



**KOMPARASI KNALPOT STANDAR YAMAHA VIXION 2012 DAN KNALPOT  
RACING NOB1 TERHADAP KEMAMPUAN REDUKSI EMISI KENDARAAN,  
SUARA DAN PERFORMA PADA YAMAHA VIXION 2012**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya



**Oleh:**

**Deky Sanjaya putra**

**12509134025**

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF D3**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**2017**

## **PERSETUJUAN**

Proyek akhir yang berjudul “KOMPARASI KNALPOT STANDAR YAMAHA VIXION 2012 DAN KNALPOT RACING NOB1 TERHADAP KEMAMPUAN REDUKSI EMISI KENDARAAN, SUARA DAN PERFORMA PADA YAMAHA VIXION 2012” ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.



Yogyakarta, 25 September 2017

Dosen Pembimbing,

Dr. Zainal Arifin M.T

NIP.196903122001121001

## HALAMAN PENGESAHAN

### LAPORAN PROYEK AKHIR

Proyek Akhir yang berjudul “Komparasi Knalpot Standar Yamaha Vixion 2012 dan Knalpot Racing NOB1 Terhadap Kemampuan Reduksi Emisi Kendaraan, Suara dan performa pada Yamaha Vixion 2012” ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 29 september 2017 dan dinyatakan lulus.



Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Zainal Arifin, M.T	Ketua Penguji		16-10-2017
Drs. Moch. Solikin, M.Kes.	Sekretaris Penguji		16-10-2017
Bambang Sulistyyo, S.Pd.T, M.Pd	Penguji Utama		16-10-2017

Yogyakarta, 16 oktober 2017

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



Dr. Widarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 001

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa proyek akhir ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan dosen penguji yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi.

Yogyakarta, 26 September 2017

Yang menyatakan,

Deky Sanjaya Putra

NIM. 12509134025

## Motto

“Kesuksesan hanya dapat diraih dengan segala upaya dan usaha yang disertai dengan doa, karena sesungguhnya nasib seseorang manusia tidak akan berubah dengan sendirinya tanpa usaha”

“Dan orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal-amal yang sholeh, kami tidak memikulkan kewajiban kepada diri seseorang melainkan sekedar kesanggupannya, mereka itulah penghuni-penghuni surga; mereka kekal di dalamnya ”

(Q.S Al a'raf : 42)

“Siapapun yang menempuh suatu jalan untuk mendapat ilmu, maka allah akan memberikan kemudahan jalan menuju surga”

(H.R Muslim)

## PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah, atas rahmat dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan proyek akhir ini. Karya sederhana ini ku persembahkan untuk:*

1. Ibu dan Bapakku, yang telah memberikan semangat penuh motivasi. Dan kasih sayang yang tak pernah pudar.
2. Kakak dan adek ku kalian spesial buat aku.
3. Temen-temen seperjuanganku Kelas B angkatan 2012 yang banyak membantu dalam hal apapun. Kalian semua teman baik. Terutama brother Dexi Sanjaya Putra yang membantuku dalam proses pengujian.
4. Saudari temen-temen dekatku yang selama ini selalu menemani, memberi semangat, membantu, dan menyayangi aku.

# KOMPARASI KNALPOT STANDAR YAMAHA VIXION 2012 DAN KNALPOT RACING NOB1 TERHADAP KEMAMPUAN REDUKSI EMISI KENDARAAN, SUARA DAN PERFORMA PADA YAMAHA VIXION 2012

Oleh:  
Deky Sanjaya Putra  
12509134025

## ABSTRAK

Proyek Akhir pengujian komparasi kemampuan knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dan knalpot racing NOB1 dalam mereduksi emisi dan suara pada Yamaha VIXION 2012 ini bertujuan (1) Mengetahui besar perbedaan suara yang di timbulkan antara knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dengan knalpot racing NOB1; (2) Mengetahui besar perbedaan emisi gas buang antara knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dengan knalpot racing NOB1; (2) Mengetahui perbedaan performa antara knalpot standar yamaha VIXION 2012 dengan knalpot Racing NOB1.

Pengujian dilakukan pada sepeda motor Yamaha Vixion 2012 dengan menggunakan knalpot standar dan knalpot Racing. Masing masing knalpot melalui 3 alur pengujian yaitu uji emsi, uji kebisingan dan performa. Untuk uji emisi menggunakan alat *Gas Analyzer*, uji kebisingan menggunakan *sound level meter*, dan untuk performa menggunakan *dynamometer*. Dalam metode pengambilan data maka akan dicari reratanya, setelah didapat hasilnya akan dapat dilihat perbandingannya antara knalpot standar dan knalpot racing. Sedangkan pengujian kebisingan pengambilan datanya dengan 3 metode dan untuk pengujian performa dilakukan dengan alat *dynotest* dan akan didapatkan hasil torsi dan daya tertinggi.

Knalpot NOB1 mampu meningkatkan performa sebesar daya : 0.303 HP, torsi : 0.1 Nm. Knalpot Nobi lebih bisung dan emisi lebih besar dari pada knalpot Yamaha Vixion 2012

Kata Kunci: *komparasi, knalpot standar Yamaha Vixion 2012, knalpot racing NOB1, uji emisi, uji kebisingan, performa.*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin atas segala nikmat yang telah diberikan Allah SWT, sehingga penyusunan laporan proyek akhir yang berjudul “KOMPARASI KNALPOT STANDAR YAMAHA VIXION 2012 DAN KNALPOT RACING NOB1 TERHADAP KEMAMPUAN REDUKSI EMISI KENDARAAN, SUARA DAN PERFORMA PADA YAMAHA VIXION 2012” dapat terselesaikan.

Proyek Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan akademik Diploma Teknik Otomotif, Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta guna memperoleh gelar Ahli Madya Teknik.

Selesainya Proyek Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan Proyek Akhir maupun penyusunan laporan Proyek Akhir ini sehingga terselesaikan dengan baik. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas semua hidayah dan karunianya.
2. Bapak Dr.Zainal Arifin, MT. selaku Pembimbing Proyek Akhir atas segala bantuan dan bimbingannya yang telah diberikan demi tercapainya penyelesaian Proyek Akhir ini.
3. Bapak . selaku Koordinator Proyek Akhir Teknik Otomotif.
4. Bapak Moch. Solikin, M.Kes. selaku Kaprodi Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

5. Bapak Dr.Zainal Arifin, MT. selaku Kajar Diknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
6. Segenap Dosen dan Karyawan di Jurdiknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
7. Orang tua dan keluarga yang telah memeberikan segala dukungan dan doa. Serta bantuan yang tidak ternilai harganya.
8. Saudara Dexi Sanjaya yang telah membantu dalam proyek akhir ini.
9. Saudari-sudari temen dekatku yang banyak kasih semangat.
10. Saudara seperjuanganku Kelas B angkatan 2012 yang telah banyak membantu dan kerjasamanya.
11. Pihak-pihak yang tidak dapat saya sebut satu-persatu, terimakasih atas dukuangan dan kerjasamanya.

Semoga dengan pengorbanan dan bantuan dari Bapak, Ibu dan teman-teman semua semoga mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Hasil karya ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis mengharapkan adanya kritikan dan saran yang membangun serta saran para pembaca yang budiman demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan proyek akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian.

Yogyakarta, 25 September 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>SURAT PERSETUJUAN UJIAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	2
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah .....	3
E. Tujuan .....	3
F. Manfaat .....	4
G. Keaslian Gagasan .....	4
<b>BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH</b> .....	5
A. Sistem pembuangan gas buang ( exhaust sistem ) .....	5
a. Macam Macam knalpot .....	6
b. Komponen sistem gas buang .....	8
c. Kontruksi Knalpot yamaha vixion 2012 .....	10
d. Kontruksi Knalpot Racing NOB1 .....	10
B. Emisi Gas Buang .....	12
1. HC (Hidro Karbon) .....	13
2. CO (Karbon Monoksida).....	13
3. Nox .....	14
4. SO <sub>2</sub> .....	15
5. CO <sub>2</sub> .....	16

6. Timah Hitam (Pb).....	17
7. Partikulat .....	17
C. Baku Mutu Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor .....	18
D. Kebisingan Kendaraan Bermotor .....	21
1. Sumber Kebisingan .....	22
2. Jenis Kebisingan .....	22
3. Unsur-unsur suara .....	23
4. Karakteristik Bising .....	23
5. Pengaruh Kebisingan Terhadap Manusia.....	25
E. Baku Mutu Tingkat Kebisingan Kendaraan Bermotor .....	25
D. Performa .....	26
1. torsi.....	26
2. Power ( daya mesin ).....	27
3. <i>Spesific fuel consumption</i> .....	27
4. Prinsip Kerja Dynamometer.....	29
<b>BAB III KONSEP PENGUJIAN .....</b>	<b>31</b>
A. Analisis Kebutuhan .....	31
B. Alat dan Bahan .....	31
C. Konsep Pengujian Knalpot.....	32
1. Pengujian Emisi Gas Buang.....	34
2. Pengujian Kebisingan.....	37
3. Pengujian performa .....	39
D. Metode Pengambilan Data .....	43
E. Metode Pengolahan Data.....	45
F. Jadwal Kegiatan .....	47
G. Rencana Anggaran Biaya .....	48
<b>BAB IV PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>49</b>
A. Proses Pengujian .....	49
1. Persiapan Alat dan Bahan .....	61
2. Proses Pengujian Knalpot Standart Yamaha Vixion 2012.....	50
a. Uji Emisi Gas Buang.....	50
b. Uji Kebisingan .....	54
c. Uji performa .....	58
3. Proses Pengujian Knalpot Racing NOB1.....	61
B. Hasil Pengujian dan Pengolahan Data.....	62
C. Pembahasan .....	65

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	79
A. Kesimpulan .....	79
B. Keterbatasan Alat dan Area Pengujian.....	80
C. Saran .....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	82
<b>LAMPIRAN</b> .....	84

## DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Pengaruh SO <sub>2</sub> terhadap Manusia.....	16
Tabel 2. Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor.....	20
Tabel 3. Ambang Batas Kebisingan Kendaraan Bermotor Tipe Baru .....	28
Tabel 4. Kebutuhan Alat dan Kebutuhan Bahan.....	32
Tabel 5. Spesifikasi Yamaha Vixion 2012.....	33
Tabel 6. Spesifikasi <i>Gas Analyzer</i> .....	35
Tabel 7. Spesifikasi <i>Sound Level Meter</i> .....	37
Tabel 8. Spesifikasi Alat <i>Dyanamometer</i> .....	40
Tabel 9. Format Data Uji Emisi .....	44
Tabel 10. Format Data Kebisingan .....	44
Tabel 11. Format Data Performa.....	44
Tabel 12. Format Data Pengolahan Emisi Gas Buang.....	45
Tabel 13. Jadwal Kegiatan .....	47
Tabel 14. Rencana Anggaran Biaya.....	48
Tabel 15. Alat dan Bahan yang Dibutuhkan .....	50
Tabel 16. Data Hasil Pengujian Uji Emisi Knalpot .....	63
Tabel 17. Data Pengujian Uji Kebisingan Knalpot.....	63
Tabel 18. Data Rata-Rata Hasil Pengujian Uji Emisi Gas Buang Knalpot.....	63
Tabel 19. Data Hasil Uji Perorma kendaraan.....	50

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. <i>Catalytic Converter</i> Pada Sepeda Motor t.....	8
Gambar 2. <i>Header</i> Knalpot.....	9
Gambar 3. <i>Catalytic Converter</i> Pada Sepeda Motor Yamaha Vixion 2012 .....	10
Gambar 4. Kontruksi <i>Muffler</i> Knalpot Standar.....	11
Gambar 5. Kontruksi <i>Muffler</i> Knalpot Racing.....	12
Gambar 6. Prinsip Kerja Dynamometer.....	29
Gambar 7. Diagram Pengujian.....	33
Gambar 8. Pengukuran Emisi Gas Buang.....	34
Gambar 9. Diagram Informasi <i>Gas Analyzer</i> .....	35
Gambar 10. Pengukuran Kebisingan .....	37
Gambar 11. Posisi Kendaraan .....	38
Gambar 11. Posisi Kendaraan Di Atas Dyanamometer .....	39
Gambar 11. Pemasangan Sambungan Pipa Knalpot .....	51
Gambar 12. <i>Piping Gas Hand Mounth</i> .....	51
Gambar 13. Panel Tombol pada <i>Gas Analyzer</i> .....	52
Gambar 14. Menu <i>Aplikasion</i> .....	52
Gambar 15. Menu <i>Gas Analyzer</i> .....	52
Gambar 16. <i>Test Selection</i> .....	52
Gambar 17. Data Pengujian <i>Gas Analyzer</i> .....	53
Gambar 18. Area Pengujian .....	54
Gambar 19. Tombol <i>Turn On</i> .....	54
Gambar 20. Saklar <i>Selected</i> .....	55
Gambar 21. Tombol <i>select</i> .....	55
Gambar 22. Metode Pengujian <i>Normal Running Noise</i> .....	56
Gambar 23. Metode Pengujian <i>Exhausd Noise</i> .....	56
Gambar 24. Metode Pengujian <i>Acceleration Noise</i> .....	57
Gambar 25. Tombol <i>Hold</i> .....	57
Gambar 26. Data Pengujian <i>Sound Level Meter</i> .....	58
Gambar 27. Alat Dynamometer .....	59
Gambar 28. Komputer dan Monitor Dynamometer.....	59
Gambar 29. Posis Motor di Alat Dynamometer.....	59
Gambar 30. Pemasangan <i>Tachometer</i> .....	60
Gambar 31. Pemanasan Sepeda Motor .....	60
Gambar 32. Pengujian Performa.....	60
Gambar 33. Data Hasil Di Komputer.....	61
Gambar 34. Melepas Leher Knalpot .....	61
Gambar 35. Mur dan Baut Pengikat Knalpot Bagian Belakang .....	62
Gambar 36. Kontruksi Knalpot Standar.....	67

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kartu Bimbingan Proyek Akhir.....	85
Lampiran 5. Dokumen Hasil Pengujian Emisi Knalpot Standar.....	86
Lampiran 6. Dokumen Hasil Pengujian Emisi Knalpot Racing .....	87
Lampiran 7. Dokumen Hasil Pengujian Kebisingan.....	88
Lampiran 8. Lembar Bukti Revisi.....	89

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kemajuan teknologi dan kemajuan di bidang ekonomi membawa pada konsekuensi peningkatan pendapatan masyarakat yang menyebabkan kesempatan kepemilikan kendaraan bermotor semakin meluas. Indonesia merupakan salah satu negara yang mengalami peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang sangat signifikan. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor tersebut merupakan salah satu keuntungan di bidang industri otomotif di Indonesia.

Untuk mendukung perkembangan industri otomotif di Indonesia, pemerintah bertekad untuk terus meningkatkan kandungan komponen lokal pada pembuatan kendaraan bermotor (KINA, 2010:3). Sehingga akan lebih menarik jika hal ini juga diikuti oleh peningkatan rancangan dan pembuatan komponen yang memungkinkan untuk dibuat sendiri demi pengembangan teknologi di negara Indonesia. Peran serta dan kesadaran dari seluruh lapisan masyarakat dibutuhkan agar tujuan dari bangsa Indonesia untuk mensejajarkan diri dengan bangsa yang lebih maju dapat segera terwujud.

Salah satu dari sekian banyak komponen kendaraan khususnya roda dua adalah *exhaust system* (saluran gas buang atau knalpot). Perancangan *exhaust system* diharapkan akan memberikan kontribusi dalam program peningkatan kandungan lokal industri otomotif, khususnya yaitu sepeda motor. Hal ini dilakukan mengingat bahwa pasar sepeda motor di Indonesia saat ini meningkat sangat pesat ditambah lagi kehadiran sepeda motor dari luar negeri (salah satunya China) yang dijual dengan harga dibawah harga pasaran. Sepeda motor buatan lokal mau tidak mau harus bersaing dengan mereka.

Knalpot merupakan salah satu komponen yang berfungsi sebagai saluran pembuangan gas sisa pembakaran. Dalam proses pembakaran, kendaraan bermotor akan mengeluarkan hasil pembakaran berupa gas buang yang mengandung berbagai pencemar (polutan) yang pada umumnya merupakan gas-gas yang berbahaya antara lain CO, HC, SOx, NOx, asap, dan Pb. Gas-gas tersebut dapat mengganggu makhluk hidup dan berbagai macam jenis material (zat). Selain itu knalpot juga berfungsi untuk membentuk suara deru mesin dan menambah performa kendaraan bermotor terutama kendaraan sepeda motor. Knalpot yang tidak sesuai standar biasanya menimbulkan kebisingan yang sangat mengganggu pendengaran manusia.

Saat ini banyak industri otomotif yang mengembangkan berbagai macam merk dan jenis knalpot. Setiap merk dan jenis knalpot mempunyai kemampuan mereduksi emisi gas buang, suara deru mesin dengan performa mesin yang berbeda-beda. Sehingga perlu dilakukan pengujian terhadap kemampuan dan performa masing-masing knalpot.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dipaparkan diatas dapat diidentifikasi beberapa hal antara lain :

1. Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mengalami peningkatan yang sangat signifikan.
2. Di Indonesia sekarang ini banyak sekali industri otomotif yang mengembangkan berbagai macam merk dan jenis knalpot, tetapi belum teruji kemampuan reduksi emisi gas buang dan suara deru mesinnya serta performa yang dihasilkan.
3. Setiap merk dan jenis knalpot mempunyai kemampuan mereduksi emisi gas buang dan suara deru mesin dengan performa yang berbeda-beda.

### **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diatas permasalahannya dapat dibatasi pada pengujian kemampuan knalpot dalam mereduksi emisi gas buang dan suara serta performa. Pengujian dilakukan pada satu jenis mesin yaitu sepeda motor Yamaha VIXION 2012 dengan menggunakan 2 buah knalpot yaitu knalpot standar Yamaha VIXION dan knalpot racing NOB1.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah dan batasan masalah dapat dirumuskan :

1. Berapakah perbandingan emisi gas buang antara knalpot standar dan knalpot racing NOBI ?
2. Berapakah perbandingan kebisingan antara knalpot standar dan knalpot racing NOBI?
3. Berapakah perbandingan performa antara knalpot standar dan knalpot racing NOBI ?

### **E. Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah diatas dapat diambil tujuan sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui perbandingan emisi gas buang antara knalpot standar dan knalpot racing NOBI
2. Dapat mengetahui perbandingan kebisingan antara knalpot standar dan knalpot racing NOBI
3. Dapat mengetahui perbandingan performa antara knalpot standar dan knalpot racing NOBI

## **F. Manfaat**

Manfaat dari pengujian kemampuan knalpot dalam mereduksi emisi gas buang dan suara serta performa pada sepeda motor Yamaha VIXION 2012 dengan menggunakan 2 buah knalpot yaitu knalpot standar Yamaha VIXION dan knalpot racing NOB1 sebagai berikut :

1. Memperoleh pengetahuan dan pengalaman yang lebih luas tentang pengujian knalpot.
2. Mengetahui tingkat emisi gas buang dan suara antara knalpot standar dan racing.
3. Mengetahui tingkat performa antara knalpot standar dan knalpot racing.
4. Memilih knalpot yang baik untuk sepeda motor.
5. Meningkatkan kualitas produk knalpot agar lebih baik lagi.

## **G. Keaslian**

Gagasan dari proyek akhir ini merupakan hasil dari observasi di lapangan. Pemikiran dari pengujian ini berawal dari keinginan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan reduksi emisi gas buang dan suara antara knalpot standar dan knalpot racing. Serta ingin mengetahui seberapa besar perbedaan performa antara knalpot racing dengan knalpot standar yamaha vixion.

