

Perbandingan Gas Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) yang Menggunakan *Catalyst* Kuningan dengan *Catalyst* Tembaga pada Motor Empat Langkah

Ahmad Razali¹, Hasan Maksum², Daswarman³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Otomotif FT UNP

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 INDONESIA

¹ahmadrazali50@gmail.co.id

²hasan_maksum@yahoo.co.id

³email.penulis3@xxxxx.com

Intisari – Meningkatnya jumlah Sepeda motor berdampak pada meningkatnya emisi gas buang. Emisi gas buang merupakan gas sisa hasil dari pembakaran pada motor pembakaran dalam yang bersifat polutan dan mengemisikan gas berbahaya bagi kesehatan serta lingkungan seperti gas karbonmonoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan lain-lain. Mengatasi masalah emisi gas buang salah satu caranya adalah dengan penambahan *catalyst*. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperiment. Hasil penelitian pengaruh Perbandingan Gas Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) yang Menggunakan *Catalyst* Kuningan dengan *Catalyst* Tembaga pada Motor Empat Langkah dapat disimpulkan bahwa penambahan *catalyst* pada kendaraan bermotor empat langkah dapat mengurangi emisi gas buang dengan penurunan persentase emisi gas karbonmonoksida (CO) sebesar 10,08 % dan 22,83% pada gas hidrokarbon (HC).

Kata kunci — emisi gas buang, *catalyst*, tembaga, kuningan

Abstract— The increasing number of motorcycle impacted on increasing exhaust emissions. Exhaust emissions is residual gas result of combustion on internal combustion engine that emits pollutant are harmful to health and the environment such as the gas carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), and others. Troubleshooting on exhaust emissions one way is with the addition of catalyst. This research uses experimental research. result of reserch the comparison carbonmonoksida and hydrocarbon that uses brass catalyst with copper catalyst on four stroke vehicle can be concluded that the addition catalyst on four stroke vehicle can be reduce exhaust emissions by the percentage reduction in emissions of carbon monoxide (CO) of 10,08 % and 22,83% on gas hydrocarbons (HC).

Keywords— exhaust emissions, water electrolysis, motor cycle

I. PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber pencemar udara diberbagai kota besar dunia. gas-gas beracun seperti karbon monoksida (co) dan hidrokarbon (hc) yang keluar dari jutaan knalpot setiap harinya menimbulkan masalah serius. termasuk di indonesia yang merupakan salah satu negara yang jutaan kendaraannya berbahan bakar bensin sehingga menjadi salah satu sumber pencemar udara terbesar melebihi industri dan rumah tangga. Tabel I. Jumlah Kendaraan Bermotor di Sumatera Barat, 2010 – 2012

Uraian	2010	2011	2012
Jumlah kendaraan Bermotor			
Bus	249	256	208
Pick Up	28.961	32.917	35.349
Truck	10.378	11.631	9.986
Sepeda Motor	695.991	769.735	798.495

Sumber : Badan Pusat Statistik Sumatra Barat

Batas emisi gas buang seperti yang tertuang pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama bertujuan untuk mengurangi ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama yang tidak sesuai

lagi dengan perkembangan, sedangkan pencemaran udara dari emisi gas buang kendaraan bermotor semakin meningkat, sehingga perlu diperbaharui dan dilakukan pengendalian emisi gas buang kendaraan bermotor. Dalam Pasal 1 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buangkendaraan Bermotor Lama yaitu ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama adalah batas maksimum zat atau bahan pencemar yang boleh dikeluarkan langsung dari pipa gas buang kendaraan bermotor lama.

Tabel II. Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode uji
		CO (%)	HC (ppm)	
Sepeda motor 2 langkah	< 2010	4,5	12000	Idle
Sepeda motor 4 langkah	< 2010	5,5	2400	Idle
Sepeda motor (2 langkah dan 4 langkah)	≥ 2010	4,5	2000	Idle

Sumber : Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2006

Sumber polusi yang utama berasal dari kendaraan bermotor, dimana hampir 60% dari polutan yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida (CO) dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon (HC). Polutan yang utama adalah karbon monoksida yang mencapai hampir setengahnya dari seluruh polutan udara yang ada. Karbon Monoksida merupakan suatu komponen yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas. Sebagian besar CO terbentuk akibat proses pembakaran bahan-bahan yang mengandung karbon yang digunakan sebagai bahan bakar, yang terbakar secara tidak sempurna, misalnya dari pembakaran bahan bakar minyak, pemanas, proses-proses industri dan pembakaran sampah. Transportasi menghasilkan CO paling banyak diantara sumber-sumber CO lainnya, terutama dari kendaraan-kendaraan yang menggunakan bensin sebagai bahan bakar.

Pengaruh CO terhadap kesehatan telah lama diketahui bahwa kontak antara manusia dengan CO pada konsentrasi yang rendah dapat mengganggu kesehatan. Tetapi ternyata kontak dengan CO pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kematian. Pengaruh CO terhadap tubuh terutama disebabkan oleh reaksi antara CO dengan Hemoglobin (Hb) di dalam darah. Dengan adanya CO, Hemoglobin dapat membentuk Karboksihemoglobin. Jika reaksi demikian terjadi, maka kemampuan darah untuk mensuplai oksigen menjadi berkurang.

