

UPGRADING SEPEDA MOTOR 2 STROKE MENJADI 4 STROKE SEBAGAI UPAYA PENERAPAN STANDARD EMISI EURO 3

UPGRADING MOTORCYCLE 2 STROKE TO 4 STROKE AS APPLICATION OF EURO 3 STANDARD EMISSION

Gusma Hamdana Putra*¹⁾, Fiki Ardian Setyo Budi²⁾, Esqy Dhiyaul F³⁾, Hangga Krisna⁴⁾, Agung Slamet Budiono⁵⁾, Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah⁶⁾

¹²³⁴⁾Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, ITS

⁵⁾Jurusan Teknik Mesin, ITS

⁶⁾Dosen Pembimbing Teknik Sistem Perkapalan, ITS

*Email: putragusmahamdana@yahoo.com

Abstrak

Menteri Lingkungan Hidup tahun 2003 tentang “Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor” yang mengacu Standar *Euro 3* telah memberikan dampak yang besar bagi perkembangan kendaraan di Indonesia khususnya motor 2 *stroke*, dimana pembakaran yang dihasilkan tergolong tidak sempurna dan menghasilkan udara polusi yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Sehingga dinilai tidak layak untuk beroperasi lagi di Indonesia. Sehingga motor tersebut tidak berguna dan menimbulkan sampah masal. Melalui penelitian “Upgrading Motor 2 *Stroke* menjadi Motor 4 *Stroke* Sebagai Upaya Penerapan Standard Emisi *Euro 3*” dapat memberikan solusi dari keputusan pemerintah tentang ambang batas emisi gas buang. Selain itu juga untuk meminimalisir sampah masal dari motor 2 *stroke* yang tidak beroperasi lagi. Dengan memodifikasi motor 2 *stroke* dan menambahkan komponen dari motor 4 *stroke* menghasilkan emisi lebih rendah dari motor 2 *stroke*, serta tidak menghilangkan kelebihan dari performa motor 2 *stroke*. Sehingga motor ini merupakan solusi yang baik untuk para pecinta motor 2 *stroke* serta alternatif yang ramah lingkungan.

Kata kunci: *Emisi Gas Buang, Motor 2 Stroke, upgrading, Motor 4 Stroke*

Abstract

Base on the regulation of the Ministry of Environment at 2003 about “the limitation of the emission of motorcycle” which adopted the Euro 3 standard has been given a huge impact for the development of the motorcycle in Indonesia especially for the 2-stroke motorcycle, where the result of its combustion process can be classified as imperfect combustion process and the Air pollution is harmful for human health. As a result, the 2-stroke engine emission is not feasible to operate in Indonesia. Moreover, in the future, 2-stroke motorcycle will not be used anymore. In our research “Upgrading Motorcycle 2 Stroke To 4 Stroke As Application Of Euro 3 Standard Emission” can give the solution from the regulation of the government about the standard of the gas emission and minimize the trash from unused motorcycle. With modify 2-stroke motorcycle and adds some engine components from 4-stroke motorcycle will produce the gas emission lower than 2-stroke motorcycle, but not reduce the 2-stroke engine performance. So that the upgraded motorcycle is the solution for 2-stroke motorcycle users and the alternative way to reduce air pollution.

Keywords: *Gas Emission, 2-Stroke Motorcycle, Upgrading, 4-Stroke Motorcycle*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kondisi udara kota besar di Indonesia semakin hari semakin mengemaskan. Data Kementerian Lingkungan Hidup menyatakan pencemaran udara akibat motor bensin (*spark ignition engine*) menyumbang sekitar 70% CO, 100% Pb, 60% HC, dan 60% NO_x. Motor 2 stroke merupakan motor yang dalam satu siklus kerjanya menimbulkan asap yang berlebihan. Akhirnya menimbulkan gas buang beracun yang berbahaya atau istilah populer disebut emisi.

Untuk menanggapi situasi ini, Pemerintah Indonesia mengeluarkan Peraturan Kepmen LH No. 141/2003 tentang emisi gas buang yang diberlakukan pada tanggal 1 Januari 2005 yang mana peraturan itu mengadopsi dari standar emisi eropa Euro 3. Dalam Peraturan tersebut menjelaskan gas buang kendaraan motor 2 stroke dilarang beroperasi. Sehingga akan menimbulkan pertanyaan tentang kelangsungan teknologi mesin 2 Stroke di Indonesia. Motor 2 stroke bisa terancam menjadi tidak berguna dan menimbulkan sampah masal padahal motor 2 stroke ini memiliki keuntungan dalam hal akselerasi. Dengan langkah meng-*upgrade* motor 2 stroke menjadi 4 stroke, maka akan memberikan solusi ancaman terhadap motor 2 stroke dari standar emisi Euro 3 yang diadopsi oleh Kementerian Lingkungan Hidup.

Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Bagaimana meng-*upgrade* sepeda motor 2 stroke menjadi motor 4 stroke?
- Apakah peforma mesin hasil upgrade setara mesin 4 stroke lainnya?
- Apakah emisi gas buang mesin hasil upgrade memenuhi regulasi Euro 3?

Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Menjelaskan cara upgrade sepeda motor 2 stroke menjadi motor 4 stroke
- Mengetahui performa mesin hasil upgrade
- Mengetahui gas buang hasil upgrade untuk memenuhi peraturan Euro 3

Landasan Teori

1. Udara Perkotaan Indonesia

Hasil Evaluasi Kualitas Udara Perkotaan (EKUP) pada tahun 2012 mencapai 44 kota, meningkat dari 26 kota pada tahun 2011. Dan hasil dari uji emisi kendaraan menunjukkan dominasi peningkatan tingkat kelulusan rerata untuk kendaraan bensin dari 85% di tahun 2011 menjadi 88% di tahun 2012. (Asdep PPU, Deputi Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup, 2012). Jumlah kendaraan pada tahun 2011 – 2013 dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Kendaraan Tahun 2011 - 2013

No	Jenis Kendaraan	Tahun		
		2011	2012	2013
1	Mobil penumpang	8.540	9.525	10.540
2	Bus	1.920	1.945	1.965
3	Sepeda motor	69.205	77.756	86.253
4	Kendaraan lainnya	4.257	4.723	5.165
5	Jumlah total	83.922	93.949	103.923

Sumber : Korlantas Polri (2013)

2. Motor 2 Stroke

Asif Faiz, Christopher S. Weaver & Michael P. Walsh (1996) menjelaskan bahwa motor 2 *stroke* memiliki satu siklus kerja yaitu dua kali naik turun piston. Sehingga tergolong motor yang ringan dan menghasilkan power output yang besar. Tidak menggunakan katup untuk sistem pembilasannya, namun sistem pembilasannya dicampur dengan sistem pelumasan yang ada di ruang bakar. Hal ini yang mengakibatkan gas buang motor 2 *stroke* memiliki nilai emisi yang sangat tinggi.

3. Standar Emisi Gas Buang

Standar emisi adalah salah satu faktor utama yang menjadi penilaian kualitas udara di Indonesia. Untuk standar emisi maksimal di negara Eropa sangat kecil. Standar emisi gas buang dapat dilihat ada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Emisi Gas Buang Eropa

Engine	HC	CO	NOx
2 Stroke	1,00	0,80 – 1,00	0,10 – 0,25
4 Stroke	0,15	1,00	1,00

Sumber : Manufactures of Emission Control Association (1999, p. 8)

4. Peraturan Pemerintah Emisi Gas Buang

Melihat kondisi kualitas udara di Indonesia, pemerintah mengeluarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 04 tahun 2009 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru dengan Kategori L3.

5. Nilai Ambang Batas

Nilai ambang batas adalah kadar maksimum yang diperbolehkan.

Nilai ambang batas untuk kategori kendaraan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kategori Ambang Batas

No	Kategori	Parameter	Nilai Ambang Batas (gr/km)	Metode Uji
1	L1	CO	1,00	ECE R 47
		HC+NOx	1,20	
2	L2	CO	3,50	ECE R 47
		HC+NOx	1,20	
3	L3 < 150 cm ³	CO, HC, NOx	5,50; 1,20; 0,30	ECE R 47
4	L3 ≥ 150 cm ³	CO, HC, NOx	5,50; 1,00; 0,30	ECE R 47
5	L4 & L5 motor bakar cetus api	CO, HC, NOx	7,00; 1,50; 0,40	ECE R 47
6	L4 & L5 motor bakar penyalaaan kompress	CO, HC, NOx	2,00; 1,00; 0,65	ECE R 47

Catatan :

1. L1 : Kendaraan beroda 2, kapasitas silinder mesin tidak lebih dari 50 cm³
2. L2 : Kendaraan beroda 3, susunan roda sembarang, kapasitas silinder mesin tidak lebih dari 50 cm³
3. L3 : Kendaraan beroda 2, kapasitas silinder lebih dari 50 cm³
4. L4 : Kendaraan beroda 3, susunan roda asimetris, kapasitas silinder mesin lebih dari 50 cm³
5. L5 : Kendaraan beroda 3, susunan roda simetris, kapasitas silinder mesin lebih dari 50 cm³

Sistem Pelumasan

Sistem pelumasan pada motor 2 stroke

menggunakan 2 pelumasan, sistem pelumasan untuk pembakaran dan sistem pelumasan untuk gesekan antar gear. Dan untuk sistem pelumasan 4 stroke hanya menggunakan satu sistem pelumasan pada gesekan antar gear. Pada sistem pelumasan motor 2 stroke khususnya pada sistem pembakaran inilah yang menghasilkan emisi yang besar. Dikarenakan pembakarannya yang tidak merata, tekanan minim, serta melibatkan oli untuk ikut dibakar bersama fuel dan udara. Oleh karena itu perlunya perubahan sistem pelumasan untuk mereduksi hasil gas pembuangan. Yaitu dengan merubah sistem pelumasan sesuai dengan sistem pelumasan motor 4 stroke dengan memodifikasi komponen tabung (*casing*) pembakaran sesuai dengan motor 4 stroke.

2. METODA

Metode Pelaksanaan dari PKM-Penelitian ini menggunakan Metode Reverse Engineering, dimana akan dijelaskan pada diagram alur dibawah ini :

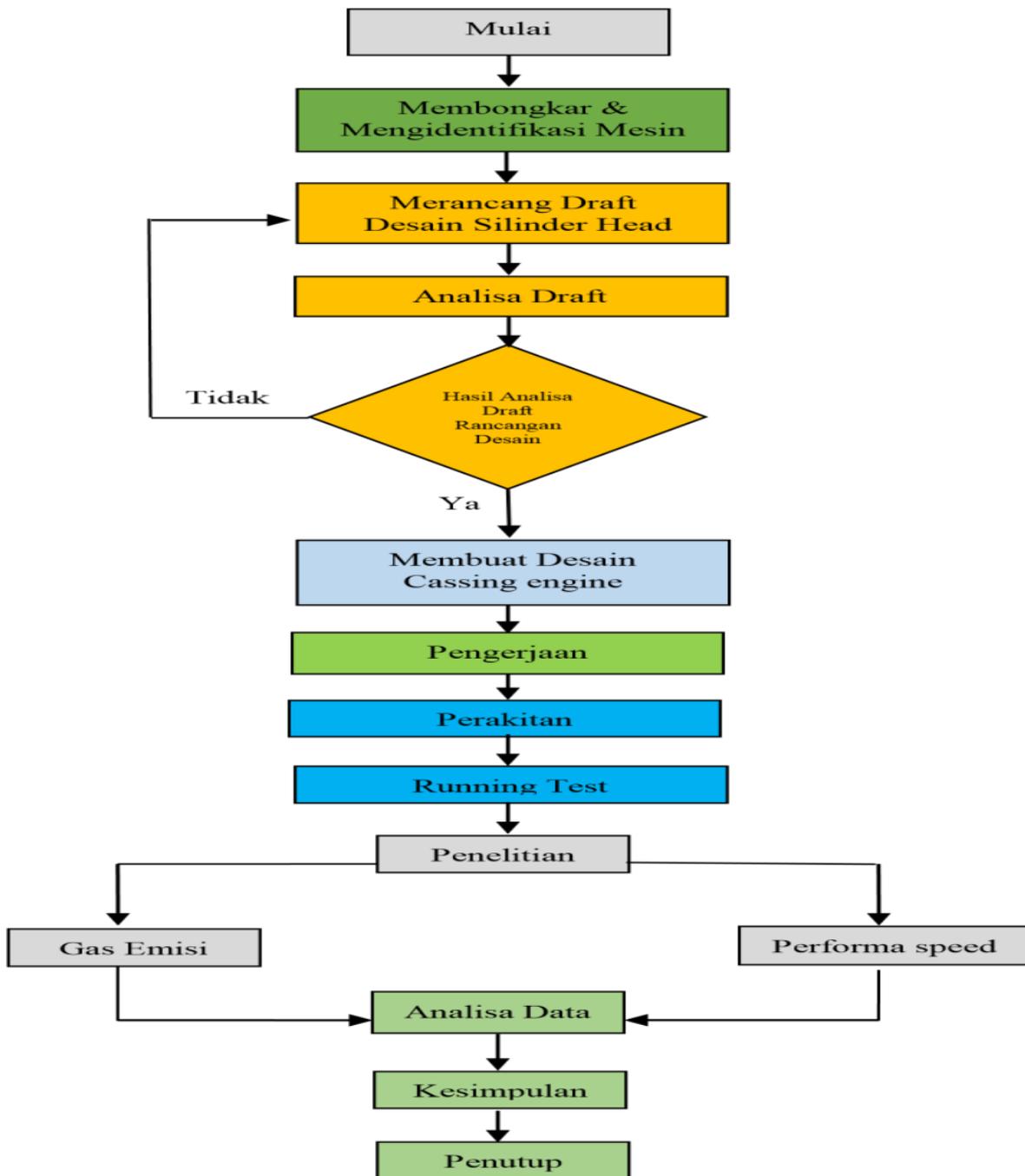
a. Penentuan Sepeda Motor

Sepeda motor ini adalah sepeda motor 2 stroke

yang paling umum dimiliki oleh banyak orang dan mudah didapatkan spare partnya.

b. Penentuan Silinder yang akan dipasang

Pada proses ini menggunakan silinder pembakaran 4-Stroke dari mesin jupiter Z dengan alasan adanya kesamaan merk dari mesin dan komponen mesin jupiter Z banyak di pasaran.



Gambar 1. Metode Penelitian

1. Pembongkaran Mesin

Pembongkaran mesin dilakukan pada seluruh komponen yaitu mulai dari silinder pembakaran dan *engine casing*. Komponen yang sudah dibongkar, lalu dipelajari, kemudian di modifikasi dan diganti.

2. Komponen yang akan diganti

a. Silinder pembakaran beserta isi

Silinder pembakaran diganti menggunakan mesin 4-*Stroke*.

b. Crank Shaft dan conecting road

Crank Shaft dan conecting road diganti untuk mempermudah penyesuaian Titik Mati Atas (TMA) dan Titik Mati Bawah (TMB) dalam pembakaran.

c. Sistem Kelistrikan

Sistem kelistrikan mesin 2 *stroke* berbeda dengan 4 *stroke* karena dengan perbedaan durasi percikan busi yang bersumber dari CDI.

d. Suplai bahan bakar

Karburator yang di pakai adalah karburator Jupiter Z dengan alasan penyesuaian proses pembakaran.

e. Muffler

Knalpot/ muffler yang dipakai adalah jupiter z dengan tujuan meredam kebisingan dan menyaring gas emisi yang keluar dari pembakaran.

Gambar 2 yaitu motor Fiz R, motor yang akan dilakukan pembongkaran mesin. Sedangkan pada Gambar 3 dan Gambar 4 dapat dilihat gambar pada saat pembongkaran mesin dan gambar setelah mesin Fiz R telah dibongkar. Didalam mesin inilah terdapat beberapa komponen yang nantinya akan diganti.



Gambar 2. Motor Fiz-R



Gambar 3. Pembongkaran Mesin



Gambar 4. Mesin Fiz-R

Perancang draft desain

Komponen yang di pertahankan

Hampir semua komponen motor 2 *stroke* itu dipertahankan kecuali silinder pembakaran beserta isinya dan pendukung pembakaran di ganti dengan 4 *stroke*. Pada gear/gigi pada mesin Fiz-R sudah tidak dapat dipertahankan



Gambar 5. Komponen Mesin Fiz-R

Komponen yang dimodifikasi

a. *Cassing engine*

Cassing engine dimodifikasi, penyesuaian dengan silinder 4 *stroke*.

b. *Timing Gear*

Timing gear ini dipasangkan untuk mengatur durasi buka tutup katub yang ada disilinder head.

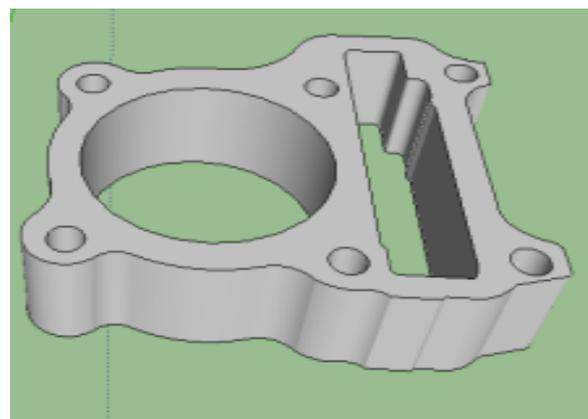
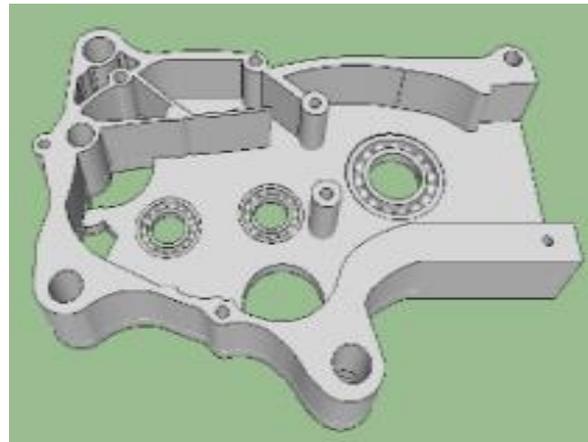
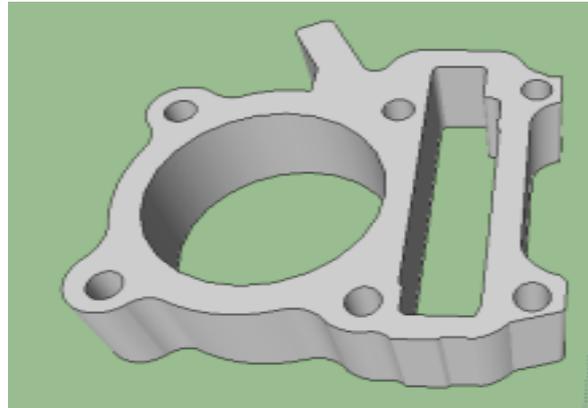
c. Lubang Karbulator 2 *stroke*

Lubang karbulator 2 *stroke* dimodifikasi dengan ditutup menggunakan las.

Analisa Draft

a. Desain *Cassing Engine*

Berikut desain modifikasi *cassing engine* yang akan digambarkan dibawah ini:



Gambar 6. Desain Engine *Cassing*

Pengerjaan Logam

a. Pengelasan Diral

Pengelasan diral dilakukan bertujuan menambah konstruksi di casing engine.

b. Proses Pembubutan

Membubut lubang crank shaft supaya didapatkan hasil yang halus pada permukaan yang melingkar.

c. Proses Fraisi

Proses ini dilakukan dengan tujuan finising dan penghalusan permukaan *casing engine*.

Perakitan

Perakitan dilakukan dengan tujuan menjadi komponen Motor 4 *stroke* hasil *upgrade*.



Gambar 7. Perakitan Komponen

Running Test

Sebelum diuji, Motor dirunning test pada jarak pendek sekitar kampus dan Surabaya.

Uji Motor Upgrade

a. Uji Gas Emisi

Uji ini menggunakan metode *idle* dengan satuan % volume yang selanjutnya dikonversi menjadi satuan g/Km.

b. Uji Engine Performa Speed

Uji dilakukan konstan load dengan variasi kecepatan dan posisi gigi dan beban 50 kg.

Analisa Data

Analisa data didapatkan dari pengujian model pada tiap – tiap *variable* serta menampilkan data tersebut dalam grafik. Untuk jelasnya akan dibahas di bab 4.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Gas Emisi

a. Hasil Gas Emisi

Pengujian gas emisi menggunakan metode *idle*. Pengujian ini menggunakan variasi putaran mesin menjadi 3 bagian yaitu:

1. Kondisi stationer, mesin berjalan kurang lebih 1000 RPM
2. Kondisi medium merupakan kondisi sepeda motor dengan menarik trottle setengah dari total putaran trottle, Mesin berputar pada 5000-6000 RPM
3. Top speed merupakan kondisi sepeda motor dengan menarik trottle sampai batas atas, mesin berputar pada 9000-10000 RPM

Dalam pengujian gas emisi didapatkan data di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Uji Gas Emisi

Putaran Kandungan	Stationary Condition	Medium Speed	Top Speed
CO (% Vol)	1,501	0,759	1,437
CO ₂ (% Vol)	0,950	1,346	2,456
HC (PPM Vol)	514,048	59,630	2799,130
O ₂ (% Vol)	17,901	18,47	15,703

Tabel 5. Parameter Kategori L

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	
Sepeda Motor 2 <i>stroke</i>	< 2010	4,5	12.000	Idle
Sepeda Motor 4- <i>Stroke</i>	< 2010	5,5	2.400	Idle
Sepeda Motor 2 & 4- <i>Stroke</i>	≥ 2010	4,5	2.000	Idle

Tabel 6. Hasil Konversi dari Idle ke ECE R 40 pada Medium Speed

Sepeda Motor	CO (gr/Km)	CO ₂ (gr/Km)	HC (gr/Km)
Sepeda Upgrading	4.086295	7.2585498	0.03206

Tabel 7. Ambang Batas Emisi EURO 3

Class	Mass of CO	Mass of HC	Mass of Oxides of Nitrogen	Mass of CO
	L1 (g/km)	L2 (g/km)	L3 (g/km)	L1 (g/km)
Limit value for motorcycle (two wheel) for type approval and conformity of production				
A (2003)	I (< 150 cm ³)	5,5	1,2	0,3
	II (≥ 150 cm ³)	5,5	1,0	0,3
B (2006)	I (< 150 cm ³) (UDC cold)	2,0	0,8	0,15
	II (≥ 150 cm ³) (UDC + EUD cold)	2,0	0,3	0,15
Limit value for motorcycle (two wheel) for type approval and conformity of production (positive ignition)				
A (2003)	ALL	7,0	1,5	0,4
Limit value for motorcycle (two wheel) for type approval and conformity of production (compression ignition)				
A (2003)	ALL	2,0	1,0	0,65

Tabel 8. Perbandingan Gas Emisi

Sepeda Motor	CO (% vol)	CO ₂ (% vol)	HC (ppm)	O ₂ (% vol)
Yamaha Vega(4-stroke)*	1.984	6.1	137.4	9.748
Yamaha RX King (2-Stroke)**	2.34	14.23	56.757	1.845
Sepeda Upgrading	0.759	1.346	59.63	18.147

* Sihatupar, Riman (2011)

** Siswantoro, dkk., (2012)

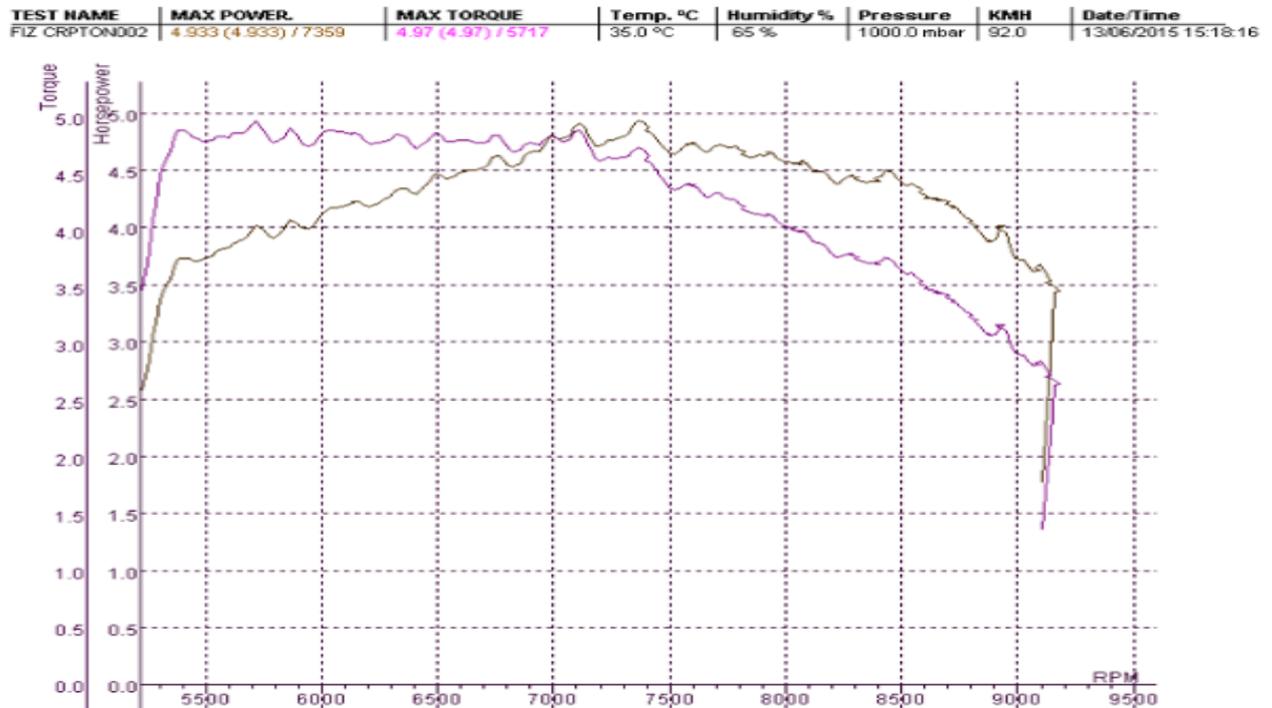
Perbandingan Gas Emisi

Tabel 7 menjelaskan hasil konversi dari kondisi idle ke ECE R 40 pada keadaan *medium speed*. Yang selanjutnya dibandingkan dengan Tabel 8 tentang ambang batas emisi Euro 3. Dan terakhir pada Tabel 8 menjelaskan perbandingan antara motor hasil upgrading dengan motor 2 *stroke* maupun 4 *stroke*.

Penelitian *Engine Performa Speed*

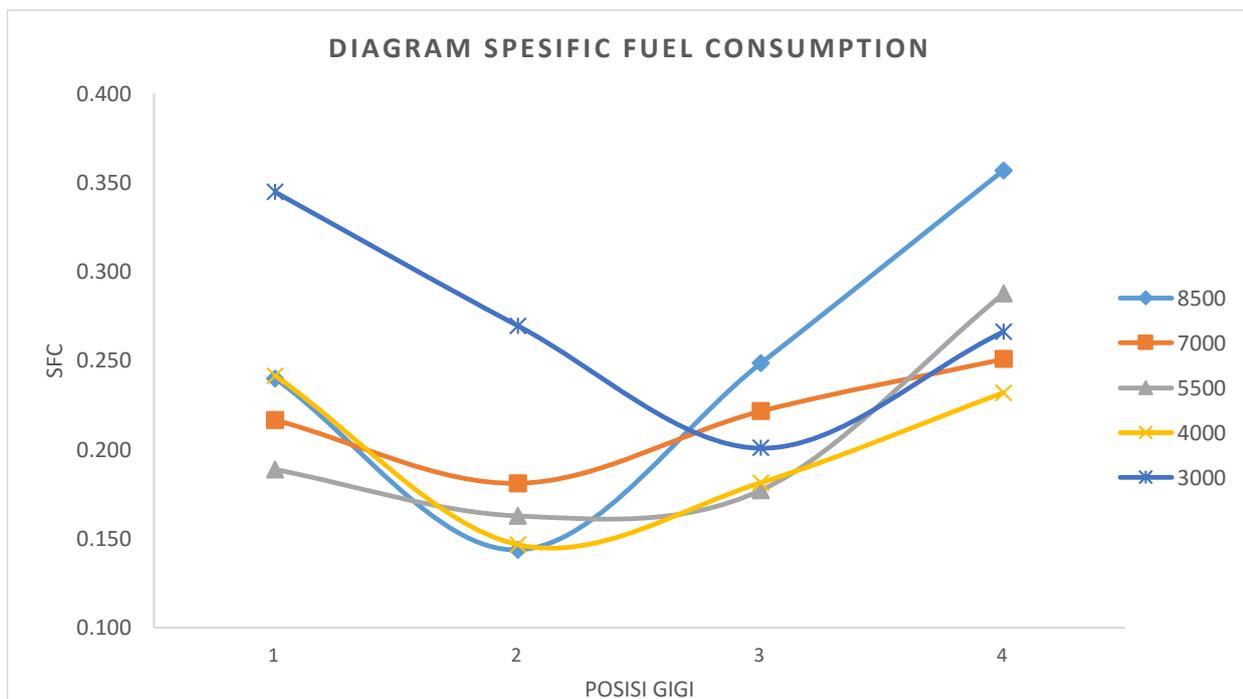
Pengujian menggunakan *dyno test* ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik power dan torsi pada beban konstan yaitu 50 Kg. Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 9. Sedangkan kebutuhan bahan bakar dapat dilihat pada Tabel 10 dan Gambar 8.

Tabel 9. Engine Performance



Tabel 10. Analisa Kebutuhan Bahan Bakar

No.	RPM	Posisi Gigi	Power (Hp)	Torsi	Volume Bahan Bakar (ml)	Waktu (s)	SFC
1.	8500	1	5,216	4,39	3	7,77	0,2398323
		2	6,231	5,18	2	7,24	0,14364109
		3	4,978	4,13	2	5,24	0,2484213
		4	4,213	3,5	2	4,31	0,35686691
2.	7000	1	4,254	4,66	3	10,55	0,21657899
		2	5,848	6,01	2	6,12	0,18105738
		3	5,337	5,38	2	5,48	0,221563
		4	4,802	4,84	2	5,38	0,25082486
3.	5500	1	3,439	4,51	3	14,97	0,18880448
		2	4,405	5,69	2	9,04	0,16272739
		3	4,309	5,53	2	8,49	0,17712947
		4	3,905	5,01	2	5,77	0,2875929
4.	4000	1	1,977	3,42	2	13,58	0,24136182
		2	3,091	5,5	2	14,3	0,14660202
		3	3,031	5,37	2	11,79	0,18133234
		4	2,708	4,79	2	10,32	0,23187111
5.	3000	1	1,124	2,12	3	25,09	0,34466667
		2	1,507	1,33	2	15,95	0,26958832
		3	2,296	4,89	2	14,05	0,20087542
		4	1,756	2,87	2	13,86	0,26624856



Gambar 8. Diagram SFC

4. KESIMPULAN

Motor *upgrading* ini adalah solusi dari penerapan batas ambang emisi gas buang yang melarang Motor 2 *stroke* beroperasi. Hasil uji performa mesin motor *upgrading* ini mampu mencapai putaran 8500 RPM dengan power sebesar 6, 23 HP. Hasil uji emisi menunjukkan kadar CO, CO₂ yang lebih rendah baik dari motor 2 *stroke* maupun motor 4 *stroke*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bisht N., Singh A., Bhargav P., Bishakha. Kabadwal T. 2012. *To Study Performance of Two Stroke Engine with Modified Intake System*. India.
- Faiz, Asif., Weaver S. Christopher., Walsh P. Michael. 1996. *Air Pollution from Motor Vehicles*. Washington DC.
- Kementrian Negara Lingkungan Hidup. 2009. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 04 tahun 2009*

tentang Ambang Batas Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru. Jakarta.

- Kumar, Jayath T., M. Arum, G. Murugan, R. Mano, J. Venkatesan. 2010. *Modification of Two Stroke I. C Engine to Reduce Emission and Fuel Consumption*. India Manufacturers of Emission Control Association.. Emission Control of Two and Three Wheel Vehicles, Washington DC.
- Sanjakumar P., Ashokumar K., Tamilselvan S., Surya M. 2013. *Conventional Fuel Injection System I Two Stroke Engines*. India
- Sipahutar, Riman. 2011. *Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Catalytic Converter Emisi Gas Buang Motor Yamaha Rx-King*. Palembang.
- Siswanto, Lagiyono dan Siswiyanti. 2012. *Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium Dengan Variasi Penambahan Zat Aditif*. Tegal.