## BAB II

### PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Pada saat ini jumlah kendaraan bermotor di Indonesia semakin meningkat, terutama pada sepeda motor. Seiring dengan itu industri otomotif berkembang dengan pesat. Salah satunya pada komponen kendaraan tersebut adalah knalpot. Setiap merk dan jenis knalpot mempunyai kemampuan untuk mereduksi emisi gas buang, suara, dan performa yang berbeda. Untuk mengetahui kemampuan reduksi knalpot tersebut, perlu dilakukan pengujian dengan mengkomparasikan beberapa jenis knalpot dengan merk yang berbeda. Untuk memudahkan pengujian ini, diawali dengan melakukan beberapa kajian teori yang mendasari untuk melakukan pengujian meliputi beberapa hal :

#### **A. Sistem pembuangan gas buang ( exhaust sistem )**

Kendaraan bermotor telah menjadi salah satu sumber pencemaran udara di banyak kota-kota besar di dunia. Gas beracun dari jutaan knalpot setiap hari menimbulkan masalah serius di banyak negara tidak terkecuali Indonesia. Kendaraan berbahan bakar bensin terutama sepeda motor salah satu sumber pencemaran udara yang paling besar melebihi industri dan rumah tangga. Sehingga diperlukan pengujian terhadap reduksi emisi, suara dan performa pada knalpot yang beredar dipasaran. Menurut Eka Suntra ( 2009 ) secara spesifik knalpot kendaraan berfungsi untuk :

1. Meredam suara *engine* agar tidak keras
2. Mengurangi keluarnya zat berbahaya dari asap kendaraan
3. Menurunkan panas engine

Dari pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa saluran gas buang merupakan suatu komponen pada mesin berfungsi peredam suara ledakan yang dihasilkan saat proses pembakaran didalam ruang bakar dan sebagai alat untuk menurunkan tekanan dan temperatur gas buang sisa pembakaran sebelum di keluarkan ke udara luar.

## a. Macam-macam knalpot

### 1. Knalpot Yoshimura

Knalpot yang satu ini dirancang dengan desain yang sangat sporti, bahan yang digunakanpun yakni bahan yang memiliki kualitas terbaik yakni bahan carbon kevlar. Selain itu, knalpot racing Yoshimura ini dibuat dengan teknologi yang canggih sehingga akan sangat berpengaruh baik terhadap performa mesin. Knalpot Yoshimura mempunyai suara yang nyaman di telinga, knalpot ini memiliki karakter suara yang tidak terlalu keras di rpm rendah (ngebass) namun suara racing garang akan keluar saat gas ditarik di rpm tinggi. Knalpot dengan karakter suara seperti ini tentu saja banyak dicari karena dipakai semua kondisi cocok digunakan untuk pemakaian harian. (Dede Supriyono: 2015)

### 2. Knalpor R9

Knalpot R9 (*Racing Generation*) cukup populer saat ini, R9 adalah knalpot generasi baru, knalpot yang dibuat racing tapi dengan desain dan tampilan yang stylist. R9 juga banyak dipakai di motor balap dan motor *stylist*. Ini karena bentuk mereka yang menarik. Knalpot R9 terkenal dengan warnanya yang dapat berubah menjadi biru. Sering disebut sebagai knalpot rainbow alias pelangi. Untuk karakter banyak tipe yang bisa digunakan. Suara lebih terdengar *ge-bass* dibandingkan knalpot racing yang lainnya. Harganya pun juga sangat tinggi yaitu sekitar 5 juta. Terdapat tipe untuk sepeda motor 2T dan 4T.

### 3. Knalpot DBS

Knalpot merk DBS (*Dang Bang Sai*) merupakan knalpot buatan Thailand yang saat ini sedang naik daun, banjirnya produk-produk racing Thailand mengikutkan DBS sebagai knalpot yang diminati oleh para pembalap dan mekanik tanah air. Knalpot ini terkenal karena kerapihan las Argon, material yang dipakai adalah pilihan terbaik, sambungan, model dan lengkungan knalpot yang presisi dan hasil dari performa dari knalpot inilah yang tidak diragukan. Untuk karakter knalpot DBS ini adalah maksimal dari RPM menengah sampai RPM tinggi, oleh karena itu cocok untuk kelas drag race. Knalpot DBS terbuat dari stainless steel dan merupakan impor dari Thailand. Terdapat tipe untuk sepeda motor 2T dan 4T. Warna knalpot sering muncul pelangi dengan kombinasi pink dan kuning.

### 4. Knalpot AHRS

Knalpot merk AHRS ini cukup banyak dipakai untuk ajang road race, tetapi jarang dipakai drag atau balap liar. Knalpot AHRS memiliki karakter *high power*

namun suara tetap enak didengar. Terdapat banyak tipe di AHRS dan tiap tipe sangat berbeda karakternya. Intinya AHRS lebih mengutamakan *power* dan mengutamakan suara yang dihasilkan. Terdapat tipe untuk sepeda motor 2T dan 4T. (Novanda : 2013)

#### 5. Knalpot CLD

Knalpot CLD (*Champion Leader Development*) memiliki versi untuk standar, kompetisi, maupun racing. Knalpot ada yang berbahan stainless, titanium, dan carbon. Selain punya *silencer* berbentuk bulat, juga silencer yang unik yang berbentuk segitiga. Desain batang pipa knalpot dari manifold hingga batas peredam lekukannya serupa dengan model standar. Sementara untuk meredam panas, bahan pipa terbuat dari stainless steel. Selain model *freeflow*, juga diproduksi *silent series*. Menurut Dodo Zulianto disampaikan bahwa kebisingan knalpot CLD adalah tidak terlalu kencang, namun knalpot yang *silent series* juga bisa dibuat skutik *bore-up* untuk sepeda motor 2T dan 4T.

#### 6. Knalpot HRP

Knalpot merk HRP (Hendriansyah Racing Produk) merupakan knalpot produk asal jogja yang banyak beredar di pasaran, seperti kompetitornya AHRS yang terjun di kelas harian dan modifikasi, HRP lebih jarang di pakai buat ajang balap profesional. Knalpot ini di desain dengan tampilan yang stylist dan suara yang tidak terlalu berisik. Terdapat tipe untuk sepeda motor 2T dan 4T.

#### 7. Knalpot NOBI

Knalpot NOBI mengutamakan akselerasi, suara terdengar halus 2 suara, Semua produk NOBI didesain khusus untuk penggunaan harian dan sangat sesuai dengan karakter jalan di kawasan perkotaan. Setiap produk NOBI telah melewati *Riset, Testing, dan Quality Control* yang ketat dan teliti untuk memberikan produk yang terbaik dan jelas sempurna. Didesain untuk meningkatkan tampilan motor menjadi *High End, Modern, dan Sporty*. Dengan rancangan yang sangat memperhitungkan karakter motor dan kinerja mesinnya maka produk NOBI akan meningkatkan akselerasi dan power motor menjadi lebih maksimal. Knalpot saat ini masih khusus untuk sepeda motor 4T.

#### 8. Knalpot Creampie

Knalpot merk Creampie adalah Knalpot yang produksi di Jln. Wonosari KM 10 Jogja, memang cukup memumpuni untuk mesin drag /balap lurus. Knalpot bisa pesan secara khusus, mulai dari karakter tenaga maupun suara. Knalpot yang

diproduksi secara lokal Jogja mampu menarik minat konsumen hingga luar daerah. Suara yang dihasilkan bisa nyaring bisa juga tidak, tergantung selera konsumen. Terdapat tipe untuk sepeda motor 2T dan 4T.

#### 9. Knalpot SND

Knalpot SND merupakan knalpot pabrikan Thailand, namanya diambil dari singkatan pemiliknya yaitu “*Sand*”. Knalpot ini cukup terkenal di pasaran, tetapi saat ini keberadaan knalpot ini mulai berkurang di pasar balap mungkin juga karena persaingan di pasar balap yang begitu ketat. Knalpot SND memiliki leher knalpot model terompet, membesar pada bagian *muffler*. Dengan *finishing chrome* dan bahan yang ringan menghasilkan aliran gas buang yang lancar sehingga menambah akselerasi dan tenaga. Suara tergolong keras di kelasnya. Terdapat tipe untuk sepeda motor 2T dan 4T.

#### b. Komponen sistem saluran gas buang

Rajasekha dan Madhava ( 2012 ) mengatakan bahwa komponen utama pada exhaust *system* adalah sebagai berikut :

##### 1. Catalytic converter

Rajasekha dan Madhava ( 2012 ) mengatkan, “catalytic converter adalah alat yang digunakan untuk mengkonversi gas yang merugikan seperti gas karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (Nox) menjadi gas yang tidak berbahaya seperti karbon dioksida ( CO<sub>2</sub>) dan nitrogen (N). Sekarang *tipe three way* ( oksida – reduksi ) merupakan tipe yang banyak digunakan untuk mengurangi hidrokarbon dan karbon monoksida. “ Brady (2001 :365) menyatakan pada bukunya yang berjudul *automotive electronic and computer* bahwa “ *catalytic converter* merupakan komponen utama yang digunakan untuk mengurangi emisi gas buang kendaraan “. Sama halnya yang dikemukakan Daryanto (1999:47) *catalytic converter* digunakan untuk mereduksi emisi atau cemaraan gas buang”



*Calatyic Converter* pada sepeda motor (tmcblog.com)

*catalytic converter* merupakan suatu alat yang digunakan untuk menurunkan emisi gas buang sisa pembakaran yang berbahaya sebelum dilepaskan ke udara bebas pada sebuah kendaraan.

*Catalytic converter* merubah gas berbahaya menjadi gas yang tidak berbahaya seperti :

- a) Merubah HC dan O<sub>2</sub> menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O
- b) Merubah CO dan O<sub>2</sub> menjadi CO<sub>2</sub>
- c) Merubah NO dan H<sub>2</sub> menjadi N<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Brady :2001)

Dan juga pada knalpot standar Yamaha Vixion 2012 menggunakan jenis muffler dengan gabungan *sund cancelation* dan *sund absorption* sehingga reduksi suara semakin besar.

## 2. *Exhaust manifold (header)*

*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. Rajasekhar dan Madhava (2012) menyatakan bahwa “setelah proses pembakaran di dalam mesin, gas tekanan tinggi akan dilepaskan. Gas tersebut masuk ke *exhaust manifold* dan terus menuju pipa”.



*Header knalpot (motogokil.com)*

## 3. *Muffler*

*Muffler* merupakan bagian knalpot yang fungsinya untuk mengurangi tekanan dan mendinginkan gas sisa pembakaran. Hal ini disebabkan oleh gas sisa pembakaran yang dikeluarkan oleh mesin cukup tinggi, yakni antara 3 sampai 5 kg/cm<sup>2</sup>. Sementara itu, suhunya bisa mencapai 600 sampai 800° C. Besaran panas ini mencapai 34% dari energi panas yang dihasilkan mesin. Sebagai mana terdapat pada New Step 1 Training Manual Toyota (1995), “bila gas bekas dengan panas dan tekanan yang tinggi seperti ini langsung ditekan ke udara luar, maka gas tersebut akan mengembang cepat sekali, menyebabkan timbulnya suara ledakan yang keras. *Muffler* digunakan untuk mencegah terjadinya hal tersebut. Gas buang dikurangi tekanannya dan didinginkan saat melalui *muffler*”. Dalam Rajasekhar

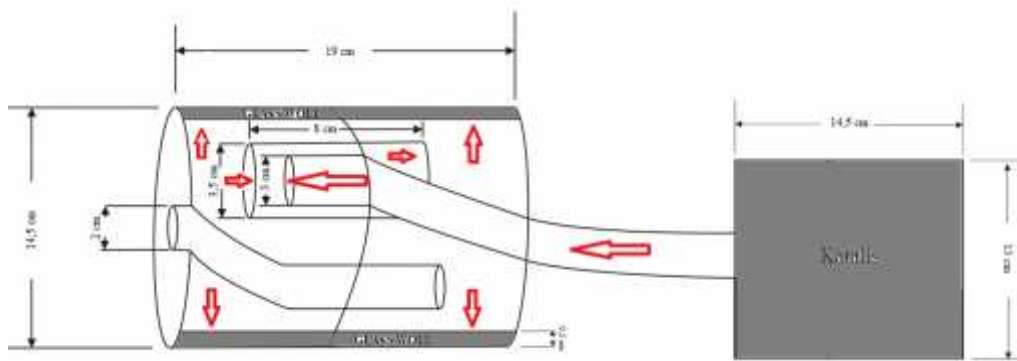
dan Madhava (2012) menyatakan “muffler didefinisikan sebagai perangkat yang digunakan untuk mengurangi suara yang dipancarkan oleh mesin. Untuk mengurangi kebisingan knalpot, knalpot terhubung melalui pipa knalpot menuju peredam yang disebut muffler/silencer”. Daryanto (1999 : 46) juga menyatakan “muffler atau peredam berfungsi untuk meredam atau mereduksi kebisingan suara yang terjadi”.

**c. Kontruksi knalpot standar Yamaha Vixion 2012**

Pada knalpot standar Yamaha Vixion 2012 jenis system knalpot ini adalah knalpot *full system* dan sudah dilengkapi adanya *catalytic converter*.



*Catalytic converter* pada sepeda motor yamaha vixion ( yamaha 2012)



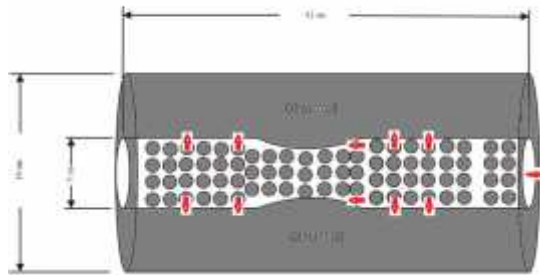
Gambar 4. Kontruksi *Muffler* Knalpot Standar

Dari gambar kontruksi muffler knalpot standar bahwa dalam pengaruh emisi gas buang menjadi lebih kecil karena tereduksi adanya katalis yang dimiliki knalpot standar vixion 2012, selain itu pengaruh tekanannya akan menjadi lebih kecil disebabkan kontruksi knalpot tersebut dibuat pipa dengan ukuran 3 cm dari katalis menuju ruangan muffler dengan lebar 14,5 cm dan panjang 19 cm sehingga tekanan menjadi menurun serta diredam adanya *glasswool*, jika tekanan menurun otomatis temperatur juga menurun.

**d. Kontruksi knalpot Racing NOBI**

Untuk knalpot racing NOBI. Knalpot ini menggunakan tipe *full system*. Dengan tipe *muffler sound absorption*, menurut motogokil.com pada *muffler* tipe *sound*

*absorbtion* ini terdapat material peredam suara untuk menurunkan level gelombang suara yang dihasilkan oleh mesin saat beroperasi. Bahan peredam yang digunakan untuk meredam suara knalpot adalah bahan yang berpori, resonantor dan panel. Dari ketiga bahan peredam tersebut yang paling banyak digunakan adalah bahan yang berpori seperti *glass wool*, *rock wool* dan lain sebagainya.



Gambar 5. Kontruksi *Muffler* Knalpot Racing

Knalpot racing memiliki jenis *muffler sound absorbtion*, kontruksi muffler tersebut berpengaruh dalam tekan sangat besar kerana ukuran pipa tersebut diameternya hampir sama besar dengan ukuran 5 cm dan panjang 42 cm dan hanya menggunakan satu pipa tanpa adanya sekat lain, sehingga tekanan suara dari mesin sangat padat dan diredam dalam *glasswooll* agar suara menjadi ngebass. Muffler knalpot racing ini tidak dilengkapi dengan adanya katalis sehingga emisi gas buangnya dari sisa hasil pembakaran tetap.

Menurut Spekmotor.com terlepas dari trend, pengaruh lingkungan, dll, ada beberapa alasan mengapa mereka mengganti knalpot standar dengan knalpot racing, yaitu :

1. Menambah power

Pergantian knalpot racing motor dapat meningkatkan power mesin. Hal tersebut diakibatkan oleh jenis knalpot racing yang rata-rata didesain dengan ruang yang lebih bebas tanpa terhambat oleh sekat maupun filter di dalamnya sehingga aliran gas buang dari hasil pembakaran menjadi lebih lancar. Sehingga tak heran, bagi para modifikator motor yang melakukan *oversize* mesin, penggantian knalpot standar menjadi racing mutlak diperlukan untuk mengimbangnya.

2. Suara

Sebagian orang yang mengganti knalpot standar dengan knalpot racing memiliki alasan suara yang dikeluarkan oleh knalpot standar terlalu kalem dibandingkan knalpot racing motor buatan pihak ketiga. Rata-rata knalpot racing

memang memiliki suara yang unik dan “ngebas” (untuk mesin 4-tak) dan “cempreg” (mesin 2-tak) sehingga suara yang dihasilkan menjadi lebih mantab.

### 3. Tampilan

Bagi mereka yang tidak memahami teknis tentunya alasan mereka mengganti knalpot standar dengan knalpot racing disebabkan oleh alasan tampilan. Umumnya knalpot racing memiliki bentuk yang lebih bervariasi dan unik dibandingkan knalpot standar produksi manufacturer.

Dari sekian banyak merk knalpot yg ada, knalpot racing “*NOBI*” merupakan salah satu knalpot racing yang di rekomendasikan untuk motor Vixion 2012. Hal ini bisa diketahui karena knalpot *NOBI* mempunyai suara yang nyaman di telinga, memiliki karakter suara yang tidak terlalu keras di rpm rendah namun suara racing garang akan keluar saat gas di tarik di rpm tinggi dan mempunya desain yang pas untuk Yamaha Vixion 2012 sehingga banyak pemilik Yamaha Vixion 2012 yang memakainya. (Dede Supriyana 2015)

Knalpot racing merupakan salah satu pilihan yang sangat diminati oleh masyarakat umum karena dapat meningkatkan peforma kendaraan tanpa harus melakukan perubahan pada engine. Selain itu juga karena tampilan yang stylist dan sporty dengan berbagai macam pilihan. Seiring banyaknya penggunaan knalpot racing di masyarakat umum mengakibatkan timbulnya berbagai permasalahan baru seperti meningkatnya konsumsi bahan bakar, meningkatnya emisi gas buang dan peningkatan temperatur kendaraan, serta meningkatnya tingkat angka kebisingan kendaraan.(Robby: 2014). Setiap merk knalpot mempunyai kemampuan mereduksi emisi gas buang dan suara deru mesin yang berbeda-beda.

## **B. Emisi Gas Buang**

Proses pembakaran motor bensin yang terdiri atas unsur bensin (*Heptane*  $C_7H_{16}$  dan *Iso Oktana*  $C_8H_{18}$ ) dengan udara ( $O_2$ ,  $N_2$ , dan unsur yang lain) akan menghasilkan emisi gas buang yang meliputi *Hydro Carbon* (HC), *Carbon Monoxide* (CO), *Carbon Dioxide* ( $CO_2$ ), *Nitrogen Oxide* (NOx), *Tetra Ethyl Lead*/Timah Hitam (Pb), dan Sulfur/belerang ( $SO_2$ ) serta bahan partikulat yang lainnya. (Spuller: 1987. Weller: 1989. Robert: 1993.).

Seperti sudah dijelaskan diatas bahwa ada bermacam-macam gas buang, yang sering dipersoalkan karena beracun adalah CO, HC, NOx, SOx, Pb, dan partikulat. Hal

mengenai sifat, sumber penyebab dan pengaruh buruk dari gas-gas dan partikulat tersebut di terangkan dibawah ini.