Sumber polutan yang kedua adalah Hidrokarbon yang mencapai hampir sepertiga dari seluruh polutan udara yang ada. Hidrokarbon yang diproduksi oleh manusia yang terbanyak berasal dari transportasi, sedangkan sumber lainnya misalnya dari pembakaran gas, minyak, arang, kayu, proses-proses Industri, pembuangan sampah, kebakaran hutan dan

sebagainya. HC dalam jumlah sedikit tidak begitu membahayakan kesehatan manusia, walau HC juga bersifat toksik. Sifat toksin HC akan lebih tinggi kalau berupa bahan pencemar gas, cairan dan padatan. Hal ini karena padatan HC (partikel) dan HC (cairan) akan membentuk ikatan-ikatan baru dengan bahan pencemar lainnya. Menurut Soedomo (2001 : 144) Gangguan pernapasan dapat timbul akibat senyawa hidrokarbon sendiri, meliputi laryngitis, pharya dan brochitis.

Salah satu usaha yang dilakukan untuk mengatasi masalah pencemaran udara yang disebabkan oleh kendaraan bermotor adalah dengan cara memasang *catalytic converter* pada saluran buang kendaraan. *Catalyst* (katalis) adalah suatu unsur yang mempercepat suatu reaksi kimia tanpa merubah katalis itu sendiri. Suatu katalis dapat mempercepat reaksi kimia tanpa ikut mengalami perubahan menjadi senyawa baru, serta tidak ikut mengalami perubahan bentuk yang bersifat permanen. Beberapa material yang dapat digunakan sebagai katalisator, yaitu logam-logam seperti: Platina, Palladium, Rhodium, Iridium, Tembaga, Kobalt, Nikel, Kuningan, Pvanadium, dan Mangan.

Berdasarkan pendapat "(Ronald, M. H., Robert, J. F., & Sureh, T. G. 2002:1) dalam Amin Iskandar (2010 : 8). Katalis homogen memiliki fase yang sama dengan zat pereaksi. Contoh, gas NO yang digunakan untuk mengatalisis reaksi antara SO₂ dan O₂. Adapun katalis heterogen memiliki fase yang berbeda dengan zat pereaksi. Contoh, logam CuZn (padatan) dipakai sebagai katalis untuk mereduksi gas HC.

II. KAJIAN TEORI

A. Karbon Monoksida (CO)

Srikandi (1992:94). Karbon Monoksida adalah suatu komponen Tidak bewarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas 192° C. Di dalam udara bila diberikan api akan terbakar dengan mengeluarkan asap biru dan menjadi CO₂ (*carbon dioxide*). Berasal dari kendaraan bermotor 93%, *power generator* 7%, terutama tempat sumbernya adalah pada kendaraan disaat *idling*. Soedomo (2001:148) "Sebagian besar CO terbentuk akibat proses pembakaran bahan-bahan karbon yang digunakan sebagai bahan bakar, secara tidak sempurna, misalnya dari pembakaran bahan bakar minyak, pemanas, proses-proses industri dan pembakaran sampah".

Soedomo (2001 : 148) "Umumnya CO tidak menimbulkan masalah terhadap kesehatan pada konsentrasi alami. Bila CO pada konsentrasi 10—15 ppm akan menimbulkan pengaruh penurunan diskriminasi interval waktu. Pada konsentrasi 30 ppm, CO menimbulkan efek tekanan fisiologi terutama terhadap penderita jantung, sedangkan konsentrasi antara 8 dan 14 ppm telah terbukti berkaitan dengan meningkatnya kematian pada penderita infark kardiak di rumah sakit"

B. Hidrokarbon (HC)

Wisnu (2004: 51) Menyatakan “Hidrokarbon (HC) adalah pencemar udara yang dapat berupa gas, cairan atau padatan”. HC Merupakan ikatan kimia dari karbon (C) dan hidrogen (H). Bentuk kimianya dibagi menjadi *Parafine, Nafthaline, Olefine* dan aromaik N_2O karena tidak, tiak menjadi persoalan. Wisnu (2004:54) Menyatakan “Hidrokarbon terbentuk dari campuran bahan bakar yang tidak tercampur rata pada saat pembakaran, sehingga tidak bereaksi dengan oksigen, maka Hidrokarbon ini akan ikut keluar dengan gas buangan hasil pembakaran dan menjadi bahan pencemar udara”.

Sumber penyebab diantaranya kendaraan bermotor 57% penyulingan minyak dan generator power 4%. Sumber utama adalah gas buang dari kendaraan atau macam-macam alat pembakaran lainnya. Akibat yang ditimbulkan bila kepekatan HC-nya bertambah tinggi akan merusak sistem pernapasan manusia (tenggorokan) terutama yang beracun adalah *Benzena* dan *Toruene*.

