

TUGAS SARJANA
KONVERSI ENERGI
ANALISIS CATALYTIC CONVERTER DENGAN
BAHAN TEMBAGA BERBENTUK SARANG LEBAH
TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA
MOTOR 125CC

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

IMAM MAULANA NASUTION

1307230148



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN I

**TUGAS SARJANA
KONVERSI ENERGI**

**ANALISIS CATALYTIC CONVERTER DENGAN BAHAN
TEMBAGA BERBENTUK SARANG LEBAH TERHADAP
EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR 125CC**

Disusun Oleh :

IMAM MAUALANA NASUTION

1307230148

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

Pembimbing – II

(H. Muharnif M, S.T., M.Sc)

(Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, S.T.)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

LEMBAR PENGESAHAN II

**TUGAS SARJANA
KONVERSI ENERGI**

**ANALISIS CATALYTIC CONVERTER DENGAN BAHAN
TEMBAGA BERBENTUK SARANG LEBAH TERHADAP
EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR 125CC**

Disusun Oleh :

IMAM MAULANA NASUTION

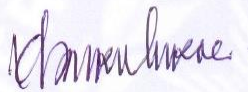
1307230148

Telah Diperiksa Dan Diperbaiki
Pada Seminar Tanggal 08 Maret 2018

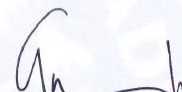
Disetujui Oleh:

Pembanding – I

Pembanding – II



(Khairul Umurani, S.T., M.T)



(Chandra A Siregar.S.T.,M.T)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, S.T.)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**



E-lamanjawabsuratini agar disebutkan nomordantanggalnya

**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

PusatAdministrasi: JalanKaptenMukhtarBasri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

**DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA**

Nama Mahasiswa : Imam Maulana Nasution
NPM : 1307230148
Semester : X (Sepuluh)
SPESIFIKASI :

Analisis Catalytic Converter Dengan Bahan Tembaga Berbentuk
Sarang Lebah Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 125CC

Diberikan Tanggal : 25 Agustus 2017
Selesai Tanggal : 20 Februari 2018
Asistensi :
Tempat Asistensi : Fakultas Teknik UMSU

Diketahui oleh :
Ka. Program Studi TeknikMesin



(Affandi, S.T.)

Medan,
DosenPembimbing – I

(H. Muharnif M, S.T., M.Sc)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
VERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 - 6624567 -

6622400 - 6610450 - 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238

Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila menjaburatin agar disebutkan
nomor dan tanggalnya

DAFTAR HADIR ASISTENSI

TUGAS SARJANA

NAMA : IMAM MAULANA NST PEMBIMBING I: H.MUHARNIF, S.T., M.Sc


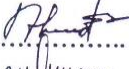
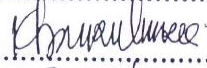
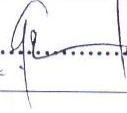





NPM : 1307230148

PEMBIMBING II: AHMAD MARABDI, S.T., M.T

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1.	Jum'at/24 November 2017.	Pemberian spesifikasi tugas.	
2.	Kamis/21 Desember 2017.	Perbaiki pendahuluan, tinjauan pustaka, tabel, gambar.	
3.	Jum'at/12 Januari 2018.	perbaiki metode penelitian, dan penelitian dan diskusi - lanjut ke pembimbing II	
4.	Rabu 20 12 2017.	- perbaiki kerangka tulisan o spasi o tanda baca dll - ace	
		Acc, Seminar	

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2017 – 2018**

Peserta Seminar
 Nama : Imam Maulana Nst
 NPM : 1307230148
 Judul Tugas Akhir : Analisis Catalytk Conferter Dengan bahan Tembaga Ber-Bentuk sarang Lebah Terhadap Emisi gas Buang Pada - Sepeda Motor 125 cc.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I	: H.Muharnif.S.T.M.Sc	:	
Pembimbing – II	: Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T	:	
Pembanding – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	:	
Pembanding – II	: Chandra A Siregar.S.T.M.T	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1107230202	Abimanyu Rizkandi	
2	1107230147	Muhammad Yusron	
3	1307230085	DIND BRYANSYAH	
4	1307230123	BAHARI RAMADHAN	
5	1307230136	FAHROZI RAUH	
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 19 Djum.Akhir 1439 H
08 Maret 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin


Affandi.S.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Imam Maulana Nst
NPM : 1307230148
Judul T.Akhir : Analisis Catalytk Converter Dengan Bahan Tembaga Berbentuk Sarang lebah Terhadap Emisi gas Buang Pada Sepeda Motor 125 cc.

Dosen Pembimbing – I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Delat Catalytk pada Bahan Tembaga

3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 19 Djum.Akhir 1439H
08 Maret 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Affandi.S.T
Affandi.S.T

Dosen Pembanding- I

Khairul Umurani
Khairul Umurani.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Imam Maulana Nst
NPM : 1307230148
Judul T.Akhir : Analisis Catalytk Converter Dengan Bahan Tembaga Berbentuk Sarang lebah Terhadap Emisi gas Buang Pada Sepeda Motor 125 cc.

Dosen Pembimbing – I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

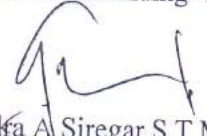
KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
..... *lihat buku tugas sarjan*
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 19 Djum.Akhir 1439H
08 Maret 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Affandi.S.T

Dosen Pemanding- II

Chandra A Siregar.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Imam Maulana Nasution
Tempat/Tgl Lahir : Tanah Tinggi 12 Mei 1995
NPM : 1307230148
Bidang Keahlian : Konversi Energi
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas sarjana (skripsi) saya ini yang berjudul :

ANALISIS CATALYTIC CONVERTER DENGAN BAHAN TEMBAGA BERBENTUK SARANG LEBAH TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR 125CC.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 10 Maret 2018
Saya yang menyatakan,



IMAM MAULANA NASUTION

ABSTRAK

Seiring dengan berkembangnya industri otomotif yang sebagian besar masih menggunakan bahan bakar fosil bensin sebagai bahan bakar utama, dan makin meningkatnya tingkat pemakaian kendaraan berbahan bakar bensin seperti pada mobil, sepeda motor, kendaraan umum berakibat pada meningkatnya tingkat polusi udara yang disebabkan oleh emisi dari kendaraan berbahan bakar bensin, beberapa jenis emisi tersebut di antaranya Karbon Monoksida (CO), Hidro carbon (HC), Nitrogen Dioksida (Nox) dan Sulfur Dioksida (SO₂), yang memiliki dampak yang buruk terhadap kesehatan tubuh manusia dan mengikis lapisan ozon yang ada pada atmosfer. *Catalytic Converter* merupakan sebuah converter (pengubah) yang menggunakan media yang bersifat katalis, dimana media tersebut diharapkan dapat membantu atau mempercepat terjadinya proses perubahan suatu zat (reaksikimia) sehingga gas seperti CO dapat teroksidasi menjadi CO₂. Metode yang dipakai adalah metode eksperimental, untuk membandingkan hasil percobaan emisi gas buang sebelum melewati catalytic converter dan sesudah melewati catalytic converter. Terdapat penurunan Emisi gas CO sebesar 20,52%, HC 11,57%, serta terjadi penurunan emisi gas buang pada *Catalytic Converter* bahan tembaga CO₂ 30,432% setiap putaran rpm. Penggunaan plat tembaga berbentuk sarang lebah dapat menurunkan emisi gas buang CO, HC dan CO₂ dengan persentase penurunan yang cukup baik.

Kata Kunci : *Catalytic Converter*, Tembaga.

KATA PENGANTAR



Assalamu'Alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirabil'alamin, segala puji kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya kepada penulis, sehingga atas barokah dan ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagaimana yang diharapkan.

Adapun judul dari Tugas Akhir ini adalah "ANALISIS CATALYTIC CONVERTER DENGAN BAHAN TEMBAGA BERBENTUK SARANG LEBAH TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR 125CC" yang diselesaikan selama kurang lebih 7 bulan. Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi syarat menyelesaikan jenjang kesarjanaan Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Selama menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak H. Muharnif, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I dalam penulisan Tugas Akhir ini.
2. Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing II dalam penulisan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing 1.
4. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.sc, selaku Wakil Dekan 1 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T, selaku Wakil Dekan 3 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Dosen / staf pengajar di teknik mesin yang telah banyak mengajarkan saya tentang ilmu teknik mesin.
9. Pegawai Biro yang telah banyak mengurus berkas perkuliahan saya hingga sampai selesai.
10. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Irmansyah Nasution dan Ibunda tercinta Hafsah yang telah mengasuh dan membesarkan saya dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus..
11. Terimakasih kepada Abangda Rudi, Gani, yang telah membantu saya dalam pengujian.
12. Terima kasih kepada Saudara Verry , Fachrozi, Aji, Bahari, Dino, Khairil Prayandi , Khairil Imran, Angghari, dan teman – teman mesin angkatan 2013 yang masih banyak namanya tidak disebutkan yang telah membantu, member semangat, saran dan kritik hingga tugas akhir saya ini selesai pada waktunya dalam perkuliahan dan penyusunan Tugas Akhir saya ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bias memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi saya dan juga bagi teman-teman mahasiswa/i Teknik Mesin khususnya. Amin.

*Billahifiisabillihq
Fastabiqul khairat
Wassalamu'AlaikumWr. Wb*

Medan, 08 Februari 2018
Penulis

Imam Maulana Nasution
1307230148

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN 1	
LEMBAR PENGESAHAN II	
LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA	
ABSTRA	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan	4
1.4.1. Tujuan Umum	4
1.4.2. Tujuan Khusus	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Teori Emisi Gas Buang	6
2.1.1. Sumber Gas Buang Kendaraan Bermotor	8
2.1.2. Dampak Gas Buang Kendaraan Bermotor	10
2.1.3. Dampak Emisi Gas Buang Bagi Kesehatan	11
2.1.4. Dampak Terhadap Lingkungan	12
2.2. <i>Catalytic Converter</i>	13
2.2.1. Proses Terbentuknya Gas Buang	16
2.2.2. Prinsip Kerja <i>Catalytic Converter</i>	17
2.3. Knalpot	19
2.3.1. Jenis-Jenis Knalpot	19
2.3.2. Bagian-Bagian knalpot	19
2.4. Katalis Tembaga	20
2.5. Bahan Bakar	20
2.5.1. Premium	21
2.5.2. Pembakaran	24
2.5.3. Air Full Ratio	26
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1. Diagram Alir penelitian	28
3.2. Tempat dan Waktu	34
3.2.1. Tempat	29
3.2.2.	29
3.3. Alat dan Bahan Yang digunakan	29