### **1. HC (Hidro Karbon)**

Hidro karbon (HC) merupakan unsur senyawa bahan bakar bensin, HC yang ada pada gas buang adalah dari senyawa bahan bakar yang tidak terbakar habis dalam proses pembakaran motor, HC diukur dalam satuan ppm (*part permillion*) (Robert: 1993, Weller: 1989, Spuller: 1987). Walaupun rasio perbandingan antara udara dan bensin ( $AFR = Air\ Fuel\ Ratio$ ) sudah tepat dan didukung oleh desain ruang bakar mesin saat ini yang sudah mendekati ideal, tetapi tetap saja sebagian dari bensin seolah-olah tetap dapat "bersembunyi" dari api saat terjadi proses pembakaran dan menyebabkan emisi HC pada ujung knalpot cukup tinggi.

Hidro karbon merupakan gas berbahaya bagi manusia, hidro karbon yang bersifat karsinogenik dapat berbahaya karena hidro karbon di dalam udara mengalami reaksi foto kimia sehingga dapat berubah menjadi gas yang lebih berbahaya dari pada asalnya (menjadi *peroxiasetil nitrat*, *keton*) sehingga hidro karbon pada konsentrasi yang sedang sampai tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan terutama pada selaput lendir, mata, hidung dan tenggorokan dan jika terakumulasi dalam waktu yang agak lama hidrokarbon juga berpotensi menyebabkan penyakit kanker. (Spuller: 1987, Weller: 1989, Robert: 1993, Soemirat: 2004)

Hidro karbon yang tinggi dapat disebabkan gangguan pada sistem pengapian, misalnya kabel busi yang jelek, koil yang jelek, busi yang jelek, saat pengapian terlalu maju serta tekanan kompresi yang rendah, sehingga dengan adanya gangguan tersebut diatas akan mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna dan menghasilkan emisi HC yang besar.

### **2. CO (Karbon Monoksida)**

Gas karbon monoksida merupakan gas yang relatif tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan unsur lain, CO dapat diubah dengan mudah menjadi karbon dioksida ( $CO_2$ ) dengan bantuan sedikit oksigen dan panas, CO diukur dalam satuan % per volume atau dalam ppm tetapi dalam industri otomotif sesuai dengan alat ukur yang digunakan sering diukur dalam satuan % per volume (Spuller: 1987, Weller: 1989, Robert: 1993).

Kadar CO yang besar diakibatkan oleh perbandingan campuran antara bahan bakar bensin dan udara tidak sesuai, dimana kandungan bensin terlalu banyak.

Walaupun kandungan bahan bakar bensin terlalu banyak tetapi masih dapat terbakar sehingga menghasilkan emisi CO yang besar, CO besar dapat disebabkan oleh kesalahan dalam penyetelan karburator sehingga homogenitas campuran menjadi jelek, filter udara yang kotor juga akan mengurangi jumlah udara yang masuk ke dalam silinder.

Akibat yang ditimbulkan diantaranya adalah akan bercampur dengan hemoglobin yang terdapat dalam darah menjadi *carboxyhaemoglobin* (COHb). Dengan bertambahnya COHb, fungsi pengaliran oksigen dalam darah akan terhalang. Didalam darah bila terdapat COHb 5% (dalam udara CO 40 ppm) akan menimbulkan keracunan dalam darah. (Zainal Arifin & Sukoco: 2009)

CO diketahui dapat mempengaruhi kerja jantung (*sistem kardiovaskuler*), sistem syaraf pusat, juga janin, dan semua organ tubuh yang peka terhadap kekurangan oksigen. Pengaruh CO terhadap sistem *kardiovaskuler* cukup nyata teramati walaupun dalam kadar rendah. Penderita penyakit jantung dan penyakit paru merupakan kelompok yang paling peka terhadap pajanan CO. Studi eksperimen terhadap pasien jantung dan penyakit pasien paru, menemukan adanya hambatan pasokan oksigen ke jantung selama melakukan latihan gerak badan pada kadar COHb yang cukup rendah 2,7 %. Pengaruh pajanan CO kadar rendah pada sistem syaraf dipelajari dengan suatu uji psikologi. Walaupun diakui interpretasi dari hasil uji seperti ini sulit ditemukan bahwa kadar COHb 16% dianggap membahayakan kesehatan. Pengaruh bahaya ini tidak ditemukan pada kadar COHb sebesar 5%. Menurut evaluasi WHO, kelompok penduduk yang peka (penderita penyakit jantung atau paru-paru) tidak boleh terpajan oleh CO dengan kadar yang dapat membentuk COHb di atas 2,5%. Kondisi ini ekuivalen dengan pajanan oleh CO dengan kadar sebesar 35 mg/m<sup>3</sup> selama 1 jam, dan 20 mg/mg selama 8 jam. Oleh karena itu, untuk menghindari tercapainya kadar COHb 2,5-3,0 % WHO menyarankan pajanan CO tidak boleh melampaui 25 ppm (29 mg/m<sup>3</sup>) untuk waktu 1 jam dan 10 ppm (11,5 mg/mg<sup>3</sup>) untuk waktu 8 jam. (Tri Tugaswati: 2008).

### 3. NOx

Senyawa NOx adalah ikatan kimia antara unsur nitrogen dan oksigen. Dalam kondisi normal atmosphere, nitrogen adalah gas inert yang amat stabil yang tidak akan berikatan dengan unsur lain. Tetapi dalam kondisi suhu tinggi dan tekanan tinggi dalam ruang bakar, nitrogen akan memecah ikatannya dan berikatan dengan oksigen. Senyawa NOx ini sangat tidak stabil dan bila terlepas ke udara bebas, akan

berikatan dengan oksigen untuk membentuk  $\text{NO}_2$ . Inilah yang amat berbahaya karena senyawa ini amat beracun dan bila terkena air akan membentuk asam nitrat.

Tingginya konsentrasi senyawa  $\text{NO}_x$  disebabkan karena tingginya konsentrasi oksigen ditambah dengan tingginya suhu ruang bakar. Tumpukan kerak karbon yang berada di ruang bakar juga akan meningkatkan kompresi mesin dan dapat menyebabkan timbulnya titik panas yang dapat meningkatkan kadar  $\text{NO}_x$ . Mesin yang sering detonasi juga akan menyebabkan tingginya konsentrasi  $\text{NO}_x$ .

Diantara berbagai jenis nitrogen oksida yang ada di udara, nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) merupakan gas yang paling beracun. Karena larutan  $\text{NO}_2$  dalam air yang lebih rendah dibandingkan dengan  $\text{SO}_2$ , maka  $\text{NO}_2$  akan dapat menembus ke dalam saluran pernafasan lebih dalam. Bagian dari saluran yang pertama kali dipengaruhi adalah membran mukosa dan jaringan paru. Organ lain yang dapat dicapai oleh  $\text{NO}_2$  dari paru adalah melalui aliran darah. (Tri Tugaswati: 2008).

Sumber penyebab berasal dari kendaraan bermotor 39 %, pabrik generator dan penyulingan minyak 61 %. Akibat yang ditimbulkan  $\text{NO}_2$  akan membuat sakit (merangsang) hidung dan tenggorokan. (Konsentrasi 3-5 ppm) dan sifat beracunnya akan menimbulkan sukar tidur, batuk-batuk dan sebagainya. (konsentrasi 30-50 ppm) iritasi mata dan hidung. (konsentrasi 10-30 ppm) sebagai gabungan dan zat nitrogen menyebabkan problem utama timbulnya photo chemical smoke. (Zainal Arifin & Sukoco, 2009: 39)

#### **4. $\text{SO}_2$ (Sulfur Dioksida)**

Pembakaran bahan bakar, gas dan batubara mengandung sulfur tinggi, dan diperkirakan memberi kontribusi sebanyak sepertiga dari seluruh gas  $\text{SO}_2$  atmosfer pertahun. Akan tetapi karena hampir seluruhnya berasal dari buangan industri dan kendaraan bermotor, maka hal ini dianggap cukup gawat. Apabila pembakaran bahan bakar fosil ini bertambah di kemudian hari, maka dalam waktu singkat sumber-sumber buatan ini akan dapat memproduksi lebih banyak  $\text{SO}_2$  daripada sumber alamiah. Di dalam udara sulfur dioksida mengalami reaksi fotokimia dan berubah menjadi berbagai macam senyawa sebelum jatuh ke permukaan bumi, gas  $\text{SO}_2$  misalnya dapat teroksidasi menjadi  $\text{SO}_3$  yang mempunyai sifat iritan yang lebih kuat daripada  $\text{SO}_2$ . Selain itu  $\text{SO}_3$  ini bekerja sinergistik dengan  $\text{SO}_2$  yang selanjutnya baik  $\text{SO}_2$  maupun  $\text{SO}_3$  dapat bereaksi dengan air dan menjadi asam sulfat yang merupakan iritan yang kuat. Jumlah  $\text{SO}_2$  dalam udara sangat bervariasi dengan

musim maupun dengan keadaan cuaca sehingga didapat varisasi yang tidak menentu (Soemirat: 2004).

Pengaruh kadar SO<sub>2</sub> yang melebihi batas yang diperbolehkan akan berpengaruh terhadap kesehatan manusia, hewan maupun tumbuh-tumbuhan. Gas SO<sub>2</sub> dapat menyebabkan iritasi dan lebih dari 95% gas SO<sub>2</sub> akan terhirup selama proses pernafasan. Pengaruh SO<sub>2</sub> terhadap manusia dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Pengaruh SO<sub>2</sub> terhadap Manusia

Konsentrasi (ppm)	Efek terhadap manusia
3 – 5	Bau
8 – 12	Iritasi saluran pernafasan
20	Iritasi pada mata
20	Batuk
20	Maksimum konsentrasi pemaparan yang lama
50 – 100	Maksimum pemaparan 30 menit
400 – 500	Berbahaya pada waktu yang singkat

Sumber : Enviromental Chemistry, Air and Water Pollution

Polutan ini sangat korosif terhadap metal,karena menyebabkan hujan asam. Sementara akibat yang ditimbulkan diantaranya iritasi sistem membran pernafasan dan peradangan saluran udara, yang selanjutnya menyebabkan bronkitis. (Zainal Arifin & Sukoco: 2009)

## 5. CO<sub>2</sub> (Karbon Dioksida)

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan senyawa yang tidak beracun dari hasil pembakaran motor pada kondisi pembakaran yang baik akan dihasilkan CO<sub>2</sub> yang tinggi (min 12% volume). Peningkatan CO<sub>2</sub> di atmosfer akan membawa dampak terhadap pemanasan global melalui efek rumah kaca.(Weller: 1989, Sumarwoto: 1994, Robert: 1993). Tingkat emisi gas rumah kaca cenderung meningkat dari waktu ke waktu akibat meningkatnya aktivitas manusia setelah era industri.

Apabila laju peningkatan emisi gas rumah kaca ini tidak diturunkan maka dikhawatirkan dalam waktu seratus tahun mendatang, konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer akan meningkat dua kali lipat dari konsentrasi saat ini serta dapat meningkatkan suhu udara global sampai 6,5°C, peningkatan suhu global sebesar ini akan menyebabkan terganggunya kondisi iklim global dan aktivitas biologis di muka bumi (Soemarno: 2006).

## 6. Timah Hitam (Pb)

Timah hitam (Pb) merupakan senyawa beracun yang terkandung dalam bahan bakar bensin dengan tujuan untuk menaikkan angka oktan bensin sehingga pada waktu pembakaran dalam proses kerja motor tidak mudah terjadi detonasi atau *knocking* (Spuller: 1987). Timah hitam adalah *neurotoksin* racun penyerang syaraf bersifat akumulatif yang dapat merusak pertumbuhan otak pada anak-anak. Pada saat ini kandungan Pb/timbal dalam premium masih ada walaupun dalam kandungan yang sangat kecil ( 0,013 gr/l) untuk premium tanpa timbal dan 0,3 gr/l untuk premium dengan timbal, data dari Pertamina.

Baku mutu yang diperkenankan untuk kandungan Pb dalam debu adalah 60 mgr/m<sup>3</sup>, hasil pengukuran pada seluruh lokasi memperlihatkan bahwa kandungan Pb dalam debu di DKI Jakarta masih memenuhi baku mutu. Pb memiliki sifat berbau, berwarna hitam pekat. Akibat yang ditimbulkan, bau yang mengganggu penciuman dan asap kotor mengganggu penglihatan. Keracunan Pb pada tingkat awal menyebabkan mudah marah, lesu, nafsu makan turun, lemah otot dan sembelit. Tingkat tinggi dapat menyebabkan kerusakan ginjal, hati, lambung dan kehamilan tidak normal. (Zainal Arifin & Sukoco: 2009)

Pengaruh lain Pb pada kesehatan yang terutama adalah pada *sintesa haemoglobin* dan sistem pada syaraf pusat maupun syaraf tepi. Pengaruh pada sistem pembentukan Hb darah yang dapat menyebabkan anemia, ditemukan pada kadar Pb-darah kelompok dewasa 60-80µg/100 ml dan kelompok anak > 40 µg/100 ml. (Tri Tugaswati: 2008).

## 7. Partikulat

Berbentuk partikel debu yang sangat kecil ( $\pm 0,01\mu\text{m}$ ) yang terbentuk dari senyawa-senyawa karbon dan bahan kimia lain dalam proses pembakaran. Akibat yang ditimbulkan mengendap dalam sel lapisan paru-paru sehingga kerjanya terganggu dan menimbulkan warna hitam dalam paru-paru. (Zainal Arifin & Sukoco, 2009: 39)

Karena partikulat di dalam gas buang kendaraan bermotor berukuran kecil, partikulat tersebut dapat masuk sampai ke dalam alveoli paru-paru dan bagian lain yang sempit. Partikulat gas buang kendaraan bermotor terutama terdiri jelaga (hidrokarbon yang tidak terbakar) dan senyawa anorganik (senyawa-senyawa logam, nitrat dan sulfat). Sifat iritasi terhadap saluran pernafasan, menyebabkan SO<sub>2</sub> dan

partikulat dapat membengkaknya membran mukosa dan pembentukan mukosa dapat meningkatnya hambatan aliran udara pada saluran pernafasan. Kondisi ini akan menjadi lebih parah bagi kelompok yang peka, seperti penderita penyakit jantung atau paru-paru dan para lanjut usia. (Tri Tugaswati: 2008).

### **C. Baku Mutu Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor**

Penetapan baku mutu emisi gas buang kendaraan bermotor yang ada selalu memperhatikan babarapa hal diantaranya adalah ketersediaan, perkembangan dan penggunaan teknologi kendaraan, ketersediaan bahan bakar, usia kendaraan dan perilaku pemilik kendaraan. Sehingga pemerintah selalu memiliki perbedaan dalam parameter emisi dan besarnya pun akan berbeda, seperti yang berlaku di Indonesia tentang peraturan perundang-undangan yang berkaitan dengan pengendalian emisi kendaraan. Pemerintah memegang peranan penting dalam usaha pencegahan pencemaran udara, dalam hal ini pemerintah membuat peraturan mengenai lingkungan hidup, diantaranya sebagai berikut :

1. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup: Kep. No. 02/Men./I/1998, menetapkan ambang batas CO 4,5%, HC 3.300 ppm untuk mesin 2 tak dan 4 tak.
2. Keputusan Menteri Perhubungan : KM No. 8/1989, menetapkan CO 4,5%, HC 1.200 ppm untuk kendaraan roda 4.
3. Keputusan Gubernur DKI Jakarta : No. 1222/1990, menetapkan mesin 2 tak dengan ambang batas CO 4,5%, dan HC 3.000 ppm, sedangkan mesin 4 tak dengan ambang batas CO 4,5%, dan HC 1.200 ppm.
4. Menteri Negara Lingkungan Hidup : Kep. No. 35/MENLH/10/1993, menetapkan mesin 2 tak dengan ambang batas CO 4,5%, dan HC 3.000 ppm, sedangkan mesin 4 tak dengan ambang batas CO 4,5%, dan HC 2.400 ppm.
5. Undang-undang lalu lintas No. 14/1992 (Bab X pasal 50 ayat 1 dan 2 tentang Dampak Lingkungan) dikeluarkan tanggal 17 september 1992.
6. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup : Kep. No. 35/MENLH/10/1993 tentang Ambang Batas Gas Buang Kendaraan Bermotor, menetapkan kandungan CO dan HC serta ketebalan asap pada pancaran gas buang, sebagai berikut :
  - a. Sepeda motor 2 (dua) langkah dengan bahan bakar bensin dengan bilangan oktana 87 ditentukan maksimum 4,5% untuk CO dan 3.000 ppm untuk HC;
  - b. Sepeda motor 4 (empat) langkah dengan bahan bakar bensin dengan bilangan oktana 87 ditentukan maksimum 4,5% untuk CO dan 2.400 ppm untuk HC;

- c. Kendaraan bermotor selain sepeda motor 2 (dua) langkah dengan bahan bakar bensin dengan bilangan oktana 87 ditentukan maksimum 4,5% untuk CO dan 1.200 ppm untuk HC;
  - d. Kendaraan bermotor selain sepeda motor 2 (dua) langkah dengan bahan bakar solar disel dengan bilangan setana 45 ditentukan maksimum ekivalen 50% Bosch pada diameter 102 mm atau 25% opasiti untuk ketebalan asap.
7. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup : Kep. No. 15/MENLH/4/1996, tanggal 26 april 1996, mencanangkan “Program Langit Biru”.
  8. Keputusan Men. LH No 141 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor tipe baru dan kendaraan bermotor yang sedang diproduksi (*Current Production*) (Zainal Arifin & Sukoco: 2009)
  9. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006 / 1 Agustus 2006 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Bergerak (Kendaraan Bermotor).

Tabel 3. Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor (Permen LH no. 05 tahun 2006)

KENDARAAN BERMOTOR KATEGORI "L"					
kategori	Tahun pembuatan	Parameter			Metode uji
		CO (%)	HC (ppm)	Opasitas (%)	
Sepeda motor 2 langkah	< 2010	4.5	12.000	-	idle
Sepeda motor 4 langkah	< 2010	4.5	2.400	-	idle
Sepeda motor 2 dan 4 langkah	> 2010	4.5	2.000	-	idle
KENDARAAN BERMOTOR KATEGORI "M, N, DAN O"					
Berpenggerak motor bakar cetus api (bensin)	< 2007 > 2007	4.5 1.5	1.200 200	-	idle
Berpenggerak motor bakar penyalaan kompresi (diesel) GVW < 3,5 ton GVW > 3,5 ton	< 2010 > 2010 < 2010 > 2010	- - - -	- - - -	70 40 70 50	Percepatan bebas (free running acceleration)

**Keterangan:**

Kendaraan bermotor kategori L : kendaraan beroda kurang dari empat.

Kendaraan bermotor kategori M: kendaraan bermotor beroda empat atau lebih dan digunakan untuk angkutan orang.

Kendaraan bermotor kategori N : kendaraan bermotor beroda empat atau lebih dan digunakan untuk angkutan barang.

Kendaraan bermotor kategori O : kendaraan bermotor penarik untuk gandengan atau tempel.

GVW (Gross Vehicle Weight) : total berat sebuah kendaraan tunggal ditambah dengan berat muatan.

**Catatan:**

Untuk kendaraan bermotor berpenggerak motor bakar cetus api kategori "M, N dan O"

< 2007 : berlaku sampai dengan 31 Desember 2006

> 2007 : berlaku mulai tanggal 1 Januari 2007

Untuk kendaraan bermotor kategori “L” dan kendaraan bermotor berpengerak motor bakar penyalaan kompresi

< 2010 : berlaku sampai dengan 31 Desember 2009

> 2010 : berlaku mulai tanggal 1 Januari 2010

\* atau ekivalen % bosch

Beberapa aturan dari pemerintah tersebut menunjukkan betapa pentingnya pengendalian emisi. Dengan adanya baku mutu emisi kendaraan bermotor diharapkan kendaraan-kendaraan khususnya di Indonesia dapat memenuhi aturan tersebut guna menciptakan kondisi udara yang baik.

