JURNAL

MENGURANGI EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR 4 TAK DENGAN KNALPOT BERKATALIS LIMBAH PEMBUBUTAN BESI KARBON (*Geram Carbon Steel)* BERLAPIS BRIKET ARANG BATOK KELAPA

REDUCE EMISSIONS EXHAUST 4 TAK MOTORCYCLE WITH MUFFLER CATALYSTIC WASTE GERAM CARBON STEEL PLATED BRIQUET CHARCOAL COCONUT SHELLS

Oleh :

NOVIAN EKA CANDRA

NPM. 12.1.03.01.0090

Dibimbing oleh:

1. **Fatkur Rhohman, M.Pd**
2. **Hesti Istiqlaliyah, ST., M.Eng.**

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NUSANTARA PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA
UN PGRI KEDIRI

2017

SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2017

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap	: NOVIAN EKA CANDRA
NPM	: 12.1.03.01.0090
Telepon / HP	: 085649298182
Alamat Surel (Email)	: Candranovian89.cn@gmail.com
Judul Artikel	: MENGURANGI EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR 4 TAK DENGAN KNALPOT BERKATALIS LIMBAH PEMBUBUTAN BESI KARBON (Geram Carbon Steel) BERLAPIS BRIKET ARANG BATOK KELAPA
Fakultas – Program Studi	: Fakultas Teknik – TEKNIK MESIN
Nama Perguruan Tinggi	: Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat Perguruan Tinggi	: Jln. K.H. Achmad Dahlan no. 76 Kediri

Dengan ini menyatakan bahwa:

a. artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiatisme.

b. artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari ditemukan ketidak sesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggung jawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 30 Januari 2017
Pembimbing I,	Pembimbing II,	Penulis,
Fatkur Rhohman, M.Pd NIDN.0728088503	Hesti Istiqlaliyah, ST., M.Eng. NIDN.0709088301	Novian Eka Candra NPM : 12.1.03.01.0090

MENGURANGI EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR 4 TAK DENGAN KNALPOT BERKATALIS LIMBAH PEMBUBUTAN BESI KARBON (Geram Carbon Steel) BERLAPIS BRIKET ARANG BATOK KELAPA

NOVIAN EKA CANDRA
NPM.12.1.03.01.0090
FAKULTAS TEKNIK – TEKNIK MESIN
Email: Candranovian89.cn@gmail.com
Fatkur Rhohman, M.Pd dan Hesti Istiqlaliyah, ST., M.Eng
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

ABSTRAK

Penelitian ini di latar belakangi berdasarkan pengalaman bahwa bau asap atau dari emisi gas buang yang di hasilkan dari sepeda motor sangat mengganggu pernafasan . Akibatnya berdampak pada kwalitas udara ang buruk. Permasalahan penelitian ini adalah bahwa gas buang dari kendaraan bermotor sangat berbahaya bagi lingkungan dan kelangsungan hidup manusia karena menjadi faktor utama penyebab pemanasan global . Semakin tinggi angka polutan yang mencemari udara maka semakin tinggi pula angka kematian yang di sebabkan oleh kwalitas udara yang buruk.

Penelitian ini bertujuan ntuk mengurangi kandungan berbahaya dari emisi gas buang pada kendaraan bermotor, dengan cara menambahkan katalis pada saluran knalpot . Pada sistem kerja emisi gas buang dari exhaust manifold dapat merubah emisi gas buang yang berbahaya sehingga mengeluarkan ouput yang aman bagi lingkungan.

Penelitian menggunakan metode eksperimental dan merupakan penelitian kuantitatif yaitu memaparkan secara jelas hasil eksperimen di tempat penelitian terhadap sejumlah benda uji dengan variasi rpm 1000,2000,3000,4000 dan 5000 , kemudian analisis datanya dengan menggunakan angka – angka yang dicantumkan dalam tabel dan grafik.

Kesimpulan hasil penelitian ini adalah : terbentuknya rancangan knalpot dengan menggunakan pipa berkatalis. Kandungan gas buang yang keluar setelah pembakaran bahan bakar dari sepeda motor mampu di bakar kembali dan di kurangi oleh knalpot berkatalis . Pada rpm 1000 , 2000 , 3000 , 4000 dan 5000 knalpot mampu membakar kembali , mengurangi dan menurunkan gas C02 (0,52%) , HC (75.000 ppm) , 02 , (13,5%) dan CO (0,37) .