3.3.1 Alat	29
3.3.2 Bahan	34
3.4. Proses Persiapan	36
3.5. Prosedur Pengujian	38
3.6. Langkah-Langkah Kerja	39
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisa Data Dan Hasil Pengujian	41
4.1.1. Data hasil pengujian knalpot standar dan racing	41
4.1.1.1. Kandungan Emisi Gas Buang CO	42
4.1.1.2. Kandungan Emisi Gas Buang HC	43
4.1.1.3. Kandungan Emisi Gas Buang CO ₂	44
4.1.1.4 Perhitungan Nilai CO.HC,dan CO ₂ Tanpa Catalytic	45
4.1.1.5 Perhitungan Nilai CO.HC,dan CO ₂ Dengan Catalytic	46
4.1.1.6 Perhitungan Persentase Emisi Gas Buang	47
4.1.1.7 Perhitungan Persetase penurunan Emisi Gas Buang	47
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sumber Gas Buang Kendaraan Bermotor	9
Gambar 3.1	Diagram Alir	28
Gambar 3.2	Gas Analyzer	30
Gambar 3.3	Sepeda Motor 125 cc	32
Gambar 3.4	Kunci 10 Pas Ring	32
Gambar 3.5	Stopwatch	32
Gambar 3.6	probe	33
Gambar 3.7	Premium	34
Gambar 3.8	Knalpot <i>Catalytic Converter</i>	35
Gambar 3.9	Knalpot Standar	35
Gambar 3.10	Desain Chasing <i>Catalytic Converter</i>	36
Gambar 3.11	Plat Tembaga yang Belum Berbentuk Lingkaran	36
Gambar 3.12	Proses Pembentukan sarang Lebah	37
Gambar 3.13	Proses Pembentukan Lingkaran	37
Gambar 3.14	<i>Catalytic Converter</i> yang Sudah jadi dan Siap diuji	37
Gambar 4.1	Grafik Perbandingan CO Knalpot Standar Dan Catalytic	42
Gambar 4.2	Grafik Perbandingan HC Knalpot Standar Dan Catalytic	43
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan CO ₂ Knalpot Standar Dan Catalytic	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor Tipe L	9
Tabel 2.2	Spesifikasi Premium	23
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian	29
Tabel 3.2	Spesifikasi Gas Analyzer	29
Tabel 4.1	Data Pengujian Knalpot Standar	41
Tabel 4.2	Data Pengujian Knalpot <i>Catalytic Converter</i>	42
Tabel 4.3	Nilai Rata-rata Emisi gas Buang Tanpa Catalytic	48
Tabel 4.4	Nilai Rata-rata Emisi gas Buang Dengan Catalytic	48

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
CO	Karbon Monoksida	%
HC	Hidrokarbon	ppm
CO ₂	Karbon Dioksida	%

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya industri otomotif yang sebagian besar masih menggunakan bahan bakar fosil bensin sebagai bahan bakar utama, dan makin meningkatnya tingkat pemakaian kendaraan berbahan bakar bensin seperti pada mobil, sepeda motor, kendaraan umum berakibat pada meningkatnya tingkat polusi udara yang disebabkan oleh emisi dari kendaraan berbahan bakar bensin, beberapa jenis emisi tersebut di antaranya Karbon Monoksida (CO), Hidro carbon (HC), Nitrogen Dioksida (Nox) dan Sulfur Dioksida (SO₂), yang memiliki dampak yang buruk terhadap kesehatan tubuh manusia dan mengikis lapisan ozon yang ada pada atmosfer (Heripurnomo,2017).

Salah satu polutan udara yang berbahaya dan sangat dominan jumlahnya adalah gas Carbon Monoksida (CO) yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dan udara motor bensin yang tidak sempurna. Mengingat bahaya emisi gas buang khususnya Carbon Monoksida tersebut yang biasa menyebabkan kematian bagi manusia yang menghirupnya, maka perlu usaha-usaha untuk mengendalikan dan mengurangi pencemaran udara agar dampak negative bagi manusia dapat dikurangi dan di minimalkan.

Catalytic Converter merupakan sebuah Converter (pengubah) yang menggunakan media yang bersifat katalis, dimana media tersebut diharapkan dapat membantu atau mempercepat terjadinya proses perubahan suatu zat

(reaksikimia) sehingga gas seperti CO dapat teroksidasi menjadi CO₂ (Vendy Saputro,2015).

Catalytic Converter merupakan salah satu alternative teknologi yang dapat digunakan untuk menurunkan polutan dari emisi kendaraan bermotor, khususnya untuk motor berbahan bakar bensin. *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) memlaui reaksi kimia.

Catalytic Converter terdiri atas bahan-bahan yang bersifat katalis yaitu bahan yang bisa mempercepat terjadinya reaksi kimia yang tidak mempengaruhi keadaan akhir kesetimbangan reaksi dan komposisi kimia katalis tersebut tidak berubah. Bahan dasar dari *Catalytic converter* adalah logam katalis. Logam katalis yang biasa digunakan adalah *Platinum* (Pt) dan *Rhodium* (Rh). Alasan pemilihan bahan ini bahan ini karena *Platinum* mempunyai keaktifan yang tinggi selama proses oksidasi karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC), sedangkan *Rhodium* sangat aktif selama proses reduksi nitrogen oksida (NO_x).

Catalytic Conveter dengan bahan tembaga yang berbentuk sarang lebah untuk mengurangi emisi gas buang yang mempunyai kelebihan material mudah didapat, harga lebih murah dan proses pembuatannya mudah.

Kelebihan *Catalytic Conveter* dengan bahan katalis plat tembaga model sarang lebah menurunkan emisi yang signifikan dibandingkan dengan model

standar. Penurunan emisi paling signifikan terjadi pada CO dan HC masing-masing sebesar 41,85% dan 29,16%, baru di susul CO₂ sebesar 12,88%. Penurunan ini terjadi karena pembakaran lanjut dari gas asap yang ditandai dengan kenaikan temperatur sebesar 23,12% sehingga proses oksidasi dan reduksi dapat berlangsung secara maksimal (Alimokhtar,2014).

1.2 Rumusan Masalah

Dengan melakukan pengujian analisa emisi gas buang kendaraan bermotor menggunakan tembaga berbentuk sarang lebah dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengurangi gas gas berbahaya yang terkandung pada gas buang kendaran bermotor yang semakin hari semakin bertambah ?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan *Catalytic Converter* berbahan tembaga terhadap emisi gas buang kendaraan bermotor ?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya masalah yang akan di uji, maka penulis akan membahas masalah yang berkaitan dengan pengujian, antara lain:

1. Pengujian hanya dilakukan untuk mencari hasil emisi gas buang kendaraan bermotor 125cc menggunakan *Catalytic Converter* berbahan tembaga yang berbentuk sarang lebah.

1.4 Tujuan

1.4.1 Tujuan Umum

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menganalisa gas buang kendaraan bermotor dengan *Catalytic Converter* berbahan tembaga berbentuk sarang lebah.

1.4.2 Tujuan Khusus

Untuk mengetahui besar emisi gas buang CO,HC dan CO₂ pada kendaraan bermotor yang dihasilkan pada pengujian gas buang kendaraan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian emisi gas buang ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan tentang lingkungan dan transportasi, sehingga dapat memberi masukan kepada dinas terkait tentang pembatasan usia pakai kendaraan sehingga dapat ditindak lanjuti lebih jauh dalam mengambil Keputusan berupa peraturan-peraturan pengujian kendaraan bermotor.
2. Dapat memberi gambaran seberapa besar pengaruh yang ditimbulkan gas buang kendaraan untuk mengambil tindakan yang nyata dalam pemeliharaan kualitas udara dan pencegahan pencemaran udara.
3. Menambah pengetahuan dan wawasan tentang uji emisi gas buang. Sebagai bahan penelitian untuk menganalisa uji emisi gas buang dengan *Catalytic Converter* yang berbentuk sarang lebah.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang landas teori yang digunakan yaitu mengenai persamaan-persamaan teori yang bersinggungan dengan judul tugas akhir.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan cara atau metode penelitian, jalannya penelitian yang dilakukan, alat dan bahan.

BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil dari pengujian dan analisa data.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan analisa.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini berisikan tentang sumber materi yang di dapat untuk membahas persoalan dalam tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Emisi Gas buang

Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan. Gas buang kendaraan yang dimaksud disini adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan. Terdapat emisi pokok yang dihasilkan kendaraan.

Proses pembakaran bahan bakar dari kendaraan bermotor menghasilkan gas buang yang bersifat mencemari lingkungan sekitar dalam bentuk polusi udara. Secara teoritis gas buang mengandung unsur-unsur senyawa antara lain:

1. Emisi senyawa Hidro Carbon (HC)

Senyawa Hidro karbon (HC), terjadi karena bahan bakar belum terbakar tetapi sudah terbang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar. Senyawa hidro karbon (HC) dibedakan menjadi dua yaitu bahan bakar yang tidak terbakar sehingga keluar menjadi gas mentah, serta bahan bakar yang terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang. Senyawa HC akan berdampak terasa pedih di mata, mengakibatkan tenggorokan sakit, penyakit paru-paru dan kanker (Siswantoro,2014).

2. Emisi senyawa Carbon Monoksida (CO)

Gas karbon monoksida merupakan unsur gas yang relatif tidak stabil dan memiliki kecenderungan bereaksi dengan unsur yang lain, Carbon Monoksida sebenarnya bisa dengan mudah berubah menjadi Carbon Dioksida apabila tercampur dengan sedikit oksigen dan panas, jika rasio AFR pada mesin yang bekerja bisa tepat.

3. Emisi senyawa Carbon Dioksida (CO₂)

Banyaknya kandungan karbon dioksida yang keluar dari knalpot motor sebenarnya menunjukkan proses pembakaran diruang bakar, jika kandungan semakin tinggi, maka artinya pembakaran semakin sempurna, jika AFR berada diangka ideal, emisi karbon dioksida akan berkisar antara 12% - 15%, namun jika AFR terlalu kurus atau kaya maka maka emisi CO₂ akan turun drastis, apabila CO₂ dibawah 12% maka kita harus melihat emisi lainnya yang menunjukkan posisi AFR terlalu kaya atau kurus, sumber keluarnya CO₂ sendiri hanya ada di ruang bakar yang dipengaruhi CC, jika kadar CO₂ rendah namun kadar CO dan HC normal, artinya ada kebocoran pada knalpot.

4. Emisi senyawa Oksigen (O₂)

Konsentrasi O₂ diruang bakar berbanding terbalik dengan CO₂, agar pembakaran sempurna kadar oksigen harus mencukupi untuk setiap molekul HC, bentuk ruang bakar yang melengkung sempurna akan mempengaruhi efisiensi pembakaran bahan bakar karena kondisi ini mempermudah bertemunya molekul bensin dan molekul udara. Untuk mengurangi emisi HC molekul oksigen harus diperbanyak untuk memastikan semua molekul bensin bisa bertemu molekul

udara dalam AFR 14,7 : 1 ($\lambda = 1$) oksigen yang terkandung dalam gas buang berkisar antara 0.5% - 1%, normalnya konsentrasi oksigen dan gas buang adalah sekitar 12% atau lebih kecil hingga mendekati 0%.