#### **D. Kebisinga Kendaraan Bermotor**

Seiring majunya teknologi, terutama di bidang transportasi dan industri banyak ditemukannya berbagai jenis kendaraan bermotor serta mesin-mesin industri seperti, sepeda motor, mobil, pesawat terbang, mesin penggilas dan sebagainya, yang menyebabkan tingkat pencemaran lingkungan semakin tinggi. Bukan hanya berupa pencemaran udara, tapi juga berupa pencemaran pendengaran karena suara atau bunyi yang ditimbulkan oleh mesin tersebut yang cukup mengganggu pendengaran telinga. Polusi udara yang demikian sering kita sebut dengan kebisingan.

Kebisingan atau bising adalah bunyi atau suara yang tidak diinginkan atau tidak dikehendaki yang bisa berdampak pada kesehatan apabila terjadi secara berulang-ulang dalam kurun waktu yang cukup lama. Tingkat intensitas bunyi dinyatakan dalam satuan bel atau desibel (dB). Berdasarkan Surat Keputusan (SK) Menteri Negara Lingkungan Hidup No: Kep.Men-48/MEN.LH/11/1996, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan, termasuk ternak, satwa, dan sistem alam.

Berkembangnya jaringan transportasi yang pesat, mengakibatkan jumlah atau volume lalu lintas terus meningkat dari waktu ke waktu. Hal ini menimbulkan permasalahan-permasalahan seperti; kemacetan, polusi udara, kebisingan, kecelakaan dan lain sebagainya. Sektor lingkungan merupakan aspek yang akan terkena dampak secara langsung atau tidak langsung oleh perkembangan lalu lintas tersebut. Perkembangan lalu lintas akan mengakibatkan dampak positif maupun negatif yang selanjutnya akan dirasakan langsung oleh masyarakat. Salah satu dampak negatif arus lalu lintas yang semakin padat yaitu kebisingan yang ditimbulkan oleh kendaraan.

Kebisingan lalu lintas berasal dari suara yang dihasilkan kendaraan bermotor, terutama mesin kendaraan, knalpot, serta akibat interaksi antara roda dengan jalan. Kendaraan bermotor merupakan sumber kebisingan utama di jalan raya. Masyarakat yang tinggal di sepanjang jalan tentu memiliki peluang yang lebih tinggi untuk mengalami gangguan kesehatan dibanding masyarakat yang tinggal di kawasan yang jauh dari jalan tersebut. Apabila seseorang secara berulang-ulang terpapar kebisingan, besar resiko orang tersebut untuk mengalami gangguan kesehatan terutama pada bagian pendengarannya. Tidak menutup kemungkinan bahwa orang tersebut juga akan mengalami gangguan kesehatan mental, apabila terus-menerus berada dalam keadaan tersebut dalam kurun waktu yang lama.

### **1. Sumber Kebisingan**

Di lingkungan sekitar terdapat ragam sumber bunyi. Seperti yang dikemukakan oleh Edi Nursalam dalam Polusi Kebisingan (2011) bahwa kebisingan dapat bersumber dari :

- a. Sumber kebisingan titik atau sumber statis: kebisingan ini dihasilkan dari benda tidak bergerak. Suara yang dihasilkan pada sumber ini berbentuk titik-titik dan akan menyebar melalui udara dengan kecepatan suara 340 meter/detik dengan pola penyebaran berbentuk lingkaran dengan sumber kebisingan sebagai pusatnya.

Contoh : Mobil sedang berhenti dengan mesin hidup.

- b. Sumber kebisingan garis atau sumber dinamis: yaitu kebisingan yang dihasilkan oleh sumber bergerak atau alat transportasi. Suara yang dihasilkan dari sumber ini akan menyebar melalui udara dengan pola yang berbentuk selinder yang memanjang dengan sumber kebisingan sebagai sumber utama.

Contoh : Suara lalu lintas, kerta api, pesawat udara dll.

### **2. Jenis Kebisingan**

Menurut Edi Nursalam (2011) bising dibagi atas :

- a. *Steady state noise*

Suatu kebisingan yang datangnya secara kontinyu dengan intensitas relatif tetap dalam waktu yang cukup lama. Contohnya adalah kebisingan yang disebabkan oleh mesin diesel, kipas angin, mesin industry, air terjun dan lain-lain.

- b. *Impulsive noise*

Suatu kebisingan yang datangnya tidak kontinyu dengan intensitas yang relative tetap atau tidak tetap. Contohnya adalah suara palu besi, tembakan atau ledakan.

c. *Intermitten* (semi kontinu)

Kebisingan kontinyu yang hanya sekejap kemudian hilang dan mungkin akan datang lagi. Contohnya suara mobil atau pesawat terbang yang sedang lewat.

### 3. Unsur-unsur suara

Menurut Edi Nursalam (2011) unsur-unsur kebisingan dibagi menjadi tiga yaitu :

a. Sumber suara

Sumber suara dihasilkan akibat suatu suara yang diterima telinga manusia. Sumber suara dapat dibedakan menjadi dua menurut arahnya yaitu :

1) *Nondirectional source* (tanpa arah)

Sumber suara tersebut memancarkan intensitas yang sama ke segala arah dengan permukaan berbentuk bola dan terus menerus membesar dan segera melemah bila jaraknya sudah jauh dari sumber.

2) *Directional source* (terarah)

Sumber suara tersebut memancarkan intensitas yang tidak sama ke segala arah.

b. Medium perambatan

Suara tidak dapat merambat di ruang hampa udara. Untuk merambat, gelombang suara membutuhkan medium yang dapat berupa udara (*air born sound*), air maupun benda padat (*structure born sound*). Suara merupakan gelombang mekanis yang merambat melalui medium dengan pola longitudinal.

c. Penerima

Penerima dalam hal ini adalah telinga manusia yang menangkap gelombang yang dipancarkan melalui medium oleh sumber.

### 4. Karakteristik bising

Menurut Edi Nursalam (2011) faktor-faktor yang penting dalam evaluasi pengaruh bising terhadap pendengaran manusia adalah sebagai berikut :

a. Tingkat tekanan suara (*sound pressure level*)

Rambatan suara di udara akan menimbulkan gangguan terhadap kondisi keseimbangan tekanan udara atau atmosfer. Besarnya gangguan ini dinyatakan dalam besaran fisis tekanan suara (*sound pressure*). Satuan tekanan suara dinyatakan dengan pascal (Pa) atau N/m<sup>2</sup>. Satuan tekanan suara sebagai satuan tingkat kebisingan terasa kurang praktis digunakan karena daerah pendengaran manusia memiliki jangkauan yang sangat lebar ( $2 \times 10^{-5}$  Pa – 200 Pa).

Alat ukur kebisingan adalah *sound level meter* yang dapat mengukur tingkat kebisingan secara langsung. *Sound level meter* terdiri dari mikropon, penguat dan instrument keluaran (*output*) yang mengukur tingkat tekanan suara efektif dalam desibel. Berbagai macam alat tambahan dapat disambungkan atau digabungkan secara instrument dasar ini sesuai dengan kebutuhan, seperti penganalisis frekuensi atau perekam grafis.

b. Tingkat daya suara (*sound power level*)

Laju rambatan energy suara yang dipancarkan oleh sumber yang disebut daya suara, satuannya dinyatakan dalam watt. Semua energy suara yang merambat dari suatu sumber suara menyebar keseluruhan area yang menyelubungi sumber suara tersebut.

c. Frekuensi suara

Frekuensi merupakan nilai variasi tekanan suara per detik yang dinyatakan dalam *Hertz (cycle per second)*. Suara yang didengar oleh manusia terdiri dari beberapa frekuensi yang berlainan, rentangan nilai frekuensi yang sangat besar dan lebar. Frekuensi yang dapat direspons oleh telinga manusia antara 20 sampai 20.000 Hz dan sangat sensitif pada frekuensi antara 1.000 sampai 4.000 Hz. Pada umumnya spektrum frekuensi suara diklasifikasikan secara garis besar dalam tiga pita frekuensi berdasarkan pada kriteria pendengaran manusia, yaitu :

- 1) Frekuensi *infrasonic* : Frekuensi yang terlalu rendah untuk dapat membangkitkan sensasi pendengaran (<20 Hz).
- 2) Frekuensi *ultrasonic* : frekuensi yang terlalu tinggi untuk dapat didengar oleh manusia (>20. kHz).
- 3) Frekuensi *sonic* : Frekuensi suara yang dapat didengar oleh telinga manusia (20 Hz – 20 kHz).

d. *Sound reduction*

*Sound reduction* merupakan suatu materi ukuran insulasi suara yang dinyatakan dalam desibel. *Sound reduction* sama dengan jumlah decibel berkurangnya energy suara yang datang pada bahan atau material bila melewati struktur. Nilai numerik *sound reduction* hanya bergantung kepada konstruksi bahan dan berubah dengan frekuensi suara. *Sound reduction* tidak bergantung pada sifat akustik kedua ruangan yang dipisahkan oleh material tersebut.

## **5. Pengaruh Kebisingan terhadap Manusia**

Kebisingan akan mengganggu manusia baik berupa gangguan audiometrik maupun berupa gangguan nonaudiometrik. Pengaruh utama dari kebisingan adalah gangguan audiometrik yaitu kerusakan pada sistem indera pendengaran manusia, terlebih lagi jika tingkat kebisingannya sudah melampauai ambang batas tertentu. Kerusakan pendengaran tidak hanya tergantung pada tingkat kebisingan saja, tetapi juga tergantung dari lamanya paparan kebisingan tersebut.

Menurut Edi Nursalam (2011) jika tingkat kebisingan mencapai 140 dB atau lebih, maka langsung akan memecahkan gendang telinga. Beberapa tingkatan gangguan pendengaran akibat bising yaitu :

- a. Hilang pendengaran sementara, dan pulih kembali setelah waktu tertentu.
- b. Imun atau kebal terhadap bising, biasanya hal ini karena selalu mendengar bising tertentu.
- c. Pendengaran berdengung.
- d. Kehilangan pendengaran permanen atau tetap dan tidak akan pulih kembali.

Bising tidak hanya berpengaruh kepada sistem pendengaran manusia saja, tetapi akan mengganggu organ tubuh lainnya seperti adrenalin meningkat, pembuluh darah mengkerut tekanan darah naik, hormon tiroid naik, jantung berdebar, reaksi otot, gerakan usus, pupil melebar dan lain-lain. Secara fisiologi kebisingan juga mengganggu antara lain kesulitan tidur, mudah lelah, kejengkelan, penurunan kinerja, kelainan jiwa dan lain-lain. Selain itu bising mengganggu langsung kegiatan manusia sehari-hari berupa gangguan non audiometric dan non fisiologi. Gangguan tersebut antara lain adalah kurangnya konsentrasi terutama pada kegiatan ajar mengajar, dan atau kegiatan ibadah, bahkan komunikasi kurang maksimal sehingga siswa atau jemaah tidak dapat menerima informasi dengan baik. Edi Nursalam (2011)

### **E. Baku Mutu Tingkat Kebisingan Kendaraan Bermotor**

Baku tingkat kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Kep. Men. LH No.48 Tahun 1996).

Ada beberapa peraturan yang mengatur tentang kebisingan di negara Indonesia, diantaranya sebagai berikut:

1. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan.

2. Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor:KEP-51/MEN/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja.
3. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 718/Men/Kes/Per/XI/1987 tentang Kebisingan yang Berhubungan dengan Kesehatan.
4. Undang-undang lalu lintas UU RI No. 22 Th. 2009 (Bab XII pasal 210 - 212 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Dampak Lingkungan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan).
5. Peraturan Pemerintah RI No.41 Tahun 1999 Pasal 10 – 11 tentang Baku Tingkat Gangguan dan Ambang Batas Kebisingan.
6. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 07 Tahun 2009 Tentang Ambang Batas Kebisingan Kendaraan Bermotor Tipe Baru.

#### ***F. Performance***

Performa suatu mesin pada umumnya dapat dilihat dari tingkat torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi. Pada umumnya untuk mengetahui performa suatu mesin dapat diketahui dari spesifikasi mesin dari produsen pembuat mesin tersebut. Data dan spesifikasi dari produsen tersebut dapat dijadikan suatu acuan awal besarnya performa suatu mesin atau dapat disebut juga karakter mesin bensin tersebut.

Secara umum daya berbanding lurus dengan luas piston sedang torsi berbanding lurus dengan volume langkah. Parameter tersebut relatif penting digunakan pada mesin yang berkemampuan kerja dengan variasi kecepatan operasi dan tingkat pembebanan. Daya maksimum didefinisikan sebagai kemampuan maksimum yang bisa dihasilkan oleh suatu mesin. Adapun torsi poros pada kecepatan tertentu mengindikasikan kemampuan untuk memperoleh aliran udara dan juga bahan bakar yang tinggi ke dalam mesin pada kecepatan tersebut. Sementara suatu mesin dioperasikan pada waktu yang cukup lama, maka konsumsi bahan bakar serta efisiensi mesinnya menjadi hal yang sangat penting.

##### **1. Torsi**

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun rumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besaran gaya sentrifugal sebesar  $F$ , benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar  $b$ , dengan data tersebut torsinya :

$$T = F \times d \text{ (N.m)}$$

Keterangan :

T : torsi mesin

W : beban ( N )

D : jarak pembedaan dengan pusat perputaran ( m )

Paada mesin sebenarnya pembebanan adalah komponen-komponen mesin itu sendiri yaitu asesoris mesin ( pompa air, pompa pelumas, kipas radiator ), generator listrik ( pengisian aki, listrik penerangan, penyalaaan busi), gesekan mesin dan komponen lainnya. Dari perhitungan diatas dapat diketahui jumlah energi yang dihsilkan mesin pada poros. Jumlah energi yang dihasilkan mesin setiap waktu disebut dengan daya mesin.

2. Power ( daya mesin )

Pada motor bakar, daya dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Daya tersebut dikenakan pada torak yang bekerja bolak balik didalam silinder mesin. Didalam silinder mesin terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak.

3. *Specific fuel consumption*

Specific fuel consumption adalah laju aliran bahan bakar per satuan daya. Dilakukan untuk mengetahui bagaimana efisiensi mesi dalam menggunakan bahan bakar untuk menghasilkan daya.

Tabel 4. Ambang Batas Kebisingan Kendaraan Bermotor Tipe Baru (Permen LH no. 07 tahun 2009)

<b>Kendaraan Bermotor Tipe Baru Beroda Empat Atau Lebih Kategori M, N Dan O Secara Dinamis</b>			
Kategori	Daya	L Max dB(A)	
		Tahun Pemberlakuan	
		(i)	(ii)
M1 ( 9 orang)	-	80	77 <sup>(2,3)</sup>
Bus	GVW 2 T	-	81
	2 T < GVW 3,5 T	-	81
	GVW > 3,5 T	P < 150 kW	82
	-	150 kW P	85 <sup>(1)</sup>
Truck	GVW 2 T	-	81
	2 T < GVW 3,5 T	-	81
	GVW > 3,5 T	P < 75 kW	86
	-	75 kW P < 150 kW	86
	3,5 T < GVW 12 T	150 kW P	86 <sup>(1)</sup>
	GVW > 12 T	-	88 <sup>(1)</sup>
Metoda Pengujian		ECE R51	ECE R51-01
<b>Kendaraan Bermotor Tipe Baru Kategori M, N Dan O Secara Dinamis</b>			
Kategori	Daya	L Max dB(A)	
		Tahun Pemberlakuan	
		(i)	(ii)
M1 ( 9 orang)	-	90	87 <sup>(2,3)</sup>
BUS	GVW 2 T	-	91
	2 T < GVW 3,5 T	-	91
	GVW > 3,5 T	P < 150 kW	92
	-	150 kW P	95 <sup>(1)</sup>
Metoda Pengujian		ECE R51	ECE R51-01
<b>Kendaraan Bermotor Tipe Baru Kategori L Secara Dinamis</b>			
Kategori		L Max dB(A)	
		Tahun Pemberlakuan	
		(i)	(ii)
Sepeda Motor	L 80 cc	85	77
	80 < L 175 cc	90	80
	L > 175 cc	90	83
Metoda Pengujian		ECE R41-01	

**Keterangan:**

Kendaraan bermotor kategori L : kendaraan beroda kurang dari empat.

Kendaraan kategori M : kendaraan bermotor beroda empat atau lebih dan digunakan untuk angkutan orang.

Kendaraan Kategori M1 : kendaraan bermotor yang digunakan untuk angkutan orang dan mempunyai tidak lebih dari delapan tempat duduk tidak termasuk tempat duduk pengemudi.

- Kendaraan bermotor kategori N : kendaraan bermotor beroda empat atau lebih dan digunakan untuk angkutan barang.
- Kendaraan bermotor kategori O : kendaraan bermotor penarik untuk gandengan atau tempel.
- GVW (Gross Vehicle Weight) : total berat sebuah kendaraan tunggal ditambah dengan berat muatan.
- ECE R41 : sebuah regulasi tentang “*Noise Emission (L category)*” dari *United Nations Economic Commission for Europe* (UNECE) yang merupakan satu dari lima komisi regional PBB yang bertugas untuk menciptakan regulasi keseragaman dalam industri otomotif internasional.
- ECE R51 : sebuah regulasi tentang “*Noise Emission*” dari *United Nations Economic Commission for Europe* (UNECE) yang merupakan satu dari lima komisi regional PBB yang bertugas untuk menciptakan regulasi keseragaman dalam industri otomotif internasional.

(1): 147kW (ECE) P

(2): *Direct Injection* +1dB(A) *relaxation*

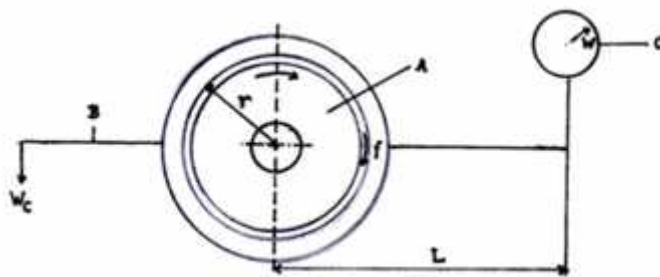
(3): P<150kW (ECE) : +1dB(A) *relaxation* , 150 kW (ECE) P : +2dB(A) *relaxation*

(i) : tahap 1 berlaku s/d 30 Juni 2013

(ii) : tahap 2 berlaku mulai 01 Juli 2013

#### 4. Prinsip Kerja Dynamometer

Dynamometer harus mampu beroperasi pada kecepatan yang bervariasi dan memberi beban pada mesin tersebut pada tingkatan torsi yang bervariasi selama pengujian berlangsung. Pada umumnya alat ini dilengkapi dengan beberapa cara operasi pengukuran torsi dan kecepatan.



Gambar 10. Prinsip Kerja Dynamometer

Keterangan :

$r$  : Jari-jari rotor (ft)

$W_c$  : Beban pengimbang (N)

$f$  : Gaya kopel (ft.lb)

Prinsip kerjanya sebagai berikut :

Rotor (A) diputar oleh sumber daya motor yang ditest, dipasangkan secara mekanis, elektrik, magnetik, hydraulic dengan stator dalam keadaan seimbang. Bila keadaan diam maka ditambahkan sebuah beban pengimbang ( $W_c$ ) yang dipasangkan pada (B) dan diengselkan pada stator. Karena gesekan yang timbul, maka gaya yang terjadi didalam stator diukur dengan timbangan (C) dan penunjukannya merupakan beban atau muatan dynamometer.