Pulkrabek (2004:332) Penyebab timbulnya HC adalah “*Nonstoichiometric Air-Fuel Ratio, Incomplete Combustion, Crevice Volumes, leak Past the Exhaust Valve, Valve Overlap, Deposits on Combustion Chamber Walls, Oil on Combustion Chamber Walls, Two-Stroke Cycle Engines, and CI Engines*”. Maksudnya penyebab timbulnya HC adalah Perbandingan campuran bahan bakar udara titik benar, Pembakaran tak sempurna, *Crevice Volumes, leak Past the Exhaust Valve, Overlap katup*, adanya arang sisa pembakaran pada dinding-dinding ruang bakar, Adanya oli pada dinding –dinding rang bakar, *Two-Stroke Cycle Engines* dan *CI Engines*.

Soedomo (2001 : 143) HC merupakan pencemara utama yang disebabkan oleh kendaraan bermotor dari lalu lintas di dalam perkotaan. Soedomo (2001 : 144) Gangguan pernapasan dapat timbul akibat senyawa hidrokarbon sendiri, meliputi laryngitis, pharya dan brochitis.

Dampak pencemaran HC terhadap kesehatan ini di nyatakan oleh Wisnu (2004: 125) bahwa “Sebenarnya HC dalam jumlah sedikit tidak begitu membahayakan kesehatan manusia, walaupun HC juga bersifat toksik. Namun kalau HC berada di udara dalam jumlah banyak dan tercampur dengan bahan pencemar lain maka sifat toksinnya akan meningkat. Sifat toksin HC akan lebih tinggi kalau berupa bahan pencemar gas, cairan dan padatan. Hal ini karena padatan HC (partikel) dan HC cairan akan membentuk ikatan-ikatan baru dengan bahan pencemar lainnya. Ikatan baru ini disebut sebagai Polycyclic Aromatic Hydrocarbon yang disingkat PAH. Pada umumnya PAH merasang terbentuknya sel-sel kanker apabila terhisap masuk ke paru-paru”.

C. Catalyst

Wardan (1989 : 358) *Catalyst* adalah bahan untuk mempercepat reaksi kimia dengan tanpa merubah katalis itu sendiri. Suatu katalis diduga mempengaruhi kecepatan reaksi dengan salah satu jalan yaitu dengan pembentukan katalis homogen atau adsorbsi. Menurut buku engine group step 2

Catalyst adalah zat yang menimbulkan reaksi kimia yang zat ini sendiri tidak berubah bentuk maupun beratnya.

Pulkrabek (2004 : 293) “*A catalyst is a substance that accelerates a chemical reaction by lowering the energy needed for it to proceed. The catalyst is not consumed in the reaction and so functions indefinitely unless degraded by heat, age, contaminants, or other factors. Catalytic converters are chambers mounted in the flow system through which the exhaust gases flow*”.

Artinya *Catalyst* (katalis) adalah suatu unsur yang mempercepat suatu reaksi kimia itu dengan cara penurunan energi yang diperlukan untuk berproses. Suatu katalis dapat mempengaruhi kecepatan reaksi dengan salah satu jalan yaitu dengan pembentukan katalis homogen atau adsorbsi (katalis heterogen).

Pulkrabek (2004 : 294) “*The catalyst materials most commonly used are Platinum, Palladium, And Rhodium*”. Maksudnya Material Katalisator yang paling umum digunakan adalah Platina, Palladium, Rhodium, Iridium dan logam mulia lainnya.

Gupta (2009 : 557) “*Various materials have been found to be effective as oxidation catalysts. among them, platinum and palladium have been found to be very effective. orther materials know to be effective for promoting the oxidation reaction are some transition metal-oxide catalysts such as copper, cobalt, nikel, and iron chromate as well as vanadium and manganese*”

Maksudnya material katalisator yang paling umum digunakan sebagai katalisator oksidasi adalah platina dan palladium. material lain yang sebagai reaksi oksidasi adalah beberapa logam transisi katalisator oksidasi seperti tembaga, kobalt, nikel, khrom besi, pvanadium dan mangan. Menurut amin (2010:) Material yang dapat digunakan sebagai katalisatir, yaitu logam-logam seperti Platina (Pt), Crom (Cr), kuningan (CuZn) dan Nikel (Ni). Permukaan logam-logam ini memiliki kemampuan mengikat zat yang akan bereaksi sehingga terbentuk spesi yang reaktif.

Katalis kuningan mempercepat reaksi-reaksi gas dengan cara membentuk ikatan lemah antara gas dan atom-atom logam pada permukaan. Gas-gas yang terikat pada permukaan logam kuningan lebih mudah bereaksi dibandingkan jika gas-gas tersebut berada di udara. Setelah terjadi reaksi, produk hasil reaksi melepas ikatannya dengan permukaan logam kuningan. Jumlah katalis setelah reaksi berlangsung akan sama dengan jumlah katalis sebelum terjadinya reaksi. Lebih jelas dapat kita lihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Pemasangan *Catalyst* Pada Knalpot