5. Emisi senyawa Nox

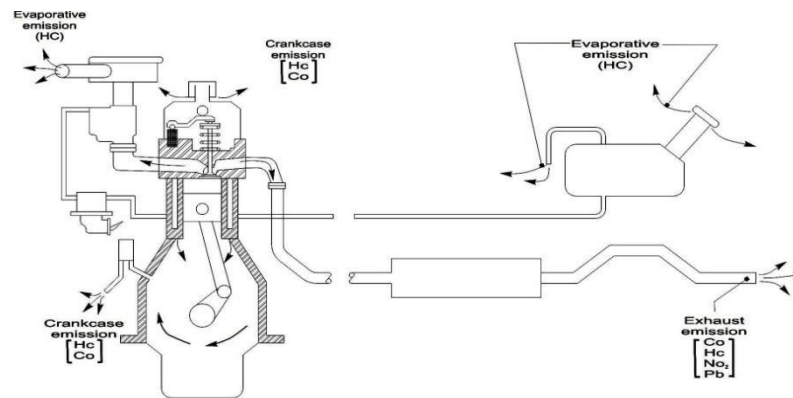
Senyawa Nox sebenarnya tidak terlalu penting dalam diagnose mesin, pada dasarnya Nox merupakan ikatan kimia antara nitrogen dan oksigen, dalam kondisi atmosphere normal, nitrogen merupakan gas inert yang sangat stabil dan tidak berikatan dengan unsur senyawa lainnya, namun saat mesin dalam kondisi panas, suhu tinggi dan tekanan tinggi akan mempengaruhi unsur nitrogen sehingga senyawa ini terpecah ikatannya dan tercampur dengan oksigen. Nox adalah senyawa yang tidak stabil, efeknya jika menjadi gas buang motor akan berikatan dengan oksigen di udara bebas sehingga membentuk kandungan NO₂, kandungan ini mengandung racun dan jika bercampur air akan menjadi asam nitrat yang sangat berbahaya jika dihirup manusia.

2.1.1. Sumber Polusi Kendaraan Bermotor

Ada empat sumber polusi yang berasal dari kendaraan bermotor, yaitu :

1. Pipa gas buang (knalpot) adalah sumber yang paling utama (65-85%) dan mengeluarkan hidro karbon (HC) yang terbakar maupun tidak terbakar, bermacam-macam nitrogenoksida (NO_x), karbon monoksida (CO) dan campuran alkohol, aldehida, keton, penol, asam, ester, ether, epoksida, peroksida dan oksigen yang lain.
2. Bak oli adalah sumber kedua (20%) dan mengeluarkan hidro karbon (HC) yang terbakar maupun tidak.

3. Tangki bahan bakar adalah faktor yang disebabkan oleh cuaca panas dengan kerugian penguapan hidrokarbon mentah (5%).
4. Karburator adalah faktorlainnya, terutama saat berkendara pada posisi kondisi macet dengan cuaca panas,dengan kerugian penguapan dan bahan bakar mentah (5-10%).



Gambar2.1 Sumber gas buang kendaraan bermotor

(Irawan B, 2012)

Tabel 2.1 Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor (kemen LH No.05 tahun 2006)

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO (% Vol)	HC (ppm)	
Sepeda langkah motor	2 < 2010	4.5	12000	Idle
Sepeda langkah motor	4 < 2010	5.5	2400	Idle
Sepeda motor (2 langkah dan 4 langkah)	≥ 2010	4.5	2000	Idle

2.1.2 Rumus Emisi Gas Buang

a Rumus mencari rata-rata mencari nilai emisi gas buang

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{\text{jumlah nilai}}{\text{banyaknya data}}$$

b Rumus persentase emisi

$$\text{Persentase emisi} = \frac{\text{rata-rata emisi dengan katalis}}{\text{rata-rata emisi tanpa katalis}} \times 100\%$$

c Rumus persentase penurunan emisi

$$\text{persentase penurunan emisi} = 100 \% - \text{persentase emisi} (\%)$$

(sudaryono:2011)

2.1.3 Dampak Gas Buang Kendaraan Bermotor

Gas buang kendaraan bermotor sebenarnya terutama terdiri dari senyawa yang tidak berbahaya seperti nitrogen, karbon dioksida dan uap air, tetapi didalamnya terkandung juga senyawa lain dengan jumlah yang cukup besar yang dapat membahayakan kesehatan maupun lingkungan. Bahan pencemar yang terutama terdapat di dalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidro karbon, berbagai oksida nitrogen (NOx) dan sulfur (SOx), dan partikulat debu termasuk timbel (PB). Bahan bakar tertentu seperti hidrokarbon dan timbel organik, dilepaskan keudara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar. (Tugaswati,2000).

2.1.4 Dampak emisi gas buang bagi kesehatan

. Dampak pencemaran saat ini merupakan masalah sangat serius yang dihadapi oleh negara-negara industri. Berikut diuraikan dampak pencemaran udara terhadap kesehatan manusia dari beberapa gas pencemar udara.

- a Dampak pencemar oleh gas karbonmonoksida, CO. dapat mengakibatkan turunnya berat janin dan meningkatkan jumlah kematian bayi serta kerusakan otak. Selain itu gas CO dapat mengikat hemoglobin darah mengganti posisi oksigen bila terhisap masuk ke paru-paru, mengakibatkan fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen terganggu.
- b Dampak pencemar Nitrogen Oksida (Nox) Gas nitrogen oksida ada dua macam yaitu: gas nitrogen monoksida (NO) dan gas nitrogen dioksida (NO₂). Keduanya mempunyai sifat berbeda dan sangat berbahaya bagi kesehatan. Gas NO menyebabkan gangguan pada syaraf sehingga menimbulkan kejang-kejang, bila keracunan terus berlanjut mengakibatkan kelumpuhan. Sedangkan untuk gas NO₂ paru-paru yang terkontaminasi dengan NO₂ akan membengkak sehingga penderita sulit bernafas yang dapat mengakibatkan kematian. Pada konsentrasi rendah gas NO₂ juga menyebabkan iritasi pada mata yang menyebabkan mata perih dan berair.
- c Dampak Pencemar Belerang Oksida (SO_x) mengganggu kesehatan manusia adalah;gangguan sistem pernafasan, karena gas SO_x yang mudah menjadi asam menyerang selaput lendir pada hidung, tenggorokan dan saluran pernafasan yang lain sampai ke paru-paru.

- d Dampak Pencemar Hidrokarbon (HC) menyebabkan iritasi pada membran mukosa dan menimbulkan infeksi paru-paru bila terhisap.
- e Dampak Gas Rumah Kaca (CH₄, CO₂ dan N₂O) efek rumah kaca ini adalah terjadinya peningkatan emosional dan temperamental bagi manusia, seperti kurang sabar atau cepat marah, pikiran pendek dan cepat bertindak anarkhis sehingga mengganggu ketenangan orang lain yang pada akhirnya menyebabkan depresi, tekanan darah meningkat dan stroke. Gejala ini secara umum penderita tidak menyadari berikut akibatnya terhadap kesehatan. (Sugiarti, 2009)

2.1.5 Dampak terhadap lingkungan

Tidak semua senyawa yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor diketahui dampaknya terhadap lingkungan selain manusia. Beberapa senyawa yang dihasilkan dari pembakaran sempurna seperti CO₂ yang tidak beracun, belakangan ini menjadi perhatian orang. Senyawa CO₂ sebenarnya merupakan komponen yang secara alamiah banyak terdapat di udara. Oleh karena itu CO₂ dahulunya tidak menepati urutan pencemaran udara yang menjadi perhatian lebih dari normalnya akibat penggunaan bahan bakar yang berlebihan setiap tahunnya. Pengaruh CO₂ disebut efek rumah kaca dimana CO₂ di atmosfer dapat menyerap energi panas dan menghalangi jalannya energi panas tersebut dari atmosfer ke permukaan yang lebih tinggi. Keadaan ini meningkatnya suhu rata-rata di permukaan bumi dan dapat mengakibatkan meningginya permukaan air laut akibat melelehnya gunung-gunung es, yang pada akhirnya akan mengubah berbagai siklus alamiah. Pengaruh pencemaran SO₂ terhadap lingkungan telah banyak diketahui. Pada tumbuhan, daun adalah bagian yang paling peka terhadap

pencemaran SO₂, dimana akan terdapat bercak atau noda putih atau coklat merah pada permukaan daun. Dalam beberapa hal, kerusakan pada tumbuhan dan bangunan disebabkan karena SO₂ dan SO₃ di udara, yang masing-masing membentuk asam sulfit dan asam sulfat (Hilmawan, 2011).

2.2 *Catalytic Converter*

Catalytic Converter adalah suatu alat yang dipasang di kendaraan yang berfungsi untuk mengurangi emisi gas buang pada kendaraan tersebut. Untuk mengetahui fenomena aliran di dalam saluran cukup sulit, tetapi dengan menggunakan perangkat lunak Fluent atau Ansys, simulasi dapat dilakukan untuk menentukan pola aliran yang terbentuk di dalam saluran. Simulasi aliran bertujuan untuk menggambarkan keadaan sebenarnya dari fenomena fisik yang terlihat di dalam aliran fluida. Semakin merata gas buang mengenai permukaan *Catalytic Converter* maka semakin besar terjadinya proses reduksi emisi (Alimohktar, 2014).

Catalytic Converter adalah salah satu teknologi yang digunakan untuk mereduksi gas buang CO menjadi CO₂, HC menjadi H₂O, dan NO_x menjadi N₂ pada saat dikeluarkan dari knalpot.

Catalytic Converter pada dasarnya merupakan sebuah reaktor unggun tetap (Fixed Bed Reaktor) yang beroperasi dinamis dan mengolah zat-zat yang mengandung emisi gas buang berbahaya menjadi zat-zat yang tidak berbahaya. *Catalytic Converter* merupakan sebuah *Converter* (pengubah) dengan menggunakan media yang bersifat katalis, dimana media tersebut diharapkan dapat membantu atau mempercepat terjadinya proses perubahan suatu zat (reaksi kimia).

Media katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Media yang biasa digunakan sebagai katalis adalah logam yang mahal dan jarang ditemukan seperti *Palladium*, *Platinum* dan *Stainless Steel*.

Catalytic Converter yang umum dipakai ada berbagai macam bentuk, secara garis besar dapat digolongkan menjadi dua golongan yaitu : Sistem ini sering disebut juga *Single bed Oxidation*, mampu mengubah CO dan HC menjadi CO₂ dan H₂O. *Catalytic* jenis ini beroperasi pada kendaraan udara berlebih (*Excess air setting*). Udara berlebih yang digunakan untuk proses oksidasi dapat diperoleh melalui pengaturan campuran miskin (*Lean mixture setting*) atau system injeksi udara sekunder. Jenis ini banyak digunakan pada motor diesel karena kemampuannya mengoksidasi zat-zat partikel dengan mudah.

Pada system ini terdiri dari dua system katalis yang dipasang segaris. Dimana gas buang pertama kali mengalir melalui *Catalytic Reduksi* dan kemudian *Catalytic Oksidasi*. Sistem pertama (bagian depan) merupakan katalis reduksi yang berfungsi menurunkan emisi NO_x, sedang system kedua (bagian belakang) merupakan katalis oksida yang menurunkan emisi HC dan CO. Mesin yang dilengkapi dengan system ini biasanya dioperasikan dengan kondisi campuran kaya. Tipe yang lain adalah *Tree-Way Catalytic Converter*. Pada tipe ini dirancang untuk mengurangi gas-gas polutan seperti CO, HC dan Nox yang keluar dari exhaust system dengan cara mengubah melalui reaksi kimia menjadi CO₂. Uap air (H₂O) dan Nitrogen (N)

Aplikasi pada perlakuan terhadap gas buang kendaraan bermotor dengan memasang *Catalytic Converter* banyak dikembangkan dan dilakukan oleh peneliti

akhir-akhir ini. Menurut Dowden dalam bukunya "*Catalytic Hand Book*", umumnya *Catalytic Converter* yang dipakai pada kendaraan bermotor (ada di pasaran) adalah tipe pelet dan monolithic dengan bahan katalis dari logam-logam mulia seperti *Palladium (Pd)*, *Platinum (Pt)*, dan *Rodium (Rh)*

Logam-logam mulia tersebut memiliki aktifitas spesifik yang tinggi, namun memiliki tingkat volatilitas besar, mudah teroksidasi dan mudah rusak pada suhu 500 – 900oC sehingga mengurangi aktifitas katalis. Selain itu logam-logam mulia tersebut mempunyai kelimpahan yang rendah dan harga yang cukup mahal. 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%).