Berdasarkan simpulan hasil penelitian ini, direkomendasikan: (1) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengubah arah aliran gas buang dan menggunakan bahan – bahan lain agar lebih efisien dari yang sudah diteliti. (2) Dengan penelitian ini masyarakat disarankan untuk menggunakan knalpot berktalis pada knalpot kendaraan yang dipakai agar dapat meningkatkan kualitas udara di lingkungan.

Kata kunci: Knalpot Katalis , emisi gas buang , geram carbon steel berlapis briket arang batok kelapa.

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya industri otomotif yang sebagian besar masih menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar utama, dan makin meningkatnya tingkat pemakaian kendaraan berbahan bakar seperti pada mobil, sepeda motor, kendaraan umum berakibat pada meningkatnya tingkat polusi udara yang disebabkan oleh emisi dari kendaraan berbahan bakar bensin.

Beberapa jenis emisi tersebut di antaranya Karbon Monoksida (CO),Hidrocarbon (HC),Carbon Dioxyda (CO2) yang memiliki dampak yang buruk terhadap kesehatan tubuh manusia dan mengikis lapisan ozon yang ada pada atmosfer. Pencemaran udara yang tinggi membuat dunia prihatin , hal ini membuat semua lapisan masyarakat berupaya untuk membantu mengurangi presentase gas beracun yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor dengan berbagai cara atau juga beralih ke motor berenergi listrik.Indonesia sendiri berupayamemberlakukan regulasi baru dengan Standart EURO 2 yang berarti gasbuang yang timbul dari pembakaran kendaraan bermotor harus memiliki nilai CO dan HC serendah mungkin. Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu di lakukan penelitian tentang upaya pengurangan emisigas buang pada knalpot kendaraan yang mayoritas di gunakan masyarakat setiap hari seperti sepeda motor . Pengurangan emisi gas buangyang berbahaya bagi lingkungan dengan cara memodifikasi knalpot dengan menambahkan katalis dari limbah pembubutan besi karbon dan berlapis briket arang batok kelapa . Kedua bahan tersebut mampu meredam panasyang di hasilkan dari pembakaran dalam ruang bakar pada mesin sepeda motor.

II. METODE PENELITIAN

A. Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas (*Independent variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti dan ditentukan sebelum penelitian dilakukan. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah penggunaan katalis berbahan limbah pembubutan besi carbon (*Geram Carbon Steel)* berlapis briket arang batok kelapa pada knalpot sepeda motor *Scooter matic Yamaha Mio cw 110 cc* .

2. Variabel terkontrol (*Controlled Variable*)

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya ditentukan peneliti dan dikondisikan konstan. Dalam penelitian ini variabel terkontrolnya adalah jenis bahan bakar yang digunakan adalah pertalite, jumlah briket arang batok kelapa yang di gunakan sebanyak 2 buah dengan lubang

pori – pori kecil dan geram limbah bubut yang digunakan seberat 3 ons di mampatkan sesuai kapasitas pipa katalis berukuran 5 cm dan diameter Ø5.

3. Variabel terikat (*Dependent variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas dan diketahui setelah penelitian dilakukan. Variabel terikat yang diamati pada penelitian ini adalah konsentrasi pada gas buang CO, HC , O2 dan CO2 tanpa katalis dan konsentrasi emisi gas buang CO, HC, O2 dan CO2 dengan katalis.

B. Pendekatan dan Teknik Penelitian

1. Pendekatan Penelitian

Pada penelitian ini, metode yang di gunakan adalah metode eksperimen dan merupakan penelitian kuantitatif yaitu memaparkan secara jelas hasil eksperimen di tempat penelitian terhadap sejumlah benda uji, kemudian analisis datanya dengan menggunakan angka – angka. Metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan.

2. Teknik Penelitian

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah Analisis data berupa gas buang HC , CO , O2 dan CO2 dengan variasi rpm (1000, 2000, 3000, 4000, 5000). Penelitian ini di lakukan dengan menganalisa data berupa variabel dari gas buang yang dihasilkan sebelum dan sesudah menggunakan knalpot berkatalis dengan knalpot standar .

