

**PENGARUH PENGGUNAAN KATALIS PLAT TEMBAGA PADA
KNALPOT SEPEDA MOTOR TERHADAP KANDUNGAN EMISI
KARBON MONOKSIDA (CO) DAN HIDROKARBON (HC)**

SKRIPSI

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



Oleh :

Marvy Muhammad

1302765/2013

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

PERSETUJUAN SKRIPSI

**PENGARUH PENGGUNAAN KATALIS PLAT TEMBAGA PADA
KNALPOT SEPEDA MOTOR TERHADAP KANDUNGAN EMISI
KARBON MONOKSIDA (CO) DAN HIDROKARBON (HC)**

Nama : Marvy Muhammad
NIM/ BP : 1302765/ 2013
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 12 Februari 2018

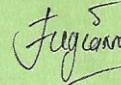
Disetujui oleh :

Pembimbing I



Drs. Bahrul Amin, ST, M.Pd
NIP. 19630212 198603 1 026

Pembimbing II



Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si
NIP. 19730213 199903 1 005

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Otomotif



Drs. Martias, M.Pd
NIP. 19640801 199203 1 003

PENGESAHAN

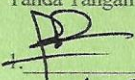
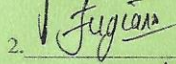
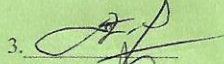
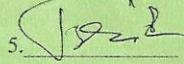
Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Skripsi Program
Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Judul : Pengaruh Penggunaan Katalis Plat Tembaga Pada
Knalpot Sepeda Motor Terhadap Kandungan Emisi
Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC)

Nama : Marvy Muhammad
NIM : 1302765/2013
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 12 Februari 2018

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	Drs. Bahrul Amin, ST, M.Pd	1. 
2. Sekretaris	Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si	2. 
3. Anggota	Drs. Erzeddin Alwi, M.Pd	3. 
4. Anggota	Wagino, S.Pd, M.Pd, T	4. 
5. Anggota	Wawan Purwanto, S.Pd, MT, Ph.D	5. 



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7055922 FT: (0751) 7055644, 445118 Fax .7055644
E-mail : info@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Marvy Muhammad
NIM/ TM : 1302765/ 2013
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Katalis Plat Tembaga Pada Knalpot Sepeda Motor Terhadap Kandungan Emisi Karbon Monoksida (CO) Dan Hidrokarbon (HC)”** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 09 Februari 2018

Saya yang menyatakan,



Marvy Muhammad
NIM. 1302765/2013

HALAMAN PERSEMBAHAN



Sujud syukurku padaMU..YaRabbi,Telah Engkau dengarkan Senandung pintaku selama ini Hanya Engkaulah berkuasa mengatur jalan hidupku Maka kepadamulah aku berserah diri..YaTuhanku.. Didalam kekhilafanku kau berikan sinar cahaya yang menerangi hati dalam perjalanku.. Atas petunjuk dan hidayahMu lah Aku dapat menyelesaikan karya ini...

...ALLHAMDULILLAH..

YA ALLAH.

Kupersembahkan skripsi ini untuk:

Orang tuaku tercinta(Pap dan Mam) yang telah mendidik dan mendoakanku sampai sejauh ini,sehingga aku bisa mendapatkan gelar S.Pd ini.Ya Allah berikanlah Kepada orang tua hamba balasan yang setimpal yaitu syurga firdaus untuk mereka dan jauhkanlah dari panas api nerakamu.

Kemudian buat para keluarga terima kasih atas doanya yang selama ini telah diberikan sehingga bisa menyelesaikan studi ini.

Bapak Drs. Bahrul Amin, ST, M.Pd dan Bapak Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si terima kasih atas bantuan bapak yang telah membimbing skripsi saya hingga selesai.

Bapak Drs. Erzeddin Alwi, M.Pd, Bapak Wagino, S.Pd, M.Pd.T, Bapak Wawan Purwanto, S.Pd, MT, Ph.D terima kasih atas masukan dan saran dalam menyusun skripsi hingga selesai.

Terima kasih juga ku ucapkan kepada teman sejawat saudara teknik otomotif 2013 tetap semangat dalam mengerjakan skripsi dan meraih gelar S.Pd nya teman-teman....

ABSTRAK

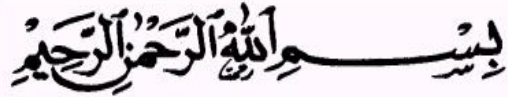
Marvy Muhammad : Pengaruh Penggunaan Katalis Plat Tembaga Pada Knalpot Sepeda Motor Terhadap Kandungan Emisi Karbon Monoksida (CO) Dan Hidrokarbon (HC)

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor dari tahun ketahun semakin meningkat. Peningkatan jumlah sepeda motor dapat meningkatkan emisi gas buang yang berdampak langsung terhadap penurunan kualitas udara bersih yang menyebabkan berbagai macam penyakit diantaranya kesukaran bernafas apabila terhirup oleh manusia. Salah satu upaya untuk mengurangi dampak emisi gas buang adalah dengan penambahan alat pengendali emisi gas buang seperti *Catalytic Converter* berbahan katalis tembaga. *Catalytic Converter* merupakan mekanisme pengontrol emisi gas buang yang berfungsi untuk mempercepat oksidasi gas buang yang bertujuan untuk merubah CO menjadi CO₂ dan HC menjadi H₂O sehingga emisi gas buang yang dikeluarkan oleh kendaraan relative lebih bersih.

Pemasangan *Catalytic Converter* pada saluran gas buang yang menggunakan bahan logam katalis Pb, Pt, dan Rh saat ini memerlukan biaya yang cukup mahal dalam pembuatannya, sulit didapat, tidak semua kendaraan bermotor khususnya roda dua yang menggunakan *Catalytic Converter*.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Pengujian dilakukan pada tanggal 29 Desember- 2 Januari 2018, dengan menggunakan Sepeda motor, untuk pengujian emisi gas CO dan HC dengan menggunakan knalpot standar dilakukan pada putaran mesin 1400 rpm, 2500 rpm, 3500 rpm, 4500 rpm, 5500 rpm, 6500 rpm, 7500 rpm, 8500 rpm, dan 9500 rpm. Untuk pengujian emisi gas CO dan HC dengan menggunakan knalpot katalis tembaga dilakukan pada putaran yang sama yaitu 1400 rpm- 9500 rpm. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa penggunaan knalpot katalis tembaga dapat menurunkan emisi gas CO tertinggi sebesar 75,16% pada putaran 1400 rpm, dan penurunan emisi gas HC tertinggi sebesar 55,65% pada putaran 2500 rpm.

KATA PENGANTAR



Syukur alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang mana atas berkat rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Katalis Plat Tembaga Pada Knalpot Sepeda Motor Terhadap Kandungan Emisi Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC)”** yang mana merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan Program Studi Strata 1 (S-1) pada Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Donny Fernandez, S.Pd., M.Sc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif.
4. Bapak Drs. Bahrul Amin S.T, M.Pd selaku dosen pembimbing I.
5. Bapak Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si selaku dosen pembimbing II.

6. Bapak/Ibu dosen dan semua staf di Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Teristimewa untuk kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan semangat, dorongan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Rekan-rekan Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang ikut memberikan saran, masukan, dan semangat selama penyusunan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah ikut memberikan petunjuk, saran, masukan, dukungan baik moral maupun moril dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Semoga dorongan, bantuan, dan do'a serta bimbingannya yang telah diberikan kepada penulis, diberikan balasan yang setimpal di sisi Allah SWT. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak demi sempurnanya penulisan skripsi ini.