Disamping itu 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.

Disamping itu masih ada logam katalis yang lebih murah, mudah dikerjakan dan mudah didapat untuk dijadikan catalytic Converter antara lain : CuO/zeolite alam, CuAl₂O₃, Cu, Mn, Mg dan Zeolit Alam, *Catalytic Converter* jenis ini mampu mengurangi emisi gas buang (CO, HC, Nox) cukup tinggi antara 16% sampai 80%.

Salah satu teknologi rekayasa sebagai wujud dari *Vehicle Emission Control* adalah modifikasi saluran gas buang dengan melakukan pemasangan

Catalytic converter pada system pembuangan gas kendaraan bermotor. Peneliti akan melakukan penelitian dengan mengkaji dan melakukan rancang bangun *Catalytic Converter* dengan bahan Katalis Tembaga-Mangan (RMBagus Irawan,2012).

Catalytic Converter merupakan salah satu alternatif teknologi yang dapat digunakan untuk menurunkan polutan dari emisi kendaraan bermotor, khususnya untuk motor berbahan bakar bensin . *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) memalui reaksi kimia. Pengkonversian polutan-polutan berbahaya tersebut tergambar pada reaksi sebagai berikut. :



Pada reaksi nomor 1 dan 2 terjadi reaksi oksidasi (penambahan oksigen), sedangkan pada reaksi nomor 3 memerlukan pengeluaran oksigen (reduksi).

2.2.1 Proses terbentuknya gas buang

1. CO (Carbon Monoksida)

Bila karbon didalam bahan bakar terbakar dengan sempurna, akan terjadi reaksi yang menghasilkan CO₂ sebagai berikut : $(\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2)$.

Apabila unsur oksigen udara tidak cukup, pembakaran tidak sempurna sehingga karbon didalam bahan bakar terbakar dengan proses sebagai berikut :



2. HC (Hidro carbon)

Sumber emisi HC dapat dibagi menjadi dua bagian, sebagai berikut :

1. Bahan bakar yang tidak terbakar dan keluar menjadi gas mentah.
2. Bahan bakar terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang: $(C_8H_{18} \longrightarrow H + C + H)$

Sebab utama timbulnya HC, sebagai berikut :

1. Sekitar dinding-dinding ruang bakar bertemperatur rendah, dimana temperatur itu tidak mampu melakukan pembakaran.
2. *Missing (missfire)*
3. Adanya *overlapping* katup (kedua katup bersamasama terbuka) sehingga merupakan gas pembilas/pembersih.

3. O₂ (Oksigen)

Pembakaran yang tidak sempurna dalam mesin menyisakan oksigen keudara. Oksigen yang tersisa ini semakin kecil bila mana pembakaran terjadi makin sempurna.

2.2.2 Prinsip Kerja *Catalytic converter*

1. Tahap awal dari proses yang dilakukan pada *Catalytic converter* adalah *reduction catalyst*. Tahap ini menggunakan *Platinum* dan *Rhodium* untuk

membantu mengurangi emisi NO_x. Ketika molekul NO atau NO₂ bersinggungan dengan katalis, sirip katalis mengeluarkan atom Nitrogen dari molekul dan menahannya. Sementara oksigen yang ada diubah ke bentuk O₂. Atom Nitrogen yang terperangkap dalam katalis tersebut diikat dengan atom Nitrogen lainnya sehingga terbentuk format N₂, namun demikian pada penulisan Tugas Akhir ini katalis yang akan digunakan bukanlah *Platinum* dan *Rhodium* melainkan menggunakan Tembaga (Cu).

2. Tahap kedua dari proses di dalam *Catalytic converter* adalah *oxidazion catalyst*. Proses ini mengurangi hidrokarbon (HC) yang tidak terbakar di ruang bakar dan karbonmonoksida (CO) dengan membakarnya (*oxidazion*) melalui katalis. Katalis ini membantu reaksi CO dan HC dengan oksigen yang ada di dalam gas buang. Reaksinya dapat dilihat pada persamaan ($2 \text{ CO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{ CO}_2$).

3. Tahap ketiga adalah pengendalian sistem yang memonitor arus gas buang. Informasi yang diperoleh dipakai lagi sebagai kendali sistem injeksi bahan bakar. Ada sensor oksigen yang diletakkan sebelum *Catalytic converter* dan cenderung lebih dekat ke mesin daripada converter itu sendiri. Sensor ini memberi informasi ke *Electronic Control System* (ECS) seberapa banyak oksigen yang ada di saluran gas buang. ECS akan mengurangi atau menambah jumlah oksigen sesuai rasio udara bahan bakar. Skema pengendalian membuat ECS memastikan kondisi mesin mendekati rasio *stoikiometri* dan memastikan ketersediaan oksigen di

dalam saluran buang untuk proses oksidasi HC dan CO yang belum terbakar.

2.3 Knalpot

Knalpot berfungsi sebagai peredam getaran, getaran akibat naik turun piston dari kepala silinder diteruskan ke body knalpot, rangka. Gas sisa hasil pembakaran dari ruang bakar juga keluar melalui knalpot.

2.3.1 Jenis- jenis knalpot

1. Knalpot *chamber*, konstruksi knalpot *chamber* seperti knalpot standar, knalpot jenis ini baik pada putaran bawah.
2. Knalpot *free flow*, konstruksi dari knalpot *free flow* baik bekerja pada mesin dengan putaran tinggi”. Knalpot jenis ini sistem pelepasan gas buang lebih ringkas dan singkat turbulensinya, sehingga dikenal dengan sistem pembuangan los (*free flow*).

2.3.2 Bagian Bagian Knalpot

Berikut ini adalah bagian bagian dari knalpot pada kendaraan bermotor :

1. Header

Header merupakan bagian ujung knalpot yang di pasangkan kepada mesin. Jumlah *header* pada knalpot sangat tergantung dengan berapa banyak silinder yang diperlukan atau dimiliki oleh mesin kendaraan. Fungsi utama dari *header* adalah menghubungkan keseluruhan dari sistem knalpot dengan sistem buang yang dimiliki suatu kendaraan bermotor.

2. *Resonator*

Bagian kedua dari knalpot adalah *resonator* atau biasa yang kita kenal saringan knalpot. *Resonator* banyak dimiliki oleh kendaraan bermotor yang berfungsi untuk mengolah bunyi bising yang dihasilkan oleh hasil pembakaran mesin.

3. *Silencer*

Silencer juga memiliki fungsi yang mirip dengan *resonator*, untuk membantu meminimalisirkan suara bising yang dihasilkan oleh hasil pembakaran dari kendaraan bermotor (Setoberlian, 2013).

2.4 Katalis Tembaga

Katalis adalah zat yang dapat meningkatkan laju reaksi tanpa dirinya mengalami perubahan kimia secara permanen. Katalis dapat bekerja membentuk senyawa antara atau mengadsorpsi zat yang direaksikan.

Katalis tidak hanya digunakan dalam kebutuhan industri, katalis juga digunakan dalam bidang otomotif untuk mengoksidasi emisi gas buang kendaraan. Oksidasi adalah reaksi pengikatan oksigen oleh suatu zat, sumber oksigen pada reaksi oksidasi disebut oksidator. Oksidator yang banyak digunakan adalah udara.

Katalis digunakan dalam saluran knalpot. Contoh teknologi yang menggunakan katalis dalam bidang otomotif adalah *catalytic converter*.

2.5 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah bahan yang digunakan dalam proses pembakaran. Tanpa adanya bahan bakar tersebut pembakaran tidak akan

mungkin dapat berlangsung. Adapun tujuan dari pembakaran bahan bakar adalah untuk memperoleh energi yang di sebut dengan energi panas.

2.5.1 Premium

Premium asal mulanya adalah naphtha (salah satu Produk destilasi minyak bumi) + TEL (sejenis aditif penaik oktan) agar didapat RON 88. Namun isu lingkungan sejak era tahun 2006, mengharuskan TEL (aditif penaik oktan yang mengandung lead alias timbal hitam yang tidak sehat) dihentikan penggunaannya. Oleh karena itu TEL diganti HOMC (*High Mogas Componen* untuk menaikkan Oktane ke 88). HOMC merupakan produk naphtha (komponen minyak bumi) yang memiliki struktur kimia bercabang dan ring (lingkar) berangka oktan tinggi (daya bakar lebih sempurna dan instant cepat), nilai oktan diatas 92, bahkan ada yang 95, sampai 98 lebih. Kebanyakan merupakan hasil olah lanjut Naphtha jadi ber-angka oktane tinggi atau hasil perengkahan minyak berat menjadi HOMC.

Terbentuknya oktane number tinggi adalah hasil perengkahan *catalytic* ataupun *sintesa catalityc* di reactor kimia unit kilang RCC/FCC/RFCC atau Plat *Forming* atau proses polimerisasi katalitik lainnya. Refinery Nusantara memiliki unit FCC/RCC demikian namun tidak banyak, belum mencukupi untuk menjadi pencampur, meng-*upgrade* Total Naphtha produk nusantara menjadi Premium88. Masih perlu tambahan dari luar Refinery Nusantara alias import. Mengingat Pakai TEL tidak akrab lingkungan, maka solusinya adalah import HOMC dari luar negeri atau bangun kilang HOMC. Saat ini tengah dibangun RFCC disalah satu kilang di nusantara, Jawa Tengah. Bedanya, dengan TEL volume premium tetap karena TEL bagaikan aditif yang secara volume tidak menambah volume Naphtha saat jadi premium ON 88. Premium + TEL volume sama alias tetap.

Namun, Naphtha + HPMC akan menghasilkan volume yang proporsional. Volume premium akan bertambah sebesar volume HPMC yang menaikkan oktan number naphtha tersebut mencapai ON 88. Biasanya ON naphtha hasil destilasi minyak bumi antara 65 – 75 (tergantung jenis rantai hydrocarbon komponen Minyak Buminya).

Premium 88 zaman dulu, Volume 88 ~ Volume Naphtha ex destilat minyak buminya. (Volume TEL nyaris sangat kecil) Premium 88 zaman saat ini ~ Volume Naphthanya + Volume HPMC Tambahan. (Volume HPMC nyaris sebesar Volume naphtha itu sendiri sehingga volume bertambah hampir 2 kali lipat). Penambahan HPMC adalah untuk meng-upgrade Naphtha lokal (produk ex destilasi minyak mentah kilang nusantara agar laku terjual) jadi BB Makrab lingkungan dan memenuhi kebutuhan pemerintah.

