

**PERBANDINGAN GAS KARBON MONOKSIDA (CO) DAN
HIDROKARBON (HC) YANG MENGGUNAKAN CATALYST KUNINGAN
DENGAN CATALYST TEMBAGA PADA MOTOR EMPAT LANGKAH**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Program Strata Satu Pada
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif Fakultas
Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh

Ahmad Razali

97762/2009

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2014**

PENGESAHAN

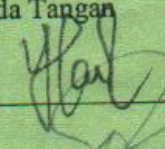
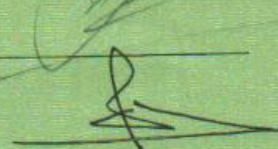
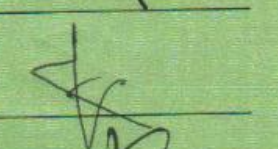
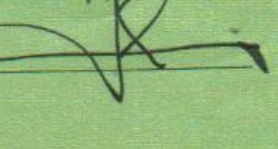
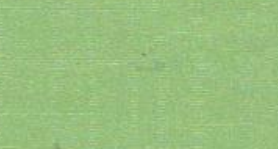
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

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

Nama : Ahmad Razali
NIM : 97762
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 13 Agustus 2014

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Hasan Maksum, M.T	1. 
2. Sekretaris	: Drs. Daswarman, M.Pd	2. 
3. Anggota	: Drs. Darman, M.Pd	3. 
4. Anggota	: Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc	4. 
5. Anggota	: Wagino, S.Pd	5. 

ABSTRAK

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

Semakin meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di Indonesia, mengakibatkan polusi udara semakin meningkat, emisi gas buang yang dikeluarkan dari hasil pembuangan kendaraan bermotor, salah satunya polusi yang dihasilkan dari sepeda motor. Emisi gas buang merupakan gas sisa hasil dari pembakaran pada sepeda motor yang bersifat polutan yang mengemisikan gas berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan seperti gas CO, HC, dan lainnya. Salah satu usaha untuk mengurangi emisi gas buang adalah dengan menggunakan *Catalyst* yang dipasangkan pada saluran buang kendaraan bermotor. *Catalyst* adalah suatu zat yang dapat mempercepat suatu reaksi kimia tanpa ikut berubah bentuk maupun beratnya. Berbagai material dapat digunakan untuk pembuatan *Catalyst* seperti Platina, Tembaga, dan Kuning.

Beragam eksperimen dengan bahan yang berbeda ataupun sama telah dilakukan penelitian oleh para peneliti sebelumnya namun kenyataannya belum ada penelitian yang membandingkan catalyst dengan bahan material tembaga dan kuningan yang dapat mengurangi emisi gas buang CO, HC dan NO_x

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Pengujian dilakukan pada tanggal 7—8 Juli 2014, dengan menggunakan Sepeda motor Honda Revo 100 cc, tahun 2007. Pengujian emisi gas buang dilakukan pada putaran mesin 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm dan 3000 Rpm. Salah satu pengujian dengan Menambahkan *Catalyst* Kuningan dan *Catalyst* Tembaga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *Catalyst* tembaga lebih mampu menurunkan emisi gas CO dan HC dari pada *Catalyst* kuningan pada kendaraan bermotor empat langkah (Honda Revo 100cc tahun 2007) dengan hasil dari perbedaan penurunan emisi gas CO sebesar 10,08 % dan dari perbedaan penurunan emisi gas HC sebesar 22,83 %.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur peneliti ucapkan kehadiran Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan rahmat, nikmat dan karunian-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Perbandingan Gas Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) yang Menggunakan *Catalyst* Kuningan dengan Tembaga pada Motor Empat Langkah” Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Otomotif.

Selama mengerjakan skripsi ini, peneliti telah banyak mendapatkan bantuan baik moril maupun materil, terutama dalam setiap menghadapi kesulitan, hambatan dan rintangan yang penulis alami. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Ganefri, M.Pd, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs.Martias, M.Pd selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif.
3. Bapak Drs. Hasan Maksum, M.T selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Drs. Daswarman, M.Pd selaku Dosen Pembimbing II.
5. Ibu Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng selaku Sekretaris jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
6. Seluruh Dosen, Teknisi dan Staf Administrasi Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun materil, serta selalu memberikan semangat.
8. Rekan-rekan Mahasiswa seperjuangan Jurusan Teknik Otomotif angkatan 2009.

Penulis menyadari dalam penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan dan kemampuan penulis, untuk itu penulis mengharapkan saran yang bersifat memperbaiki dalam kesempurnaan skripsi ini selanjutnya.

Padang, Agustus 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	6
C. Batasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian	8
F. Asumsi Penelitian	8
G. Manfaat Penelitian	8
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Kajian Teori	10
B. Penelitian Yang Relevan	22
C. Kerangka Berfikir	23
D. Hipotesis Penelitian.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Desain Penelitian.....	26
B. Definisi Operasional	27
C. Variabel Penelitian	27
D. Objek Penelitian	28
E. Jenis Dan Sumber Data	28
F. Instrumen Pengumpulan Data.....	29
G. Teknik Pengumpulan Data.....	32
H. Teknik Analisa Data	34

BAB IV HASIL PENELITIAN

A. Deskripsi pelaksanaan Penelitian	36
B. Data hasil penelitianl	38
C. Analisa data Penelitian	44
D. pembahasan	48
E. keterbatasan Penelitian	54

BAB V. PENUTUP

A. Desain Penelitian	55
B. Definisi Operasional	56

DAFTAR PUSTAKA	57
-----------------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jumlah Kendaraan Bermotor Di Sumatra Barat, 2010 – 2012	1
2. Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama	2
3. Material yang digunakan sebagai katalisator oksida.....	5
4. Pengaruh gas CO pada Hemoglobin (HB) di dalam darah terhadap kesehatan manusia.....	10
5. Pola penelitian.....	24
6. Pengujian Emisi Gas Buang CO Tanpa <i>Catalyst</i>	31
7. Pengujian Emisi Gas Buang HC Tanpa <i>Catalyst</i>	31
8. Pengujian Emisi Gas Buang CO Menggunakan <i>Catalyst</i> Kuningan	31
9. Pengujian Emisi Gas Buang HC Menggunakan <i>Catalyst</i> Kuningan	31
10. Pengujian Emisi Gas Buang CO Menggunakan <i>Catalyst</i> Tembaga	32
11. Pengujian Emisi Gas Buang HC Menggunakan <i>Catalyst</i> Tembaga	32
12. Data hasil Pengujian Emisi Gas Buang CO Tanpa <i>Catalyst</i>	38
13. Data hasil Pengujian Emisi Gas Buang HC Tanpa <i>Catalyst</i>	39
14. Data hasil Pengujian Emisi Gas Buang CO Menggunakan <i>Catalyst</i> Kuningan	40
15. Data hasil Pengujian Emisi Gas Buang HC Menggunakan <i>Catalyst</i> Kuningan	41
16. Data hasil Pengujian Emisi Gas Buang CO Menggunakan <i>Catalyst</i> Tembaga	42
17. Data hasil Pengujian Emisi Gas Buang HC Menggunakan <i>Catalyst</i> Tembaga	43
18. Analisa Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang CO Tanpa <i>Catalyst</i> Dengan <i>Catalyst</i> Kuningan Menggunakan Uji T	44
19. Analisa Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang CO Tanpa <i>Catalyst</i> Dengan <i>Catalyst</i> Tembaga Menggunakan Uji T	45
20. Rata-rata Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO)....	45

21. analisa data hasil pengujian emisi gas buang HC tanpa catalyst dengan Catalyst kuningan menggunakan uji t.....	46
22. analisa data hasil pengujian emisi gas buang HC tanpa catalyst dengan Catalyst Tembaga menggunakan uji t.....	46
23. Rata-rata Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC)	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Hubungan antara perbandingan udara-bahan bakar dan konsentrasi hidrokarbon (HC) didalam gas buang.....	12
2. Pemasangan <i>Catalyst</i> Pada Knalpot	16
3. <i>Catalyst</i> sebagai wadah terjadinya reaksi kimia CO & HC	21
4. Kerangka Berfikir	23
5. Desain <i>Catalyst</i>	30
6. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas CO Sepeda Motor Tanpa <i>Catalyst</i> ...	39
7. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas HC Sepeda Motor Tanpa <i>Catalyst</i>	40
8. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas CO Sepeda Motor Dengan Menggunakan <i>Catalyst</i> Kuningan.....	41
9. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas HC Sepeda Motor Dengan Menggunakan <i>Catalyst</i> Kuningan.....	42
10. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas CO Sepeda Motor Dengan Menggunakan <i>Catalyst</i> Tembaga	43
11. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas HC Sepeda Motor Dengan Menggunakan <i>Catalyst</i> Tembaga	44
12. Grafik Rata-rata Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO)	45
13. Grafik Rata-rata Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC).....	47

14. Bagan Rata–rata Hasil kandungan CO tanpa catalyst dengan menggunakan catalyst	51
15. Bagan Rata–rata Hasil kandungan HC tanpa catalyst dengan menggunakan catalyst	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
I. Surat Izin Penelitian	59
II. Dokumentasi Penelitian.....	50
III. Surat Pernyataan Telah Melakukan Penelitian	63
IV. Data Hasil Penelitian	64
V. Hasil Pengujian Dengan Four Gas Analyzer.....	66
VI. Standart Deviasi	69
VII. Tabel Distribusi	83
VIII. Analisa Data t_{hitung}	84

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

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.

Kategori kendaraan bermotor di Indonesia yang menjadi penyumbang emisi gas buang terbesar adalah sepeda motor, karena peningkatan jumlah sepeda motor yang sangat pesat dari tahun ketahun. Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Perhubungan dalam buku Informasi Transportasi Kementerian Perhubungan tahun 2012 menyebutkan Pertumbuhan sepeda motor dari tahun 2010-2012 mencapai 9.52 persen.

Tabel 1. 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 Buang kendaraan 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 2. 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.

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”.

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.

Wisnu (2004: 125) Menyatakan bahwa “Sebenarnya HC dalam jumlah sedikit tidak begitu membahayakan kesehatan manusia, walaupun HC juga bersifat toksik. Bila 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 merasangi terbentuknya sel-sel kanker apabila terhisap masuk ke paru-paru”.

Mengingat bahaya Pencemaran udara akibat emisi Gas CO yang dapat menyebabkan kepala pening, mual, berkunang-kunang, pingsan, kesukaran bernafas, dan kematian. Sedangkan gas HC yang dapat menyebabkan iritasi membran mukosa, gangguan pernapasan, lemas, pusing, dan mata berkunang-kunang. Sehingga perlu usaha dalam penanggulangannya agar dampak negatif dari emisi gas buang dapat dikurangi.

Berbagai usaha telah dilakukan untuk mengontrol polusi karbon Monoksida dan Hidrokarbon di udara. Kebanyakan usaha tersebut ditujukan untuk mengurangi polusi CO dan HC dari kendaraan bermotor karena hampir separoh pencemaran udara yang dihasilkan dari transportasi. 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:

Tabel 4. Material yang dapat dijadikan *catalyst*

NO	Nama Material Sebagai Katalisator Oksidasi
1	Platina
2	Palladium
3	Rhodium
4	Iridium
5	Tembaga
6	Kobalt
7	Nikel
8	Khrom Besi
9	Kuningan
10	Pvanadium
11	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.

Berdasarkan teori di atas maka dapat difahami bahwa pencemaran udara yang disebabkan oleh kendaraan bermotor sangat berbahaya bagi kesehatan. Salah satu upaya untuk mengurangi emisi gas buang pada kendaraan bermotor adalah dengan cara pemasangan *catalyst* pada saluran buang kendaraan bermotor, serta banyaknya material yang ada dipasaran yang lebih murah dan terjangkau untuk pembuatan *catalyst* yang bisa membantu mengurangi emisi gas buang pada kendaraan bermotor.

Mengacu pada pendapat di atas permasalahan-permasalahan yang telah disebutkan sebelumnya, peneliti merasa pentingnya untuk melakukan penelitian Experimen pada *catalyst* tersebut dengan judul: “Perbandingan Karbon monoksida (CO) Dan Hidrokarbon (HC) Yang Menggunakan Catalyst Tembaga Dengan Catalyst Kuningan Pada Kendaraan Motor Empat Langkah”.

Penggunaan tembaga dan kuninga sebagai pengganti bahan *catalyst* didasarkan oleh beberapa hal, yaitu : Material ini mudah didapatkan dipasaran, harga yang relatif murah, memiliki sifat mampu bentuk (mudah dibentuk), tahan terhadap panas tinggi dan memiliki ketahanan korositas.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat diuraikan identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Meningkatnya jumlah kendaraan yang berdampak langsung terhadap peningkatan polusi udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor.

2. Gas buang yang keluar dari knalpot kendaraan bermotor menimbulkan masalah karena berdampak pada penurunan kualitas udara, berbagai penyakit kronis apabila dihirup oleh manusia dan menyebabkan kerusakan lingkungan.
3. Penggunaan *Catalyst* Belum banyak diterapkan pada kendaraan roda dua untuk mengatasi pencemaran udara yang disebabkan oleh hasil pembakaran pada kendaraan bermotor.
4. Beragam eksperimen dengan bahan yang berbeda ataupun sama telah dilakukan penelitian oleh para peneliti sebelumnya namun kenyataannya belum ada penelitian yang membandingkan catalyst dengan bahan material tembaga dan kuningan yang dapat mengurangi emisi gas buang CO,HC dan NO_x.

C. Pembatasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan dapat mengarah tepat pada sasaran dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka peneliti membatasi masalah dengan Perbandingan Karbon Monoksida (CO) Dan Hidrokarbon (HC) Yang Menggunakan *Catalyst* Tembaga Dengan *Catalyst* Kuningan Pada Kendaraan Motor Empat Langkah.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah tersebut di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu Seberapa Perbandingan Karbon Monoksida (CO) Dan Hidrokarbon (HC) Yang Menggunakan Catalyst Kuningan Dengan Catalyst Tembaga Pada Kendaraan Motor Empat Langkah?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui seberapa besar perbandingan Catalyst Kuningan Dengan tanpa catalyst untuk mengurangi emisi gas Karbon Monoksida (CO) Dan Hidrokarbon (HC) Pada Kendaraan Motor Empat Langkah.
2. Untuk mengetahui seberapa besar perbandingan Catalyst Tembaga dengan tanpa catalyst untuk mengurangi emisi gas Karbon Monoksida (CO) Dan Hidrokarbon (HC) Pada Kendaraan Motor Empat Langkah.
3. Untuk mengetahui catalyst mana yang lebih dapat mengurangi emisi gas Karbon Monoksida (CO) Dan Hidrokarbon (HC) Pada Kendaraan Motor Empat Langkah.

F. Asumsi Penelitian

1. Mesin yang digunakan sebagai objek penelitian berada pada kondisi standard.
2. Bahan bakar yang digunakan sama kualitasnya untuk setiap pengujian yaitu premium.
3. Jenis kendaraan sama untuk setiap pengujian yaitu Honda Revo tahun 2007.
4. Bahan yang digunakan dalam setiap pengujian, yaitu catalyst yang terbuat dari tembaga dan kuningan.

G. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi pihak-pihak berikut:

1. Bagi masyarakat, Dapat digunakan sebagai acuan bagi masyarakat dalam upaya mengurangi emisi gas Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) pada kendaraannya.
2. Bagi Mahasiswa, Menambah pengetahuan tentang penggunaan catalyst terhadap emisi gas buang pada sepeda motor dan sebagai masukan untuk penelitian selanjutnya.
3. Bagi peneliti, salah satu persyaratan mendapatkan gelar S1 pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Karbon monoksida (CO)

Dari keseluruhan emisi yang dihasilkan oleh kendaraan berbahan bakar bensin tersebut, CO merupakan salah satu emisi yang memiliki presentase cukup besar. Selain itu, gas CO juga memiliki efek yang paling berbahaya bila dibandingkan dengan emisi gas yang lain.

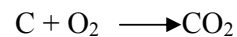
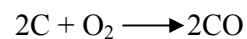
Menurut Srikandi (1992:94). Karbon Monoksida adalah suatu komponen Tidak bewarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas 192° C. Di dalam udara bila diberikan api akan terbakar dengan mengeluarkan asap biru dan menjadi CO₂ (*carbon diooksida*). Berasal dari kendaraan bermotor 93%, *power generator* 7%, terutama tempat sumbernya adalah pada kendaraan disaat *idling*.

Pendapat lain dikemukakan oleh 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”.

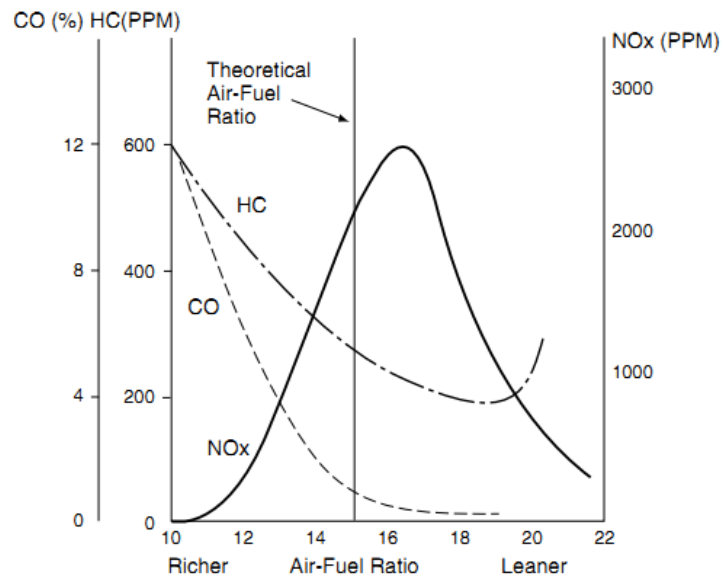
Komponen ini mempunyai berat sebesar 96.5% dari berat air dan tidak larut dalam air. CO yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut:

1. Pembakaran yang tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
2. Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
3. Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan Oksidasi

Secara sederhana pembakaran karbon dalam minyak bakar terjadi melalui beberapa tahap sebagai berikut (Srikandi, 1992:95):



Reaksi pertama gas CO dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna akibat kurangnya campuran udara. Pada reaksi kedua dengan campuran udara yang mencukupi maka akan terjadi pembakaran yang sempurna dan akan menghasilkan gas CO₂. Gas CO terbentuk karena kurangnya udara dalam proses pembakaran. Dapat dikatakan bahwa semakin rendah perbandingan antara udara dengan bahan bakar, maka semakin tinggi jumlah CO yang dihasilkan.



Gambar 1. Hubungan Campuran Bahan Bakar Udara Terhadap Emisi Gas Buang (Alan Bonnick, 2008:189)

Akibat yang ditimbulkan diantaranya adalah akan bercampur dengan Hemoglobin yang terdapat dalam darah yang menjadi karbon *oxida hemoglobin* (CO Hb). Dengan bertambahnya COHb, fungsi pengalihan oksigen dalam darah akan terhalang. Di dalam darah bila terdapat COHb 5% (dalam udara CO 40 ppm) akan menimbulkan keracunan darah.

Tabel 4. Pengaruh gas CO pada Hemoglobin (HB) di dalam darah terhadap kesehatan manusia

Konsentrasi COHB dalam darah (%)	Pengaruhnya terhadap kesehatan
< 1.0	Tidak ada pengaruh
1.0 – 2.0	Penampilan/sikap tidak normal
2.0 – 5.0	Pengaruhnya terhadap sistem syaraf sentral, penglihatan kabur
≥ 5.0	Perubahan fungsi jantung dan pulmonari
10.0 – 80.0	Kepala pusing, mual, berkunang-kunang

Sumber : Srikandi (1992)

Pendapat lain dikemukakan oleh 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 infak kardiak di rumah sakit”

Berdasarkan kutipan di atas dapat disimpulkan CO adalah hasil dari pembakaran yang tidak lengkap karena jumlah udara yang tidak cukup pada campuran bahan bakar dan udara atau tidak cukupnya waktu pada siklus untuk menyelesaikan pembakaran. CO adalah suatu komponen yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa dan berbahaya. Keracunan gas CO timbul sebagai akibat terbentuknya karboksihemoglobin (COHb) dalam darah. Afinitas CO yang lebih besar dibandingkan oksigen (O_2) terhadap Hb menyebabkan fungsi Hb untuk membawa oksigen ke seluruh tubuh terganggu. Apabila kadar Hemoglobin Carbon monoksida (HbCO) meningkat sampai 5%, maka seseorang tidak dapat melihat dengan jelas.