C. Pengumpulan Data Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

a . Sepeda motor standar *Scooter matic Yamaha Mio cw 110 cc.*

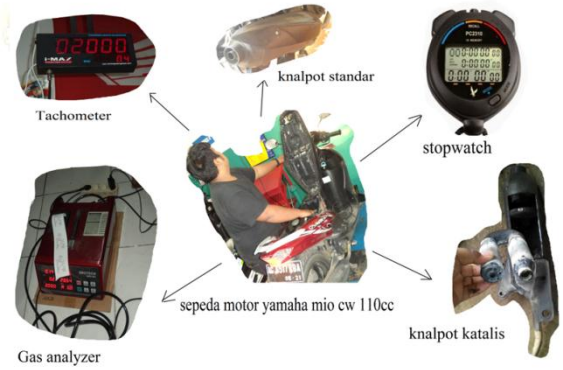
b . Knalpot standar.

c . Knalpot berkatalis.

d . Stopwatch.

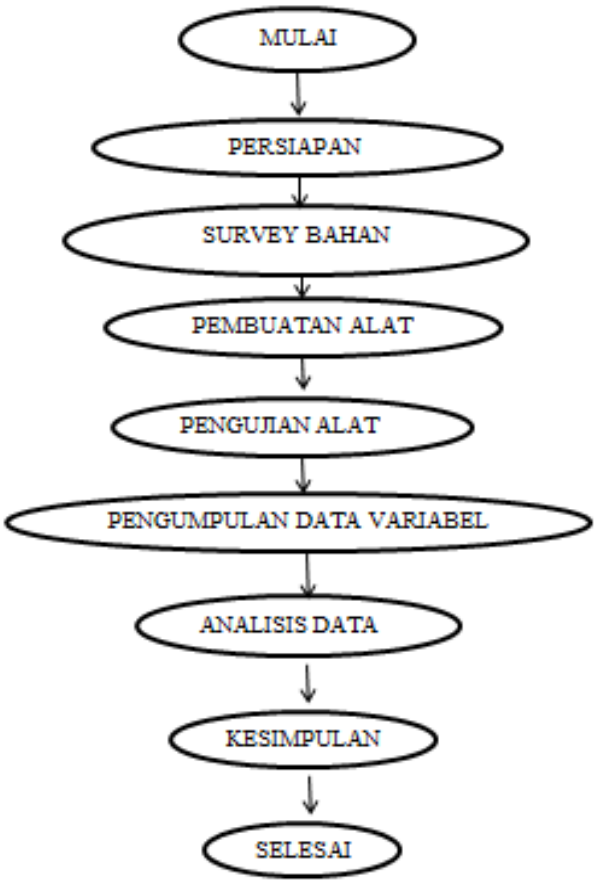
e . Tachometer.

f . Gas Analyzer.



Gambar 3.1 Skema penelitian

D. Alur Penelitian



Gambar 3.2 Bagan alur penelitian

E. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Penelitian akan dilakukan di SMK AL - HUDA Kota Kediri.
2. Waktu penelitian selama enam bulan, sesuai dengan yang telah di tetapkan dari kampus.

F. Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data menggunakan teknik deskriptif berdasarkan hasil eksperimen, sedangkan metode analisis pengolahan data dipergunakan *Microsoft Office Excel.* Dalam pengolahan akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai HC , CO, O2 dan CO2 secara efisien.

G. Prosedur Pengumpulan Data

Sebelum penelitian dilakukan survey lokasi dan persiapan alat – alat Data yang didapatkan dari hasil pengukuran ini digunakan sebagai pembanding dengan data pada pengukuran dengan menggunakan pemasangan katalis pada knalpot .

Langkah – langkah pengukuran sebagai berikut :

- Mesin dalam keadaan menyala dan sensor gas telah di masukan dari ujung *muffler* knalpot sedalam 15 Cm.
- Cetak/Print data emisi setiap 2 menit sekali.
- Pengukuran dilakukan pada putaran mesin yang berbeda yaitu 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm, 4000 rpm, 5000 rpm.
- Setelah langkah tersebut berulang kali dengan knalpot berbeda hingga sesuai dengan hasil yang di harapkan , maka pengukuran emisi gas knalpot telah selesai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini memaparkan hasil pengujian tentang pengaruh prosentase.

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan perbandingan penurunan HC , CO , O2dan CO2 pada knalpot standar dan knalpot berkatalis. Dari data hasil pengujian dan pengukuran yang dilakukan saat penelitian akan disajikan dalam bentuk deskriftif dalam bentuk Tabel dan gambar grafik. Hal tersebut dilakukan untuk mempermudah analisis data, pembahasan dan penarikan kesimpulan.