Naphtha bias diupgrade jadi Pertamina 92 – 95 bila dibangun kilang platform seperti kilang Blue Sky Project Balongan yang telah beroperasi, atau sejenis itu diseluruh refinery nusantara. Bensin adalah salah satu jenis bahan bakar minyak yang dimaksudkan untuk kendaraan bermotor roda dua, tiga, dan empat. Secara sederhana, bensin tersusun dari hidrokarbon rantai lurus, mulai dari C7 (heptana) sampai dengan C11. Dengan kata lain, bensin terbuat dari molekul yang hanya terdiri dari hydrogen dan karbon yang terikat antara satu dengan yang lainnya sehingga membentuk rantai. Jika bensin dibakar pada kondisi ideal dengan oksigen berlimpah, maka akan dihasilkan CO₂, H₂O, dan energy panas. Setiap kg bensin mengandung 42.4MJ. Bensin dibuat dari minyak mentah, cairan berwarna hitam yang dipompa dari perut bumi dan biasa disebut dengan petroleum. Cairan ini mengandung hidrokarbon; atom-atom karbon dalam minyak

mentah ini berhubungan satu dengan yang lainnya dengan cara membentuk rantai yang panjangnya yang berbeda-beda. Molekul hidrokarbon dengan panjang yang berbeda akan memiliki sifat yang berbeda pula. CH₄ (metana) merupakan molekul paling “ringan”; bertambahnya atom C dalam rantai tersebut akan membuatnya semakin “berat”. Empat molekul pertama hidrokarbon adalah metana, etana, propana, dan butana. Dalam temperatur dan tekanan kamar, keempatnya berwujud gas, dengan titik didih masing – masing -107, -67, -43 dan -18 derajatC. Berikutnya, dari C₅ sampai dengan C₁₈ berwujud cair, dan mulai dari C₁₉ ke atas berwujud padat. Dengan bertambah panjangnya rantai hidrokarbon akan menaikkan titik didihnya, sehingga pemisahan hidrokarbon ini dilakukan dengan cara distilasi. Prinsip ini lah yang diterapkan dipengilangan minyak untuk memisahkan berbagai fraksi hidrokarbon dari minyak mentah.

Tabel 2.3 Spesifikasi Premium

Premium							
No	Karakteristik	Satuan	Batasan				
			Tanpa Timbal		Bertimbal		
			Min	Max	Min	Max	
1	Bilangan oktan	RON	88,0	-	88,0	-	
	Angka Oktan Riset (RON)						
	Angka Mktan Motor (MON)	MON	Dilaporkan		Dilaporkan		
2	Stabilitas oksidasi	Menit	360	-	360	-	
3	Kandungan sulfur	%m/m	-	0,05 ¹⁾	-	0.05 ¹⁾	
4	Kandungan timbal (Pb)	Gr\1	-	0,013	-	0,3	
5	Kandungan oksigen	%m\m	-	2,7 ²⁾	-	2,7 ²⁾	
6	Distilasi :						
		10% vol. Penguapan	⁰ C	-	74	-	74
		50% vol. Penguapan	⁰ C	88	125	88	125
	90% vol. Penguapan						

	Titik didih akhir Residu	$^{\circ}\text{C}$	-	180	-	180
		$^{\circ}\text{C}$	-	215	-	205
		% vol	-	2,0	-	2,0
7	Washed gum	Mg\100 ml	-	5	-	5
8	Tekanan uap	Kpa	-	60	-	60
9	Berat jenis (pada suhu 15°C)	$\text{Kg}\backslash\text{m}^3$	715	780	715	780
10	Korosi bilah tembaga	Menit	Kelas 1		Kelas 2	
11	Sulfur mercaptan	% massa	-	0,002	-	0,002
12	Penampilan visual		Jernih dan terang		Jernih dan terang	
13	Warna		Merah		Merah	
14	Kandungan warna	Gr/100 l	0,13		0,13	
15	Bau		Dapat disarankan		Dapat disarankan	
16	Uji doctor		Negatif		Negatif	

Sumber : PT. Pertamina,200

2.5.2 Pembakaran

Proses pembakaran merupakan reaksi kimia yang berlangsung sangat cepat antara bahan bakar dengan oksigen yang menimbulkan panas sehingga mengakibatkan tekanan dan temperatur gas yang tinggi. Oksigen untuk keperluan pembakaran di peroleh oleh udara yang merupakan campuran antara oksigen dan nitrogen serta beberapa gas lain dengan persentase yang relatif kecil dan dapat diabaikan. Terdapat dua macam fenomena pembakaran yaitu :

1. pembakaran normal

Pembakaran ini terjadi bila mana penyalaan campuran udara dan bahan bakar semata-mata diakibatkan oleh percikan bunga api yang berasal dari busi. Adapun nyala api akan menyebar secara merata dalam ruang bakar

denan kecepatan normal sehingga campuran udara dan bahan bakar terbakar pada suatu periode yang sama

2. pembakaran abnormal

Terjadi sebagian campuran bahan bakar mengalami penyalaan sendiri yang biasanya tidak disebabkan oleh percikan bunga api dari busi. Hal ini di karenakan temperatur campuran bahan bakar udara terlalu tinggi yang salah satunya disebabkan hasil dari langkah kompresi hingga mencapai titik nyalanya sehingga menyebabkan campuran tersebut akan menyala dengan sendirinya. Ataupun titik panas pada permukaan ruang bakar yang menimbulkan percikan api dengan sendirinya baik sebelum ataupun sesudah penyalaan.

Campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder mula-mula terbakar ketika busi mengeluarkan api listrik, yaitu pada saat beberapa derajat engkol sebelum torak mencapai TMA. Kemudian nyala api merambat ke segala arah dengan kecepatan yang sangat tinggi (25-50 m/det), sementara itu campuran dibagian yang terjauh dari busi masih menunggu giliran untuk terbakar. Akan tetapi ada kemungkinan bagian campuran tersebut terakhir, karena terdesak oleh penekanan torak maupun oleh gerakan nyala api pembakaran yang merambat dengan cepat itu temperaturnya dapat melampaui temperatur penyalaan sendiri sehingga akan terbakar dengan cepat (meledak). Proses terbakar sendiri dari bagian campuran yang terakhir (terjauh dari busi).

Hasil yang di dapat dari reaksi pembakaran dapat di bedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan jenis pembakarannya, yaitu :

1. Pembakaran Sempurna

Setiap pembakaran sempurna pasti akan menghasilkan karbondioksida dan H₂O. Reaksi pembakaran sempurna ini hanya dapat berlangsung jika campuran udara dan bahan bakar sesuai dengan kebutuhan dan campuran stokiometris (nilai stokiometris 14,7) dan cukup waktu untuk pembakaran campuran bahan bakar dan udara.

2. Pembakaran Tidak Sempurna

Pembakaran tidak sempurna terjadi apabila kebutuhan oksigen untuk pembakaran tidak cukup ($AFR = \text{udara} < 14,7$). Yang dihasilkan dari proses pembakaran ini adalah hidrokarbon yang tidak terbakar dan apabila sebagian dari hidrokarbon yang terbakar maka *aldehyde*, *ketone*, asam *karbosiklis* dan karbon monoksida akan menjadi polutan dalam gas buang

3. Pembakaran Dengan Udara Berlebih

Pada kondisi temperatur yang tinggi, nitrogen dan oksigen yang terdapat dalam udara pembakaran akan bereaksi dan akan membentuk oksida nitrogen (NO dan NO_2) $> 14,7$.

2.5.3 Air Full Ratio

Air Fuel Ratio adalah faktor yang mempengaruhi kesempurnaan proses pembakaran didalam ruang bakar. Merupakan komposisi campuran bensin dan udara. Idelanya AFR bernilai 14,7 artinya campuran terdiri dari 1 bensin dan 14,7 udara biasa disebut *stoichiometry*.

Berikut pengaruh komposisi AFR pada kinerja motor :

Campuran Miskin :

- Tenaga mesin berkurang
- Terkadang terjadi detonasi
- Konsumsi bensin irit

Campuran Ideal :

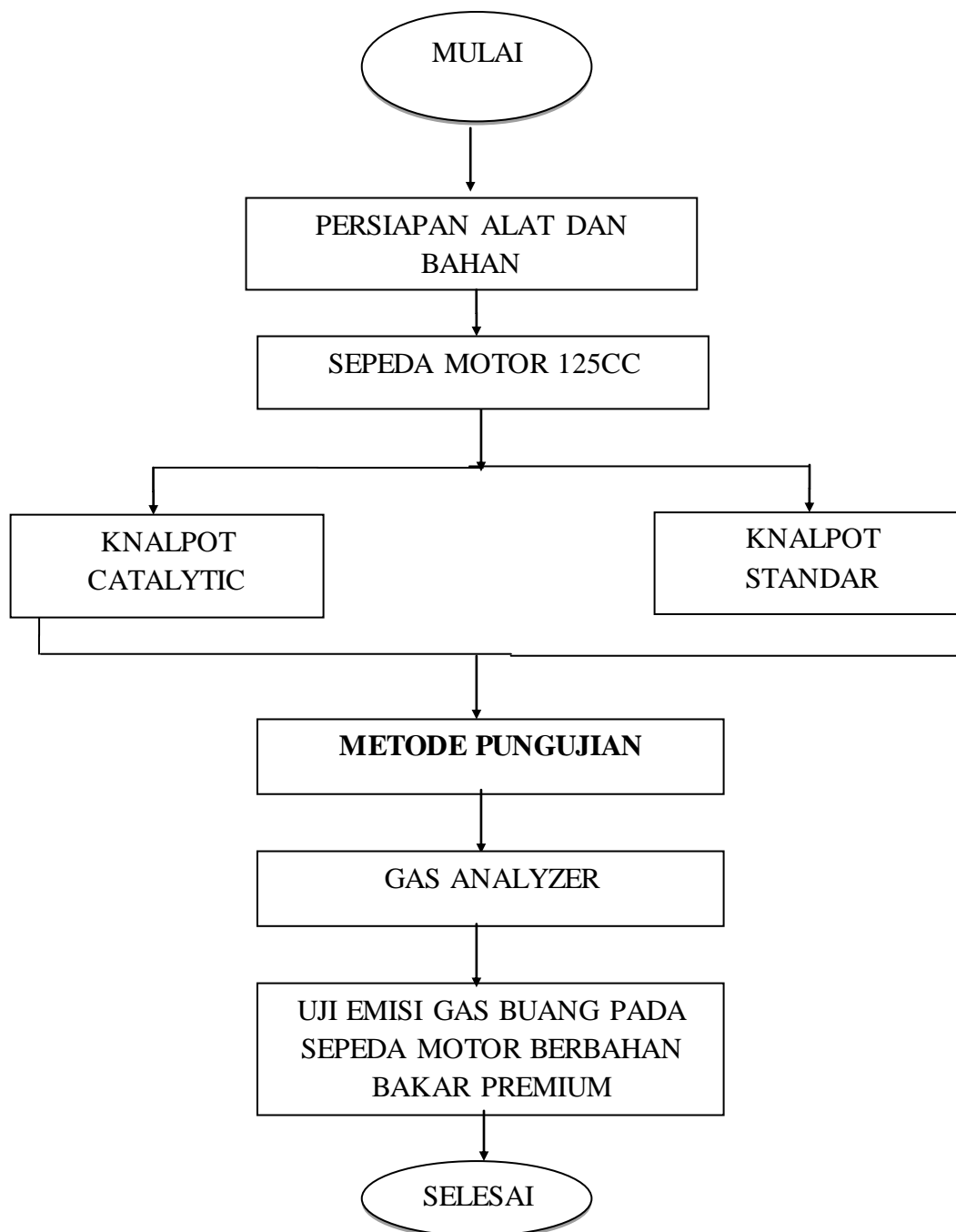
- Kondisi paling ideal

Campuran Kaya :

- Bensin agak boros
- Tidak terjadi detonasi
- Mesin lebih bertenaga (Wisnu Arya Wardana, 2001).

