dengan penelitian pengaruh penggunaan bahan bakar bensin dan LPG terhadap emisi gas buang pada mesinportable gas generator splay dengan variasi putaran mesin yang berbeda terdapat implikasi teroritis dan implikasi praktis.

1. Untuk implikasi teoritis pemberian bahan bakar yang berbeda pada mesin sangat berpengaruh besar terhadap emisi gas buang CO dan HC pada mesin portable gas generator splay, dimana jenis bahan bakar LPG lebih baik dengan kadar emisi CO dan HC lebih rendah di bandingkan dengan bahan bakar bensin.
2. Sedangkan untuk implikasi praktis penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan dan memperluas pengetahuan dan wawasan tentang bahan bakar gas (BBG) dan bahan bakar bensin (BBM).

D. Saran

1. Bagi pembaca yang ingin melakukan ini hendaknya memodifikasi mesin pada bagian sistem bahan bakar agar bahan bakar terbakar dengan sempurna.

2. Servis secara rutin agar mesin selalu dalam keadaan prima dan dapat bekerja secara maksimal sehingga konsumsi bahan bakar tetap irit dan emisi gas buang yang dihasilkan dapat terkontrol.

3. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang daya dan torsi yang di hasilkan oleh bahan bakar LPG (bahan bakar gas).

IV. DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, W. 1988. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Bandung: ITB.

Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Ardi. 2012. Pengaruh Gas LPG Sebagai Bahan Bakar Sepeda Motor Terhadap Emisi Gas Buang. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin,* (Online), tesedia:http: //www.ejournal.com), diunduh 19 februari 2018.

Fauzi,2015.*PengaruhBioetanol TerhadapLambdadanEmisi GasBuangpadaSepedaMotor EmpatTakSatuSilinder BerbahanBakar Premium,*.Ramelan,(Online), tersedia: https//www.google.co.id, diunduh 19 januari 2018.

Gusti, P. & Hardiana M.2011.Pengaruh Air Fuel Ratio TerhadapEmisi Gas Buang Berbahan Bakar LPG Pada Ruang Bakar Model Helle-Shaw Cell. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra*,5 (1).

Haryono. 1995. *Uraian Praktis Mengenal Motor Bakar,*Semarang:CV, Aneka Ilmu.

Kusminingrum,Nanny, G.Gunawan. 2014.*PolusiUdaraAkibatAktivitas Kendaraan Bermotordi Jalan Perkotaan Pulau Jawa dan Bali*.(Online), tersedia: http://www.academia.com,diunduh 21 januari 2018.

Purnadi & Arijanto. 2014. Pengaruh Bahan Bakar Gas LPG Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Karbulator. *Jurnal Teknik Mesin, (Online),*https: //ejournal3.undip.ac.id), diunduh 5juli 2018.

Rizal, M & Djoko, S. (2015). Komparasi Penggunaan Bahan Bakar Premium Dengan Bahan Bakar LPG Sistem*Manifold* Injeksi Terhadap Kadar Emisi Gas Buang Sepeda Motor Empat Langkah. *Jurnal Integrasi* (Online), tersedia: https: //jurnalpolibatam.ac.id, diunduh 9 juli 2018.

Romdoni. 2012. Studi Komparasi Peforma Mesin Dan Kadar Emisi Gas Buang Sepeda Motor Empat Langkah Berbahan Bakar Bensin Dan LPG. *Jurnal Teknik Mesin, (Online),* https: //jurnalmahasiswa.unesa.ac.id, diunduh 2 juli 2018.

Solikin,Moch.1997.*DampakdanUpayaMengendaliGasBuang KendaraanBermotor.*TahunXVI.Nomor3:151-163.CakrawalaPendidikan.