Tabel 4.1. Hasil pengujian HC dan CO2 pada knalpot standar. (sumber : data olahan,2016)

KNALPOT STANDAR								
	HC ppm				CO2%			
RPM	X1	X2	X3	X	X1	X2	X3	X
1000	71	73	73	72,3	0,011	0,011	0,011	0,011
2000	34	50	51	45	0,019	0,023	0,021	0,021
3000	33	36	36	35	0,035	0,035	0,035	0,035
4000	99	98	108	233	0,091	0,089	0,088	0,08933
5000	105	101	120	108,6	0,108	0,108	0,107	0.107666
Rata-rata				98,78				0,03908325

Tabel 4.2. Hasil pengujian HC dan CO2 pada knalpot berkatalis. (sumber: data olahan,2016)

KNALPOT BERKATALIS								
	HC ppm				CO2%			
RPM	X1	X2	X3	X	X1	X2	X3	X
1000	598	585	639	607,3333	0,045	0,045	0,042	0,044
2000	250	250	270	256,6666	0,053	0,052	0,052	0,052333
3000	143	138	148	143	0,058	0,059	0,059	0,058666
4000	90	95	126	103,6666	0,062	0,061	0,057	0,06
5000	69	73	83	75	0,053	0,053	0,052	0,052666
Rata-rata				237,1333				0,053533

Pada tabel HC dan CO2 di atas menunjukkan bahwa knalpot standar lebih dominan pada saat putaran bawah namun ketika memasuki putaran Rpm 3000 ke atas justru nilai kandungan gas buang HC dan CO2 semakin tinggi .Knalpot berkatalis justru lebih dominan pada putaran Rpm 3000 ke atas dan bereaksi karena panas yang di hasilkan di ruang bakar di salurkan ke pipa utama penghubung katalis . Pembakaran dari ruang bakar mampu memanaskan katalis sehingga membara dan membakar sisa gas buang sepeda motor dengan baik.

Tabel 4.3. Hasil pengujian CO dan O2 pada knalpot standar. (sumber : data olahan,2016)

Knalpot Standart								
	CO%				O2%			
RPM	X1	X2	X3	X	X1	X2	X3	X
1000	0,28	0,27	0,23	0,26	18,75	18,74	18,72	18,73667
2000	0,06	0,19	0,22	0,156667	17,91	16,68	16,85	17,14667
3000	0,29	0,29	0,33	0,303333	14,93	15	15,4	15,11
4000	0,15	0,14	0,15	0,146667	7,34	7,66	7,54	7,513333
5000	0,16	0,16	0,29	0,203333	5,36	4,84	5,46	5,22
Rata-rata				0,934444				12,74533

Tabel 4.4. Hasil pengujian CO dan O2 pada knalpot berkatalis. (sumber: data olahan,2016)

Knalpot Berkatalis								
	CO%				O2%			
RPM	X1	X2	X3	X	X1	X2	X3	X
1000	3,41	3,19	3	3,2	11,35	11,5	11,63	11,49333
2000	0,66	0,73	0,8	0,73	12,57	12,8	12,96	12,77667
3000	0,2	0,21	0,17	0,193333	12,71	12,14	12,45	12,43333
4000	0,37	0,43	0,51	0,436667	12,05	11,65	12,49	12,06333
5000	0,33	0,33	0,47	0,376667	13,16	13,24	13,07	13,15667
Rata-rata				0,987333				12,38467

Pada tabel pengujian antara CO dan O2 di atas menunjukan reaksi hampir sama dengan tabel HC dan CO2 . Knalpot standar tidak stabil dalam perhitungan variabel gas buang CO , sedangkan kandungan O2 semakin menipis pada

putaran RPM 3000 ke atas . Knalpot berkatalis mampu bereaksi dengan baik pada putaran Rpm 3000 ke atas . Terlihat bahwa semakin tinggi RPM maka semakin bagus pula pembakaran dan pengurangan emisi gas CO serta meningkatnya kandungan gas O2 . Maka dari nilai variabel yang di cantumkan pada tabel di atas dapat dipaparkan bahwa knalpot berkatalis jelas lebih efisien daripada knalpot standar sepeda motor yang masih memakai sistim karburator dalam pembakaran bahan bakar .