Padang, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Pembatasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian.....	7
F. Asumsi Penelitian.....	7
G. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II LANDASAN TEORI TEORI	
A. Kajian Teori.....	9
1. Emisi Gas Buang Kendaraan.	9
2. Karbon Monoksida (CO).	10
3. Hidrokarbon (HC).....	14

4. Knalpot Pada Kendaraan.	16
5. Katalis.	21
6. Tembaga (Cu).	26
7. Pengaruh Katalis Tembaga Terhadap Emisi Gas Buang CO dan HC.	27
B. Penelitian yang Relevan	30
C. Kerangka Berfikir	32
D. Hipotesis Penelitian.....	33

BAB III METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian.....	34
B. Variabel Penelitian.	35
C. Objek Penelitian.	36
D. Jenis dan Sumber Data.	37
E. Tempat dan Waktu Penelitian.....	38
F. Instrumen Pengumpulan Data.....	38
G. Teknik Pengumpulan Data	41
H. Teknik Analisa Data	44

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian.....	47
B. Analisa dan Pembahasan	50
C. Keterbatasan Penelitian	64

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan.....65

B. Saran.....66

DAFTAR PUSTAKA.....67

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perkembangan jumlah kendaraan sepeda motor di Indonesia	1
2. Ambang Batas Emisi Gas Buang Sepeda Motor Lama.	3
3. Pengaruh kenaikan konsentrasi CO dalam darah terhadap manusia	13
4. Pola penelitian.....	35
5. Spesifikasi Suzuki Satria F 150	34
6. Pengujian Emisi Gas Buang CO Tanpa Katalis.....	41
7. Pengujian Emisi Gas Buang HC Tanpa Katalis.....	42
8. Pengujian Emisi Gas Buang CO Menggunakan Katalis Tembaga.....	43
9. Pengujian Emisi Gas Buang HC Menggunakan Katalis Tembaga.....	44
10. Data Hasil Pengujian Sepeda Motor Tanpa Perlakuan	47
11. Data Hasil Pengujian Sepeda Motor Dengan Katalis Tembaga	48
12. Rata-Rata Emisi Gas CO	50
13. Analisa Data Hasil Pengujian Kadar CO Dengan Menggunakan Uji t	56
14. Rata- Rata Emisi Gas HC	57
15. Analisa Data Hasil Pengujian Kadar HC Dengan Menggunakan Uji t	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Hubungan Campuran Bahan Bakar Udara Terhadap Emisi Gas Buang.....	11
2. Exhaust Manifold (<i>Header</i>)	18
3. Catalytic Converter	19
4. <i>Muffler</i>	21
5. Tembaga.....	26
6. Katalis Sebagai Wadah Terjadinya Reaksi.	30
7. Desain Penelitian Ahmad Razali.....	31
8. Desain Penelitian Rahmat Ikhsan.....	32
9. Kerangka Berfikir.....	33
10. Gambar Rancangan Knalpot Katalis Plat Tembaga.	38
11. Gambar Desain Katalis Plat Tembaga.	39
12. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas Buang CO.....	55
13. Grafik Hasil Pengujian Emisi Gas Buang HC.....	62
14. Plat Tembaga.....	118
15. Knalpot Katalis Plat Tembaga	118
16. Knalpot Standar	118
17. Pemotongan Plat Tembaga.	119
18. Mengukur Suhu Kerja Mesin.....	119

19. Menguji Emisi Gas Buang.....	119
20. Putaran 1400 Rpm.	120
21. Putaran 2500 Rpm.	121
22. Putaran 3500 Rpm.	122
23. Putaran 4500 Rpm.	123
24. Putaran 5500 Rpm.	124
25. Putaran 6500 Rpm.	125
26. Putaran 7500 Rpm.	126
27. Putaran 8500 Rpm.	127
28. Putaran 9500 Rpm.	128

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Izin Penelitian	70
2. Surat Perjanjian Peminjaman Alat	71
3. Surat Pernyataan.....	72
4. Data Hasil Penelitian Knalpot Standar.....	73
5. Data Hasil Penelitian Knalpot Katalis Tembaga.....	74
6. Menghitung Standar Deviasi dan Uji t.....	75
7. Tabel Distribusi.....	112
8. Analisa Persentase Emisi Gas Buang.....	113
9. Foto Dokumentasi	118

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia setiap tahunnya meningkat begitu tinggi sehingga menimbulkan penurunan kualitas lingkungan hidup khususnya pencemaran udara. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2016 perkembangan jumlah kendaraan bermotor yang paling banyak yaitu pada jenis kendaraan roda dua dimana jumlah sepeda motor mendominasi lebih dari 81 % dari jumlah kendaraan bermotor nasional yang telah mencapai lebih dari 129 juta unit. Jumlah kendaraan roda dua di tanah air pada tahun 2016 telah mencapai 105,15 juta unit lebih yang berarti meningkat 8,3 % dari tahun sebelumnya yang baru sebanyak 98,88 juta unit. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Perkembangan jumlah kendaraan sepeda motor di Indonesia

Jenis	Tahun 2013	Tahun 2014	Tahun 2015	Tahun 2016
Sepeda Motor	84.732.652	92.976.240	98.881.267	105.150.000

Sumber : Data Badan Pusat Statistik (BPS)

Gas - gas beracun yang keluar dari jutaan knalpot sepeda motor setiap harinya telah menimbulkan masalah lingkungan dan kesehatan yang sangat serius di berbagai negara, termasuk Indonesia. Emisi gas buang yang dihasilkan dari

kendaraan bermotor khususnya sepeda motor telah menghasilkan gas buang yang berbahaya di antaranya gas carbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC).

Gas karbon monoksida dapat menyebabkan kepala pusing, mual, berkunang - kunang, pingsan, kesukaran bernafas, dan kematian (ketika konsentrasi COHb dalam darah 10 - 80%). Sedangkan gas hidrokarbon dapat menyebabkan iritasi membran mukosa, lemas, sedikit pusing, lemah, dan mata berkunang - kunang (Srikandi Fardiaz, 1995).

Berdasarkan berita dari kompas.com di Indonesia sering dihebohkan dengan berita tentang bahayannya gas buang karbon monoksida (CO) khususnya pada kendaraan bermotor, diantaranya pada tanggal 19 juni 2008 lalu ditemukan dua orang mahasiswa yang meninggal di dalam mobil yang diparkir dalam keadaan menyala di ancol dugaan meninggal karena keracunan gas buang dari kendaraan, selain itu pada tanggal 17 april 2015 di Jakarta Timur dihebohkan dengan berita yang sama yaitu kematian keluarga penjual batu akik di sebuah mobil di Jatinegara, diduga keracunan gas buang.

Mengingat bahaya emisi gas buang kendaraan bermotor, perlu dilakukan usaha dalam penanggulangannya agar dampak negatif dari emisi gas buang dapat di kurangi, sekaligus ikut membantu mensukseskan program langit biru yang dicanangkan oleh pemerintah. Adapun beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pulusi udara pada sepeda motor antara lain :

1. Mengembangkan substitusi bahan bakar dengan tujuan untuk mengurangi polutan (substitusi ini bisa berupa bahan bakar tanpa timbal ataupun gas).

2. Mengembangkan sumber tenaga alternatif yang rendah polusi (sumber tenaga bisa berupa tenaga listrik, tenaga surya, ataupun tenaga angin).
3. Mengembangkan sistem pembuangan yang lebih sempurna (sistem pembuangan dari hasil gas buang bisa disempurnakan dengan menggunakan semacam *reheater*, ataupun dengan menggunakan *catalytic converter*. Adapun bahan yang dapat dijadikan sebagai pembuatan *catalytic converter* diantaranya : emas/ logam mulia, Rhodium, Platinum, Tembaga, Nikel.

Berdasarkan upaya yang telah disebutkan di atas maka peneliti akan mengambil salah satu upaya untuk mengurangi polusi udara pada sepeda motor yaitu dengan mengembangkan sistem pembuangan agar lebih ramah lingkungan dengan menggunakan *catalytic converter* katalis plat tembaga pada sepeda motor. Alasan peneliti menggunakan *catalytic converter* dengan katalis plat tembaga pada sepeda motor dibandingkan dengan pembuatan *catalytic converter* dengan menggunakan bahan lain didasarkan oleh beberapa hal, yaitu :

1. Material ini mudah didapatkan di pasaran
2. Harga yang relatif lebih murah
3. Tahan terhadap panas yang tinggi
4. Memiliki ketahanan korositas

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor untuk kendaraan bermotor tipe L (sepeda Motor) yang bertujuan agar dapat mengetahui batas maksimum zat atau pencemar udara yang boleh dikeluarkan oleh saluran

buang sepeda motor lama. Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Ambang Batas Emisi Gas Buang Sepeda Motor Lama

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

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006

Mengingat dari bahaya emisi gas buang karbon monoksida dan hidrokarbon yang dapat menyebabkan gangguan iritasi mata, hidung, paru-paru dan saluran pernapasan, maka perlu usaha-usaha penanggulangan agar dampak negatif dari emisi gas buang dapat dikurangi karena pencemar udara terbesar disebabkan oleh transportasi. Salah satu usaha yang dilakukan untuk mengatasi masalah pencemaran udara yang disebabkan oleh transportasi terutama sepeda motor lama yang masih menggunakan sistem konvensional/ sistem karburator adalah dengan cara pemasangan katalis pada saluran buang.

Katalis merupakan alat yang digunakan sebagai control emisi gas buang yang diletakkan pada saluran *exhaust manifold*. Penggunaan kendaraan bermotor di dalam kehidupan manusia selalu meningkat seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia. Hal yang perlu diperhatikan adalah meningkat pula pencemaran udara yang tidak diimbangi dengan upaya pelestarian lingkungan.

Menurut Bayu (2010 : 12) mengemukakan bahwa “Katalis adalah zat yang ditambahkan ke dalam suatu reaksi untuk mempercepat laju reaksi. Katalis ikut terlibat dalam reaksi tetapi tidak mengalami perubahan kimiawi dan permanen, dengan kata lain pada akhir reaksi katalis akan dijumpai kembali dalam bentuk dan jumlah yang sama seperti sebelum reaksi”.

Pemasangan *catalytic converter* pada saluran gas buang yang menggunakan bahan logam katalis Pd, Pt dan Rh dengan penyangga alumina, silica dan keramik, saat ini memerlukan biaya yang cukup mahal dalam pembuatannya, sulit di dapat dan kurang cocok digunakan di Indonesia yang bahan bakarnya masih ada yang mengandung Pb. Jenis Catalytic Converter ini dapat mengkonversi emisi gas buang (CO, HC dan NOx) cukup tinggi (80 – 90%) (Warju.2006). Beberapa logam yang diketahui efektif sebagai bahan katalis oksida dan reduksi mulai dari yang besar sampai yang kecil adalah Pt, Pd, Ru > Mn, Cu > Ni > Fe > Cr > Zn dan oksida dari logam-logam tersebut (Dowden. 1970). Disamping itu masih ada logam katalis yang lebih murah, mudah di kerjakan dan mudah didapat untuk dijadikan catalytic converter antara lain : CuO/zeolite alam, Cu-Al₂O₃, Cu, Mn, Mg dan Zeolit Alam, catalytic converter jenis ini mampu mengurangi emisi gas buang (CO, HC, Nox) cukup tinggi antara 16% sampai 80% (Dwyer, 1973).

Selain itu menurut penelitian sebelumnya bahwa logam tembaga lebih baik dibandingkan dengan menggunakan kuningan sebagai katalis, karena catalyst tembaga lebih dapat mengurangi kadar emisi gas buang Carbon

Monoksida (CO) sebesar 10,08% dan Hidrokarbon (HC) sebesar 22,83% dari pada menggunakan catalyst kuningan, karena kuningan merupakan logam paduan tembaga seng, maka seng kurang baik dijadikan katalisator untuk mengurangi emisi gas buang.

Berdasarkan permasalahan di atas maka perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui pengaruh pemasangan katalis tembaga pada saluran buang kendaraan. Kemudian dianalisis pengaruhnya terhadap keluaran emisi gas CO dan HC sehingga penelitian ini mengambil Judul “Pengaruh Penggunaan Katalis Plat Tembaga Pada Knalpot Sepeda Motor Terhadap Kandungan Emisi Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC)”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah di kemukakan di atas, maka didapatkan beberapa permasalahan. Untuk itu perlu suatu identifikasi terhadap permasalahan yang ada sebagai berikut :

1. Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor khususnya sepeda motor yang selalu meningkat menyebabkan polusi udara meningkat.
2. Kendaraan bermotor mengeluarkan gas-gas yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan sekitar.
3. Pembakaran diruang bakar yang tidak sempurna dapat menyebabkan kadar karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) menjadi tinggi.

4. Penggunaan katalis tembaga belum banyak diterapkan pada kendaraan roda dua.

C. Pembatasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan dapat mengarah tepat pada sasaran dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka peneliti membatasi masalah dengan pengaruh penggunaan katalis plat tembaga pada knalpot sepeda motor terhadap kandungan emisi karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka masalah dalam penelitian ini dirumuskan bagaimana pengaruh penggunaan katalis plat tembaga pada knalpot sepeda motor terhadap kandungan emisi karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC)?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengungkap seberapa besar pengaruh penggunaan katalis plat tembaga pada knalpot sepeda motor terhadap kandungan emisi karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC).

F. Asumsi Penelitian

Beberapa asumsi yang perlu penulis kemukakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Mesin yang digunakan sebagai objek penelitian berada pada kondisi normal dan sama baiknya pada setiap perlakuan penelitian.

2. Jenis kendaraan sama untuk setiap pengujian yaitu, sepeda motor Suzuki Satria F 150 tahun 2012.
3. Bahan yang digunakan untuk pengujian yaitu, katalis yang terbuat dari plat tembaga.
4. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar premium yang sama kualitasnya untuk setiap perlakuan - perlakuan penelitian.
5. Alat ukur yang digunakan sudah dikalibrasi sebelum digunakan pada setiap perlakuan penelitian.

G. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagi peneliti, sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar sarjana pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, sebagai pedoman untuk menambah wawasan dan pengetahuan dalam bidang otomotif.
2. Bagi pembaca, dapat digunakan sebagai acuan dalam upaya mengurangi emisi gas karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) pada kendaraannya.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Emisi Gas Buang Kendaraan

Menurut Wardan (1989 : 345) “Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan. Gas buang kendaraan yang dimaksudkan disini adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan”. Sedangkan menurut Martyr (2007 : 326) “Gas buang umumnya terdiri unsur-unsur yang berbahaya maupun unsur yang tidak berbahaya. Emisi gas buang yang tidak beracun adalah nitrogen (N), oksigen (O₂), karbon dioksida (CO₂) dan uap air (H₂O) sedangkan gas buang yang beracun adalah karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen monoksida (NO_x) dan partikulat molekul (PM)”.

Menurut Bonnick (2008: 188) “Emisi gas buang adalah hasil dari proses pembakaran. Pada kondisi ideal gas buang yang dihasilkan adalah karbon dioksida, uap air dan nitrogen. Namun karena berbagai kondisi operasi mesin gas buang mengandung berbagai jenis gas dan bahan lain seperti CO, HC, NO_x, HC dan NO₂”.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas maka dapat disimpulkan bahwa Emisi gas buang adalah suatu hasil proses pembakaran dalam mesin yang dihasilkan oleh kendaraan dimana gas buang tersebut ada yang berbahaya/

beracun contohnya karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan nitrogen monoksida (NO_x) dan ada juga yang tidak berbahaya seperti nitrogen (N), oksigen (O₂), karbon dioksida (CO₂) dan uap air (H₂O).

2. Karbon Monoksida (CO)

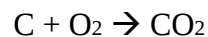
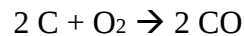
Menurut Srikandi (1992 : 94) “Karbon Monoksida adalah suatu komponen tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas 192° C. Di dalam udara bila diberikan api akan terbakar dengan mengeluarkan asap biru dan menjadi CO₂ (Carbon Dioksida). Berasal 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 :

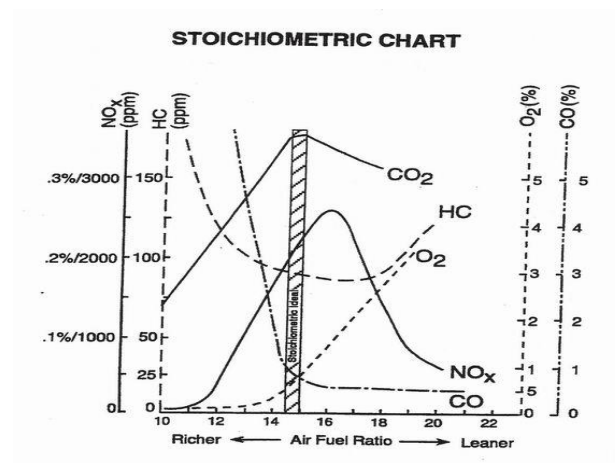
- a) Pembakaran yang tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- b) Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.

c) 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.

(Sumber : Alan Bonnick, 2008)

Emisi gas buang sangat tergantung pada perbandingan campuran bahan bakar dengan udara, jadi untuk mengetahui kadar emisi gas buang maka alat uji emisi dilengkapi dengan pengukur nilai λ (lambda) atau AFR (air-fuel ratio) yang dapat mengindikasikan campuran tersebut. Teori stoichiometric menyatakan, untuk membakar 1 gram bensin dengan sempurna diperlukan 14,7 gram oksigen. Dengan kata lain, perbandingan campuran ideal yaitu 14,7 :1.

Perbandingan campuran ini disebut AFR atau perbandingan udara dan bensin (bahan bakar). Untuk membandingkan antara teori dan kondisi nyata, dirumuskan suatu perhitungan yang disebut dengan istilah lambda (λ), secara sederhana, dituliskan sebagai berikut

Jika jumlah udara sesungguhnya 14,7, maka:

$$\lambda = 14,7 / 14,7 = 1,0$$

Artinya :

$\lambda = 1$; berarti campuran ideal

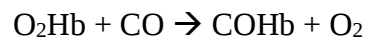
$\lambda > 1$; berarti campuran kurus (lebih banyak udara)

$\lambda < 1$; berarti campuran kaya (kaya bahan bakar)

Karbon monoksida dapat juga dihasilkan dari reaksi oksidasi gas metana oleh radikal hidroksil dan dari perombakan/ pembusukan tanaman meskipun tidak sebesar yang dihasilkan pembakaran bensin. Pada jam – jam sibuk di daerah perkotaan konsentrasi CO bisa mencapai 50 – 100 ppm.

Tingkat kandungan CO di atmosfer berkorelasi positif dengan padatnya lalu lintas, tapi berkorelasi negatif dengan kecepatan angin.

Karbon monoksida dapat mengikat oksigen dari hemoglobin menghasilkan karboksihemoglobin :



Pengaruh dari reduksi ini mengakibatkan kapasitas darah mengangkut oksigen menurun. Tingkat kandungan COHb dalam darah naik dengan kenaikan CO atmosfer dan aktivitas fisik individu. Adanya gas CO dalam darah memberi berbagai pengaruh atau gangguan yang sesuai dengan tingkat konsentrasinya, seperti pada tabel 3. Kenaikan CO mengakibatkan menurunnya fungsi sistem saraf sentral, perubahan – perubahan fungsi jantung dan paru – paru, mengantuk, koma, sesak nafas, dan akhirnya meninggal.

Tabel 3. Pengaruh kenaikan konsentrasi CO dalam darah

Konsentrasi CO, ppm	Persen konvensi $\text{O}_2\text{Hb} \rightarrow \text{COHb}$	Pengaruh terhadap manusia
10	2	Gangguan perasa, penglihatan
100	15	Sakit kepala, pusing, capai
250	32	Kehilangan kesadaran
750	60	Setelah beberapa jam mati
1000	66	Cepat mati

(Sumber : Crosby, 1992)

Pendapat lain dikemukakan oleh Soedomo (2001 : 8) “Keracunan gas CO timbul sebagai akibat terbentuknya karboksihemoglobin (COHb) dalam

darah. CO yang lebih besar dibandingkan oksigen (O_2) terhadap Hb menyebabkan fungsi Hb untuk membawa oksigen ke seluruh tubuh terganggu”. Berkurangnya penyediaan oksigen keseluruh tubuh ini akan membuat sesak nafas dan dapat menyebabkan kematian, apabila tidak mendapat udara segar kembali.

Berdasarkan kutipan di atas dapat disimpulkan CO adalah suatu komponen yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak mempunyai rasa. CO terbentuk dari proses 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 berbahaya bila terhirup karena dapat menyebabkan sesak nafas dan kematian.

3. Hidrokarbon (HC)

Wisnu (2004 : 51) Menyatakan “Hidrokarbon (HC) adalah pencemar udara yang dapat berupa gas, cairan dan padatan”. HC merupakan ikatan kimia dari karbon (C) dan hidrogen (H). 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 buang hasil pembakaran dan menjadi bahan pencemar udara”.

Pendapat lain dikemukakan oleh Soedomo (2001 : 143) “HC merupakan pencemar utama yang disebabkan oleh kendaraan bermotor dari lalu lintas di dalam perkotaan”.

Menurut pendapat Wardan (1989 : 345) mengemukakan bahwa “Hidrokarbon adalah emisi yang timbul karena bahan bakar yang belum terbakar tetapi sudah keluar bersama-sama gas buang menuju atmosfer. HC bisa menyebabkan mata pedih, tenggorokan sakit, paru-paru sakit dan penyakit lain dan bahkan mungkin dapat menyebabkan kanker”.

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 toksin. Namun kalau HC berada di udara dalam jumlah banyak dan tercampur dengan bahan pencemar lain maka sifat toksinya 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”.

Toyota Astra Motor (1988 : 11) menyatakan gas buang HC terbagi menjadi bahan bakar yang tidak terbakar dan keluar menjadi gas mentah dan bahan bakar terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC yang lain yang keluar bersama gas buang. Di bawah ini adalah sebab- sebab utama timbulnya HC :

- 1) Dinding - dinding ruang bakar yang bertemperatur rendah dapat menyebabkan sebagian bahan bakar tidak mampu melakukan pembakaran.
- 2) Missing (missingfire)

- 3) Adanya *overlap intake valve* (kedua katup sama – sama terbuka) yang merupakan gas pembilas/ pembersih.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas maka dapat disimpulkan bahwa penyebab timbulnya gas buang hidrokarbon (HC) adalah merupakan hasil pembakaran bahan bakar yang tidak terbakar dengan sempurna dan keluar melalui saluran buang. Efek yang ditimbulkan oleh gas hidrokarbon yaitu, mata terasa pedih serta menyebabkan gangguan iritasi mata, hidung, paru-paru dan saluran pernapasan.

4. Knalpot Pada Kendaraan

a. Pengertian Knalpot Pada Kendaraan

Menurut pendapat Jalius dan Wagino (2008 : 299) mengemukakan bahwa “Gas buang sepeda motor keluar disalurkan melalui knalpot ke udara luar”. Pada bagian dalam knalpot dikonstruksi sedemikian rupa sehingga di samping menampung gas buang, knalpot juga dapat meredam suara yaitu pada bagian silincernya. Menurut pendapat Daryanto (1999 : 88) mengemukakan bahwa “Knalpot adalah alat untuk membuang gas sisa pembakaran pada sepeda motor untuk menurunkan suhu udara yang sangat tinggi akibat kompresi di dalam ruang bakar (silinder)”.

Berdasarkan pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa knalpot adalah sebagai tempat pembuangan sisa pembakaran yang dibakar di dalam ruang bakar dan di keluarkan melalui knalpot ke udara bebas.

b. Fungsi Knalpot pada Kendaraan

Menurut pendapat Erzeddin dan Amrizal (1996 : 47) mengemukakan bahwa “Setiap saluran gas bekas selalu di samping dengan muffler (knalpot), gunanya muffler adalah untuk mengurangi tekanan dan meredam suara pengeluaran gas bekas tidak terlalu berisik”.

Menurut pendapat Daryanto (2008 : 78) mengemukakan bahwa :
 “Fungsi knalpot pada kendaraan terdiri dari, (1) menyalurkan, menampung dan membuang gas buang secara aman ke udara bebas, (2) meredam/mereduksi kebisingan dan menurunkan temperatur gas buang sebelum dibuang, (3) pada beberapa kendaraan mereduksi beberapa emisi yang tidak diinginkan”.

Menurut Agus dan Syam (2012 : 11) menyatakan bahwa “Secara umum fungsi dari knalpot adalah untuk saluran pembuangan pembakaran bbm dari silinder ke udara bebas”. Menurut Eka Sunitra et al (2009 : 3) mengemukakan bahwa “Secara spesifik knalpot pada kendaraan berfungsi, (1) meredam suara engine agar tidak keras, (2) mengurangi keluarnya zat-zat berbahaya dari asap kendaraan, (3) memperlambat kecepatan gas buang keluar kendaraan, (4) mengalirkan panas pembakaran engine”.

Berdasarkan pendapat di atas dapat di simpulkan bahwa fungsi knalpot yaitu :

- 1) Menghantar gas buang secara aman dengan tempat yang lebih memungkinkan pada kendaraan dan dikeluarkan ke udara luar.

2) Mereduksi/ menekan kebisingan dan temperatur sebelum dilepas

3) Pada beberapa kendaraan mereduksi pencemaran gas buang.

c. Komponen-komponen Sistem Saluran Buang Pada Kendaraan

Menurut pendapat Rajasekhar dan Madhava (2012 : 395) mengemukakan bahwa “*The main components in engine exhaust system are as follows (1) exhaust manifolds or EKE, (2) catalytic converters, (3) muffler, (4) resonator, (5) pipes and tubing*”. Maksudnya, komponen utama pada sistem saluran buang terdiri dari (1) *exhaust manifold* atau *EKE*, (2) *catalytic converter*, (3) *muffler*, (4) peredam suara, (5) pipa dan tabung.

Berdasarkan pendapat di atas maka, dapat kita uraikan beberapa komponen-komponen sistem saluran buang diantaranya adalah :

1) *Exhaust manifold (Header)*



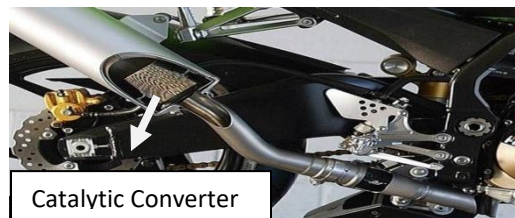
Gambar 2 : Exhaust Manifold (Header)
(Sumber : motorjogja.com)

Header merupakan saluran gas buang hasil sisa pembakaran dari blok mesin yang menjadi bagian terdepan pada knalpot. Bagian ini sebagai alat yang memudahkan mesin untuk mendorong gas dari silinder mesin. Dalam motorjogja.com menjelaskan bahwa *header* knalpot adalah bagian yang menghubungkan antara silinder dengan seluruh bagian knalpot untuk

membuang gas – gas sisa hasil pembakaran. Pada bagian *header* knalpot ini langsung terhubung ke *exhaust manifold* dan menyesuaikan dengan konstruksi pada bagian pembuangan emisi gas buang.

Rajasekhar dan Madhava (2012 : 395) menyatakan bahwa “*After completion of fuel combustion process in engine, high pressure gases are released. These gases enter into the exhaust manifold through pipes*”. Artinya, setelah selesainya proses pembakaran bahan bakar di mesin, gas tekanan tinggi dilepaskan. Gas - gas ini masuk ke *exhaust manifold* melalui pipa.

2) Catalytic converter



Gambar 3 : Catalytic Converter
(Sumber : goozir.com)

Menurut pendapat Rajasekhar dan Madhava (2012 : 395) mengemukakan bahwa “*Catalytic converter it is a device used for convert harmful gases like carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NO) into harmless gases like CO₂ and N₂ etc.*”. Artinya *Catalytic converter* adalah alat yang digunakan untuk mengkonversi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO) menjadi gas tidak berbahaya seperti CO₂ dan N₂, dan lain-lain. Daryanto (1999 : 47) mendefinisikan bahwa

“*Catalytic converter* digunakan untuk mereduksi atau menurunkan emisi atau cemaran gas buang”. Toyota Astra Motor (1996 : 3) menyatakan *catalytic converter* merupakan komponen *muffler* dari *emission control* sistem yang bertujuan untuk megurangi jumlah CO (*Carbon Monoxide*), HC (*Hydrocarbon gas*) dan NO_x (*Oxide of Nitrogen*) yang terkandung dalam gas hasil dari pembakaran dalam mesin.

Menurut Heri (2013 : 3) mengemukakan bahwa : “*Catalytic converter* berfungsi untuk mempercepat oksidasi emisi hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO), serta mereduksi nitrogen oksida (NO_x). Tujuan pemasangan *catalytic converter* adalah merubah polutan-polutan yang berbahaya seperti CO, HC, dan NO_x menjadi gas yang tidak berbahaya, seperti karbondioksida (CO₂), uap air (H₂O) dan nitrogen (N₂) melalui reaksi kimia. Pengkorversian polutan-polutan berbahaya tersebut tergambar pada reaksi sebagai berikut : $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$, $\text{HC} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$, $\text{NO}_x \rightarrow \text{N}_2 + \text{O}_2$ ”.

Berdasarkan pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa *catalytic converter* berfungsi mereduksi atau menurunkan emisi atau cemaran gas buang dan merubah gas berbahaya menjadi gas yang tidak berbahaya seperti, merubah CO menjadi CO₂, merubah HC menjadi H₂O dan CO₂, dan merubah NO menjadi N₂ dan H₂O.

3) *Muffler*



Gambar 4 : Muffler
(Sumber : motogokil.com)

Menurut Rajasekhar dan Madhava (2012 : 395) menyatakan bahwa “*Muffler* didefinisikan sebagai perangkat yang digunakan untuk mengurangi kebisingan knalpot, knalpot terhubung melalui pipa knalpot menuju peredam yang disebut *muffler/ silincer*”. Sedangkan menurut Daryanto (1999 : 46) mengemukakan bahwa “*Muffler* atau peredam berfungsi untuk meredam atau mereduksi kebisingan suara yang terjadi”.

Berdasarkan pendapat di atas disimpulkan bahwa *muffler* merupakan bagian knalpot yang fungsinya untuk mengurangi kebisingan, mengurangi tekanan, dan menurunkan panas gas sisa pembakaran.

5. Katalis

a. Pengertian Katalis

Menurut pendapat Bayu (2010 : 12) mengemukakan bahwa “Katalis adalah zat yang ditambahkan ke dalam suatu reaksi untuk mempercepat laju reaksi. Katalis ikut terlibat dalam reaksi tetapi tidak

mengalami perubahan kimiawi yang permanen, dengan kata lain pada akhir reaksi katalis akan dijumpai kembali dalam bentuk dan jumlah yang sama seperti sebelum reaksi”. Menurut Pulkrabek (2004 : 293) mengemukakan bahwa :

“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 converter are chambers mounted in the flow system through which the exhaust gases flow ”.

Artinya “Katalis adalah zat yang mempercepat suatu reaksi kimia dengan cara menurunkan energi yang dibutuhkan agar bisa berlanjut. Katalis tidak dikonsumsi dalam reaksi sehingga fungsinya tidak terbatas kecuali, jika terdegradasi oleh panas, usia, kontaminan, atau faktor lainnya. Katalitik konverter adalah alat yang dipasang pada sistem aliran dimana gas buang mengalir”.

Menurut pendapat Bagus dan Muhammad (2005 : 90) mengemukakan bahwa “katalis merupakan suatu zat yang mempengaruhi kecepatan reaksi tetapi tidak dikonsumsi dalam reaksi dan tidak mempengaruhi kesetimbangan kimia pada akhir reaksi”.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas maka dapat disimpulkan bahwa katalis adalah suatu zat yang mempengaruhi kecepatan suatu reaksi kimia tetapi tidak ikut berubah bentuk zat kimia baru. Katalis juga

dapat berfungsi sebagai zat pengikat dan juga mempercepat terjadinya reaksi.

b. Jenis-jenis Katalis

Menurut pendapat Pranjoto dan Endang (2007 : 111) bahwa “Interaksi katalis dengan reaktan dapat terjadi secara homogeny (mempunyai fasa yang sama) maupun heterogen (mempunyai fasa yang berbeda)”. Bayu (2008 : 51) mendefinisikan bahwa “Reaksi heterogen adalah reaksi yang berlangsung dalam suatu sistem yang heterogen, yaitu sistem yang di dalamnya terdapat dua atau lebih fasa”.

Menurut pendapat Bayu (2010 : 13) mengemukakan bahwa “Berdasarkan fasa katalis dan reaktan, katalis dapat dibedakan ke dalam dua golongan utama yaitu katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis homogen adalah katalis yang fasenya sama dengan fase reaktan. Sedangkan katalis heterogen adalah katalis yang fasenya berbeda dengan fase reaktan”.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas, maka dapat disimpulkan bahwa katalis terdiri dari dua jenis yaitu, katalis homogen dan heterogen namun pada penelitian ini, plat tembaga digunakan sebagai katalis adalah jenis katalis heterogen (adsorpsi) yang terdiri dari dua fasa antara padat dengan gas.

c. Bahan-Bahan Material Katalis

Menurut Heri (2013 : 1) menyatakan bahwa “*Catalytic converter* terbuat dari bahan tembaga khusus yang bersifat cepat panas sehingga mampu mereduksi produksi gas-gas emisi semisal CO, NO,

HC”. Menurut Gupta (2009 : 557) mengemukakan bahwa :

“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 sunch as copper, cobalt, nikel, and iron chromate as well as sanadium and manganese.

Artinya “Berbagai bahan telah terbukti efektif sebagai katalis oksidasi. Diantaranya, platinum dan paladium telah terbukti sangat efektif. Material lain yang sebagai reaksi oksidasi adalah beberapa logam transisi katalisator oksidasi seperti tembaga, kobalt, nikel, besi krom, serta sanadium dan mangan”. Menurut Pulkrabek (2004 : 294) mengemukakan bahwa “Material katalisator yang paling umum digunakan adalah platina, palladium, rhodium dan logam mulia lainnya.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas, maka dapat disimpulkan bahan material yang digunakan sebagai katalis untuk mengurangi emisi gas buang antara lain : palladium, kobalt, mangan, besi, nikel, tembaga, dan kuningan.

d. Proses Adsorpsi Pada Katalis Heterogen

Menurut Lienda (1995 : 204) mengatakan “adsorpsi adalah suatu proses pemisahan bahan dari campuran gas atau cair, bahan yang harus dipisahkan ditarik oleh permukaan adsorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan tersebut. Menurut Muhammad Husin (2012 : 6) menyatakan “adsorpsi merupakan fenomena fisik yang terjadi antara molekul-molekul fluida (gas atau cair) yang dikontakkan dengan suatu permukaan padat”. Peristiwa adsorpsi disebabkan oleh adanya tarik-menarik molekul-molekul dipermukaan adsorben (Sukardjo, 1990 : 290).

Menurut Misri (2006 : 1) prinsip adsorpsi adalah dengan memanfaatkan besarnya difusivitas/ aliran molekul- molekul gas pada larutan tertentu. Kecepatan adsorpsi tidak hanya tergantung pada perbedaan konsentrasi dan luas permukaan adsorben, melainkan juga pada suhu, tekanan (untuk gas), ukuran partikel dan porositas adsorben (Lienda, 1995 : 204).

Proses adsorpsi yang terjadi pada katalis heterogen adalah proses kimia dimana adsorpsi yang terjadi adanya reaksi antara molekul adsorbat dan adsorben, yang membentuk ikatan kovalen dengan ion. Adsorpsi bersifat tidak reversible dan hanya membentuk lapisan. Umumnya terjadi pada suhu tinggi, sehingga panas adsorpsi tinggi. Adsorpsi ini terjadi dengan pembentukan senyawa kimia, sampai ikatannya lebih kuat (Sukarjo, 1985). Salah satu contoh-contoh adsorpsi

adalah pemisahan bahan mengandung racun atau yang berbau busuk dari udara buang.

6. Tembaga (Cu)



Gambar 5 : Tembaga
(Sumber : Eksplorasi.id)

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 tingkat volume yang sama, tembaga memiliki konduktifitas listrik paling tinggi jika dibandingkan dengan logam lain, kecuali perak murni.

Menurut G. Svehla (1985 : 229) “Tembaga adalah logam merah muda yang lunak, dapat ditempa, dan liat. Melebur pada 1038°C . Karena potensial standarnya positif, (+0,34 V untuk pasangan Cu/Cu^{2+}), ia tak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer, meskipun dengan adanya oksigen tembaga bisa larut sedikit.

Warna asli tembaga adalah kemerah mudaan, tetapi kita 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 di bawahnya dari korosi lebih lanjut.

Menurut pendapat 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”.

Menurut Suparni dan Sari (2008 : 41) Sifat-sifat tembaga adalah
Rapat massa am- ρ .tLf : 8,9 gr/cm³

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

Sifat-sifat : - Tembaga murni adalah lunak, kuat, dan malkabel.

- Konduktifitas 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.

7. Pengaruh Katalis Tembaga Terhadap Emisi Gas Buang CO dan HC

- a. Untuk mengetahui pengaruh katalis tembaga terhadap emisi gas buang kita dapat mengetahui melalui sifat dari kimia tembaga. Menurut Emel Seran (2010) sifat kimia tembaga antara lain :

- 1) Tembaga merupakan unsur yang relatif tidak reaktif sehingga tahan terhadap korosi. Pada udara yang lembab permukaan tembaga ditutupi oleh sesuatu lapisan yang berwarna hijau yang menarik dari tembaga karbonat basa, $\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3$.
- 2) Pada kondisi yang istimewa yakni pada suhu sekitar 300°C tembaga dapat bereaksi dengan oksigen membentuk CuO yang berwarna hitam. Sedangkan pada suhu yang lebih tinggi, sekitar 1000°C , akan terbentuk tembaga (I) Oksida Cu_2O yang berwarna merah.
- 3) Tembaga tidak diserang oleh air atau uap air dan asam - asam nooksidator encer seperti HCl encer dan H_2SO_4 encer. Tetapi asam klorida pekat dan mendidih menyerang logam tembaga dan membebaskan gas hidrogen.

b. Konsep Oksigen

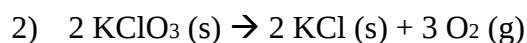
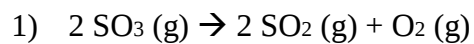
Kemampuan oksigen bereaksi dengan unsur – unsur lain memunculkan konsep oksidasi. Berdasarkan konsep ini, oksidasi adalah suatu reaksi penggabungan suatu unsur dengan oksigen. Reaksi tersebut diperoleh suatu zat yang disebut oksida. Proses pembentukan oksida memunculkan pengertian atau istilah reaksi oksidasi. Contoh reaksi oksidasi antara lain :

- 1) $2 \text{Cu (s)} + \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow 2 \text{CuO (s)}$
- 2) $4 \text{Fe (s)} + 3 \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow 2 \text{Fe}_2 \text{O}_3 \text{(s)}$
- 3) $\text{C(s)} + \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{(g)}$
- 4) $\text{HC(s)} + \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O(g)} + \text{CO}_2 \text{(g)}$

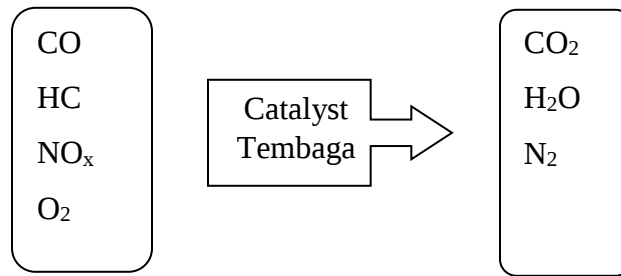
Ketika gas hidrogen melewati oksida tembaga panas, hidrogen mengambil oksigen dari oksida tembaga untuk membentuk logam tembaga dan air. Persamaan untuk reaksi antara tembaga oksida dan hidrogen ini menunjukkan apa yang terjadi $\text{CuO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$.

Hidrogen bergabung dengan oksigen dari tembaga oksida untuk membentuk air. Maka dalam reaksi ini hidrogen teroksidasi. Pada saat yang sama, tembaga oksida tereduksi menjadi logam dengan mengeluarkan oksigennya. Reaksi jenis ini disebut dengan reaksi redoks, karena mereka merupakan kombinasi reaksi oksidasi dan reduksi. Zat yang menyebabkan oksidasi dalam hal ini tembaga oksida disebut sebagai oksidan atau oksidator. Reduktan atau reduktor adalah zat yang menyebabkan reduksi. Dalam reaksi ini, yang menjadi reduktan atau reduktor adalah hidrogen.

Proses kebalikan dari proses pembentukan oksida atau oksidasi adalah reaksi pelepasan atau pengurangan oksigen dari suatu oksida. Reaksi tersebut disebut reaksi reduksi. Contoh reaksi reduksi antara lain :



Pada kedua reaksi di atas, SO_3 dan KClO_3 mengalami pengurangan (reduksi) jumlah oksigen yang terikat. SO_3 berubah menjadi SO_2 dan KClO_3 kehilangan seluruh oksigennya menjadi KCl .



Gamabar 6 : Katalis sebagai wadah terjadinya reaksi
(Sumber : Engine Group Step 2)

- 1) $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
- 2) $\text{HC} + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

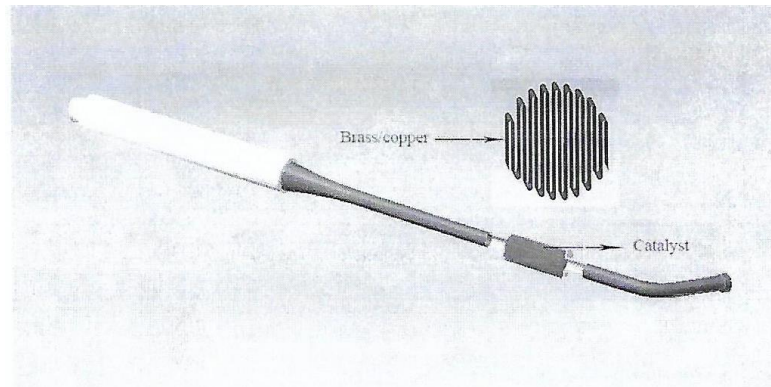
Pada reaksi di atas menjelaskan bahwa ketika gas karbon monoksida (CO) melewati katalis tembaga yang beroksidasi, karbon monoksida (CO) mengambil oksigen dari oksida tembaga sehingga karbon monoksida (CO) bergabung dengan oksigen untuk membentuk karbon dioksida (CO₂), begitu juga dengan gas hidrokarbon (HC) apabila melewati katalis tembaga yang beroksidasi, hidrokarbon (HC) mengambil oksigen dari tembaga sehingga hidrokarbon bergabung dengan oksigen untuk membentuk air (H₂O) dan karbon dioksida (CO₂).

B. Penelitian Yang Relevan

Penelitian yang relevan diambil untuk mendukung atau mempertegas teori-teori yang telah di kemukakan dalam kajian teori ini antara lain :

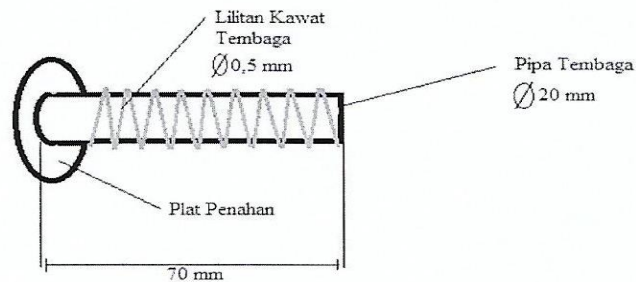
1. Ahmad Razali (2014) dalam penelitiannya, perbandingan gas karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) yang menggunakan catalyst kuningan dengan catalyst tembaga pada motor empat langkah. Hasil

penelitian menunjukkan perbedaan rata – rata gas buang CO yang dihasilkan oleh katalyst kuningan lebih tinggi dibandingkan menggunakan katalyst tembaga. Pada katalyst kuningan kandungan CO sebesar 64,42% sedangkan yang menggunakan katalyst tembaga kandungan CO lebih rendah yaitu sebesar 59,34%. Pada penelitian ini katalis diletakkan pada *header/* pangkal knalpot, dan kecepatan rpm mesin yaitu 1500 rpm- 3000 rpm.



Gambar 7 : Desain Penelitian Ahmad Razali

2. Rahmat Ikhsan (2009) dalam penelitiannya, pengaruh penggunaan tembaga sebagai catalyst pada saluran buang sepeda motor yamaha vega zr terhadap emisi gas buang Hidrokarbon. Hasil penelitian menunjukkan penurunan hidrokarbon (HC) yang tinggi terdapat pada 180 lilitan kawat tembaga yaitu sebesar 78.23% pada putaran 2000 Rpm lebih tinggi penurunannya dibandingkan dengan menggunakan 60 dan 120 lilitan. Pada penelitian ini katalis diletakkan pada ujung knalpot.