Dalam satu putaran poros, keliling rotor bergerak sepanjang  $2 \cdot r$  melawan gaya kopel ( $f$ ). Sehingga kerja tiap putaran :  $2 \cdot r \cdot f$ .

Momen liar yang dihasilkan dari pembacaan  $W$  pada timbangan (C) dan lengan (L) harus setimbang dengan momen putar yaitu :  $r \times f$ .  $r \times f$  akan sama dengan  $W \times L$ . Jika motor berputar dengan  $n$  putaran tiap menit, maka kerja permenit harus sama dengan  $2 \cdot W \cdot L \cdot n$  harga ini merupakan suatu daya karena menurut definisi daya dibatasi oleh waktu kecepatan putar dan kerja yang terjadi.

Dynamometer pada gambar diatas tidak memakai beban kontra ( $W_c = 0$ ). Gaya pada skala timbangan ( $W$ ) terjadi karena berat lengan dan berat yang tidak seimbang itu disebut TARE dynamometer. Tare ini ditentukan dengan kalibrasi dynamometer dan kompensasi dengan pemilihan beban ( $W$ ) yang cocok ataupun dengan penyetelan skala timbangan.

Energi yang diberikan motor penggerak pada dynamometer harus dapat diubah menjadi gerak dan panas.

## BAB III

### KONSEP PENGUJIAN

Pengujian knalpot ini bermaksud untuk mengetahui besar perbedaan suara dan besar perbedaan emisi gas buang yang di timbulkan antara dua buah knalpot standar Yamaha Vixion 2012 dengan knalpot racing NOB1 dan memenuhi atau tidaknya terhadap ambang batas yang telah ditetapkan oleh peraturan di negara Indonesia. Dalam pengujian knalpot harus memperhitungkan beberapa hal diantaranya yaitu kebutuhan alat dan bahan, konsep pengujian dan metode pengambilan data.

#### A. Analisis Kebutuhan

Pengujian knalpot dilakukan pada sebuah sepeda motor dengan dua jenis knalpot yang di uji secara bergantian. Pengujian ini mengukur berapa unsur dari emisi gas buang dan tingkat kebisingan dari knalpot. Untuk uji emisi, parameter emisi gas buang yang diukur yaitu berupa  $\lambda$  gas CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub> dan HC. Sedangkan untuk uji kebisingan yaitu berupa besarnya intensitas suara dalam satuan desibel. Pengujian kebisingan dilakukan di halaman Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Sedangkan pengujian emisi di lakukan di bengkel Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta dengan alat-alat yang tersedia di bengkel tersebut.

#### B. Alat dan Bahan

Dalam pengujian knalpot dengan mengkomparasikan dua buah knalpot untuk mengetahui tingkat kemampuan knalpot dalam mereduksi emisi dan gas buang dan suara, diperlukan beberapa alat untuk menunjang saat proses pengujian. Saat penyediaan alat juga harus dicermati secara baik, kerana kondisi alat yang akan digunakan harus memenuhi syarat dan layak digunakan. Sehingga pengujian dapat berjalan dengan baik dan hasilnya tepat dengan yang di harapkan. Alat dan bahan yang di butuhkan sebagai berikut :

Tabel 5. Kebutuhan Alat dan Bahan

No	Nama Alat	Jumlah
1	Kunci T 14	1
2	Kunci Ring 14	1
3	<i>Gas Analyzer</i>	1
4	<i>Sound Level Meter</i>	1
5	<i>Dynamometer</i>	1
6	Kunci L 8	1
No	Media	Jumlah
1	<i>Sepeda Motor vixion 2012 Knalpot Standar</i>	1
2	<i>Sepeda Motor vixion Knalpot Racing Nobl</i>	1

Dalam melakukan pengukuran menggunakan *Sound Level Meter*, gelombang bunyi yang terukur bisa jadi tidak sama dengan nilai Intensitas gelombang bunyi yang sebenarnya. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah :

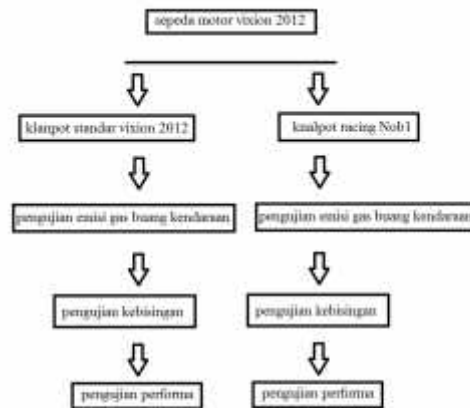
- a. Adanya angin yang berhembus dari berbagai arah yang menyebabkan tidak akuratnya nilai yang terukur oleh *Sound Level Meter*.
- b. Apabila melakukan pengukuran di tempat yang banyak tumbuhan, suara akan terserap oleh tumbuh-tumbuhan yang ada di sekitarnya. Sehingga pengukuran tidak maksimal.
- c. Adanya pengaruh kecepatan angin, yang menyebabkan nilai intensitas gelombang bunyi yang terukur lebih kecil dari hasil yang sebenarnya.

Dari beberapa faktor tersebut diketahui bahwa benda di sekitar yang menyerap suara berpengaruh pada penjalaran gelombang bunyi.

### C. Konsep Pengujian Knalpot

Proses pengujian knalpot ini melalui dua alur pengujian. Pengujian yang pertama yaitu untuk mengetahui seberapa besar emisi gas buang yang dikeluarkan dari knalpot, sedangkan pengujian yang kedua yaitu untuk mengetahui tingkat kebisingannya.

Pengujian emisi gas buang dan suara dilakukan pada knalpot standar VIXION 2012 terlebih dahulu. Setelah selesai, dilanjutkan pengujian emisi gas buang dan suara pada knalpot racing Yoshimura Carbon.



Gambar 06. Diagram Pengujian

Ada pun spesifikasi sepeda motor yamaha vixion 2012 sebagai berikut :

Tabel 6. Spesifikasi yamaha vixion 2012

Mesin	4-Langkah, 4 valve SOHC- fuel injection, berpendingin cairan
	Volume Langkah : 149.8 cc
	Diameter X Langkah : 57,0 x 58,7 mm
	Perbandingan Kompresi : 10,40 : 1
	Daya Maksimum : 11,1 kW / 8500 rpm
	Torsi Maksimum : 13,1 Nm / 7500rpm
	Kapasitas Minyak Pelumas Mesin : 1,15 pada penggantian periodik
	Tipe Starter : Electric starter dan kick starter
	Tipe Battery : YTZ4V-MF ( MF Battery 12V 3Ah )
	Pengapian : T.C.I / Transistorized Coil Ignition ( Digital)
Transmisi	Tipe Kopling : Basah, kopling manual, multiplat
	Tipe Transmisi : Retrurn, 5 kecepatan
	Pola Pengoperan Gigi : 1-N-2-3-4-5

## 1. Pengujian Emisi Gas Buang

Pengujian emisi gas buang ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat emisi gas yang dikeluarkan dari dalam knalpot. Pengujian dilakukan menggunakan dua buah knalpot, yaitu knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dan knalpot racing NOB1. Kedua knalpot tersebut hasilnya dikomparasikan sehingga diketahui perbedaan kemampuan reduksinya terhadap emisi gas buang.

Untuk mengukur komposisi gas-gas yang terkandung dalam emisi gas buang, digunakan sebuah alat yang disebut *Gas Analyzer*. Penggunaan alat ini langsung di pasang pada ujung muffler knalpot kendaraan yang akan diuji pada bagian *Piping Gas Hand Mounth* di alat *gas analiyzer* tersebut. *Gas analyzer* diperlihatkan pada gambar berikut:



Gambar 7. Pengukuran Emisi Gas Buang

*Gas analyzer* ini dapat mengukur beberapa parameter emisi gas buang data dari kadar karbon monoksida (CO), hidro karbon (HC), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan oksigen (O<sub>2</sub>) yang terkandung dalam gas buang pada saat posisi idle serta nilai lamda (perbandingan campuran bahan bakar dan udara). Konsentrasi gas karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan oksigen (O<sub>2</sub>) dalam gas buang dinyatakan dalam persen, sedangkan konsentrasi hidro karbon (HC) yang dinyatakan dalam ppm (*part per million*).

a. Spesifikasi Alat Uji

Setiap merk *gas analyzer* mempunyai kemampuan pengukuran yang berbeda-beda. Pada pengujian knalpot ini menggunakan *gas analyzer* dengan tipe spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 7. Spesifikasi *Gas Analyzer*

Technical Specifications	898
Main Power Supply	Mains 90 270 V, Battery 10 16 V
Measuring Range	CO 0 15,000 % Vol (res. 0,001) CO <sub>2</sub> 0 20,00 % Vol (res. 0,01) HC 0 30000 ppm Vol (res. 1) O <sub>2</sub> 0 25,00 % Vol (res. 0,01) NO <sub>x</sub> 0 5000 % Vol (res. 1 – optional) Lambda 0,5 2,000 (res. 0,001)
Induction RPM Counter	0 10000 rpm (res. 10) – battery conn 0 20000 rpm (res. 10) – induction clamp 0 15000 rpm (res. 10) – antenna system
Electronic Lamda Test	Yes
Operating Temperature	+5 Y +40 YC
Measuring Gas Induction	10 l/m (approx)
Response Time	<10 sec. (probe length 3mt)
Zero Setting	Electronic and Automatic
Condensate Drain	Continuous and Automatic
Warm Up Time	60 sec. Maximum
Serial Output	COM1-COM2 for autodiag interface SMOKEMETER RS232/PC – RS485 USB
Printer	24 column
Dimension	400 x 180 x450 mm
Weight	8,6 kg

b. Prinsip Kerja *Gas Analyzer*

Gas sample yang diambil melalui probe akan masuk ke setiap sample cell secara bergiliran dimana gas sample akan dibandingkan dengan gas standar melalui pemancaran sistem infrared dimana akan menghasilkan perbedaan panjang gelombang yang akan dikonversi *receiver* menjadi signal analog. Untuk kalibrasi *gas analyzer* dilakukan dengan menginjeksikan gas standar (*zero* dan *span gas*) yang sudah diketahui nilainya, dengan itu kita akan mengetahui apakah ada penyimpangan dalam pengukuran. Jika ada penyimpangan (*error*) maka *gas analyzer* kembali di adjust melalui panel control.



Gambar 8. Diagram Informasi *Gas Analyzer*

c. Kondisi Alat Uji

Sebelum dilakukan pengujian ada hal-hal yang perlu diperhatikan pada alat uji *gas analyzer*, yaitu:

- 1) Alat uji harus mampu mengukur kadar CO dan HC secara terus menerus pada kendaraan uji putaran idle.
- 2) Pengoperasian alat uji harus mengikuti prosedur pengoperasian alat uji.
- 3) Alat uji harus sudah melalui proses pemanasan.
- 4) Peralatan uji sebaiknya tidak langsung kena matahari, hujan atau angin.
- 5) Peralatan uji secara rutin mendapatkan perawatan rutin 6 bulan sekali.
- 6) Alat uji harus sudah dikalibrasi nol baik secara manual atau otomatis.

d. Persiapkan Kendaraan yang Diuji

Persiapan kendaraan uji dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Kendaraan yang akan diukur harus pada posisi datar.
- 2) Transmisi dalam keadaan netral.
- 3) Pipa gas buang (knalpot) tidak bocor.
- 4) Pastikan kendaraan telah berada pada temperatur kerja (Autodata). Apabila belum, maka lakukan pemanasan kendaraan tersebut.
- 5) Mematikan semua peralatan tambahan kendaraan. Pastikan mesin tidak menerima beban tambahan.
- 6) Pastikan choke dalam keadaan tidak bekerja.

## 2. Pengujian Kebisingan

Pada pengujian kebisingan di gunakan sebuah alat pengukur intensitas suara dalam satuan desibel (dB) yang disebut sound level meter. Alat ini memiliki sebuah perangkat mikropon yang akan menangkap getaran suara yang di hasilkan suatu benda dan membacanya yang dimunculkan pada layar alat tersebut.



Gambar 9. Pengukuran Kebisingan

### a. Spesifikasi Alat Uji

Setiap merk sound level meter mempunyai fitur dan kemampuan pengukuran yang berbeda-beda. Pada pengujian knalpot ini menggunakan sound level meter dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 8. Spesifikasi *Sound Level Meter*

No	Spesifikasi	
1	Merk	Krisbow
2	Tipe	KW06-291
3	Fitur	Temperatur Meter -20°C~750°C / -4°F~1400°F
		Light meter 0.01 lux to 20,000 lux
		Relative Humidity meter 25%RH to 95%RH with 0.1 %RH resolution and fast time response
		Sound Level meter, low = 35dB ~100dB, high = 65dB ~ 130dB

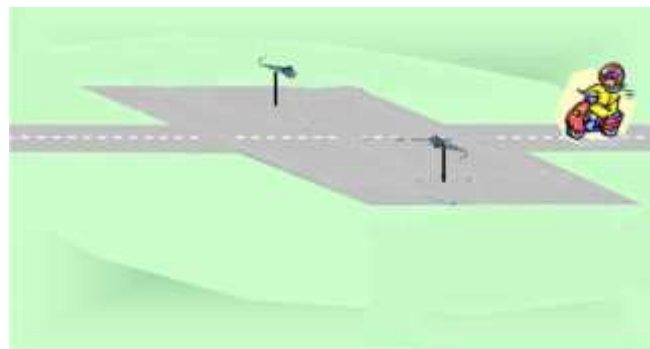
b. Prinsip Kerja *Sound Level Meter*

Sound level meter bekerja didasarkan pada getaran yang terjadi. Apabila ada sebuah objek atau benda yang bergetar, maka akan menyebabkan terjadinya perubahan tekanan udara yang akan ditangkap oleh sistem peralatan, kemudian selanjutnya jarum analog maupun digital akan menunjukkan angka jumlah tingkat kebisingan yang dinyatakan dengan nilai dB.

c. Kondisi Lokasi Pengujian

Sebelum dilakukan pengujian ada beberapa hal yang harus diperhatikan pada lokasi pengujian, yaitu:

- 1) Pengukuran dilakukan menggunakan sepeda motor yang bergerak (*kebisingan normal running noise* dan *acceleration noise*) dan tidak bergerak (*exhaust noise*) dengan tiga metode pengambilan data.
- 2) Tempat pengukuran harus terdiri dari bagian akselerasi yang dikelilingi oleh daerah yang rata dan kering, sehingga memiliki kapasitas pantul yang tinggi.
- 3) Mikropon tidak boleh terhalang, tidak ada orang yang menghalangi antara mikropon dengan sumber suara. Karena adanya penghalang dapat mempengaruhi hasil ukur. Tinggi mikropon di atas permukaan tanah sama dengan tinggi lubang knalpot, dengan tinggi 1,2 meter.



Gambar 10. Posisi kendaraan

d. Persiapan Kendaraan yang Diuji

- 1) Kendaraan harus dalam kondisi siap jalan tanpa muatan, sebelum dilakukan pengukuran kendaraan harus pada suhu operasi normalnya. Tekanan udara dan roda harus sesuai dengan spesifikasi pabrik.
- 2) Bila kendaraan dilengkapi dengan sistem kipas angin yang menyala otomatis, maka sistem tersebut tidak boleh mengganggu pengukuran.

### 3. Pengujian performa

Pengujian performa ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar torsi dan daya yang dihasilkan dari kendaraan antara yang menggunakan bahan bakar premium dan pertalite. Kedua bahan bakar tersebut nantinya akan diuji pada sepeda motor Yamaha VIXION 2012 yang saling bergantian. Hasil yang didapat dari masing-masing pengujian akan dibandingkan sehingga diketahui perbedaan kemampuan performa yang dihasilkan.

Untuk mengukur besar torsi dan daya yang dihasilkan kendaraan, digunakan sebuah alat disebut Dynamometer atau sering disebut mesin Dyno. Penggunaan alat ini langsung di posisikan roda belakang menyentuh roller Dynamometer. Perhatikan pada gambar berikut :



Gambar 09. Posisi Kendaraan diatas alat Dynamometer

a. Spesifikasi Alat Dynamometer

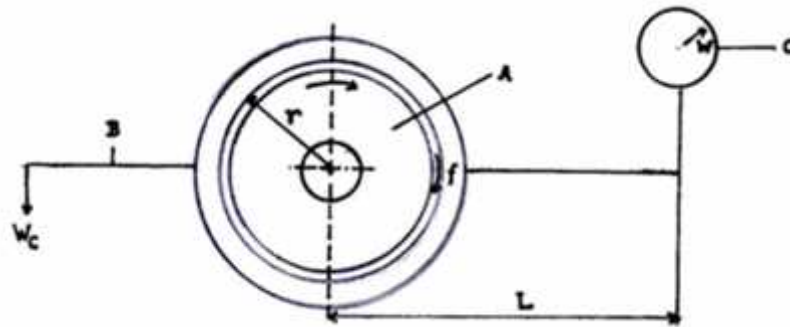
Pada pengujian ini digunakan alat Dynamometer dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 9. Spesifikasi Dynamometer

<b>Spesification</b>	
Measurement item	Speed, rpm, acceleration, torque, gear ratio, power, full computerized control, full parameter graph.
Data transfer	RS 232 – USB
Maximum torque	50
Maximum rpm	20.000 rpm
Maximum power	50 Hp
Maximum speed	350 km/hour
Rpm measurement system	Induction
Torque measurement system	Load cell
Break type	Mechanical disk
Break control	Pneumatic 4 bar
Roll road diameter	10 inches
Weight	60 kg
Equipment pre install	Plug n play
Display chart	User friendly
Design	Portable moving
Power supply	220 volt / 40 watt
Dimention	200 x 75 x 30 cm
Optional	Notebook – Printer

b. Prinsip Kerja Dynamometer

Dynamometer harus mampu beroperasi pada kecepatan yang bervariasi dan memberi beban pada mesin tersebut pada tingkatan torsi yang bervariasi selama pengujian berlangsung. Pada umumnya alat ini dilengkapi dengan beberapa cara operasi pengukuran torsi dan kecepatan.



Gambar 10. Prinsip Kerja Dynamometer

Keterangan :

$r$  : Jari-jari rotor (ft)

$W_c$  : Beban pengimbang (N)

$f$  : Gaya kopel (ft.lb)

Prinsip kerjanya sebagai berikut :

Rotor (A) diputar oleh sumber daya motor yang ditest, dipasangkan secara mekanis, listrik, magnetik, hidrolik dengan stator dalam keadaan seimbang. Bila keadaan diam maka ditambahkan sebuah beban pengimbang ( $W_c$ ) yang dipasangkan pada (B) dan diengselkan pada stator. Karena gesekan yang timbul, maka gaya yang terjadi didalam stator diukur dengan timbangan (C) dan penunjukannya merupakan beban atau muatan dynamometer.

Dalam satu putaran poros, keliling rotor bergerak sepanjang  $2 \cdot r$  melawan gaya kopel ( $f$ ). Sehingga kerja tiap putaran :  $2 \cdot r \cdot f$ .

Momen liar yang dihasilkan dari pembacaan  $W$  pada timbangan (C) dan lengan ( $L$ ) harus setimbang dengan momen putar yaitu :  $r \times f$ .  $r \times f$  akan sama dengan  $W \times L$ . Jika motor berputar dengan  $n$  putaran tiap menit, maka kerja permenit harus sama dengan  $2 \cdot W \cdot L \cdot n$  harga ini merupakan suatu daya karena menurut definisi daya dibatasi oleh waktu kecepatan putar dan kerja yang terjadi.