B. Perhitungan dan Analisa

Untuk perhitungan rata-rata uji emisi gas buang CO,HC , O2 dan CO2Knalpot standar dan Knalpot berkatalis , maka sebagai contoh di ambil hasil pengujian pada putaran 1000 RPM dari data percobaan CO knalpot berkatalis.Dalam perhitungan ini akan di cari nilai rata – rata dari hasil variabel pengujian emisi gas buang . Dengan membuat tabel akan mempermudah dalam mengetahui data yang relevan dari pengujian .

1)Berikut adalah sebagai contoh perhitungan emisi gas buangCOpada knalpot berkatalis :

$$X = \frac{X1 + X2 + X3}{3}$$

Keterangan :

X1 = hasil pengukuran pertama

X2 = hasil pengukuran kedua

X3 = hasil pengukuran ketiga

X = rata-rata hasil pengukuran

Jika data-data yang diperoleh adalah:

X1 = 0,35

X2 = 0,34

X3 = 0,24

Ditanyakan X rata-rata = ...?

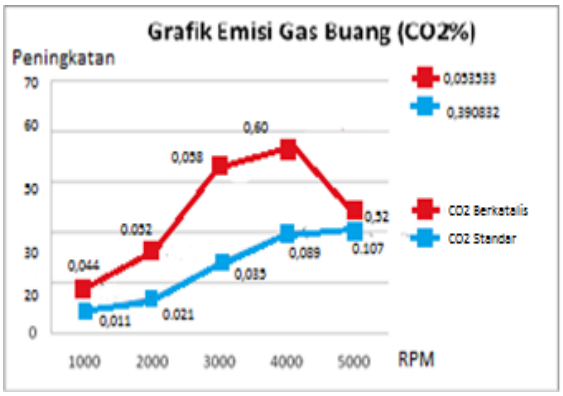
Maka Penyelesaiannya :

$$X = \frac{3,41 + 3,19 + 0,3}{3}$$

$$= 3,2$$

C. Analisa Dan Pembahasan

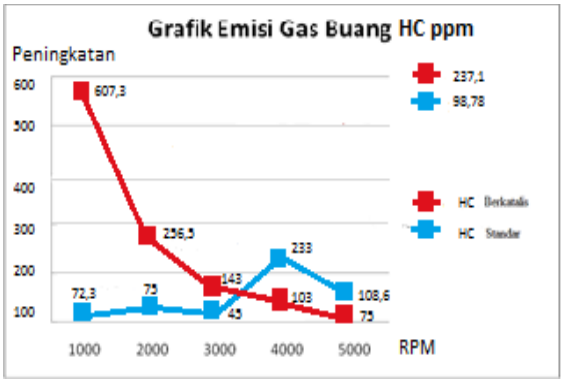
1. Kadar Emisi gas buang CO2



Gambar 4.1 . Grafik volume CO2 pada putaran mesin. (sumber : data olahan,2016)

Pada grafik diatas dapat kita lihat bahwa kadar CO2 knalpot standar dan knalpot berkatalis mempunyai nilai kadar emisi gas buang hampir sama , namunpada 5000 RPM lebih dominan knalpot katalis karena *geram carbon steel* dan briket yang ada di dalam katalis telah membara dan membakar kembali sisa gas buang yang keluar .

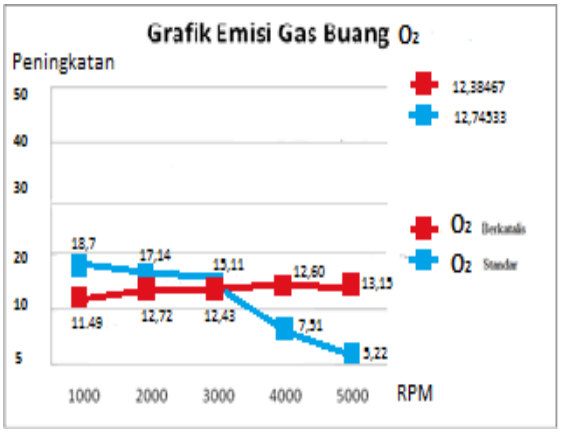
2. Kadar Emisi gas buang HC



Gambar 4.2 . Grafik volume HC pada putaran mesin. (sumber : data olahan,2016)

Pada grafik tersebut menunjukan bahwa kadar emisi gas buang HC Knalpot berkatalis mengalami penurunan dan pada 5000 RPM kadar HC Knalpot berkatalis lebih baik di bandingkan knalpot standar. Hal itu disebabkan karena senyawa HC yang bereaksi dengan O2.