D. Tembaga (Cu)

Bontan T. Sofyan (2011:65) mengatakan bahwa “Tembaga merupakan logam yang khusus dan sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari”. Logam ini berbeda dengan logam-logam lainnya, terutama dalam hal konduktivitas listrik. Dalam tingkatan volume yang sama, tembaga memiliki konduktivitas listrik paling tinggi jika dibandingkan dengan logam yang lain, kecuali perak murni. Warna asli dari tembaga adalah kemerahan muda, tetapi kita lebih sering melihatnya berwarna coklat dan kehijauan dalam kehidupan sehari-hari. Serupa dengan aluminium, tembaga dan paduannya akan membentuk lapisan tipis CuO yang berwarna gelap jika bereaksi dengan oksigen. Lapisan tersebut tahan terhadap korosi, sekaligus melindungi bagian dibawahnya dari korosi lebih lanjut. Suhardi (1998:47) “tembaga memiliki sifat-sifat antara lain: berat jenisnya 8,9, titik lelehnya sampai 1083 °C, mempunyai daya hantar listrik dan panas yang baik, dan tahan pengaruh udara lembab karena melindungi diri dengan karbonat tembaga”.

Suparni dan Sari (2008 : 38) Tembaga berwarna coklat keabu-abuan dan mempunyai struktur kristal FCC. Tembaga ini mempunyai sifat-sifat yang sangat baik yakni; sebagai penghantar listrik dan panas yang baik, mampu tempa, duktil dan mudah dibentuk menjadi plat-plat atau kawat. Suparni dan Sari (2008 : 41) Sifat-sifat Tembaga adalah

Rapat massa ρ : 8,9 gr/cm³

Titik lebur : 1070-1093°C (tergantung kadar kemurniannya).

Sifat-sifat : - Tembaga murni adalah lunak, kuat dan malleable,
- Konduktivitas panas dan listriknya sangat tinggi.

Penggunaan : Tembaga banyak digunakan untuk konduktor listrik, alat solder, pipa spiral pendingin, kerajinan tangan, sebagai bahan dasar pembuatan kuningan dan perunggu dll.

Kekuatan tarik : 200 - 300 N/mm²

E. Kuningan (CuZn)

Kuningan adalah logam yang merupakan campuran dari tembaga dan seng. Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan, dan kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan tembaga. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng. Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuningan tersebut.

Komponen utama kuningan adalah tembaga. Jumlah kandungan tembaga bervariasi antara 55% sampai dengan 95% menurut beratnya tergantung pada jenis kuningan dan tujuan penggunaan kuningan. Kuningan yang mengandung persentase tinggi tembaga terbuat dari tembaga yang dimurnikan dengan cara elektrik, yang setidaknya menghasilkan kuningan murni 99,3% agar jumlah bahan lainnya bisa di minimalkan. Kuningan yang mengandung persentase rendah tembaga juga dapat dibuat dari tembaga yang dimurnikan dengan elektrik, namun lebih sering dibuat dari scrap tembaga. Ketika proses daur ulang terjadi persentase tembaga dan bahan lainnya harus diketahui

sehingga produsen dapat menyesuaikan jumlah bahan yang akan ditambahkan untuk mencapai komposisi kuningan yang diinginkan.

Komponen kedua dari kuningan adalah seng (Zn). Jumlah seng bervariasi antara 5% sampai dengan 40% menurut beratnya tergantung pada jenis kuningan. Kuningan dengan persentase seng yang lebih tinggi memiliki sifat lebih kuat dan lebih keras, tetapi juga lebih sulit untuk dibentuk, dan memiliki ketahanan yang kurang terhadap korosi. Seng yang digunakan untuk membuat kuningan bernilai komersial dikenal sebagai spelter.

Suhardi (1998: 50) seng memiliki sifat-sifat antara lain: berat jenisnya 6,9—7,2, titik cairnya 419 °C, titik didih 2030 °C, dan tahan udara lembab. Seng biasa dipakai untuk melapisi pelat besi agar tidak berkarat. Paduan tembaga dan seng dinamakan brass. Penambahan sedikit timah, nikel, mangan, aluminium, dan unsur-unsur lain dalam paduan tembaga seng dapat mempertinggi kekerasan dan kekuatan serta tahan korosi (special - brass).

Dengan perpaduan kedua jenis logam tersebut, maka kuningan (70% Cu, 30% Zn) memungkinkan untuk digunakan sebagai katalis pada saluran buang karena mempunyai konduktivitas termal sebesar 110 W/m.°K dan *melting point* 915 °C. Semakin tinggi konduktivitas termal dan *melting point*, maka semakin bagus pula bahan tersebut digunakan sebagai katalis.

Zuhdi (2012 : 6) Kuningan memiliki sifat diantaranya adalah;

- a. Mudah dituang,
- b. Mudah disolder,
- c. Mudah dilas,
- d. Tahan terhadap penghantar melalui udara dan air.

III. METODELOGI PENELITIAN

Desain penelitian ini digolongkan pada penelitian pendekatan eksperimen. Adapun yang menjadi objek penelitian dalam penelitian ini adalah *catalyst* yang pasang pada saluran buang sepeda motor empat langkah yaitu Honda Revo tahun 2007. Adapun yang menjadi objek penelitian dalam penelitian ini adalah *catalyst* kuningan dan *catalyst* tembaga yang di pasang pada saluran buang Honda Revo tahun 2007.