Dynamometer pada gambar diatas tidak memakai beban kontra ( $W_c = 0$ ). Gaya pada skala timbangan ( $W$ ) terjadi karena berat lengan dan berat yang tidak seimbang itu disebut TARE dynamometer. Tare ini ditentukan dengan kalibrasu dynamometer dan kompensasi dengan pemilihan beban ( $W$ ) yang cocok ataupun dengan penyetelan skala timbangan.

Energi yang diberikan motor penggerak pada dynamometer harus dapat diubah menjadi gerak dan panas.

c. Kondisi alat uji

Sebelum dilakukan pengujian ada hal-hal yang perlu diperhatikan pada alat-alat uji dynamometer :

- 1) Alat uji harus mampu mengukur torsi dan daya secara terus menerus pada pengujian kendaraan.
- 2) Pengoperasian alat uji harus mengikuti prosedur pengoperasian alat uji.
- 3) Tersedia pemadam api di lokasi dynotest untukantisipasi apabila terjadi kebakaran.

d. Persiapan kendaraan yang diuji

Sebelum dilakukan pengujian perlu mempersiapkan kendaraan yang akan di uji sebagai berikut :

- 1) Kendaraan yang diuji harus dalam kondisi yang normal.
- 2) Kondisi ban dalam keadaan baik.
- 3) Tekanan ban harus dinaikan 30-50% dari ukuran standarnya.
- 4) Body samping kanan dan kiri harus dicopot, guna untuk memasang belt dynamometer.
- 5) Pastikan kendaraan telah berada pada temperatur kerja, apabila belum maka dilakukan pemanasan terlebih dahulu

#### D. Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data menggunakan data perbandingan antara knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dan knalpot racing NOB1.

Lokasi pengambilan data ini dilakukan di dua tempat, yaitu :

1. Pengambilan data untuk performa kendaraan akan dilakukan di Hendriansyah Margo Motor Center (HMMC) yang beralamat Ruko Permai Parangtritis, Jalan Parangtritis no 4-5, Bangunharjo, Sewon, Yogyakarta.
2. Pengambilan data untuk emisi gas buang akan dilakukan di bengkel Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.

Untuk pengambilan data uji emisi dilakukan 5 kali percobaan dalam posisi idle. Sedangkan untuk pengujian kebisingan pengambilan datanya dengan tiga metode yaitu *Kebisingan Normal Running Noise*, *Exhaust Noise*, dan *Acceleration Noise* dan Untuk pengambilan data uji performa kendaraan dilakukan 2 kali uji yang kemudian diambil hasil rata-ratanya. Data yang telah didapatkan nantinya akan dibandingkan antara data kedua knalpot tersebut.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui besar perbedaan suara dan besar perbedaan emisi gas buang yang di timbulkan antara dua buah knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dengan knalpot racing NOB1 dan memenuhi atau tidaknya terhadap ambang batas yang telah ditetapkan oleh peraturan di negara Indonesia. Dalam pengujian ini emisi gas buang kendaraan bermotor yang diukur adalah gas karbon monoksida (CO), gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan hidrokarbon (HC). Berikut adalah tabel pengambilan data:

Tabel 9. Format Data Uji Emisi

Peng.	Knalpot Standar Honda CBR 150R 2013			Knalpot Racing Yoshimura Carbon		
	Emisi			Emisi		
	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)
1						
2						
3						
4						
5						

Tabel 10. Format Data Kebisingan

Pengujian	Knalpot Standar Yamaha vixion 2012	Knalpot Racing NOB1
	Suara (dB)	Suara (dB)
Normal Running Noise		
Exhaust Noise		
Acceseleration Noise		

Tabel 11. Format Data Performa

Pengu.	Knalpot Yamaha VIXION 2012			Knalpot NOB1		
	Rpm	Torsi max	Daya max	Rpm	Torsi max	Daya max
1						
2						

Dalam pengujian data uji emisi diambil dengan teknik Pengulangan, dengan lima kali pengujian. Tujuan digunakannya teknik Pengulangan adalah untuk menentukan seberapa banyak sampel yang diambil dan dicari reratanya. Sedangkan pengambilan data sampel uji kebisingan digunakan metode yang diterapkan di negara Jepang, yaitu metode kebisingan *Normal Running Noise*, *Exhaust Noise*, dan *Acceleration Noise*, ketiga metode tersebut diambil apakah memenuhi dengan ambang batas di Indonesia.

## E. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan bagian yang amat penting dalam metode ilmiah, karena dengan pengolahan data, data tersebut dapat diberi arti dan makna yang berguna dalam memecahkan masalah penelitian. Data mentah yang telah dikumpulkan perlu dipecah-pecahkan dalam kelompok-kelompok, diadakan kategorisasi, dilakukan manipulasi serta diperas sedemikian rupa sehingga data tersebut mempunyai makna untuk menjawab masalah dan bermanfaat untuk menguji hipotesis, pertanyaan penelitian atau pengujian.

Dalam pengujian emisi gas buang ini metode pengolahan data yang digunakan yaitu pengolahan data dengan bantuan program aplikasi lembar kerja elektronik yang disebut *Microsoft Excel*. *Microsoft Excel* merupakan aplikasi untuk mengolah data secara otomatis yang berupa perhitungan dasar, rumus, pemakaian fungsi-fungsi, pengolahan data dan tabel, pembuatan grafik dan manajemen data. Dengan menggunakan metode ini, pengujian emisi antara knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dan knalpot racing NOB1 akan dicari reratanya.

Tabel 12. Format Data Pengolahan Emisi Gas Buang

	Knalpot Standar Yamaha VIXION 2012			Knalpot Racing NOB1		
	Emisi			Emisi		
	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)
<b>Rata-rata</b>						

Setelah di dapatkan rata-rata maka selanjutnya data tersebut akan dilihat memenuhi ambang batas yang di tetapkan di indonesia. Sesuai dengan Ambang batas emisi diatur dalam Permen LH no. 05 tahun 2006, yaitu untuk untuk gas CO 4,5 % dan gas HC 2000 ppm dengan metode uji pada putaran idle. Dan juga dapat diketahui besar perbedaan emisi gas buang antara knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dan knalpot racing NOB1.

Sedangkan untuk pengujian kebisingan ini menggunakan metode yang digunakan di negara Jepang, yaitu :

1. *Normal Running Noise*

Metode ini dengan cara motor diakselerasikan 60% pedal gas dengan kecepatan 35 km/jam. Pembacaan pengukuran dilakukan pada 7,5 meter setelah dari alat ukur dan jarak alat ukur dari tanah 1,2 meter.

2. *Exhaust Noise*

Metode yang kedua ini dilakukan pada motor yang dalam keadaan diam dengan menarik pedal gas sebesar 60%, pengujian dilakukan dengan jarak alat ukur terhadap *exhaust* atau knalpot sejauh 20 meter dengan tinggi alat ukur 1,2 meter dari tanah.

3. *Acceleration Noise*

Metode yang ketiga ini dilakukan dengan motor bergerak atau full akselerasi kurang lebih 75% pedal gas dengan kecepatan 50km/jam. Pembacaan alat ukur saat pengujian dimetode ini alat ukur dihentikan pada saat sepeda motor berada di depan alat ukur *Sound Level Meter*.

Dari data pengujian kebisingan yang sudah diambil dengan menggunakan Ketiga metode di atas akan dilihat dengan ambang batas kebisingan dengan memenuhi tidaknya terhadap ambang batas di Indonesia, sesuai dengan Permen LH no. 07 tahun 2009, sepeda motor dengan volume silinder  $80 < L < 175$  cc mulai tanggal 01 Juli 2013 ambang batas kebisingannya yaitu 80 dB. Dan juga dapat mengetahui besar perbedaan suara / kebisingan yang ditimbulkan antara knalpot standar Yamaha VIXON 2012 dengan knalpot racing NOB1.

Dalam pengujian performa kendaraan dilakukan sebanyak 7-8 percobaan uji yang nantinya akan diambil data yang terbaik yaitu data yang menunjukkan besarnya torsi maksimum maupun daya maksimum kendaraan. Dengan aplikasi dynotest yang sudah

terpasang pada komputer, data percobaan pengujian pertama hingga selesai akan ditampilkan pada layar komputer tersebut. Dari data tersebut diambil 1 atau 2 data terbaik yang selanjutnya akan di cetak menggunakan mesin printer.

## F. Jadwal Kegiatan

Jadwal kegiatan merupakan rencana waktu yang akan ditempuh dalam proses pengujian knalpot dengan mengkoparasikan knalpot standar YAMAHA VIXON 2012 dan knalpot racing NOB1 terhadap kemampuan reduksi emisi gas buang dan suara, meliputi persiapan alat bahan, pengujian, dan analisis data. Jadwal kegiatan proyek akhir dibuat sebagai acuan agar proses pengerjakan sesuai dengan target yang direncanakan. Berikut adalah jadwal kegiatan pengujian knalpot dengan knalpot standar Yamaha VIXON 2012 dan knalpot racing NOB1 terhadap kemampuan reduksi emisi gas buang, suara, dan performa sebagai berikut:

Tabel 12. Jadwal Kegiatan

No.	Kegiatan	Waktu											
		Desember 2016	Januari 2017				Februari 2017						
			4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Pencarian gagasan dan pengajuan proposal												
2	<i>Planning</i> dan persiapan												
3	Pengujian knalpot												
4	Analisa data												
5	Penulisan laporan, konsultasi dan revisi												
6	Ujian dan Penilaian Proyek Akhir												

Rancangan waktu yang dibutuhkan dalam pengujian dalam pengujian knalpot ini mulai persiapan sampai dengan pengujian knalpot adalah 4 minggu. Waktu pelaksanaan

pengujian knalpot dimulai dari minggu ke-3 bulan desember sampai minggu ke-4 bulan desember.

### G. Rencana Anggaran Biaya

Proses pengujian knalpot dengan mengkomparasikan knalpot standar YAMAHA vixon 2012 dan knalpot racing NOB1 terhadap kemampuan reduksi emisi gas buang, suara dan performa dengan perhitungan yang benar dan teliti akan menghasilkan kualitas yang baik. Kesalahan dan kegagalan dapat diminimalisir sehingga pengujian knalpot tersebut tidak memerlukan biaya banyak. Rencana anggaran dibuat sebelum melakukan pengujian proyek akhir untuk menghitung biaya yang dikeluarkan untuk membeli bahan yang dibutuhkan pada proses pengujian. Berikut rincian biaya yang dibutuhkan untuk mengerjakan proyek akhir :

Tabel 13. Rencana Anggaran Biaya

No.	Komponen	Banyaknya	Harga satuan	Jumlah
1	Knalpot racing NOB1	1	Rp 1.500.000,-	Rp 1.500.000,-
2	Pengujian <i>Dynotest</i>	2	Rp 70.000,-	Rp 140.000,-
Jumlah				<b>Rp 1.640.000,-</b>

## **BAB IV**

### **PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Proses Pengujian**

Proses pengujian ini dilakukan dengan membandingkan 2 buah knalpot antara knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dan knalpot racing NOB1. Masing-masing knalpot diuji dengan dua alur pengujian, yang pertama pengujian uji emisi gas buang, yang kedua pengujian uji kebisingan knalpot dan yang ketiga pengujian performa. Proses pengujian ini dilaksanakan dengan persiapan yang matang sehingga pengerjaanya dapat berjalan dengan lancar. Pada proses pengujian ini ada beberapa tahapan yang harus dilakukan, berikut ini tahapan-tahapan yang akan dipaparkan dalam subab berikut:

##### **1. Pesiapan Alat dan Bahan**

Persiapan alat dan bahan merujuk pada konsep pengujian yang telah akan dilakukan. Hal tersebut dilakukan agar didapatkan hasil pengujian yang maksimal. Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pengujian knalpot untuk mengetahui kemampuan knalpot dalam mereduksi emisi gas buang dan suara antara knalpot standar yamaha VIXION 2012 dengan knalpot racing NOB1 dalam tabel berikut:

Tabel 14. Alat dan Bahan yang Dibutuhkan

No	Nama Alat	Jumlah
1	Kunci T 14	1
2	Kunci Ring 14	1
3	Gas Analyzer	1
4	Sound Level Meter	1
5	<i>Dynometer</i>	
6	Kunci L 8	1
No	Media	Jumlah
1	Sepeda Motor yamaha vixion 2012 Knalpot Standar	1
2	Sepeda Motor yamaha vixion 2012 Knalpot Racing NOB1	1

## 2. Proses Pengujian Knalpot Standar Yamaha VIXION 2012

Pengujian yang pertama dilakukan pada knalpot standar Yamaha VIXION 2012 terlebih dahulu, karena knalpot ini sudah terpasang langsung pada sepeda motornya. Pada pengujian ini ada beberapa tahap yang harus dilakukan. Tahapan yang akan dilakukan dalam pengujian ini sebagai berikut:

### a. Uji Emisi Gas Buang

Proses pengujian menggunakan alat uji *Gas Analyzer* merk *Tecnotest tipe Stargas Global Diagnostic System 898*. Berikut langkah-langkah pengujian emisi gas buang pada knalpot standar Yamaha VIXION 2012 :

- 1) Menyiapkan alat uji Gas Analyzer dan 1 unit sepeda motor Yamaha VIXION 2012.
- 2) Menyiapkan tempat (area datar)
- 3) Memastikan transmisi dalam keadaan netral.

- 4) Menghidupkan dan melakukan pemanasan sepeda motor sesuai dengan temperatur kerja motor.
- 5) Mematikan semua peralatan tambahan pada sepeda motor dan memastikan motor tidak menerima beban tambahan.
- 6) Memasang sambungan pipa gas buang pada kanlpot.



Gambar 12. Pemasangan Sambungan Pipa Knalpot

- 7) Memasukkan bagian *Piping Gas Hand Mouth* di alat *Gas Analyzer* ke dalam sambungan pipa gas buang.



Gambar 13. *Piping Gas Hand Mounth*

8) Menghidupkan alat *gas analyzer* dan melakukan pengujian.

Langkah-langkah pengujian dengan alat *Gas Analyzer* sebagai berikut:

a) Menekan tombol *Turn On* dan *Enter* untuk melanjutkan.



Gambar 14. Panel Tombol pada *Gas Analyzer*

b) Memilih *Gas Analyzer* dengan menekan tombol *Enter*.



Gambar 15. Menu *Aplication*

c) Memilih *Measurement* dengan tombol *Enter* atau F1.



Gambar 16. Menu *Gas Analyzer*

d) Memilih *Standard Test* dengan menekan *Enter* atau F2.



Gambar 17. *Test Selection*

e) Maka akan muncul data pengukuran sebagai berikut :



Gambar 18. Data Pengujian *Gas Analyzer*

## b. Uji Kebisingan

Proses pengujian ini menggunakan alat uji *Sound Level Meter* merk *Krisbow* tipe KW06-291. Berikut langkah-langkah pengujian kebisingan pada knalpot standar Yamaha VIXION 2012:

- 1) Menyiapkan alat uji *Sound Level Meter*.
- 2) Menyediakan tempat pengukuran harus terdiri dari bagian akselerasi yang dikelilingi oleh daerah yang rata dan kering, sehingga memiliki kapasitas pantul yang tinggi.



Gambar 19. Area Pengujian

- 3) Menghidupkan sepeda motor.
- 4) Melakukan pengukuran dengan tiga metode yang digunakan di Negara Jepang yaitu *Normal Running Noise*, *Exhaust Noise* dan *Acceleration Noise*.
- 5) Melakukan pengukuran dengan menggunakan alat *Sound Level Meter*, berikut langkah-langkahnya:
  - a) Menghidupkan *Sound Level Meter* dengan menekan tombol *Turn On*.



Gambar 20. Tombol *Turn On*

b) Menggeser skalar pada posisi dB.



Gambar 21. Saklar *Selected*

c) Menentukan tombol *Select* memilih tingkat kebisingan. *Low* = 35dB ~ 100dB *High* = 65dB ~ 130Db

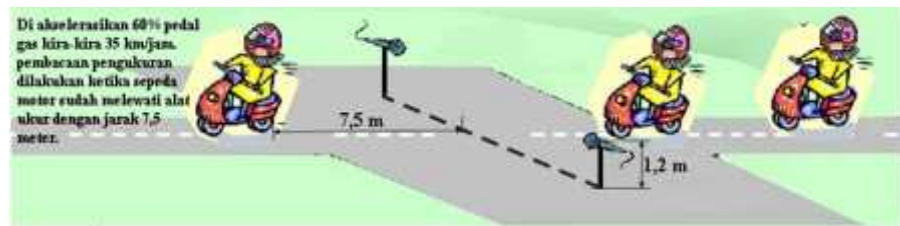


Gambar 22. Tombol *Select*

d) Mengukur uji kebisingan dengan tiga metode:

- *Normal Running Noise*

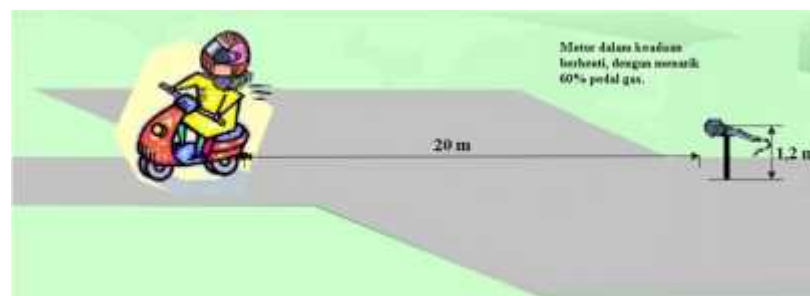
Metode ini dengan cara motor diakselerasikan 60% pedal gas dengan kecepatan 35 km/jam. Pembacaan pengukuran dilakukan pada 7,5 meter setelah dari alat ukur dan jarak alat ukur dari tanah 1,2 meter.



Gambar 23. Metode Pengujian *Normal Running Noise*

- *Exhaust Noise*

Metode yang kedua ini dilakukan pada motor yang dalam keadaan diam dengan menarik pedal gas sebesar 60%, pengujian dilakukan dengan jarak alat ukur terhadap exhaust atau knalpot sejauh 20 meter dengan tinggi alat ukur 1,2 meter dari tanah.



Gambar 24. Metode Pengujian *Exhaust Noise*

- *Acceleration Noise*

Metode yang ketiga ini dilakukan dengan motor bergerak atau full akselerasi kurang lebih 75% pedal gas dengan kecepatan 50km/jam. Pembacaan alat ukur saat pengujian dimetode ini alat ukur dihentikan pada saat sepeda motor berada di depan alat ukur *sound level meter*.



Gambar 25. Metode Pengujian *Acceleration Noise*

- e) Menekan tombol *Hold* untuk memberhentikan dan merekam hasil pengukuran.



Gambar 26. Tombol *Hold*

- f) Membaca hasil pengukuran.



Gambar 27. Data Pengujian *Sound Level Meter*

### c. Uji performa

Proses pengujian performa mesin yang meliputi torsi dan daya yang dikeluarkan menggunakan alat uji Dynamometer. Berikut langkah-langkah pengujian performa mesin yang menggunakan premium :

- 1) Menyiapkan 1 unit motor Yamaha VIXION 2012 .
- 2) Mencopot body depan samping kanan dan kiri.
- 3) Menyiapkan alat Dynamometer



Gambar 28. Alat Dynamometer

- 4) Menyiapkan dan menyalakan komputer



Gambar 29. Komputer Dan Monitor

- 5) Memposisikan dengan benar motor di alat Dynamometer.



Gambar 30. Posisi motor di alat Dynamometer

- 6) Memasang kabel *Tachometer* pada kabel koil motor.



Gambar 31. Pemasangan Tachometer

- 7) Menghidupkan dan melakukan pemanasan sepeda motor.