2. 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 tidak 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 ruang bakar, *Two-Stroke Cycle Engines* dan *CI Engines*.

Pendapat lain di kemukakan oleh 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, pharyngitis dan bronchitis.

Dampak pencemaran HC terhadap kesehatan ini dinyatakan 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 toksiknya 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 merangsang terbentuknya sel-sel kanker apabila terhisap masuk ke paru-paru”.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas maka dapat disimpulkan bahwa penyebab timbulnya gas buang hidrokarbon adalah merupakan hasil pembakaran bahan bakar yang tidak terbakar dengan sempurna keluar melalui saluran buang. Gas hidrokarbon dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan seperti gangguan pernapasan dan menimbulkan sel-sel kanker.

3. 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 adsorpsi. 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 adsorpsi (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 katalisator, 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.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas *catalyst* adalah merupakan suatu zat yang mempengaruhi kecepatan suatu reaksi kimia tetapi tidak ikut berubah membentuk zat kimia baru. Katalis dapat berfungsi sebagai zat pengikat. Contoh katalis yang berfungsi sebagai zat pengikat, yaitu logam-logam seperti Platina (Pt), Crom (Cr), kuningan (CuZn) dan Nikel (Ni), palladium, rhodium, tembaga, kobalt, nikel, khrom besi, pvanadium dan mangan.



Gambar 2. Pemasangan *Catalyst* Pada Knalpot (Dokumentasi)

4. Tembaga (CU)

Menurut 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 konduktifitas listrik paling tinggi jika dibandingkan dengan logam yang lain, kecuali perak murni.

Warna asli dari tembaga adalah kemerah mudaan, 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.

Menurut pendapat Suhardi (1998:47) “tembaga memiliki sifat-sifat antara lain: berat jenisnya 8,9 , titik lelehnya sampai 1083 $^{\circ}\text{C}$, mempunyai

daya hantar listrik dan panas yang baik, dan tahan pengaruh udara lembab karena melindungi diri dengan karbonat tembaga”.

Menurut 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.

Menurut 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 malkabel,
- 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

5. 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 diminimalkan. 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.

Menurut pendapat Suhardi (1998: 50) seng memiliki sifat-sifat antara lain: berat jenisnya 6,9—7,2, titik cairnya 419 °C, titik didihnya 420 °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 sng 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.

Menurut 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.

Catalyst tersebut diharapkan dapat mereduksi gas buang yang keluar melalui saluran buang, sehingga konsentrasi gas CO dan HC yang keluar bisa lebih rendah.

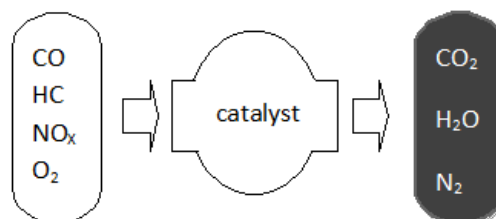
Berdasarkan pendapat para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa kuningan adalah merupakan logam paduan tembaga dan zing. zing sangat mempengaruhi warna kuningan yaitu tergantung banyaknya paduan zing. Kuningan memiliki sifat penghantar yang baik, tahan karat, keras dan mudah dituang.

6. Pengaruh pembakaran stoikiometri pada karbon dioksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) untuk membentuk CO₂ dan H₂O yang tidak berpolutan.

Menurut Pulkrabek (2006: 140) pembakaran stoikiometri adalah sebagai berikut:



Reaksi tersebut dapat dilihat bahwa proses pembakaran yang baik atau *Carbon* (C₈) dibakar seluruhnya menjadi 8CO₂ sedangkan Hidrogen (H₁₈) dibakar seluruhnya menjadi 9H₂O. Tahap terjadinya pembakaran bahan bakar dan udara dalam ruang bakar berlangsung sangat singkat dan cepat. Proses pembakaran ini terjadi dalam tiga tahap yaitu: penyalan, perambatan api dan akhir penyalan.



Gambar 3. Catalyst sebagai wadah terjadinya reaksi kimia HC
Sumber : *Engine Group Step 2*

B. Penelitian Yang Relevan

Dari beragam eksperimen yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya dengan bahan yang berbeda ataupun sama antara lain : 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, dan dari hasil

penelitiannya menunjukkan bahwa konsentrasi polutan karbon monoksida turun 47,53% dan konsentrasi polutan HC turun 33,53% dengan penambahan berat katalis 200 gram.

Warju (2006) yang menggunakan *catalytic converter* tembaga berlapis mangan terhadap kadar polutan gas buang motor bensin empat langkah, dan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa komposisi katalis 110 gr Cu + 90 gr Mn merupakan komposisi terbaik dalam menurunkan kadar polutan gas buang. Kadar polutan HC turun 94,74% terjadi pada putaran mesin 6500 rpm.

Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa keseluruhan dari penelitian ditujukan untuk menurunkan kadar emisi gas buang yang berbahaya dengan menggunakan bahan katalis sebagai pereduksi gas buang yang keluar melalui knalpot. Oleh karena itu, ada kemungkinan penggunaan bahan selain yang tersebut di atas dapat juga digunakan sebagai alat untuk menurunkan kadar gas buang kendaraan bermotor.

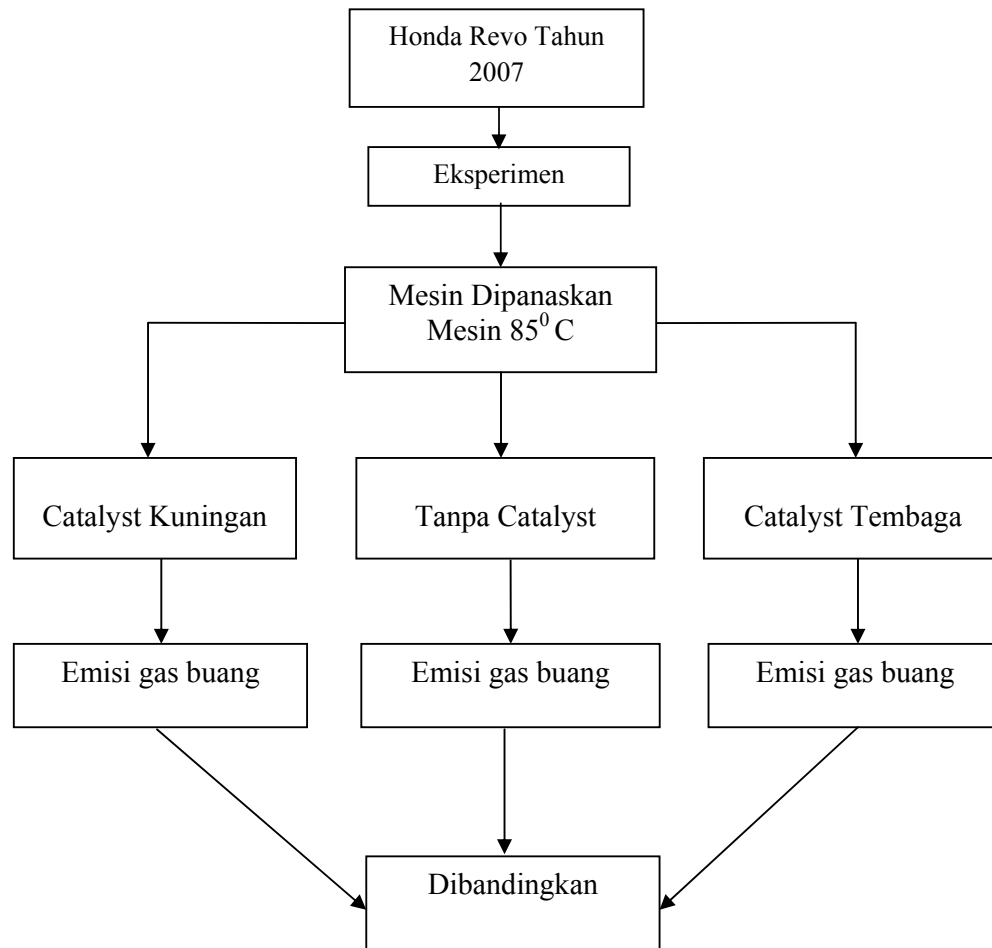
C. Kerangka Berfikir

Kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber pencemar udara di banyak kota besar di dunia, tak terkecuali di Indonesia. Proses pembakaran yang tidak sempurna pada motor bensin akan menghasilkan berbagai polutan yang berbahaya bagi kesehatan manusia, salah satu polutan tersebut adalah gas karbon dioksida (CO) dan hidrokarbon (HC). Untuk mengurangi emisi gas hidrokarbon tersebut dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan penambahan *catalyst* pada saluran gas buang. *catalyst* merupakan alat yang dapat digunakan untuk mereaksikan gas-gas buang yang

berbahaya melalui reaksi kimia sehingga nantinya gas-gas tersebut akan berubah menjadi gas yang tidak berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia.

Penambahan catalyst tembaga dengan catalyst kuningan pada pipa saluran buang merupakan salah satu upaya yang dapat digunakan untuk mereduksi gas buang kendaraan, khususnya gas karbon dioksida dan hidrokarbon. Semakin tinggi konduktivitas termal dan *melting point*, maka semakin bagus pula bahan tersebut digunakan sebagai catalyst. Pada Saluran buang Honda Revo Tahun 2007 akan ditambahkan catalyst berupa tembaga dan kuningan. Dari penelitian ini dapat diketahui seberapa besar perbandingan penambahan catalyst tembaga dengan catalyst kuningan pada saluran gas buang terhadap emisi gas karbon dioksida dan hidrokarbon.

Dari uraian di atas maka dapat ditentukan suatu paradigma penelitian sebagai berikut :



Gambar 4. Kerangka Berfikir

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori yang telah peneliti kemukakan sebelumnya maka dapat dirumuskan hipotesisnya adalah "Ada perbedaan kadar karbon monoksida dan hidrokarbon dengan menggunakan catalyst tembaga dan catalyst kuningan pada sepeda motor 4 langkah"

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Hasil analisis data penelitian yang telah dibahas pada bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbedaan rata-rata kadar emisi gas buang CO yang dihasilkan oleh catalyst kuningan lebih rendah 69,42 % dibandingkan dengan kadar CO yang dihasilkan oleh tanpa catalyst. Pada catalyst tembaga kadar emisi gas buang CO lebih rendah 59,34 % dibandingkan dengan kadar emisi gas buang yang dihasilkan oleh tanpa catalyst. Maka dari perbedaan tersebut dapat dilihat bahwa catalyst tembaga lebih baik sebesar 10,08 % dari pada catalyst kuningan.
2. Perbedaan rata-rata kadar emisi gas buang HC yang dihasilkan oleh catalyst kuningan lebih rendah 73,31 % dibandingkan dengan kadar HC yang dihasilkan oleh tanpa catalyst. Pada catalyst tembaga kadar emisi gas buang HC lebih rendah 50,48 % dibandingkan dengan kadar emisi gas buang yang dihasilkan oleh tanpa catalyst. Maka dari perbedaan tersebut dapat dilihat bahwa catalyst tembaga lebih baik sebesar 22,83 % dari pada catalyst kuningan.
3. Berdasarkan dari perbedaan emisi gas CO dan HC dapat dilihat bahwa catalyst tembaga lebih dapat mengurangi 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.

B. Saran

Hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian ini, pada prinsipnya masih terdapat kekurangan. Mengatasi hal ini perlu beberapa hal yang akan penulis rekomendasikan agar penelitian yang lebih sempurna dan lebih memuaskan, yaitu:

1. Peneliti selanjutnya diharapkan melakukan pengujian perbandingan catalyst kuningan dan catalyst tembaga terhadap torsi, power dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor 4 langkah..

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Bonnick, Allan. (2008).** *Automotive Science and Mathematic*. Oxford : Elsevier Ltd.
- Bontan T. Sofyan. (2011). *Pengantar Material Teknik*. Jakarta: Salemba Teknik
- Direktorat Pendidik dan Tenaga Kependidikan. (2012) *Materi Bimtek Dan Uji Kompetensi 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.