A. *Instrument Pengumpulan Data*: Adapun yang menjadi instrumen pengumpulan data antara lain:

- 1) *Termometer digital* untuk mengukur suhu di dekat selinder mesin.
- 2) Satu unit sepeda motor Honda Revo tahun 2007.
- 3) *Four Gas Analyzer*, digunakan untuk mengukur kandungan emisi gas buang kendaraan.
- 4) *RPM tester* digunakan untuk mengatur putaran mesin.
- 5) Baterai 12 V.
- 6) *Catalyst* kuningan dan *Catalyst* tembaga

B. Pengujian

Pengujian dilakukan yaitu pada saat putaran mesin (idle) 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm dan 3000 rpm dengan alat uji *four gas analyzer*. Tempat pengujian di laboratorium Teknik Otomotif FT UNP

IV. HASIL PENELITIAN dan PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Data hasil pengujian dari emisi gas buang CO dan HC menggunakan alat *four gas analyzer* pada sepeda motor yang menggunakan *catalyst* dan tanpa *catalyst* pada empat tingkat kecepatan putaran mesin yaitu: 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, dan 3000 rpm berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat:

Tabel III. Data hasil Pengujian Emisi Gas Buang Tanpa *Catalyst*

putaran mesin (rpm)	Tanpa <i>Catalyst</i>				
	temperatur mesin (°C)	CO (%)			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	5,28	5,2	5,29	5,26
2000	85	5,2	4,32	4,84	4,79
2500	85	3,3	3,9	3,35	3,52
3000	85	1,81	1,76	1,86	1,81

Tabel IV. Data hasil Pengujian Emisi Gas Buang Tanpa *Catalyst*

putaran mesin (rpm)	Tanpa <i>Catalyst</i>				
	temperatur mesin (°C)	HC (ppm)			
		uji 1	uji 2	uji 3	rata-rata
1500	85	2360	2313	2217	2296,67
2000	85	1659	1605	1624	1629,33
2500	85	1350	2307	2341	1999,33
3000	85	1028	1035	988	1017

Tabel V. Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Menggunakan *Catalyst* Kuningan

Putaran Mesin (Rpm)	<i>Catalyst</i> Kuningan				
	Temperatur Mesin (°C)	CO (%)			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	3,61	3,79	3,60	3,67
2000	85	3,23	3,05	3,17	3,15
2500	85	2,62	2,59	2,55	2,59
3000	85	1,3	1,18	1,31	1,26

Tabel VI. Data hasil Pengujian Emisi Gas Buang Menggunakan *Catalyst* Kuningan

Putaran Mesin (Rpm)	<i>Catalyst</i> Kuningan				
	Temperatur Mesin (°C)	HC (ppm)			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	1810	1875	1762	1815,67
2000	85	1571	1444	1424	1479,67
2500	85	1157	963	930	1016,67
3000	85	849	834	649	777,33

Tabel VII. Data hasil Pengujian Emisi Gas Buang Menggunakan *Catalyst* Tembaga

Putaran Mesin (Rpm)	<i>Catalyst</i> Tembaga				
	Temperatur Mesin (°C)	CO %			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	3,32	3,06	3,3	3,23
2000	85	2,99	2,87	2,96	2,94
2500	85	1,6	1,69	2,15	1,81
3000	85	1,26	1,08	1,08	1,14

Tabel VIII. Data hasil Pengujian Emisi Gas Buang menggunakan *Catalyst* Tembaga

Putaran Mesin (Rpm)	<i>Catalyst</i> Tembaga				
	Temperatur Mesin (°C)	HC (ppm)			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	1262	1287	1263	1270,67
2000	85	1131	1135	1128	1131,33
2500	85	630	635	631	632
3000	85	512	450	449	470,33

Pada penelitian ini menggunakan uji t untuk melihat perbedaan antara perlakuan dan sebelum diberi perlakuan. Tabel 9 dan 10 menunjukkan hasil tersebut.

Tabel IX. Analisa data Kandungan Emisi Gas Buang CO dengan menggunakan uji *t*

Analisis Kandungan Emisi Gas Buang CO Tanpa Catalyst dengan Catalyst Kuningan									
Putaran	\bar{x}	\bar{y}	n_x	n_y	S_x	S_y	T_{tes}	T_{tabel}	Signifikan
1500	5,26	3,67	3	3	0,05	0,11	23,39	2,92	Signifikan
2000	4,79	3,15	3	3	0,44	0,09	6,27	2,92	Signifikan
2500	3,52	2,59	3	3	0,33	0,04	4,79	2,92	Signifikan
3000	1,81	1,26	3	3	0,05	0,07	10,77	2,92	Signifikan
keseluruhan	3,84	2,67	4	4	0,22	0,08	10,13	2,92	Signifikan

Tabel X. Analisa data Kandungan Emisi Gas Buang CO Tanpa Catalyst dengan Catalyst Kuningan menggunakan uji *t*

Analisis Kandungan Emisi Gas Buang CO Tanpa Catalyst dengan Catalyst Tembaga									
Putaran	\bar{x}	\bar{y}	n_x	n_y	S_x	S_y	T_{tes}	T_{tabel}	Signifikan
1500	5,26	3,23	3	3	0,05	0,14	23,00	2,92	Signifikan
2000	4,79	2,94	3	3	0,44	0,06	7,16	2,92	Signifikan
2500	3,52	1,81	3	3	0,33	0,29	6,63	2,92	Signifikan
3000	1,81	1,14	3	3	0,05	0,01	10,06	2,92	Signifikan
keseluruhan	3,84	2,28	4	4	0,22	0,1	11,82	2,92	Signifikan

1. Deskripsi Nilai Hidrokarbon (HC)

Tabel XI. Analisa data Kandungan Emisi Gas Buang HC Tanpa Catalyst dengan menggunakan uji *t*

Analisis Kandungan Emisi Gas Buang HC Tanpa Catalyst dengan Catalyst Kuningan									
Putaran	\bar{x}	\bar{y}	n_x	n_y	S_x	S_y	T_{tes}	T_{tabel}	Signifikan
1500	2296,67	1815,67	3	3	72,88	56,71	9,02	2,92	Signifikan
2000	1629,33	1479,67	3	3	27,39	79,73	3,07	2,92	Signifikan
2500	1999,33	1016,67	3	3	56,26	122,65	2,95	2,92	Signifikan
3000	1017	777,33	3	3	25,36	111,39	3,63	2,92	Signifikan
keseluruhan	1735,58	1272,33	4	4	172,06	92,62	4,74	2,92	Signifikan

Tabel XII. Analisa data Kandungan Emisi Gas Buang HC Tanpa Catalyst dengan Catalyst Tembaga menggunakan uji *t*

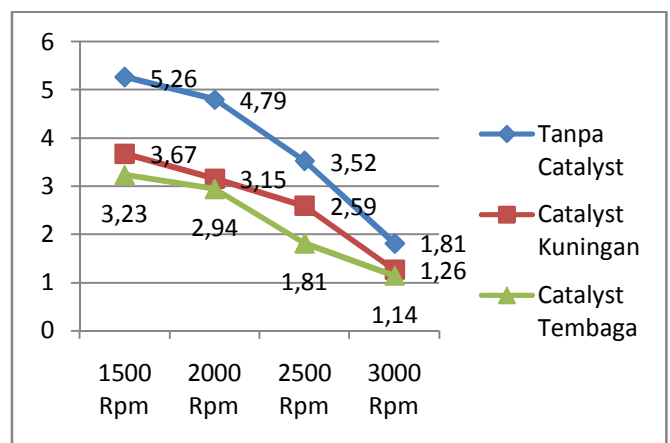
Analisis Kandungan Emisi Gas Buang HC Tanpa Catalyst dengan Catalyst Tembaga									
Putaran	\bar{x}	\bar{y}	n_x	n_y	S_x	S_y	T_{tes}	T_{tabel}	Signifikan
1500	2296,67	1270,67	3	3	72,88	14,15	23,935	2,92	Signifikan
2000	1629,33	1131,33	3	3	27,39	3,51	31,23	2,92	Signifikan
2500	1999,33	632	3	3	56,26	2,64	4,21	2,92	Signifikan
3000	1017	470,33	3	3	25,36	36,09	21,47	2,92	Signifikan
keseluruhan	1735,58	876,08	4	4	172,06	14,09985	9,96	2,92	Signifikan

Tabel 23. Rata-rata hasil Pengujian Gas Buang Hidrokarbon (HC)

B. Pembahasan

Tabel XIII. Rata-rata hasil Pengujian Gas Buang Karbon Monoksida (CO)

Putaran Mesin (Rpm)	Temperatur Mesin (°C)	CO (%)		
		Tanpa Catalyst	Catalyst Kuningan	Catalyst Tembaga
1500	85	5,26	3,67	3,23
2000	85	4,79	3,15	2,94
2500	85	3,52	2,59	1,81
3000	85	1,81	1,26	1,14
Rata-rata		3,84	2,67	2,28

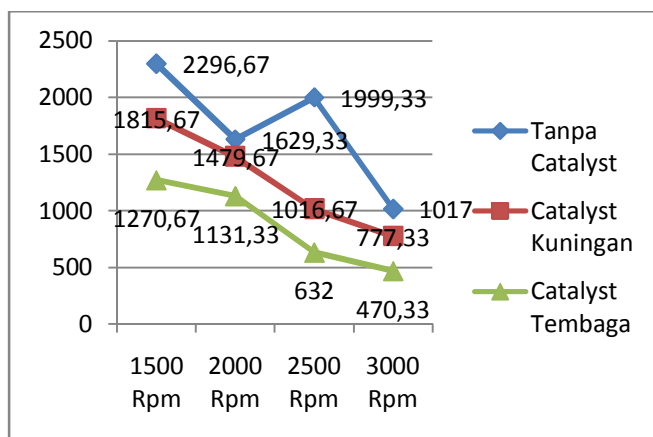


Gambar 2. Grafik Rata-rata hasil Pengujian Karbon Monoksida (CO)

Grafik pengujian emisi gas CO sepeda motor tanpa *catalyst* dan dengan menggunakan *catalyst* kuningan dan *catalyst* tembaga, dapat dilihat pada tabel di atas. Kandungan emisi gas CO terendah berada pada putaran 3000 Rpm dan kandungan tertinggi berada pada putaran 1500 Rpm, baik sebelum menggunakan *catalyst* maupun setelah *catalyst*. Putaran 1500 Rpm tanpa *catalyst* kadar CO sebesar 5,26 %, setelah menggunakan *catalyst* kuningan kadar gas CO mengalami penurunan menjadi 3,67 % dan setelah menggunakan *catalyst* tembaga kadar CO mengalami penurunan menjadi 3,23 %. Konsentrasi CO terendah yaitu sebesar 1,81% pada Rpm 3000 untuk sepeda motor tanpa *catalyst*, setelah menggunakan *catalyst* kuningan menurun menjadi 1,26 % dan dengan menggunakan *catalyst* tembaga kadar gas CO mengalami penurunan menjadi 1,14 %. Penggunaan *catalyst* kuningan dan dengan *catalyst* tembaga dapat menurunkan kandungan emisi gas CO.

Tabel XIV. Rata-rata hasil Pengujian Gas Buang Hidrokarbon (HC)

Putaran Mesin (Rpm)	Temperatur Mesin (°C)	HC ppm		
		Tanpa Catalyst	Catalyst Kuningan	Catalyst Tembaga
1500	85	2296,67	1815,67	1270,67
2000	85	1629,33	1479,67	1131,33
2500	85	1999,33	1016,67	632
3000	85	1017	777,33	470,33
Rata rata		1735,58	1272,33	876,08



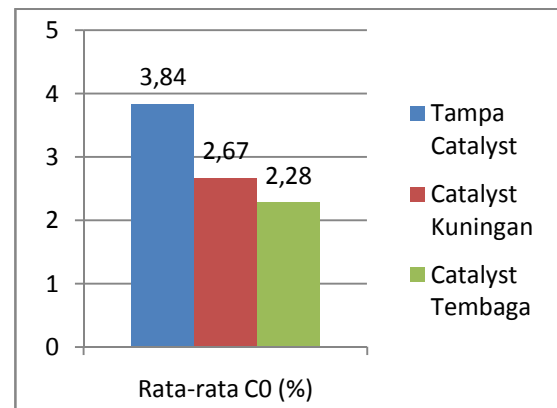
Gambar 3. Grafik Rata-rata hasil Pengujian Gas Buang Hidrokarbon (HC)

Grafik pengujian emisi gas HC sepeda motor tanpa Catalyst dengan menggunakan Catalyst menunjukkan kandungan emisi gas HC terendah yaitu sebesar 1017 ppm pada putaran 3000 Rpm untuk sepeda motor tanpa Catalyst. Konsentrasi HC paling tinggi yaitu sebesar 2296,67 ppm pada putaran 1500 Rpm untuk sepeda motor tanpa Catalyst. Kandungan emisi gas HC tertinggi sebesar 1815,67 ppm pada

putaran 1500 Rpm dan kandungan emisi gas HC terendah 777,33 ppm pada putaran 3000 Rpm untuk sepeda motor yang menggunakan Catalyst Kuningan dan kandungan emisi gas HC tertinggi sebesar 1270,67 ppm pada Rpm 1500 dan kandungan emisi gas HC terendah 470,33 ppm pada rpm 2600 untuk sepeda motor yang menggunakan Catalyst Tembaga. Untuk mengetahui signifikan atau tidak signifikan perbandingan emisi gas buang sepeda motor yang menggunakan gas hasil elektrolisa air dengan tiga kali perlakuan dan yang tidak menggunakan gas hasil elektrolisa air maka dianalisis dengan menggunakan rumus t-test sebagai berikut:

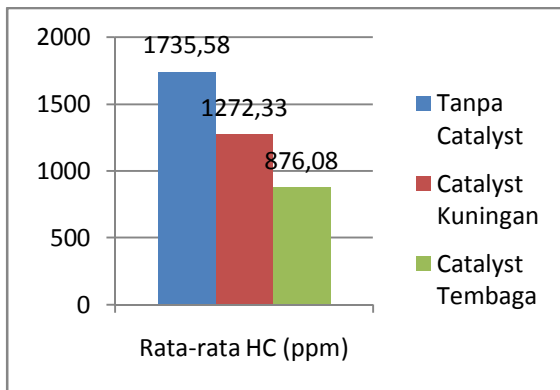
$$t = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - (\mu_x - \mu_y)}{\sqrt{\frac{(nx - 1) s_x^2 + (ny - 1) s_y^2}{nx + ny - 2}} \sqrt{\frac{1}{nx} + \frac{1}{ny}}}$$

Dari hasil pengujian dapat diambil rata-rata kandungan emisi gas buang CO pada knalpot tanpa catalyst, knalpot menggunakan *catalyst* kuningan, dan knalpot menggunakan *catalyst* tembaga. Adapun perbedaan rata-rata hasil pengujian kandungan emisi gas buang CO tersebut dapat dilihat pada bagan berikut .:



Gambar 4. Bagan Rata-rata Kandungan CO Tanpa Catalyst Dengan Menggunakan Catalyst

Dari hasil pengujian dapat diambil rata-rata kandungan emisi gas buang HC pada knalpot tanpa catalyst, knalpot menggunakan catalyst kuningan, dan knalpot menggunakan catalyst tembaga. Adapun perbedaan rata-rata hasil pengujian kandungan emisi gas buang HC tersebut dapat dilihat pada bagan berikut :



Gambar 5. Bagan Rata-rata Kandungan HC Tanpa Catalyst Dengan Menggunakan Catalyst

IV. PENUTUP

Pengujian kadar emisi gas buang sepeda motor menggunakan alat uji emisi fourgas analyzer, kemudian dilakukan analisa data pada hasil pengujian CO dan HC didapatkan t_{hitung} keseluruhan lebih besar dari pada t_{tabel} keseluruhan (2,92). Penggunaan catalyst dapat menurunkan kadar emisi gas buang CO sebesar 10,08 % dan HC sebesar 22,83 % dari pada catalyst kuningan. Karena kuningan merupakan logam paduan tembaga seng, maka seng kurang baik di jadikan katalisator untuk mengurangi emisi gas buang.

REFERENSI

- Amin Iskandar. (2010). *Pengaruh penggunaan kuningan sebagai katalis pada saluran buang sepeda motor yamaha jupiter z tahun 2004 terhadap konsentrasi hidrokarbon(HC)*. Jurnal Universitas Semarang.
- B Muria Zuhdi. (2012). *Kriya Logam*. Jurusan pendidikan seni rupa. Fakultas bahasa dan seni. Uiversitas Negeri Yogyakarta
- Badan Pusat Statistik Sumatra Barat. (2013). *Page 54 - 23- Statistik Daerah Provinsi Sumatera Barat Tahun 2013*. <http://sumbar.bps.go.id/web/arc/2013/23/files/assets/basic-html/page54.html>. Diakses tanggal 5 Oktober 2013
- Bagus Irawan, dkk. (2005). *Unjuk Kemampuan Catalytic Converter Dengan Katalis Kuningan Untuk Mereduksi Gas Hidro Carbon Motor Bensin*. Traksi (volume 3 nomor 2, tahun 2005). Hlm. 19.
- _____. (2009). *Efektifitas Pemasangan Catalytic Converter Kuningan Terhadap Penurunan Emisi Gas Carbon Monoksida Pada Kendaraan Motor Bensin*. Traksi (volume 9 nomor 1, tahun 2009). Hlm. 36.
- Bontan T. Sofyan. (2011). *Pengantar Material Teknik*. Jakarta: Salemba Teknik
- Direktorat Pendidik dan Tenaga Kependidikan. (2012) *Materi Bimtek Dan Uji Komptensi Guru Produktif SMK Teknik Kendaraan Ringan*. Jakarta .
- Gupta, H N. (2009). *Fundamental Of Internal Combustion Engines*. Delhi: PHI Learning Private Limited.
- Halderman. James D. (2012) *Automotive Fuel And Emissions Control Sytems*. 3rd.ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2012). *Status Lingkungan Hidup Indonesia 2012 Pilar lingkungan Hidup Indonesia*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Kementerian Perhubungan. (2012). *Buku Informasi Transportasi Kementerian Perhubungan Tahun 2012*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Lipson, Charles, Sheth, Narendra J. (1973). *Statistical Design And Analysis Of Engineering Experiments*. Tokyo: McGraw-Hill.
- Moestikahadi soedomo. (2001). *Pencemaran udara*.Bandung: ITB
- Mohamad Hakam dan Djoko Sungkono. (2006). *Menggunakan Bahan Kuningan Sebagai Katalis, Untuk Mengetahui Pengaruhnya Terhadap Konsentrasi Polutan CO Dan HC Pada Saluran Buang Mesin Bensin Empat Langkah*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pulkrabek, Willard W. (2004). *Enginerig Fundamentals Of The Internal Combustion Engine*. New Jersey: Pearson-hal.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Suharsimi Arikunto. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Suparni S.R. dan Sari P. (2008). *Kimia industri*. Departemen Pendidikan Nasional : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- Srikandi .(1992).*Polusi Air dan Udara*.Yogyakarta: Kanisius.
- Tim Penyusun. (2008). *Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negri Padang*. Padang: Depdiknas Unp.
- Toyota. (1995). *Materi Pelajaran Engine Group New Step 1*. Jakarta: Pt. Toyota Astra Motor

Wardan Suyanto. (1989) . *Teori Motor Bensin*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.

Wardhana, Wisnu. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi offset.

Warju.2006. *Pengaruh Penggunaan Catalytic Converter Tembaga Berlap Mangan Terhadap Kadar Polutan Gas Buang Motor Bensin EmpatLangkah*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Zainal Sukoco. (2009). *Pengendalian polusi kendaraan*. Bandung : Alfabeta