Gambar 32. Pemanasan sepeda motor

- 8) Melakukan pengujian dengan posisi gear 3 pada transmisi



Gambar 33. Pengujian Performa

- 9) Data akan muncul pada layar monitor di komputer.

Pengujian dilakukan sebanyak 7 kali yang kemudian diambil data yang terbaik.



Gambar 34. Hasil Data di Komputer

10) Mematikan sepeda motor Melakukan print out hasil pengujian.

11) Melakukan print out data hasil pengujian.

### 3. Proses Pengujian Knalpot Racing NOB1

Proses pengujian knalpot racing Yoshimura dilakukan dengan melalui tahapan-tahapan seperti halnya pada pengujian knalpot standar Yamaha VIXION 2012. Langkah-langkah yang dilakukan pun sama, hanya saja sebelumnya melalui proses penggantian knalpot. Proses penggantian knalpot dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. Melepas mur pengikat leher knalpot menggunakan kunci Ring 14.



Gambar 35. Melepas Leher Knalpot

- b. Melepas mur dan baut pengikat knalpot bagian tengah menggunakan kunci T 14.



Gambar 36. Mur dan Baut Pengikat Knalpot Bagian Belakang

- c. Melepas mur dan baut pengikat knalpot bagian belakang menggunakan kunci T 14.
- d. Melepas knalpot standar dan menggantinya dengan knalpot racing Yoshimura.
- e. Memasang mur pengikat leher knalpot.
- f. Memasang mur dan baut pengikat knalpot bagian tengah dan belakang knalpot

## **B. Hasil Pengujian dan Pengolahan Data**

Pengambilan data dalam pengujian knalpot ini dilakukan dengan menggunakan *Gas Analyzer* yang berfungsi untuk mengetahui tingkat emisi gas buang dan *Soud Level Meter* untuk mengukur tingkat kebisingan knalpot. Emisi gas buang yang di ukur yaitu berupa gas karbon monoksida (CO), gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan gas hidro karbon (HC). Berdasarkan dari pengujian dalam beberapa tahap diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 17. Data Hasil Pengujian Uji Emisi

Peng.	Knalpot Standar Yamaha VIXION 2012			Knalpot Racing NOB1		
	Emisi			Emisi		
	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)
1	0,170	12,08	213	0,690	12,12	262
2	0,023	12,10	51	0,699	12,48	203
3	0,000	12,91	17	0,762	12,53	193
4	0,000	12,74	19	0,692	12,48	190
5	0,001	12,68	21	0,740	12,46	180

Tabel 18. Data Pengujian Uji Kebisingan Knalpot

Pengujian	Knalpot Standar Yamaha VIXION 2012	Knalpot Racing NOB1
	Suara (dB)	Suara (dB)
<i>Normal Running Noise</i>	79,4	85,7
<i>Exhaust noise</i>	61,4	86
<i>Acceseleration noise</i>	79,2	90,4

Setelah pengujian *Gas Analyzer* dan *Sound Level Meter* diperoleh data, selanjutnya untuk pengujian uji emisi gas buang kedua buah knalpot akan dicari rata-ratanya, dan diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 19. Data Rata-Rata Hasil Pengujian Uji Emisi Gas Buang Knalpot

Rata rata	Knalpot Standar Yamaha Vixion 2012			Knalpot Racing NOB1		
	emisi			Emisi		
	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)
	0,0388	12,502	64,2	0,7166	12,414	205,6

Pengambilan data dalam pengujian performa ini dilakukan dengan menggunakan alat Dynamometer berfungsi mengetahui besarnya torsi dan daya yang dikeluarkan kendaraan Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 20. Data hasil uji performa kendaraan

Pengu.	Knalpot standar Yamaha Vixon 2012			Knalpot Racing NOB1		
	Rpm	Daya max (HP)	Torsi max (Nm)	Rpm	Daya max (HP)	Torsi max (Nm)
1	7583	-	13.53	7583	-	13.69
	8581	15.7	-	8581	15.4	-
2	7675	-	13.72	7326	-	13.82
	8611	15.7	-	8453	15.4	-

Pada spesifikasi kendaraan Yamaha VIXION 2012 satuan untuk daya menggunakan PS sedangkan pada data pengujian menggunakan satuan HP. Maka perlu dilakukan konversi satuan agar sama pada satuan yang terdapat pada spesifikasi kendaraan tersebut yaitu PS. Untuk mengkonversikan HP ke PS perlu dikalikan 1.01.

Konversinya sebagai berikut :

### C. Pembahasan

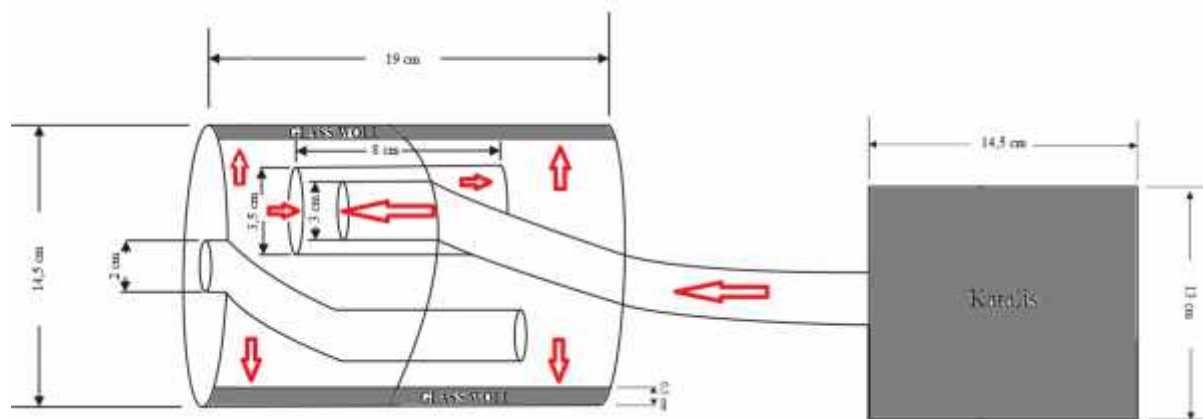
Setelah dilakukan pengujian dan diperoleh data maka dapat diketahui sebagai berikut :

1. Emisi dan kebisingan knalpot standar Yamaha Vixion 2012.
  - a. Tingkat emisi knalpot standar Yamaha vixion 2012 masih berada di bawah ambang batas yang sudah ditetapkan di negara indonesia.

Ambang batas emisi kendaraan bermotor di Indonesia diatur dalam Permen LH no. 05 tahun 2006, yang menyebutkan bahwa sepeda motor 2 langkah dan 4 langkah dengan tahun pembuatan > 2010 ambang batas emisi untuk gas CO 4,5 % dan gas HC 2000 ppm dengan metode uji pada putaran idle. Untuk gas CO<sub>2</sub> tidak ada peraturan yang mengaturnya. Dilihat dari data rata-rata yang diperoleh, selisih antara gas CO knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dengan ambang batasnya yaitu sebesar 4,4612 %. Sedangkan untuk HC knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dengan ambang batasnya mempunyai selisih yang cukup besar, yaitu sebesar 1935,8 ppm, disebabkan karena knalpot standar Yamaha VIXION 2012 sudah dilengkapi dengan Katalis. Karena di dalam katalis terdapat saringan berbentuk sarang lebah yang dibuat dari logam platinum atau paladium yang disatukan melalui blok keramik. Ketika gas buang menyentuh logam (katalisator), reaksi kimia terjadi berupa penghilangan beberapa kandungan atau senyawa yang berbahaya, seperti hidrokarbon (HC) dan Karbon Monoksida (CO). Sehingga gas CO dan HC yang di keluarkan knalpot lebih sedikit atau kecil.

- b. Tingkat kebisingan knalpot standar Yamaha VIXION 2012 berdasarkan data yang di peroleh dengan tiga metode (*Normal Running Noise, Exhaust noise, dan Acceseleration noise*). Ketiga data dengan metode tersebut masih berada di bawah ambang batas yang sudah ditetapkan di negara Indonesia. Untuk ambang batas

kebisingannya diatur dalam Permen LH no. 07 tahun 2009, yang menyebutkan bahwa sepeda motor dengan volume silinder  $80 < L < 175$  cc mulai tanggal 01 Juli 2013 ambang batas kebisingannya yaitu 80 dB. Selisih antara kebisingan knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dengan ambang batasnya yaitu *Normal Running Noise* : 0,6 dB, *Exhaust Noise* : 18,6 dB, *Acceleration Noise* : 0,8 dB. Besarnya tingkat kebisingan knalpot sangat dipengaruhi oleh desain knalpot tersebut. Sehingga mampu mereduksi suara yang diredam adanya *Glass Woll*. *Glass Woll* dapat meredam suara karena memiliki serat-serat yang tebal sehingga suara pantulan akan diserap dan diredamkan, selain itu karena konstruksi muffler dengan pipa yang kecil masuk ruangan muffler yang lebar sehingga tekanan menjadi turun.



Gambar 37. Kontruksi Knalpot Standar

2. Emisi dan kebisingan knalpot racing NOB1.
  - a. Tingkat emisi knalpot racing NOB1 masih berada di bawah ambang batas yang tercantum dalam Permen LH no. 05 tahun 2006 yaitu untuk gas CO 4,5 % dan gas HC 2000 ppm. Dilihat dari data rata-rat yang

diperoleh, selisih antara gas CO knalpot racing NOB1 dengan ambang batasnya yaitu sebesar 3,7834 %. Sedangkan selisih antara gas HC knalpot racing NOB1 dengan ambang batasnya sebesar 1794,4 ppm. Emisi gas buang yang rendah bisa didukung karena kondisi mesin dan komponen pada sepeda motor yang masih bagus. Jika dibandingkan dengan knalpot standar selisih CO, HC disebabkan karena knalpot racing tidak dilengkapi dengan Katalis.

- b. Tingkat kebisingan knalpot racing NOB1 telah melebihi ambang batas dari ketiga metode pengujian tersebut, yang telah diatur dalam permen LH no. 07 tahun 2009 yaitu 80 dB. Kebisingan knalpot racing NOB1 dengan tiga metode pengujian didapatkan hasil melebihi ambang batas kebisingannya yaitu *Normal Running Noise* : 5,7 dB, *Exhaust Noise* : 6 dB, *Acceleration Noise* : 10,4 dB selisih lebih besar dari pada ambang batasnya. Jika dibandingkan selisih kebisingan antara knalpot standar dengan knalpot racing NOB1, hal ini disebabkan karena konstruksi knalpot racing lebih sedikit peredamnya. Sehingga suara yang dihasilkan pun juga masih tergolong keras.
3. Perbandingan emisi gas buang dan suara antara knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dan knalpot racing NOB1.
  - a. Karbon Monoksida (CO)

Dari data rata-rata yang diperoleh gas CO yang dikeluarkan melalui knalpot standar Yamaha VIXION 2012 lebih kecil daripada yang dikeluarkan dari knalpot racing NOB1. Dari data hasil pengujian,

selisih antara gas CO knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dengan knalpot racing NOB1 sebesar 0,6778 %. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa dalam mereduksi emisi gas CO, Knalpot standar Yamaha VIXION 2012, berarti rasio perbandingan antara udara dan bensin (AFR) sudah tepat mendekati ideal. Karena sistem bahan bakar dalam Yamaha VIXION 2012 sudah menggunakan EFI, sehingga penyetelan lamda di set pada rata-rata 1,00.

b. Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Pada putaran idle gas CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan knalpot standar Yamaha VIXION 2012 lebih besar dari pada yang dikeluarkan knalpot racing NOB1 yaitu dengan selisih 0,088 %. Hasil pembakaran motor yang baik akan menghasilkan CO<sub>2</sub> yang tinggi. Gas CO<sub>2</sub> dapat dihasilkan dari gas CO yang diubah dengan bantuan sedikit gas O<sub>2</sub> dan panas. Maka dari itu, jika gas CO yang dihasilkan semakin rendah otomatis gas CO<sub>2</sub> akan semakin tinggi. Dengan hasil pengujian tersebut, knalpot standar Yamaha VIXION 2012 memiliki CO<sub>2</sub> yang tinggi karena kontruksi knalpot standar di lengkapi dengan Katalis.

c. Hidro Karbon (HC)

Dari data rata-rata yang diperoleh gas HC dikeluarkan knalpot standar Yamaha VIXION 2012 lebih kecil daripada yang dikeluarkan knalpot racing NOB1. Selisih gas HC anatar kedua knalpot 141,4 ppm. Apabila gas HC tinggi bisa disebabkan karena timing penginjeksian bahan bakar ke ruang bakar yang terlambat atau kurang tepat. Gas HC

pada gas buang berasal dari senyawa bahan bakar bensin yang tidak terbakar habis dalam proses pembakaran. Knalpot standar Yamaha VIXION 2012 memiliki kelebihan dalam mereduksi emisi gas HC dibanding dengan knalpot racing NOB1. Hal tersebut disebabkan karena konstruksi Knalpot standar Yamaha VIXION 2012 sudah dilengkapi dengan katalis.

d. Kebisingan (dB)

Hasil pengujian kedua knalpot, dengan pengujian uji kebisingan menggunakan tiga metode, tingkat kebisingan knalpot standar Yamaha VIXION 2012 lebih kecil daripada knalpot racing NOB1, selisih kebisingan kedua knalpot tersebut pada metode *Normal Running Noise* : 6,3 dB, *Exhaust Noise* : 24,6 dB, *Acceleration Noise* : 11,2 dB. Tingkat kebisingan knalpot standar Yamaha VIXION 2012 termasuk rendah karena kemungkinan knalpot tersebut memang dirancang oleh pabrikannya berdasarkan peraturan yang mengatur tentang ambang batas kebisingan di negara Indonesia yaitu permen LH no. 07 tahun 2009. Kemudian untuk tingkat kebisingan knalpot racing NOB1 bisa dikatakan bising karena berdasarkan pengujian dengan tiga metode tersebut tingkat kebisingannya sudah melebihi 80 dB. Disebabkan konstruksi knalpot memiliki peredam yang lebih sedikit dibandingkan dengan knalpot standar. Sehingga benturan gas buang di pantulkan oleh dinding knalpot tanpa adanya pemisahan ruangan dan pemisahan tekanan

4. Performa antara Knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dengan Knalpot Racing NOB1.

a. Daya

Dari data hasil rata-rata yang diperoleh besarnya daya maksimal yang dihasilkan oleh penggunaan knalpot standar yamaha vixion 2012 sebesar 15.251 PS dan besarnya daya maksimal pada penggunaan knalpot Racing NOB1 sebesar 15.554 PS, sedangkan pada spesifikasinya daya maksimal yang dihasilkan sebesar 11.10 PS di putaran 8500 rpm. Melalui data tersebut dapat diketahui bahwa besarnya daya maksimal antara kedua knalpot tersebut tidak jauh berbeda dengan selisih 0.303 PS.

Diantara dua knalpot tersebut dapat di simpulkan dengan hasil yang didapat, yaitu knalpot racing lebih memiliki daya yang lebih besar dibandingkan dengan knalpot standar.

b. Torsi

Dari data hasil rata-rata yang diperoleh besar torsi maksimal pada penggunaan knalpot standar Yamaha Vixion 2012 sebesar 13.72 Nm dan besar torsi maksimal yang dihasilkan pada knalpot Racing NOB1 13.82 Nm. Sedangkan pada spesifikasinya torsi maksimal yang dihasilkan sebesar 13.10 di putaran 7500 rpm. Melalui data yang diperoleh maka dapat diketahui besarnya daya maksimal yang dihasilkan antara penggunaan kedua knalpot tersebut tidak jauh berbeda dengan selisih 0.1Nm.

#### 5. Perbandingan performa mesin terhadap spesifikasi

Pada data yang telah diperoleh, besarnya daya maksimal yang dihasilkan oleh penggunaan knalpot standar yamaha Vixion 2012 sebesar 15.251 PS pada penggunaan knalpot Racing NOB1 sebesar 15.554 PS, sedangkan pada spesifikasinya daya maksimal yang dihasilkan sebesar 11.10 PS di putaran 8500 rpm. Besar torsi maksimal pada penggunaan knalpot Standar Yamaha VIXION 2012 sebesar 13.72 Nm dan pada penggunaan knalpot Racing NOB1 13.82Nm. Sedangkan pada spesifikasinya torsi maksimal yang dihasilkan sebesar 13.10 Nm di putaran 7500 rpm.

Dari data tersebut besarnya daya maupun torsi yang dihasilkan pada penggunaan kedua knalpot tersebut telah memenuhi spesifikasi. Hal ini disebabkan karena selisih perbedaan pada rpm yang dicapai baik pada daya dan torsi. Untuk memperoleh daya maksimal yang dihasilkan, knalpot standar Yamaha VIXION 2012 dan Knalpot Racing NOB1 rpm yang perlu dicapai berkisar antara 8300-8600 rpm. Sedangkan pada spesifikasinya 8500 rpm yang perlu dicapai. Selanjutnya untuk memperoleh torsi maksimal yang dihasilkan,

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan Proyek Akhir dengan judul “Komparasi Knalpot Standar Yamaha VIXION 2012 dan Knalpot Racing NOB1 terhadap Kemampuan Reduksi Emisi dan Suara pada Yamaha VIXION 2012” yang telah diselesaikan, dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kebisingan menghasilkan bahwa knalpot standar Yamaha lebih baik di bandingkan dengan knalpot NOBI dengan selisih kebisingan kedua knalpot tersebut pada metode *Normal Running Noise* : 85.7 dB, *Exhaust Noise* : 86 dB, *Acceleration Noise* : 90.4 dB. Tingkat kebisingan knalpot standar Yamaha VIXION 2012 lebih kecil yaitu pada metode *Normal Running Noise* : 79,4 dB, *Exhaust Noise* : 61,4 dB, *Acceleration Noise* : 79.2 dB. Dengan ambang batas kebisingannya diatur dalam Permen LH no. 07 tahun 2009, yang menyebutkan bahwa sepeda motor dengan volume silinder  $80 < L < 175$  cc mulai tanggal 01 Juli 2013 ambang batas kebisingannya yaitu 80 dB.
2. Hasil pengujian reduksi emisi knalpot standar Yamaha lebih baik dari pada knalpot NOB1 dengan selisih sebesar, untuk gas CO : 0,7166 % dan HC : 205.6 ppm, kedua gas yang di keluarkan tersebut pada knalpot standar Yamaha VIXION 2012 lebih kecil (CO : 0,0388 % dan HC : 64,2 ppm) dibanding dengan knalpot racing Yoshimura, sedangkan

untuk gas CO<sub>2</sub> Yang dikeluarkan oleh knalpot standar lebih besar (CO<sub>2</sub> : 12,502 %) dibanding dengan knalpot racing NOB1 (11.766 %). Dengan Ambang batas emisi kendaraan bermotor di Indonesia diatur dalam Permen LH no. 05 tahun 2006, yang menyebutkan bahwa sepeda motor 2 langkah dan 4 langkah dengan tahun pembuatan > 2010 ambang batas emisi untuk gas CO 4,5 % dan gas HC 2000 ppm dengan metode uji pada putaran idle. Untuk gas CO<sub>2</sub> tidak ada peraturan yang mengaturnya.

3. Dari hasil pengujian performa dapat disimpulkan bahwa knalpot NOB1 lebih baik di bandingkan dengan knalpot standart Yamaha dengan selisih yang dihasilkan Knalpot NOB1 dengan torsi 13.82 Nm sedangkan knalpot standar Yamaha 13.72 dan didapatkan selisih yang sangat kecil yaitu 0.1 Nm. Sedangkan daya yang dihasilkan knalpot NOB1 sebesar 15.554 Ps, untuk daya yang dihasilkan knalpot standar Yamaha sebesar 15.215 Ps. Dengan hasil tersebut performa yang dihasilkan lebih besar menggunakan knalpot Racing NOB1 dari pada knalpot standar Yamaha.

## **B. Keterbatasan Alat dan Area Pengujian**

Setelah dilakukan pengujian knalpot untuk mengetahui kemampuan knalpot dalam mereduksi emisi gas buang dan suara, muncul beberapa keterbatasan pada proses pengujian knalpot ini di antaranya:

1. Karena keterbatasan alat di bengkel otomotif Fakultas Teknik UNY, pengujian performa menggunakan dyno test di lakukan di bengkel HMMC jogja yg beralamatkan di Ruko Permai parangtritis 4-5 JL. Parangtritis km 3.3
2. Karena keterbatasan dari bengkel HMMC hasil pengujian performa tidak di lampirkan. Maka laporan tugas akhi ini tidak terdapat lampiran hasil pengujian performa menggunakan dynamometer.

## **C. Saran**

Setelah melakukan pengujian terhadap dua buah knalpot untuk mengetahui perbedaan kemampuan knalpot dalam mereduksi emisi gas buang dan suara, dapat diketahui knalpot mana yang tingkat kemampuan reduksinya lebih tinggi. Pada pengujian ini juga terdapat keterbatasan yang membutuhkan penyempurnaan-penyempurnaan lebih lanjut untuk mendapat pengembangan. Saran yang dapat disampaikan untuk pengembangan dari pengujian knalpot ini adalah:

1. Pengujian emisi gas buang dan suara dilakukan di area atau tempat pengujian yang khusus, tidak ada gangguan yang kemungkinan bisa mempengaruhi hasil pengujian.

2. Perlu dilakukan pengambilan jumlah sampel yang lebih banyak, minimal 30 sampel agar hasil pengujian knalpot lebih akurat.
3. Perlu dilakukan pengujian lanjut untuk mengetahui seberapa pengaruh masing-masing knalpot terhadap performa mesin / kendaraan yang dihasilkan.
4. Dengan hasil pengujian kemampuan knalpot standar dan knalpot racing dalam mereduksi emisi dan suara yang diperoleh, penulis merekomendasikan untuk menggunakan knalpot standar pabrikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonym (2010) *Pengaruh Knalpot Racing Motor dibanding Knalpot Standar Pabrik*. Diambil pada tanggal 25 April 2015, dari <http://spekmotor.blogspot.com/2014/01/pengaruh-knalpot-racing-motor-dibanding.html>
- Anonym (2012) *Apakah Bensin Premium Bebas Timbal?* Diambil pada tanggal 25 April 2015, dari <http://triwisibolang.blogspot.com/2012/12/apakah-bensin-premium-bebas-timbal.html>
- Anonym (2012) *Prinsip Kerja Gas Analyzer*. Diambil pada tanggal 25 April 2015, dari <http://otakpedot.blogspot.com/2012/11/prinsip-kerja-gas-analyzer.html>
- Anonym (2013) Agustus. *Alat Ukur Kebisingan (Sound Meter Level)*. Diambil pada tanggal 25 April 2015, dari <http://dokterbagus.wordpress.com/2013/08/30/alat-ukur-kebisingan-sound-meter-level/>
- Anonym (2014) *Badan Pusat Statistik Republik Indonesia Jumlah Kendaraan Bermotor 2009 – 2012*. Diambil pada tanggal 12 Oktober 2015, dari <http://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1413>
- Badan Standardisasi Nasional (2009) *Standar Nasional Indonesia tentang Kebisingan KBM Kendaraan Bermotor Kategori L*.
- Bukhari, Ansari (2010) KINA Karya Indonesia. Edisi 1.3.
- Dede, Suprianto. (2015) Februari. *Knalpot Yoshimura TRC USA Untuk Honda CBR 150 Lokal Jadi Rekomendasi Motoralap*. Diambil pada tanggal 25 April 2015, dari <http://motoralap.blogspot.co.id/2015/02/knalpot-yoshimura-trc-usa-untuk-honda.html>
- Fitri, Widya G. (2013) Mei. *Pengaruh Kebisingan terhadap Kesehatan*. Diambil pada tanggal 25 April 2015, dari <http://breakfast-wgf.blogspot.com/2013/05/pengaruh-kebisingan-terhadap-kesehatan.html>
- Harian Kompas. (1996, November). *Madu dan Racun Bensin Bertimbal*.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup (1996) Surat Keputusan (SK) Menteri Negara Lingkungan Hidup No: Kep.Men.48/MEN.LH/11/1996.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup (2006) Permen LH no.05 tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup (2009) Permen LH no.07 tahun 2009 tentang Ambang Batas Kebisingan Kendaraan Bermotor Tipe Baru.
- Novanda (2013) *Karakter Knalpot Freeflow Aftermarket di Indonesia*. Diambil pada tanggal 25 April 2015, dari <http://freecharz.blogspot.com/2013/05/karakter-knalpot-freeflow-aftermarket.html>

- Nursalam, Edi (2011) *Polusi Kebisingan*. Diambil pada tanggal 25 April 2015, dari <http://wi-indonesia.blogspot.com/2011/06/polusi-kebisingan.html>
- Pranyoto, Victorianus S. (2014) Desember. *Operasi Zebra Progo jaring ribuan pelanggar*. Diambil pada tanggal 25 April 2015, dari <http://jogja.antaranews.com/berita/327730/operasi-zebra-progo-jaring-ribuan-pelanggar>
- Robby (2014) *Skripsi 16613 – Baru*. Diambil pada 30 Maret 2015, dari <https://www.scribd.com/doc/232836858/Skripsi-16613-Baru>
- Robert, Bentley (1993). *Automotive Band Book*. VDI Verlag Germany. 108-184.
- Soemarno (2006) Materi Kuliah PAT “ *Hutan – Ozon - Pemanasan Global, Boer, 2002* ”.
- Soemirat, Juli (2004) *Kesehatan Lingkungan*. Gadjahmada University Press. Yogyakarta.
- Spuller (1987) *Bahan Bakar Step IV*, VEDC Malang. 61 15 45 90. 1-4.
- Sumarwoto, Otto (1994) *Indonesia Dalam Kancah Isu Lingkungan Global*, PT Gramedia Pustaka Utama. 217 - 218.
- Taufik, (2010) Oktober. *Penampakan Bentuk Katalitic Konverter Yamaha Byson*. Diambil pada tanggal 29 September 2015, dari <http://tmcblog.com/2010/10/15/penampakan-bentuk-katalitic-konverter-yamaha-byson/>
- Tugaswati, A. Tri. (2008) *Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya terhadap Kesehatan*. 1-10.
- Weller, Petter A. (1989) *Fachkunde Fahrzeugtechnik*, Holland+Johenshands Germany. 107-173.
- Yuliando, D. Try (2012) *Kebisingan*. Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang
- Zainal, Arifin., dan Sukoco. (2009). *Pengendalian Polusi Kendaraan*. Bandung: Alfabeta



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

**KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI**

FRM/OTO/04-00  
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Deky sanjaya putra

No. Mahasiswa : 12509134025

Judul PA/TAS : komparasi knalpot standar Yamaha vixion 2012 dan knalpot racing nobi terhadap kemampuan reduksi emisi, suara dan performa pada motor yamaha vixion 2012

Dosen Pembimbing : Dr. zainal arifin

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	Kamis/8-12-2016	Bab I.	Revisi data	
2	Semn/23-1-2017	Bab II.	Revisi Cara pengujian	
3	Selasa/31-1-2017	Bab II.	Revisi Cara baca Rnamaneter	
4	Kamis/16-2-2017	Bab III.	Revisi konsep Pengujian	
5	Semn/12-3-2017	Bab III.	Revisi Metode Pengambilan data	
6	Selasa/25-4-2017	Bab III.	Revisi Pengolahan data	
7	Kamis/25-5-2017	Bab IV.	Revisi Proses Pengujian knalpot	
8	Kamis/3-8-2017	Bab IV.	Revisi Pembahasan	
9	Rabu/13-9-2017	Bab IV.	Revisi Hasil Pengujian dan pengolahan	
10	Selasa/26-9-2017	Bab V.	Revisi Kesimpulan	

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali  
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh dicopy.
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PA/TAS






UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK

BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3/S1

FRM/OTO/11-00  
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Dedy Sanjaya Putra  
No. Mahasiswa : 12509134025  
Judul PA D3/S1 : KOMPARASI KNALPOT STANDAR YAMAHA VIXION  
2012 DAN KNALPOT RACING NOBI TERHADAP KEMAMPUAN REDUKSI  
EMISI KENDARAAN, SUARA DAN PERFORMA PADA YAMAHA VIXION 2012  
Dosen Pembimbing : Dr. Zainal Arifin, M.T

Dengan ini Saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1	Dr. Zainal Arifin, M.T	Ketua Penguji		
2	Drs. Moch. Solikin, M.Kes.	Sekretaris Penguji		
3	Bambang Sulisty, S.Pd.T, M.Pd	Penguji Utama		

Keterangan :

1. Arsip Jurusan
2. Kartu wajib dilampirkan dalam laporan Proyek Akhir D3/S1

DOKUMEN HASIL PENGUJIAN EMISI

1. Knalpot Standar Yamaha Vixion 2012

1	2	3	4	5
<p>EXHAUST GAS ANALYSIS</p> <p>Serial nr. 1711960</p> <p>TECNOTEST TYPE STARGAS 898 DIAL CLASS 0 REPORT N. 545/DIAL/04/RM 10/07/2004</p> <p>R P M 0 [1/min] C O 0.170 [x vol] C O 2 12.08 [x vol] H C 213 [ppm vol] O 2 6.67 [x vol] N O ---- [ppm vol] CO cor 0.240 [x vol] λ 1.422 [-] TEMP. --- [°C]</p> <p>ENVIRONMENT CONDITIONS</p> <p>Temperature 33 [°C] Pressure 993 [hPa] Rel. Humidity 56 [ZHR] DATE: 15/05/2015 TIME : 05:54</p> <p>CAR DATA</p> <p>FUEL: GASOLINE BRAND: HONDA MODEL: CBR LIC. PLATE: C CHASSIS: K#: 9563</p> <p>WORKSHOP</p> <p>ATOMOTIF AFT-UNV VANDIKUOTO</p> <p>EXAMINER:</p>	<p>Serial nr. 1711960</p> <p>TECNOTEST TYPE STARGAS 898 DIAL CLASS 0 REPORT N. 545/DIAL/04/RM 10/07/2004</p> <p>R P M 0 [1/min] C O 0.023 [x vol] C O 2 12.10 [x vol] H C 51 [ppm vol] O 2 5.21 [x vol] N O ---- [ppm vol] CO cor 0.831 [x vol] λ 1.317 [-] TEMP. --- [°C]</p> <p>ENVIRONMENT CONDITIONS</p> <p>Temperature 37 [°C] Pressure 992 [hPa] Rel. Humidity 40 [ZHR] DATE: 15/05/2015 TIME : 06:19</p> <p>CAR DATA</p> <p>FUEL: GASOLINE BRAND: HONDA MODEL: CBR LIC. PLATE: C CHASSIS: K#: 9563</p> <p>WORKSHOP</p> <p>ATOMOTIF AFT-UNV VANDIKUOTO</p> <p>EXAMINER:</p>	<p>Serial nr. 1711960</p> <p>TECNOTEST TYPE STARGAS 898 DIAL CLASS 0 REPORT N. 545/DIAL/04/RM 10/07/2004</p> <p>R P M 0 [1/min] C O 0.000 [x vol] C O 2 12.91 [x vol] H C 17 [ppm vol] O 2 5.79 [x vol] N O ---- [ppm vol] CO cor 0.000 [x vol] λ 1.363 [-] TEMP. --- [°C]</p> <p>ENVIRONMENT CONDITIONS</p> <p>Temperature 36 [°C] Pressure 991 [hPa] Rel. Humidity 47 [ZHR] DATE: 15/05/2015 TIME : 06:33</p> <p>CAR DATA</p> <p>FUEL: GASOLINE BRAND: HONDA MODEL: CBR LIC. PLATE: C CHASSIS: K#: 9563</p> <p>WORKSHOP</p> <p>ATOMOTIF AFT-UNV VANDIKUOTO</p> <p>EXAMINER:</p>	<p>Serial nr. 1711960</p> <p>TECNOTEST TYPE STARGAS 898 DIAL CLASS 0 REPORT N. 545/DIAL/04/RM 10/07/2004</p> <p>R P M 0 [1/min] C O 0.000 [x vol] C O 2 12.74 [x vol] H C 19 [ppm vol] O 2 5.79 [x vol] N O ---- [ppm vol] CO cor 0.000 [x vol] λ 1.369 [-] TEMP. --- [°C]</p> <p>ENVIRONMENT CONDITIONS</p> <p>Temperature 37 [°C] Pressure 991 [hPa] Rel. Humidity 44 [ZHR] DATE: 15/05/2015 TIME : 06:41</p> <p>CAR DATA</p> <p>FUEL: GASOLINE BRAND: HONDA MODEL: CBR LIC. PLATE: C CHASSIS: K#: 9563</p> <p>WORKSHOP</p> <p>ATOMOTIF AFT-UNV VANDIKUOTO</p> <p>EXAMINER: DEKY</p>	<p>Serial nr. 1711960</p> <p>TECNOTEST TYPE STARGAS 898 DIAL CLASS 0 REPORT N. 545/DIAL/04/RM 10/07/2004</p> <p>R P M 0 [1/min] C O 0.001 [x vol] C O 2 12.68 [x vol] H C 21 [ppm vol] O 2 5.86 [x vol] N O ---- [ppm vol] CO cor 0.001 [x vol] λ 1.375 [-] TEMP. --- [°C]</p> <p>ENVIRONMENT CONDITIONS</p> <p>Temperature 38 [°C] Pressure 991 [hPa] Rel. Humidity 44 [ZHR] DATE: 15/05/2015 TIME : 06:47</p> <p>CAR DATA</p> <p>FUEL: GASOLINE BRAND: HONDA MODEL: CBR LIC. PLATE: C CHASSIS: K#: 9563</p> <p>WORKSHOP</p> <p>ATOMOTIF AFT-UNV VANDIKUOTO</p> <p>EXAMINER: DEKY</p>

DOKUMEN HASIL PENGUJIAN EMISI

1. Knalpot Racing NOB1

1	2	3	4	5
<p>EXHAUST GAS ANALYSIS</p> <p>Serial nr. 1711960</p> <p>TECNOTEST TYPE STARGAS 898 DIAL CLASS 0 REPORT N. 545/DIAL/04/RM 18/07/2004</p> <p>R P M 0 [1/min] C O 0.690 [% vol] C O 2 12.12 [% vol] H C 262 [ppm vol] O 2 3.22 [% vol] N O ---- [ppm vol] CO cor 0.007 [% vol] λ 1.134 [-] TEMP. --- [°C]</p> <p>ENVIRONMENT CONDITIONS</p> <p>Temperature 33 [°C] Pressure 994 [hPa] Rel. Humidity 45 [%RH] DATE: 22/05/2015 TIME : 06:35</p> <p>CAR DATA</p> <p>FUEL: GASOLINE BRAND: HONDA MODEL: LIC. PLATE: CHASSIS: Km:</p> <p>WORKSHOP</p> <p>ROTOROTIF AFT-UNY VANDIKUOTO</p> <p>EXAMINER:</p>	<p>Serial nr. 1711960</p> <p>TECNOTEST TYPE STARGAS 898 DIAL CLASS 0 REPORT N. 545/DIAL/04/RM 18/07/2004</p> <p>R P M 0 [1/min] C O 0.699 [% vol] C O 2 12.48 [% vol] H C 203 [ppm vol] O 2 2.71 [% vol] N O ---- [ppm vol] CO cor 0.795 [% vol] λ 1.107 [-] TEMP. --- [°C]</p> <p>ENVIRONMENT CONDITIONS</p> <p>Temperature 34 [°C] Pressure 993 [hPa] Rel. Humidity 42 [%RH] DATE: 22/05/2015 TIME : 06:42</p> <p>CAR DATA</p> <p>FUEL: GASOLINE BRAND: HONDA MODEL: LIC. PLATE: CHASSIS: Km:</p> <p>WORKSHOP</p> <p>ROTOROTIF AFT-UNY VANDIKUOTO</p> <p>EXAMINER:</p>	<p>Serial nr. 1711960</p> <p>TECNOTEST TYPE STARGAS 898 DIAL CLASS 0 REPORT N. 545/DIAL/04/RM 18/07/2004</p> <p>R P M 0 [1/min] C O 0.762 [% vol] C O 2 12.53 [% vol] H C 193 [ppm vol] O 2 2.68 [% vol] N O ---- [ppm vol] CO cor 0.859 [% vol] λ 1.099 [-] TEMP. --- [°C]</p> <p>ENVIRONMENT CONDITIONS</p> <p>Temperature 35 [°C] Pressure 993 [hPa] Rel. Humidity 40 [%RH] DATE: 22/05/2015 TIME : 06:45</p> <p>CAR DATA</p> <p>FUEL: GASOLINE BRAND: HONDA MODEL: LIC. PLATE: CHASSIS: Km:</p> <p>WORKSHOP</p> <p>ROTOROTIF AFT-UNY VANDIKUOTO</p> <p>EXAMINER:</p>	<p>EXHAUST GAS ANALYSIS</p> <p>Serial nr. 1711960</p> <p>TECNOTEST TYPE STARGAS 898 DIAL CLASS 0 REPORT N. 545/DIAL/04/RM 18/07/2004</p> <p>R P M 0 [1/min] C O 0.692 [% vol] C O 2 12.48 [% vol] H C 190 [ppm vol] O 2 2.68 [% vol] N O ---- [ppm vol] CO cor 0.788 [% vol] λ 1.106 [-] TEMP. --- [°C]</p> <p>ENVIRONMENT CONDITIONS</p> <p>Temperature 36 [°C] Pressure 992 [hPa] Rel. Humidity 40 [%RH] DATE: 22/05/2015 TIME : 06:49</p> <p>CAR DATA</p> <p>FUEL: GASOLINE BRAND: HONDA MODEL: LIC. PLATE: CHASSIS: Km:</p> <p>WORKSHOP</p> <p>ROTOROTIF AFT-UNY VANDIKUOTO</p> <p>EXAMINER:</p>	<p>EXHAUST GAS ANALYSIS</p> <p>Serial nr. 1711960</p> <p>TECNOTEST TYPE STARGAS 898 DIAL CLASS 0 REPORT N. 545/DIAL/04/RM 18/07/2004</p> <p>R P M 0 [1/min] C O 0.740 [% vol] C O 2 12.46 [% vol] H C 180 [ppm vol] O 2 2.72 [% vol] N O ---- [ppm vol] CO cor --- [% vol] λ 1.107 [-] TEMP. --- [°C]</p> <p>ENVIRONMENT CONDITIONS</p> <p>Temperature 36 [°C] Pressure 992 [hPa] Rel. Humidity 38 [%RH] DATE: 22/05/2015 TIME : 06:54</p> <p>CAR DATA</p> <p>FUEL: GASOLINE BRAND: HONDA MODEL: LIC. PLATE: CHASSIS: Km:</p> <p>WORKSHOP</p> <p>ROTOROTIF AFT-UNY VANDIKUOTO</p> <p>EXAMINER:</p>

**DOKUMENTASI HASIL PENGUJIAN KEBISINGAN**

Pengujian	Knalpot Standar Yamaha Vixion 2012	Knalpot Racing NOB1
<i>Normal Running Noise</i>		
<i>Exhaust noise</i>		
<i>Acceseleration noise</i>		