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram alir penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2. Tempat dan Waktu

3.2.1 Tempat

Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Sumatra Utara, Jl. Kapten Muctar Basri.

3.2.2 Waktu

Mulai dari bulan Agustus 2017 sampai bulan Februari 2018.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

N0	Kegiatan	Bulan						
		8	9	10	11	12	1	2
1.	Pengajuan Judul	■	■					
2.	Studi Literatur			■	■			
3.	Penyiapan Alat dan bahan				■	■		
4.	Pembuatan <i>Catalytic Converter</i>					■	■	
5.	Pengujian <i>Catalytic Converter</i>					■	■	
6.	Penyelesaian/penulisan Skripsi						■	■

3.3 Alat Dan Bahan Yang Digunakan

3.3.1 Alat

1. Gas Analyzer

Spesifikasi gas analyzer sebagai berikut :

Table 3.2 spesifikasi gas analyzer

Parameters	Range	Resolution
O ₂	0 - 25%	0,01%
CO	0 - 9,999%	0,1%
CO ₂	0 - 20%	0,01%
HC	0 - 10,000 ppm	1 ppm
Nox	0 - 5000 ppm	1 ppm
AFR	0,0 - 99,0	0,01
Measuring Item	CO, HC, CO ₂ , O ₂ , (air surplus rate),	

	AFR, Nox
▪ Measuring Method	HC,CO, CO ₂ - NDIR(Non-dispersive infrared) O ₂ , NOx-Electro Chemical
▪ Repeatability	Less than ± 2% FS
▪ Response Time	Within 10 seconds (more than 90%),
▪ Warming up time	2 - 8 minutes
▪ Flow rate	4 - 6 L/min
▪ Power supply	220V
▪ Printer tipe	Built-in thermal sprinter



Gambar 3.2 gas analyzer

2.Sepeda Motor 125 cc

Spesifikasi Sepeda motor 125 cc :

- Panjang X lebar X tinggi : 1.889 x 702 x 1.094 mm
- Jarak Sumbu Roda : 1.242 mm
- Jarak terendah ke tanah : 138 mm
- Berat kosong : Honda Supra X 125 CW 105kg, Honda Supra X 125 SW 103kg
- Tipe rangka : Tulang punggung

- Tipe suspensi depan : Teleskopik
- Tipe suspensi belakang : Lengan ayun dan peredam kejut ganda
- Ukuran ban depan : 70/90 – 17 M/C 38P
- Ukuran ban belakang : 80/90 – 17 M/C 44P
- Rem depan : Cakram double piston
- Rem belakang : Honda Supra X 125 CW Cakram single piston,
Honda Supra X 125 SW Tromol
- Kapasitas tangki bahan bakar : 3,7 liter
- Tipe mesin : 4 langkah, SOHC, pendinginan udara
- Diameter x langkah : 52,4 x 57,9 mm
- Volume langkah : 124,8 cc
- Perbandingan Kompresi : 9,0 : 1
- Daya Maksimum : 9,3 PS / 7.500 rpm
- Torsi Maksimum : 1,03 kgf.m / 4000 rpm
- Kapasitas Minyak Pelumas Mesin : 0,7 liter pada penggantian periodik
- Kopling Otomatis : Otomatis sentrifugal
- Gigi Transmsi : Kecepatan bertautan tetap
- Pola Pengoperan Gigi : N-1-2-3-4-N (rotari)
- Starter : Pedal dan Elektrik
- Aki : 12 V – 3,5 Ah
- Busi : ND U20EPR9 / NGK CPR6EA-9
- Sistem Pengapian : Carburator – DC CDI



Gambar 3.3 sepeda motor 125cc

1. Kunci 10 Pas Ring

Untuk membuka dan mengunci baut pada knalpot, seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.4 kunci 10 Pas Ring

2. Stopwatch

Sebagai alat untuk menghitung waktu pada saat melakukan pengujian seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3.5 stopwatch

3. Probe

Sebagai alat untuk memasukkan kedalam knalpot untuk menghubungkan ke gas analyzer seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.6 probe

3.3.2 Bahan

1. Premium

Sebagai bahan bakar untuk pengujian seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.7 premium

2. Knalpot Catalytic

Sebagai alat untuk menghubungkan ke gas analyzer seperti gambar di bawah ini :

Fitur umum:

MODEL : *Mortech-6010510264*

Tahan air :Kedap air

BERAT (KG) :4 KG

UKURAN (L x W x H cm) :58 x 32 x12



Gambar 3.8 knalpot Catalytic

3. Knalpot Standar

Sebagai alat untuk menghubungkan ke gas analyzer seperti gambar di bawah ini :

Fitur umum:

SKU :SG758OTAA64AQIANID-13702964

MODEL :Mortech-603001010011S12

BERAT (KG) :4 KG

UKURAN (L x W x H cm) :53 x 17 x16



Gambar 3.9 knalpot standar

3.4 Proses Persiapan

Proses persiapan yang dilakukan antara lain:

a. Desain chasing Catalytic Conveter

Perancangan chasing untuk katalis ini disesuaikan dengan lebar diameter knalpot seperti gambar dibawah ini.



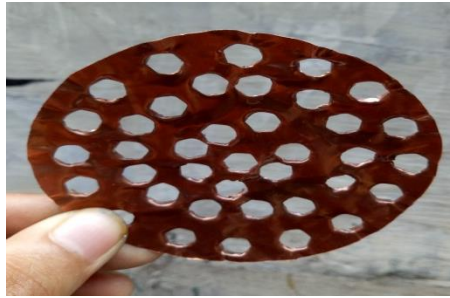
Gambar 3.10 desain chasing Catalytic Conveter

b. Pembuatan Katalis

Plat tembaga dipersiapkan dengan panjang tiap lembar 12 cm dengan lebar 8 cm. Diameter tiap lubang 5mm, jarak tiap lubang 3mm, diameter lingkaran luar 8cm, dan jarak antar plat 3cm.



Gambar 3.11 Plat tembaga yang belum dibentuk lingkaran



Gambar 3.12. Proses Pembentukan Lubang Sarang Lebah.



Gambar 3.13. Proses Pembentukan Lingkaran.



Gambar 3.14. *Catalytic converter* yang sudah jadi dan siap diuji.

3.5 Prosedur Pengujian

pada pengujian ini melakukan uji emisi gas buang kendaraan bermotor dengan variasi jenis knalpot ber bahan bakar premium. Adapun langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

1. Menyiapkan semua peralatan dan bahan yang akan di uji
2. Pasangkan kabel power pada gas analyzer
3. Pasangkan selang probe ke probe
4. Pasangkan selang probe ke emisi gas analyzer
5. Tekan tombol on untuk menyalakan gas analyzer
6. Tunggu hingga beberapa menit hingga status alat *ready*
7. Hidupkan mesin sepeda motor
8. Setelah itu Pasangkan probe ke knalpot
9. Tekan tombol meas untuk memulai
10. Setelah itu knalpot diuji dengan rpm 2000,3000 dan 4000.
11. Tunggu hingga 2 menit
12. Tekan 3 kali untuk *hold* print hasil pengetasan
13. Sesudah selesai lepaskan probe dari knalpot
14. Matikan mesin sepeda motor
15. Tekan tombol off
16. Rapikan semua peralatan
17. Selesai.

3.6 Langkah-langkah kerja

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Mulai

Pembuatan tugas akhir dengan judul “Uji emisi gas buang kendaraan bermotor dengan variasi jenis knalpot berbahan bakar premium”

2. Persiapan Alat dan Bahan

- Bahan yang digunakan saat pengujian adalah premium dan knalpot.
- Persiapan *stopwatch* untuk menghitung waktu saat pengujian berlangsung.
- Mempersiapkan tempat untuk melakukan pengujian emisi gas buang.

3. Metode Pengujian

Metode pengujian yang dilakukan meliputi hasil emisi gas buang. Dimana, proses pengujian emisi gas buang yaitu dengan menghidupkan alat emisi gas buang dan tunggu sampai alat tersebut ready. Kemudian ketika alat sudah ready, pengujian dapat dimulai dengan waktu beberapa menit. Maka akan di dapat nilai-nilai emisi gas buang.

4. Pengambilan Data

Data yang diambil adalah:

- a. Nilai CO
- b. Nilai HC
- c. Nilai CO₂

5. Analisa dan Perhitungan Data Hasil Pengujian

Untuk mendapatkan nilai emisi gas buang pada knalpot standar dan knalpot catalytic berbahan bakar premium.

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data Hasil Pengujian

Setelah melakukan pengujian, adapun data yang di ambil dari hasil pengujian ini yang sesuai dengan pembahasan dari tujuan pengujian tugas akhir adalah sebagai berikut:

4.1.1 Data Hasil Pengujian Emisi Terhadap knalpot standar dan knalpot Catalytic Conveter

Hasil pengujian emisi terhadap knalpot standar dan knalpot Catalytic Conveter dengan rpm 2000,3000, dan 4000 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 data pengujian knalpot standar

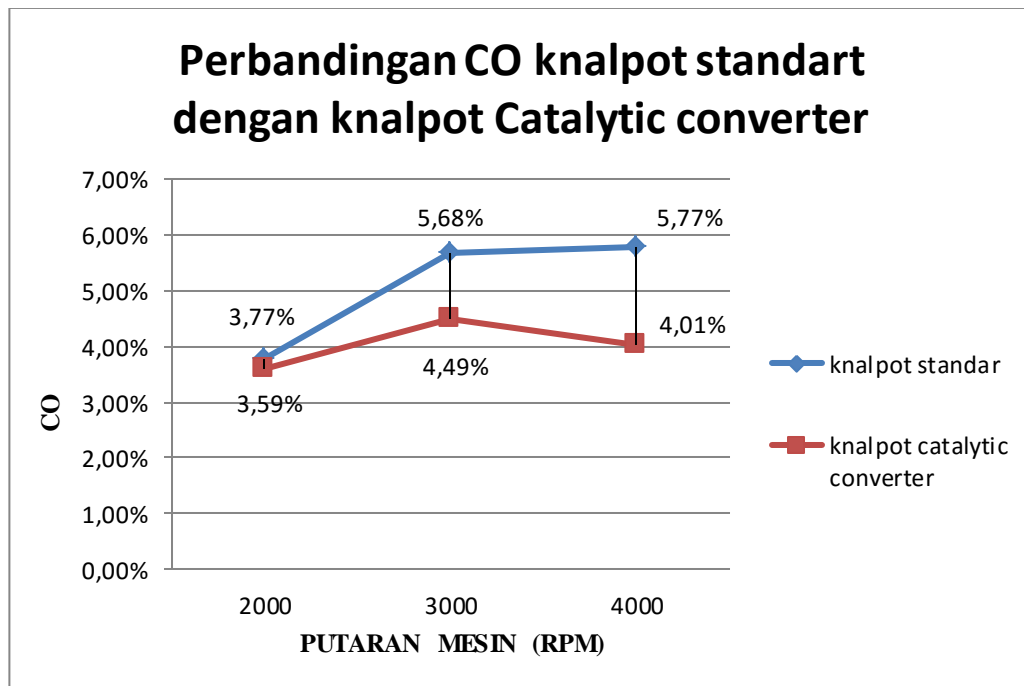
Data Hasil Pengujian Knalpot Standar			
RPM	CO	HC	CO ₂
2000	3.77 %	165 ppm	8.4 %
3000	5.68 %	241 ppm	7.0 %
4000	5.77 %	260 ppm	6.3 %