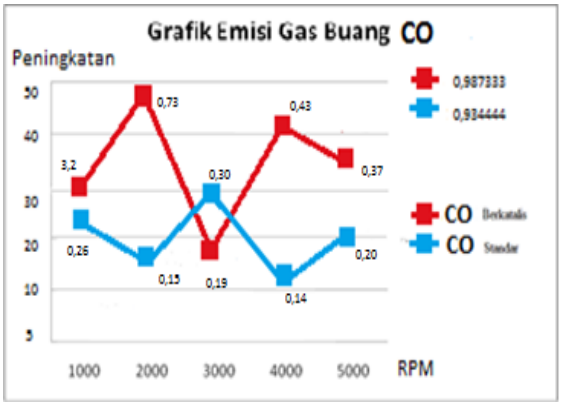
3. Kadar Emisi gas buang O2



Gambar 4.3. Grafik volume O2 pada putaran mesin. (sumber : data olahan,2016)

Grafik di atas menunjukan bahwa kandungan gas buang O2 pada knalpot berkatalis mengalami kestabilan dan data lebih tinggi daripada knalpot standar yang menunjukan kandungan gas O2 semakin menurun pada RPM tinggi .

4. Kadar Emisi gas buang CO



Gambar 4.4 . Grafik volume CO pada putaran mesin

Pada grafik di atas menunjukan bahwa kandungan gas buang CO dari knalpot standar dan knalpot berkatalis sama - sama tidak stabil dan menyebabkan naik turunya data variabel yang diperoleh . Namun, pada knalpot katalis sempat mengalami penurunan sangat banyak pada 3000 RPM . Dari hasil uji tersebut di pastikan knalpot berkatalis tidak mampu bekerja secara maksimal pada RPM rendah maupun tinggi .

D. Pembahasan

Knalpot berkatalis dapat menurunkan kadar *CO*2dan *HC* dari pada knalpot standar,sehingga membuat kadar *O2* meningkat. Hasil uji emisi diatas menunjukan bahwa panas dan tekanan dari gas buang mampu untuk membakar dan membuat *Geram Carbon Steel berlapis Briket Arang Batok Kelapa* menjadi membara, bara tersebut mampu membakar senyawa-senyawa gas buang menjadi senyawa-senyawa lain.

Hasil penelitian diatas menunjukan bahwa senyawa-senyawa yang berbahaya dalam gas buang seperti *CO*2 dan *HC* menurun laluO2naik dengan signifikan.

reaksi dalam pembakaran katalisator merupakan reaksi kimia seperti berikut :

$$2CO+O2 \rightarrow 2CO2$$

$$HC+O2 \rightarrow H2O+CO2$$

terdeposinya sebagian unsur *C* dari senyawa *CO* dan *CO2* pada katalis dan *O2* dari senyawa tersebut menjadi unsur bebas dan terdorong keluar lingkungan.

$$2CO \rightarrow 2C + O2$$

$$CO2 \rightarrow C + O2$$

Menurut Kusuma (2002: 97) menerangkan bahwa gas buang CO dan CO2 berkurang , maka reaksi dalam *re-heather* adalah menguraikan senyawa CO dan CO2 menjadi unsur C dan O2, unsur C terdeposit karena terhalang oleh sekat dan pipa panas, Unsur O2 menjadi unsur bebas yang keluar kelingkungan.

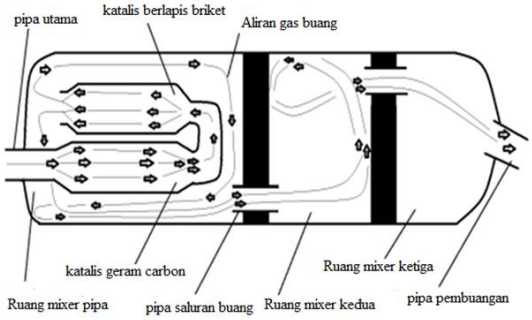
IV. PENUTUP

A.Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancangan dan pengujian pada knalpot berkatalisgeram carbon steel berlapisbriket arang batok kelapauntuk menurunkan emisi gas buang, maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rancangan knalpot dengan menggunakan pipa berkatalis dapat bekerja

maksimal dalam memanaskan geram carbon steel berlapis briket arang batok kelapadan mampu menurunkan emisi gas buang.



Gambar 5.1 Bagian – bagian serta alur pembuangan gas dalam knalpot berkatalis Geram Carbon Steel berlapis briket arang batok kelapa.

Sumber : penulis (Novian Eka Candra)

2. Pada hasil uji emisi menunjukan bahwa knalpot berkatalis dengan katalis yang membara mampu membakar dan mengurangi emisi gas buang CO2 sebanyak 0,52% lebih baik dari knalpot standar yang mampu mencapai 0,107% . Senyawa HC juga mengalami penurunan pada RPM tinggi hingga75,000 ppm lebih baik dari knalpot standar yang memperoleh variabel sebanyak 108,6 ppm. Kandungan gas buang O2 pada knalpot berkatalis sangat stabil dan tidak mengalami banyak perubahan . Diketahui kandungan gas buang O2 sebanyak 13,5% , sedangkan pada knalpot standar pada RPM rendah kandungan O2sangat bagus mencapai 18,7. Kandungan gas buang O2pada knalpot standar semakin menurun pada RPM tinggi menjadi 5,22%. Kandungan CO pada knalpot berkatalis mengalami sedikit penurunan, namun tidak stabil sebanyak 0,37%. Hampir sama dengan knalpot standar yang mengalami perubahan namun tidak stabil mencapai 0,20% .

B. Saran

Untuk peneliti selanjutnya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengubah arah aliran gas buang dan menggunakan bahan – bahan lainagar lebih efisien dari yang sudah diteliti. Dengan penelitian ini masyarakat disarankan untuk menggunakan knalpot berktalis pada knalpot kendaraan yang dipakai supaya dapat meningkatkan kualitas lingkungan.

V. DAFTAR PUSTAKA

Arifin, Zainal, dan Sukoco, 2009, *Pengendalian Polusi Kendaraan, Bandung: ALFABETA.*

Badan Pengendalian Dampak lingkungan (2002), Sumber Dan Standart Emisi Gas Buang.

Basrie , Reynold . 2013 . Mengenal Benda, Wujud, Sifat Dan Perubahannya . http://reyismyname.blogspot.com , di akses tanggal 9/6/2016

Budiono, A., 2007, *Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa Dengan Asam Sulfat Untuk Adsordsi Fenol*, Universitas Diponegoro, Semarang

Deyssyafatul, Putri . 2015. web.unej.ac. http://karakteristik-oksigen.com di akses tanggal 4/6/2016

Ichwan , M , 2016 . Pemanfaatan limbah pembubutan sebagai pelestarian lingkungan sekolah . SMK "SORE" TULUNGAGUNG

Irawan RM Bagus. 2006. Pengaruh katalis Tembaga Dan Crom Terhadap Emisi Gas Carbonmonoksida Dan Hidrokarbon Pada Kendaraan Motor Bensin. Laporan Penelitian. UNIMUS.

Kusuma, G.B.W. 2002. Alat Penurun Emisi Gas Buang pada Motor, Mobil, Motor Tempel Dan Mesin Pembakaran Tak Bergerak. Makara, Teknologi, VOL. 6. NO. 3: 95-101.

Lovinska,W.2012.http://k2otomotif.2012/02/fungsi-knalpot-sejarahnya.com diakses tanggal 6/5/2016.

Morgan , 2011 . Lecture ENVIRO 100, University of Washington DC .

Murai ,Chatani, S,N. 2004. "Carbon Monoxide" in Encyclopedia of Reagents for Organic Synthesis (Ed: L. Paquette), J. Wiley & Sons, New York.

Nawazir. 2012. *Pengertian dan definisi Panas.* http://id.shvoong.com/exact-sciences/physics/2287877-pengertian-dan-definisi-panas/, diunduh tanggal 23/11/2016.

Seto, Berlian. 2013. Kenalpot Berbasis Sponge steel Untuk Menurunkan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor. Skripsi. Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.

Shinohara, Mayumi . 2011 . Making Sense of Science: Energy: For Teachers of Grades 6-8 .

Zaini, muhammad agus. 2012. *Analisis Prinsip Kerja Catalytic Converter.* http:/kuliah%20PRINSIP%20KERJA%20CATALYTIC%20CONVERTER.html, diakses tanggal 14/5/2016