Gambar 8 : Desain Penelitian Rahmat Ikhsan

Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dapat dilihat perbedaan dari penempatan letak katalis dan putaran mesin yang ditetapkan ditujukan untuk menurunkan kadar emisi gas buang yang berbahaya dengan menggunakan bahan katalis tembaga sebagai pereduksi gas buang yang keluar melalui knalpot.

C. Kerangka Berfikir

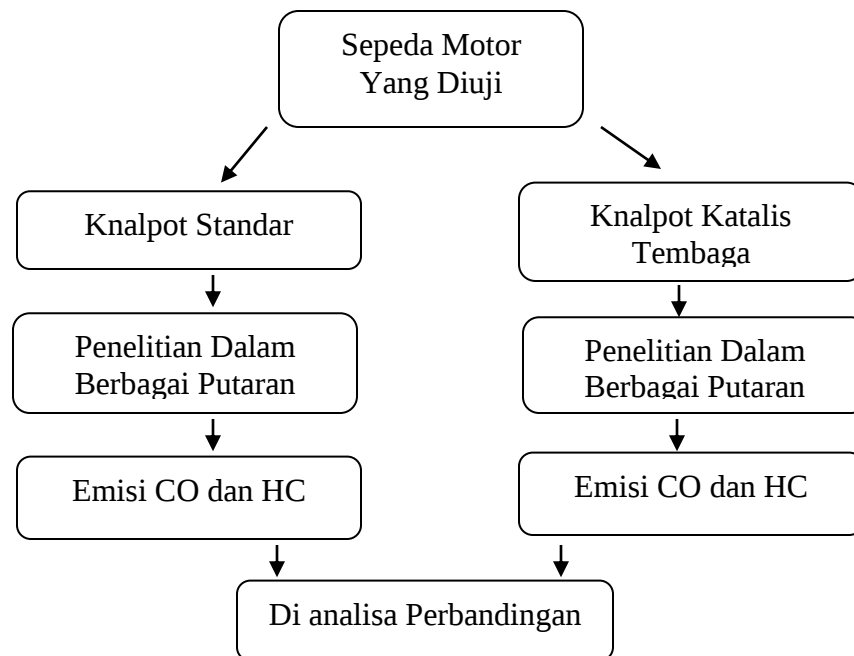
Kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber pencemar udara di banyak kota besar di dunia, tak terkecuali di Indonesia. Proses pembakaran yang tidak sempurna pada motor bensin akan menghasilkan berbagai polutan yang berbahaya bagi kesehatan manusia, salah satu polutan tersebut adalah gas karbon monoksida (CO) dan gas hidrokarbon (HC).

Untuk mengurangi emisi gas karbon monoksida (CO) dan gas hidrokarbon (HC) tersebut dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan penambahan katalis tembaga pada saluran gas buang. Katalis tembaga 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.

Dari penelitian ini dapat diketahui seberapa besar pengaruh penambahan katalis plat tembaga pada saluran gas buang terhadap emisi gas karbon monoksida (CO) dan gas hidrokarbon (HC).

Dari uraian di atas maka dapat digambarkan kerangka berpikir penelitian sebagai berikut :



Gambar 9 : Kerangka Berfikir

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan kerangka berpikir yang telah dijabarkan di atas maka hipotesis untuk penelitian ini adalah terdapat perbedaan karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) pada kendaraan menggunakan knalpot katalis plat tembaga dengan knalpot standar.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan uraian tentang data hasil penelitian di atas, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan pengujian kadar CO dan HC dalam gas buang dengan menggunakan *four gas analyzer*, dapat disimpulkan bahwa mesin yang menggunakan knalpot katalis plat tembaga menunjukkan angka gas buang CO dan HC yang rendah sehingga dikatakan baik dibandingkan dengan menggunakan knalpot standar.
2. Penggunaan knalpot katalis plat tembaga pada sepeda motor dengan meletakkan katalis pada bagian muffler dan menggunakan desain yang terlihat pada gambar 11 halaman 39 dapat menurunkan emisi gas CO dan HC bila dibandingkan dengan sepeda motor yang menggunakan knalpot standar. Pada emis gas buang CO penurunan tertinggi mencapai 75,16 % pada putaran 1400 rpm, untuk HC penurunannya mencapai 55,65 % pada putaran 2500 rpm.
3. Hasil dari uji t secara keseluruhan menunjukkan hasil bahwa $t_{hitung} > t_{tabel}$ yang mana t_{hitung} mempunyai nilai 2,920 pada taraf signifikan 5%

yang berarti perbedaan yang ditimbulkan dari keseluruhan data adalah signifikan.

B. Saran

Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian ini, masih terdapat kekurangan. Untuk itu perlu beberapa hal yang penulis rekomendasikan agar penelitian ini lebih sempurna diantaranya adalah :

1. Penelitian ini hanya membahas tentang pengaruh penggunaan knalpot katalis plat tembaga terhadap emisi gas buang, sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut yang membahas tentang pengaruhnya terhadap suara yang ditimbulkan.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat membahas tentang kecepatan aliran udara gas buang antara penggunaan knalpot katalis dan yang tidak menggunakan katalis/ yang menggunakan knalpot standar.
3. Lebih lanjut diharapkan dapat membahas tentang semua jenis emisi gas buang yang dihasilkan pada sepeda motor seperti Nox, CO₂, dan O₂ untuk mengkaji lebih dalam lagi pengaruh penggunaan knalpot katalis plat tembaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus dan Syam. 2012. *Perancangan Alat Uji Kebisingan Knalpot Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler PIC 16F877A*. Jurnal Sistem Komputer Unikom-Komputika-Volume 1, No.2. Halaman 11. <http://unikom.ac.id> (22 Oktober 2017).
- Alwi, Erzeddin, dan Amrizal Arief . 1996. *Sepeda Motor* . Ikip Padang Press.
- Ardiansyah, Bayu. 2010. *Studi Kimia Antarmuka Pada Reaksi Hidrogenasi dengan Katalis Ni/ Al₂O₃*. Makalah FMIPA UI.
- Bonnick, Allan. 2008. *Automotive Science and Mathematic*. Oxford : Elsevier Ltd.
- Daryanto. 1999. *Pengetahuan Komponen Mobil*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Emel Seran. 2010. *Tembaga*. Diakses Pada 8 Oktober 2017. <http://wanibesak.wordpress.com/2010/11/07/tembaga-tambang-sifat-dan-kegunaan/>
- Gupta,H.N. 2009. *Fundamental Of Internal Combustion Engines*. Delhi: PHI Learning Private Limited.
- Irawan, Bagus, dan Muhammad Subri. 2005. *Unjuk Kemampuan Catalytic Converter dengan Katalis Kuningan Untuk Mereduksi Gas Hidrokarbon Motor Bensin*. Jurnal : Traksi.vol.3.No.2. (22 Oktober 2017).
- Jama, Jalius, dan Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. .
- Kompas Otomotif. 2012. *Populasi Kendaraan Bermotor*. Pada [www. Kompas. Com](http://www.kompas.com).
- Martyr, A.J, Plint M.A. 2007. *Engine Testing*. United Kingdom : Elsilver.
- Peraturan Mentri Lingkunga Hidup No. 05 tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor.
- Prianto, Bayu. 2008. *Katalis Heterogen dengan Mekanisme Langmuir- Hinshelwood Sebagai Model Reaksi Elektrolisis NaCl*. Jurnal Berita Dirgantara vol. 9 No.3. (4 November 2017).
- Pulkrabek, Willard W. 2004. *Enginering Fundamentals Of The Internal Combustion Engine*.New Jersey: Pearson-hal.