Tabel 4.2 data pengujian knalpot *Catalytic converter*

Data Hasil Pengujian <i>Catalytic converter</i>			
RPM	CO	HC	CO ₂
2000	3.59 %	165 ppm	5.1 %
3000	4.49 %	237 ppm	5.4 %
4000	4.01 %	187 ppm	4.6 %

4.1.1.1 Kadar Emisi Karbon Monoksida (CO)

Hasil pengujian emisi gas buang CO berbahan bakar premium knalpot standar dan knalpot catalytic converter di jabarkan pada grafik berikut:

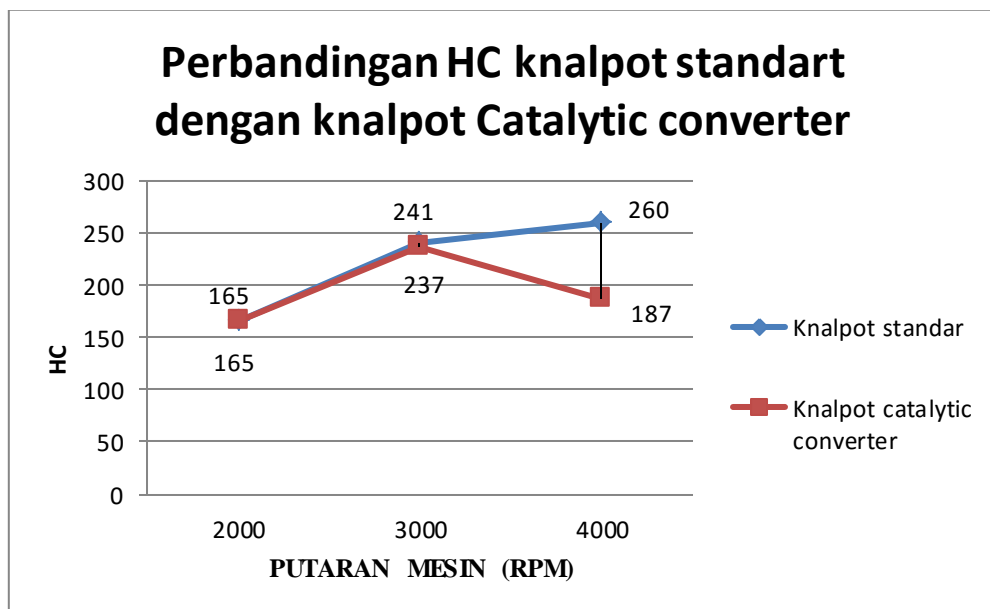


Gambar 4.1 Perbandingan grafik CO knalpot standar dan knalpot catalytic converter.

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa emisi CO secara keseluruhan mengalami penurunan konsentrasi pada setiap variasi putaran. penurunan tersebut akibat dari pemasangan *Catalytic converter*. dari grafik diatas terlihat bahwa penurunan CO terbesar adalah pada putaran 2000 rpm, adanya CO pada gas buang diakibatkan oleh karena pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar tidak sempurna, yang disebabkan oleh kurangnya jumlah udara dalam campuran yang masuk ke dalam ruang bakar atau bisa juga kurangnya waktu yang tersedia untuk menyelesaikan waktu pembakaran.

4.1.1.2 Kadar Emisi Hidrokarbon (HC)

Hasil pengujian emisi gas buang HC berbahan bakar premium knalpot standar dan knalpot catalytic converter di jabarkan pada garafik berikut:

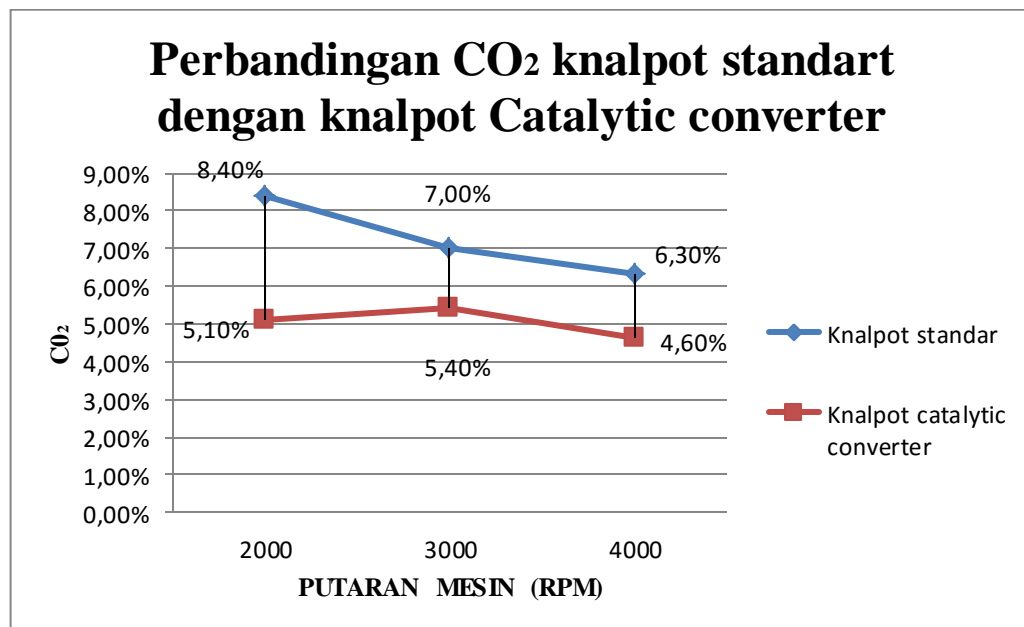


Gambar 4.2 Perbandingan grafik HC knalpot standar dan knalpot catalytic converter.

Dari grafik diatas penggunaan bahan katalis sebagai *Catalytic converter* dapat mengurangi HC yang dikeluarkan dari knalpot. Dengan melihat grafik diatas menunjukkan bahwa emisi HC secara keseluruhan mengalami penurunan konsentrasi pada setiap variasi putaran yang terbukti bahwa pemasangan *Catalytic converter* pada gas buang dapat menurunkan kadar Hidrokarbon yang dihasilkan oleh motor bakar. Adanya HC disebabkan karena bahan bakar yang tidak terbakar dan keluar menjadi gas mentah sehingga bahan bakar terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang.

4.1.1.3 Kadar Emisi Karbon dioksida (CO₂)

Hasil pengujian emisi gas buang CO₂ berbahan bakar premium knalpot standar dan knalpot catalytic converter di jabarkan pada grafik berikut:



Gambar 4.3 Perbandingan grafik CO₂ knalpot standar dan knalpot catalytic converter

Dari grafik diatas bahwa pengaruh *Catalytic converter* terhadap emisi CO₂ dapat mengoksidasi dengan baik, hal ini disebabkan karena tembaga meningkatkan luas permukaan katalis yang mendukung, Sehingga emisi gas buang yang keluar dari knalpot lebih rendah dari pada sebelum memasuki *Catalytic converter*.

4.1.1.4 Perhitungan Nilai CO,HC dan CO₂ Tanpa *Catalytic Converter*

1. Mencari nilai rata-rata CO

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Nilai}}{\text{Banyaknya data}}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{3,77+5,68+5,77}{3}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{15,22}{3}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = 5.07$$

2. Mencari nilai rata-rata HC

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{165+241+260}{3}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{666}{3}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = 222$$

3. Mencari nilai rata-rata CO₂

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyaknya data}}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{8.4+7.0+6.3}{3}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{21.7}{3}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = 7.23$$

4.1.1.5 Perhitungan Nilai CO, HC dan CO₂ Dengan *Catalytic Converter*

1. Mencari nilai rata-rata CO

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Nilai}}{\text{banyaknya data}}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{3.59+4.49+4.01}{3}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{12.09}{3}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = 4.03$$

2. Mencari nilai rata-rata HC

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Nilai}}{\text{banyaknya data}}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{165+237+187}{3}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{589}{3}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = 196.33$$

3. Mencari nilai rata-rata CO₂

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Nilai}}{\text{banyaknya data}}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{5.1+5.4+4.6}{3}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{15.1}{3}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = 5.03$$

4.1.1.6 Perhitungan persentase emisi gas buang

1. Mencari nilai persentase emisi CO

$$\text{Persentase emisi} = \frac{\text{Rata-rata emisi dengan katalis}}{\text{Rata-rata emisi tanpa katalis}} \times 100 \%$$

$$\text{Persentase emisi} = \frac{4.03}{5.07} \times 100\%$$

$$\text{Persentase emisi} = 79.48$$

2. Mencari nilai persentase emisi HC

$$\text{Persentase emisi} = \frac{\text{Rata-rata emisi dengan katalis}}{\text{Rata-rata emisi tanpa katalis}} \times 100 \%$$

$$\text{Persentase emisi} = \frac{196.33}{222} \times 100\%$$

$$\text{Persentase emisi} = 88.43$$

3. Mencari nilai persentase emisi CO₂

$$\text{Persentase emisi} = \frac{\text{Rata-rata emisi dengan katalis}}{\text{Rata-rata emisi tanpa katalis}} \times 100 \%$$

$$\text{Persentase emisi} = \frac{5.03}{7.23} \times 100\%$$

$$\text{Persentase emisi} = 69.57$$

4.1.1.7 Perhitungan persentase penurunan emisi gas buang

1. Mencari nilai persentase penurunan emisi CO

$$\text{Persentase penurunan emisi} = 100 \% - \text{Persentase emisi } (\%)$$

$$\text{Persentase penurunan emisi} = 100 \% - 79.48$$

$$\text{Persentase penurunan emisi} = 20.52$$

2. Mencari nilai persentase penurunan emisi HC

$$\text{Persentase penurunan emisi} = 100 \% - \text{Persentase emisi } (\%)$$

$$\text{Persentase penurunan emisi} = 100 \% - 88.43$$

Persentase penurunan emisi=11.57

3. Mencari nilai persentase penurunan emisi CO₂

Persentase penurunan emisi=100 %-Persentase emisi (%)

Persentase penurunan emisi=100 %-69.57

Persentase penurunan emisi=30.43

Tabel 4.3 Nilai rata-rata emisi Gas Buang Tanpa Catalytic Conveter

Knalpot Standar			
RPM	CO(%)	HC(ppm)	CO2(%)
2000	3.77	165	8.4
3000	5.68	241	7.0
4000	5.77	260	6.3
Rata-Rata	5.07	222	7.23

Tabel 4.4 Nilai rata-rata emisi Gas Buang dengan Catalytic Conveter

Knalpot Catalytic converter			
RPM	CO(%)	HC(ppm)	CO2(%)
2000	3.59	165	5.1
3000	4.49	237	5.4
4000	4.01	187	4.6
Rata-Rata	4.03	196.33	5.03
Persentase Emisi (%)	79.48	88.43	69.57
Persentase Penurunan Emisi (%)	20,52	11,57	30,43

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa data yang telah dilakukan pada uji emisi gas buang dengan knalpot standar dan knalpot r*Catalytic converter* berbahan bakar premium dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbandingan CO pada knalpot standar berbahan bakar premium yang tertinggi yaitu 5.77 % pada putaran mesin 4000 rpm dan yang terendah yaitu 3.77 % pada putaran mesin 2000 rpm. Sedangkan pada knalpot catalytic conveter nilai tertinggi pada putaran 3000 yaitu 4.49% dan yang terendah pada rpm 2000 yaitu 3.59%..
2. Perbandingan HC pada knalpot standar berbahan bakar premium yang tertinggi yaitu 260 % pada putaran mesin 4000 rpm dan yang terendah yaitu 1.65 % pada putaran mesin 2000 rpm. Sedangkan pada knalpot catalytic conveter nilai tertinggi pada putaran 3000 yaitu 2.37% dan yang terendah pada rpm 2000 yaitu 1.65%..
3. Perbandingan CO₂ pada knalpot standar tertinggi yaitu putaran 2000 rpm dengan kadar emisi gas buang yaitu 8.40% dan kadar emsi gas buang CO₂ terendah yaitu saat putaran mesin 4000 rpm dengan kadar emisi gas buang yaitu 6.30%. sedangkan pada knalpot catalic conveter nilai CO₂ tertinggi pada putaran 3000 rpm dengan nilai 5.40% dan yang terendah pada putaran 4000 dengan nilai 4.60%.

4. Setelah melakukan penelitian dengan penggunaan *Catalytic converter* (plat tembaga berbentuk sarang lebah) dengan perbedaan tingkatan pada saluran gas buang CO,HC dan CO₂ dengan penurunan cukup baik

5.1 Saran

Pada kesempatan ini adapun beberapa saran yang penulis harapkan adalah sebagai berikut :

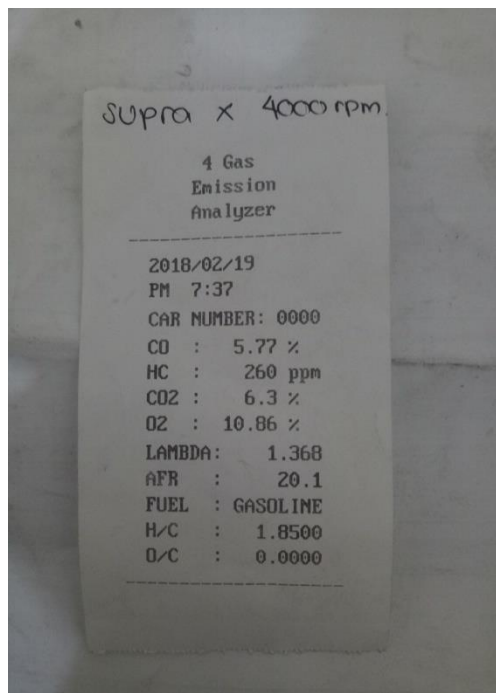
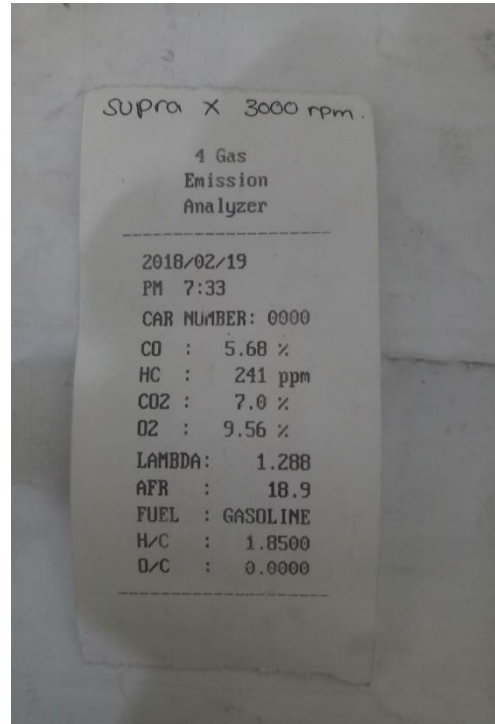
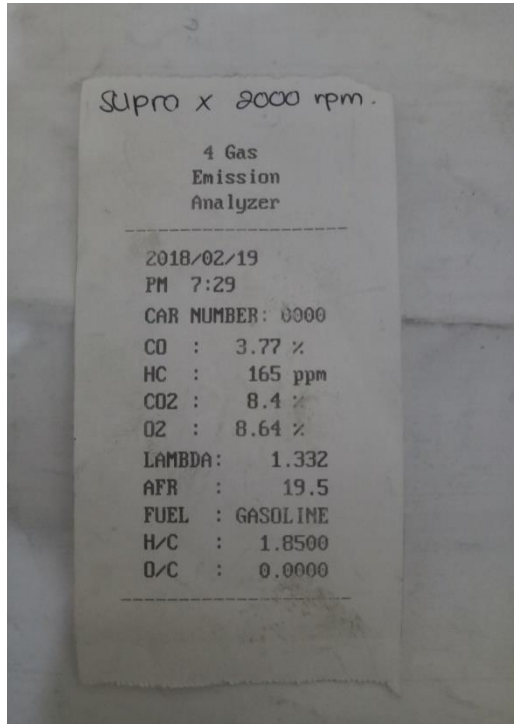
1. Semoga dalam pengujian selanjutnya dapat menggunakan *Catalytic converter* dengan bahan katalis yang lain.
2. Bagi mahasiswa yang ingin melanjutkan pengujian ini agar dapat memperhatikan kondisi kendaraan.
3. Bagi kendaraan yang belum menggunakan knalpot *Catalytic converter* agar menggunakan knalpot catalytic conveter untuk mengurangi pencemaran udara.

DAFTAR PUSTAKA

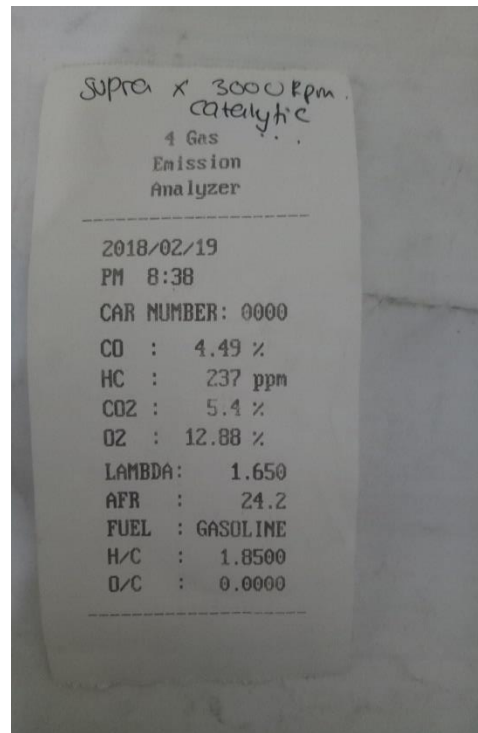
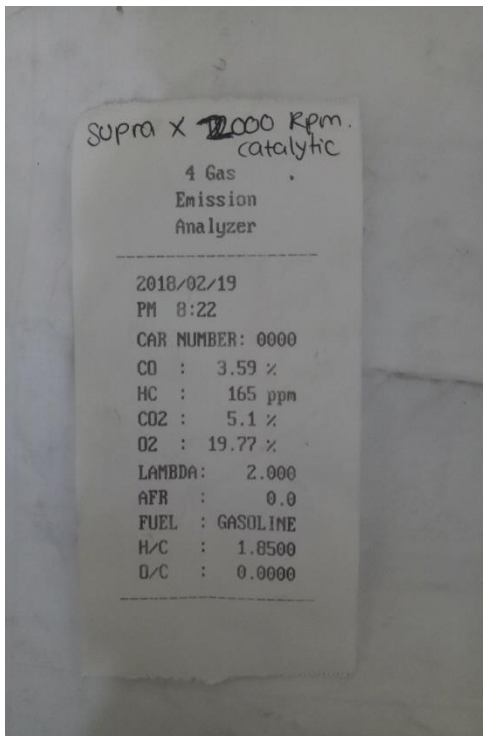
- Hilmiawan Afrizal.2011.Perancangan Kampanye Bahaya Emisi Gas Buang Pada Kegiatan *Car Free Day* Kota Bandung.Fakultas Desai.Universitas Komputer Indonesia.
- Irawan Bagus Rm,2012. Untuk Kemampuan Katalis Tembaga Berlapis Mangan Dalam Mengurangi Emisi gas Hidrocarbon Motor Bensin.
- Mohktar Ali.2014 .*Catalytic Converter* Jenis Katalis Plat Tembaga Berbentuk Sarang Lebah Untuk Mengurangi Emisi Kndaraan Bermotor. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Purnomo Heri.2017.Analisa Pengaruh knalpot *Catalytic Converter* Dengan Catlis Tembaga (Cu) Berlapis mangan (Mn) Terhadap Gas Buang Pada Honda Supra x 100CC.Jurnal ilmiah,fakultas FTI Institut Teknologi Sepuluh November.
- Saputro Vendy.2015,Knalpor Ramah Lingkungan Menggunakan Dengan Bahan Tembaga.Universitas Muhammadiyah Ponerogo.
- Seto Berlian.2013.Perancangan Knalpot Berbasis *Sponge Steel* Untuk Mneurunkan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor.Skripsi.Fakultas Teknik.Universitas Negeri Semarang
- Siswantoro dkk,2014 Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium Dengan Variasi Penambahan Zat Aditif.Universitas Pancasakti Tegal.
- Sudaryono.2011.Perancangan Catalytic Converter Dengan Bahan Tembaga Berbentuk sarang lebah Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang..P4TK BOE Malang.
- Sugiarti.2009.Gas Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Bagi Kesehatan Manusia.Jurnal Chemical.FMIPA Universitas Makasar.
- Tugaswati.2000.Bahaya Emisi gas buang Terhadap Kesehatan.
- Wisnu Arya Wardaha.2001.Dampak Pencemaran Lingkungan.

LAMPIRAN

Hasil pengujian HC,CO,dan CO₂ dengan knalpot Standar.



Hasil pengujian HC,CO,dan CO₂ dengan knalpot Catalytic Converter.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : IMAM MAULANA NASUTION
NPM : 1307230148
Tempat/ Tanggal Lahir : Tanah Tinggi, 12 Mei 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jl. Seroja
 Kel/Desa : Sipare-pare
 Kecamatan : Air Putih
 Kabupaten : Batu Bara
 Provinsi : Sumatera Utara
Nomor HP : 0822 7769 6097
Nama Orang Tua
 Ayah : Irmansyah Nasution
 Ibu : Hafsah

PENDIDIKAN FORMAL

2001-2007 : SD Negeri 014711 Desa Sipar-pare
2007-2010 : MTS Al-ihya Tanjung Gading
2010-2013 : SMK Negeri 1 Sukaraja
2013-2018 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara