

PENGARUH PEMAKAIAN BEBERAPA CAMPURAN BAHAN BAKAR TERHADAP EMISI GAS BUANG MOTOR BENSIN 4 TAK

Khairul Muhajir¹

ABSTRACT

This study aims to discover the exhaust gas emission effect in the combustion chamber of four strokes spark ignition engine taking place at using of ethanol and pertamax fuel at combustion process and exit at the air. The research was conducted at using of ethanol and pertamax fuel in the four strokes of spark ignition engine at KIA CARNIVAL car at the atmospheric condition (27° C – 30° C).

Exhaust gas emission produced from combustion process the so called pollutant result from engine with premium fuel as (HC,CO,CO₂,O₂,NO_x). Among the cause of incomplete combustion is the poor of oxygen, so in order not to be discover the dangerous exhaust gas emission, the ethanol added at the fuel mixture.

This study analysed the effect of ethanol added to pertamax fuel mixture with exhaust gas emission. The method of study with comparing pure pertamax fuel and ethanol pertamax fuel mixture with concentrated of 9 % and 16.6 %, at the engine rpm speed of 1000, 2000, 3000 and 4000. and used the exhaust gas emission measurement with the ultra gas analyser.

The result of this study show there are exhaust gas emission decrease at every ethanol added in to the pertamax fuel mixture, and there are also increase of fuel to air ratio. The ethanol fuel helps the combustion process because there are oxygen (O₂) in the ethanol fuel, so that the ethanol fuel could be the alternative of fuel to decrease the dangerous of exhaust gas emission and to increase the octane number whatever needs at the fuel car engine with grade capacity.

Key word : fuel, emission, four strokes

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh emisi gas buang dari proses pembakaran di dalam ruang bakar motor bensin 4 tak dengan beberapa campuran bahan bakar etanol dan pertamax pada proses pembakaran, yang di buang ke udara. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan campuran bahan baker etanol dan pertamax tersebut pada kendaraan bermotor KIA CARNIVAL pada kondisi (27° C – 30° C).

Emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna biasa disebut polutan, adapun polutan-polutan yang dihasilkan oleh motor berbahan bakar bensin berupa (HC,CO,CO₂,O₂,NO_x). Salah satu penyebab pembakaran kurang sempurna adalah kekurangan oksigen, sehingga dengan penambahan etanol diharapkan lebih menyempurnakan pembakaran sehingga emisi gas buang berbahaya dapat dikurangi.

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa pengaruh dari penambahan ethanol yang dicampurkan pada bahan bakar pertamax terhadap emisi gas buang. Adapun cara yang dilakukan dengan membandingkan bahan bakar pertamax murni dan campuran antara bahan bakar pertamax dan ethanol dengan konsentrasi 9% dan 16.6%, pada putaran motor 1000, 2000, 3000 dan 4000 rpm, sedangkan pengukuran emisi gas buang dilakukan dengan alat ultra gas analyser.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan emisi gas buang pada setiap penambahan ethanol kedalam bahan bakar pertamax dengan rasio bahan bakar dan udara akan naik. Ethanol juga sangat membantu dalam proses pembakaran karena ethanol mengandung O₂ (Oksigen). Ethanol dapat dipakai sebagai alternatif dalam mengurangi kadar emisi gas buang dan untuk menaikkan nilai oktan yang dibutuhkan mobil dengan kapasitas motor yang besar.

Kata kunci : Bahan bakar, Emisi, 4 tak

¹Staf pengajar Jurusan Teknik Mesin, ISTA,

PENDAHULUAN

Motor bakar adalah suatu pesawat tenaga yang termasuk motor penggerak mula atau *prime mover engine*. Peranan motor bakar didalam kehidupan manusia adalah sangat luar biasa. Hal ini dapat dilihat dalam kehidupan sehari-hari, kendaraan bermotor beroperasi dan berlalu-lalang di jalan. Selain sebagai alat penghubung juga dapat digunakan sebagai angkutan penumpang maupun barang. Dengan kendaraan bermotor orang dapat lebih mudah berkomunikasi dengan orang lain (Amzah Asli, 2005)

Motor bensin termasuk motor pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*), yang artinya tenaga yang digunakan untuk menggerakkan motor tersebut diperoleh dari pembakaran bahan bakar yang terjadi didalam motor itu sendiri. Hal ini berbeda dengan mesin uap, pada mesin uap tenaga yang digunakan untuk menggerakkan mesin berasal dari pembakaran bahan bakar yang mana pembakaran tersebut terjadi diluar mesin itu sendiri. Bahan bakar mesin uap adalah batu bara atau arang kayu, sedangkan bahan bakar motor bensin adalah gasoline atau bensin.

Kontinuitas penggunaan bahan bakar fosil (*fossil fuel*) memunculkan dua ancaman serius :

1. Faktor ekonomi, berupa jaminan ketersediaan bahan bakar fosil untuk beberapa dekade mendatang, masalah suplai, harga dan fluktuasinya
2. Polusi akibat emisi pembakaran bahan bakar fosil memiliki dampak langsung maupun tidak langsung kepada derajat kesehatan manusia.

Polusi langsung bisa berupa gas-gas berbahaya, berupa CO, HC, NO_x, CO₂ dan juga unsur metalik seperti timbal (Pb). Sedangkan polusi tidak langsung mayoritas berupa ledakan jumlah molekul CO₂ yang berdampak pada pemanasan global (*Global Warning Potential*). Kesadaran terhadap ancaman serius tersebut telah mengintensifkan berbagai riset yang bertujuan menghasilkan sumber-sumber energi

(*energy resources*) ataupun pembawa energi (*energy carrier*) yang lebih terjamin keberlanjutannya (*sustainable*) dan lebih ramah lingkungan. (berita iptek: 12 Juli 2005).

Tingginya angka oktan pada ethanol memungkinkan penggunaan rasio kompresi yang tinggi pada mesin bensin. Korelasi antara efisiensi dengan rasio kompresi berimplikasi pada faktor bahwa mesin bensin berbahan bakar ethanol (sebagian atau seluruhnya) memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar bensin. Untuk rasio campuran ethanol : bensin mencapai 60:40 tercatat peningkatan efisiensi hingga 10% (berita iptek, 12 juli 2005).

Ethanol memiliki satu molekul OH dalam susunan molekul. Oksigen yang inheren di dalam molekul ethanol tersebut membantu penyempurnaan pembakaran antara campuran udara-bahan bakar didalam silinder. Ditambah dengan rentang keterbakaran (*flammability*) yang lebar yakni 4,3 – 19 vol, dibandingkan dengan bensin yang memiliki rentang keterbakaran 1,4 – 7,6 vol pembakaran campuran udara-bahan bakar ethanol menjadi lebih baik, ini di percaya sebagai faktor penyebab relatif rendahnya emisi CO di bandingkan dengan pembakaran udara-bensin. (berita iptek : 12 Juli 2005).

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian tentang pengaruh pemakaian bahan bakar pertamax dan ethanol terhadap unsur gas buang pada mobil Kia Carnival adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik internal ethanol yang menyebabkan penambahan ethanol pada mesin bensin lebih baik daripada pertamax murni.
2. Untuk mengetahui emisi gas buang yang dihasilkan, apabila dilakukan penambahan ethanol pada bahan bakar pertamax.
3. Untuk mengetahui besarnya persentase zat-zat yang terkandung dalam gas buang yang dihasilkan.

Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini di arahkan untuk mengetahui beberapa hal :

1. Bagaimana pengaruh bahan bakar pertamax terhadap emisi gas buang.
2. Bagaimana pengaruh penambahan bahan ethanol terhadap emisi gas buang.

Bagaimana pengaruh putaran mesin terhadap emisi gas buang.

Penelitian tentang pengaruh penambahan ethanol pada bahan bakar pertamax terhadap emisi gas buang pada mobil Kia Carnival dilakukan dengan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan dengan menggunakan bahan bakar pertamax dan juga ethanol. Masing-masing digunakan dalam bentuk campuran dengan kadar ethanol mencapai 9% dan 16.6%.
2. Unsur-unsur yang akan diamati adalah (CO, HC, CO₂, dan O₂).
3. Mengetahui persentase emisi gas buang yang dihasilkan oleh kedua campuran bahan bakar tersebut.
4. Pengujian dilakukan dengan menggunakan variabel speed 1000rpm, 2000rpm, 3000rpm, 4000rpm.

Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

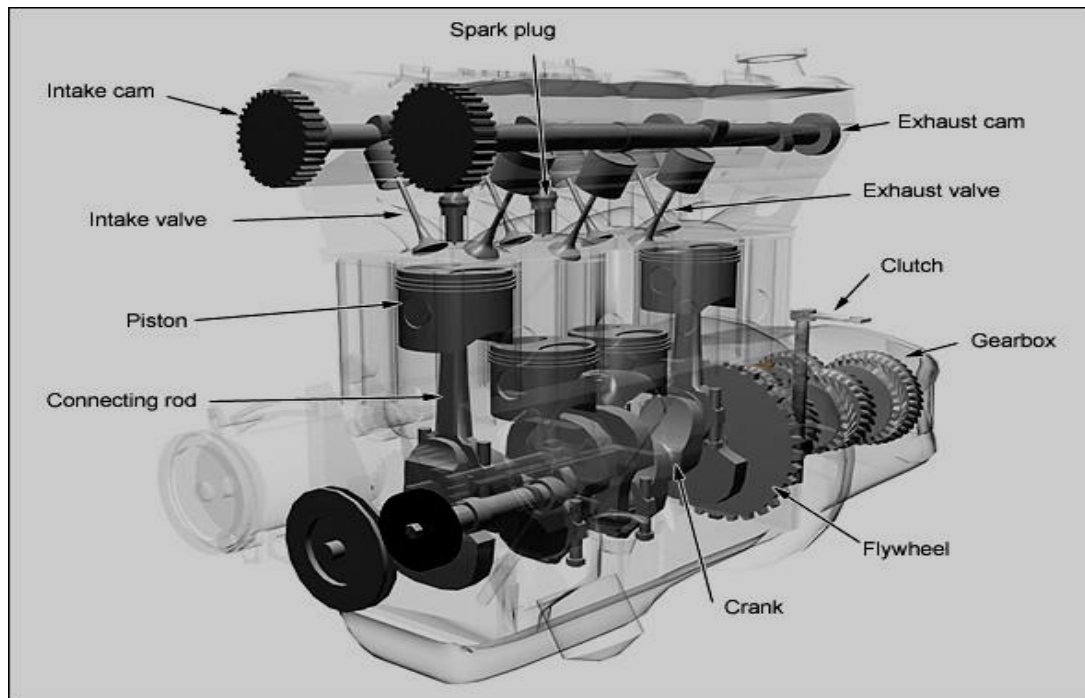
1. Studi Literatur dan Riset Pustaka
Metode ini bertujuan untuk mengumpulkan literatur guna memperdalam pemahaman terhadap materi studi secara lebih khusus. Metode ini digunakan untuk merumuskan masalah maupun untuk menyusun kerangka berfikir. Pencarian

data dan informasi diperoleh melalui jurnal, majalah, dan internet. Riset pustaka merupakan penunjang untuk jalannya penelitian yaitu dengan pengambilan data melalui buku-buku, jurnal dan handbook dari perpustakaan dan internet yang berhubungan dengan objek penelitian.

2. Metode Eksperimen.
Metode ini merupakan kegiatan pengumpulan data dan fakta yang sesuai dengan hipotesis yang diajukan.
3. Metode Observasi
Metode ini merupakan tahapan pengamatan dari eksperimen yang dilakukan secara langsung guna menarik suatu kesimpulan.

Karena besarnya pengaruh bahan bakar dalam suatu proses pembakaran terhadap gas buang yang dihasilkan oleh suatu mesin, maka dari pemakaian bahan bakar yang bervariasi akan menyebabkan pemakaian kebutuhan bahan bakar yang bervariasi pula, serta komposisi gas buang yang berbeda. Secara teoritis dapat diketahui pula :

1. Adanya perbedaan kebutuhan bahan bakar pada setiap putaran yang diberikan dari kedua jenis bahan bakar yang berbeda yaitu pertamax dan campuran antara pertamax dengan ethanol.
2. Besarnya persentase gas buang yang dihasilkan juga berbeda dan bervariasi.



Gambar 1. 1. Cutaway Motor 4 tak
Sumber : www.carbibles.com



Gambar 1. 2. Ultra Gas Analyzer

Suatu motor dapat bekerja salah satunya adalah karena adanya pembakaran antara bahan bakar dan udara. Banyak macam dan jenis bahan bakar yang dapat digunakan. Baik dalam bentuk cair, padat maupun gas. Masing-masing jenis memiliki nilai yang berbeda-beda untuk dapat terbakar. Bahan bakar yang umumnya digunakan adalah :

1. Premium dan Pertamina (untuk Motor Otto).
2. Solar (untuk Motor Diesel).
3. Bensol (untuk pesawat terbang).
4. Bahan Bakar Gas (BBG).
5. Biodiesel
6. Methanol
7. LPG, dll.

Bensin berasal dari kata benzene, dengan nama unsur kimianya adalah C_8H_{18} . Bahan bakar bensin adalah hasil dari pemurnian Neptha, yang komposisinya dapat digunakan pada motor bensin(*Internal Combustion Engine*). Neptha adalah jenis minyak ringan yang memiliki sifat antara gasoline dan kerosene.

1. Bahan Bakar Bensin (Gasoline)

a. Pertamina Gasoline

Pertamax dan pertamax plus hadir menggantikan premix dan Super TT . Pertamina diproduksi dengan menggunakan bahan baku berkualitas tinggi yang telah memenuhi standar International *World Fuel Charter* yang F menuju kategori I. dan tentu saja bahan

ini tidak mengandung timbal dari sisi sifat fisika atau titik didih yang lebih rendah. Kemudian kandungan Olifen, aromatic, dan benzenenya telah dibatasi. Hasilnya bahan baku pertamax pembakarannya lebih sempurna dan untuk memenuhi kebutuhan dan perkembangan teknologi otomotif. Angka oktan pun disesuaikan, pertamax memiliki angka oktan Ron (*Research Octan Number*) 92 dan pertamax plus memiliki angka oktan 95. keunggulan lainnya pertamax dan pertamax plus dilengkapi dengan aditif generasi kelima atau aditif generasi terakhir. Aditif yang berfungsi menyempurnakan proses kimia pada pembakaran. Didalam mesin ini telah memperoleh sertifikasi dari laboratorium independent berstandar internasional di Houston, Texas Amerika Serikat. Houston sudah lama dikenal sebagai tempat riset bahan bakar dan motor gas dunia.

Biasanya di dalam mesin kendaraan terdapat timbunan deposit pada intake rafre yang akan mengganggu akselerasi mesin. Sedangkan timbunan deposit pada fuel injector dan ruang pembakaran akan membebani kinerja mesin. Aditif ini mampu membersihkan mesin dari semua timbunan deposit tersebut. Aditif ini juga dapat melarutkan air dalam tangki kendaraan, sehingga dapat mencegah terjadinya karat pada saluran dan tangki mesin.

Hasil pembakaran mesin makin sempurna karena racun gas buang kendaraan bermotor yang bersumber dari senyawa yang tidak stabil (nitrogen oksida dan karbon monoksida) dapat ditekan menjadi lebih baik. Kemampuan pertamax dan pertamax plus membersihkan mesin dari timbunan deposit dan menekan kandungan racun gas buang kendaraan bermotor, serta membuat kinerja mesin meningkat dan lebih bertenaga serta ramah lingkungan. Kandungan aditif ini yang menyebabkan gas buang pertamax lebih baik dari pada premium.

b. Premium Gasoline

Premium merupakan bahan bakar yang umum digunakan untuk pembakaran pada mesin-mesin kendaraan. Premium berasal dari destilasi

minyak bumi dimana bahan bakar ini mengandung unsur karbon dan hidrogen. Bahan bakar ini juga mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi, kenyataan ini pula yang menyebabkan bahan bakar ini banyak digunakan.

Perbedaan antara premium dan pertamax hanya terletak pada nilai oktan yang dikandungnya. Premium ini mengandung TEL (*Tetra Ethyl Lead*) sebesar 0,45 % yang disebut premium RON 82 dengan oktan yaitu sebesar 82. jadi bahan bakar ini mempunyai detonasi dibawah bahan bakar pertamax.

Pembakaran didefinisikan sebagai persenyawaan antara bahan bakar dan oksigen. Pada umumnya menimbulkan panas yang tinggi. Campuran bahan bakar dan udara didalam silinder harus sesuai agar bahan bakar tidak sampai terbakar sendiri atau tidak dapat terbakar sama sekali. Ketika busi mengeluarkan percikan bunga api listrik yaitu beberapa derajat engkol sebelum piston mencapai TMA, campuran bahan bakar dan udara disekitar busi itulah yang mula-mula terbakar. Kemudian nyala api merambat keseluruhan arah dengan kecepatan tinggi (25-50 m/detik).

2. Emisi Gas Buang

Kesadaran masyarakat akan pencemaran udara akibat gas buang kendaraan bermotor di kota-kota besar saat ini semakin tinggi. Dari berbagai sumber bergerak seperti mobil penumpang, truk, lokomotif kereta api, kapal terbang, kapal laut, kendaraan bermotor saat ini maupun kemudian hari akan terus menjadi sumber yang dominan dari pencemaran udara diperkotaan. Di DKI Jakarta, kontribusi bahan pencemaran dari kendaraan bermotor ke udara adalah sekitar 70 - 80%.

Resiko kesehatan yang dikaitkan dengan pencemaran udara diperkotaan secara umum, banyak menarik perhatian dalam beberapa dekade belakangan ini. Di banyak kota besar, gas buang kendaraan bermotor menyebabkan ketidaknyamanan pada orang yang berada ditepi jalan dan

menyebabkan masalah pencemaran udara pula.

Kendaraan bermotor akan mengeluarkan berbagai jenis maupun particular yang terdiri dari berbagai senyawa anorganik dan organik dengan berat molekul yang besar yang dapat langsung terhirup melalui hidung dan mempengaruhi masyarakat di jalan raya dan sekitarnya. Dalam mendukung usaha pelestarian lingkungan hidup, negara-negara di dunia mulai menyadari bahwa gas buang kendaraan merupakan salah satu polutan atau sumber pencemaran udara terbesar. Oleh karena itu, gas buang kendaraan harus dibuat sebersih mungkin agar tidak mencemari udara.

Pada negara-negara yang memiliki standar emisi gas buang kendaraan yang ketat, ada 5 unsur dalam gas buang kendaraan yang akan diukur yaitu senyawa HC, CO, CO₂, O₂ dan senyawa NO_x. Sedangkan pada negara-negara yang standar emisinya tidak terlalu ketat, hanya mengukur 4 unsur dalam emisi gas buang yaitu senyawa HC, CO, CO₂ dan O₂.

1. Emisi Senyawa Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida adalah gas buang beracun yang dihasilkan oleh pembakaran yang tak sempurna. Dari bahan bakar yang gas ini apabila terhirup oleh manusia akan masuk kealiran darah melalui paru-paru dan bereaksi dengan hemoglobin (Hb), dimana O₂Hb adalah *oxyhemoglobin* dan COHb adalah *carboxyhemboglobin*.

Efek karbon monoksida yang tampak pada manusia meliputi suatu

cakupan luas dan gejala ini meliputi perusakan. Pertimbangan dan persepsi visual pada CO tingkat 10 perjuta (ppm) didalam udara dapat mengakibatkan pusing, sakit kepala, dan keletihan. 100 ppm dapat menyebabkan hilang kesadaran, 250 ppm dapat menyebabkan kematian cepat.

Mesin dengan pembakaran yang baik menghasilkan angka CO <2,5 %. Tingginya angka CO menandakan kurangnya udara dalam proses pembakaran, biasanya hal ini disebabkan saringan udara kotor.

2. Emisi Senyawa Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon adalah campuran dari hydrogen dan karbon. Mesin bensin menghamburkan beraneka ragam pencemaran (polutan). Ini disebabkan karena hidrokarbon yang terbakar. Hampir kebanyakan mobil sekarang ini telah dipasang pengubah (converter) katalik. Alat ini berfungsi untuk mengubah senyawa yang belum atau kurang teroksidasi menjadi lebih teroksidasi sebelum dibuang. Katalis yang digunakan dalam pengubah ini dibuat untuk tak bekerja (diracuni) oleh senyawa timbal, oleh karena itu bensin bertimbal tak boleh digunakan dalam mobil yang telah dilengkapi pengubah ini agar tak merusak kataliknya. Tingginya emisi HC (hidrokarbon) pada gas buang kendaraan menunjukkan tak sempurnanya pembakaran, penyebab umumnya adalah buruknya sistem pengapian. Idealnya angka HC <400 ppm.

Tabel 1 : Pengaruh CO Terhadap Kesehatan Manusia

Sumber : www.bppt.go.id

No	Konsentrasi di Udara (%)	Konsentrasi Dalam Darah (%COHB)	Gejala Terhadap Kesehatan
1	0 – 10	<1.0	Belum ada gejala
2	10	1.0 – 2.0	Gangguan pada tingkah laku
3	10 – 20	2.0 – 5.0	Gangguan pada sistem syaraf, pusat penglihatan dan panca indra
4	20 – 50	5.0 – 10.0	Perubahan pada fungsi jantung dan paru-paru
5	50 – 70	10.0 – 80.0	Sakit kepala, lesu, pusing, sesak nafas

3. Emisi Senyawa Karbon Dioksida (CO₂)

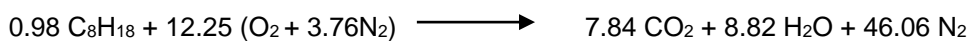
Semua pembakaran pasti menghasilkan karbon dioksida, karena karbon dioksida berasal dari pembakaran antara karbon dan oksigen. Rendahnya angka CO₂ dalam gas buang pertanda bahwa pembakaran terjadi tak sempurna dalam suatu kendaraan, untuk mencapai pembakaran yang sempurna dibutuhkan karbon dioksida lebih dari >12 %, akan tetapi gas karbon dioksida ini apabila terlalu tinggi menyebabkan dampak yang kurang baik bagi kesehatan manusia.

4. Oksigen (O₂)

Oksigen adalah suatu gas yang sangat dibutuhkan oleh manusia dan motor bakar. Manusia tak dapat hidup tanpa adanya oksigen, begitu juga dengan motor bakar tidak akan bisa melakukan pembakaran tanpa adanya oksigen. Karena dengan oksigen pembakaran didalam ruang bakar dapat berlangsung. Setiap pembakaran pasti akan menghasilkan oksigen, tetapi sangat kecil nilainya.

Kebalikannya dengan CO (karbon monoksida), tingginya kadar O₂ (oksigen) dalam gas buang kendaraan menunjukkan campuran udara yang berlebihan, normalnya kadar O₂ berada diantara 0,5 – 2 %.

a. Reaksi I

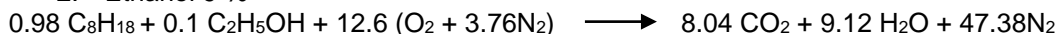


b. Reaksi II

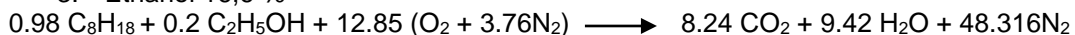
1. Ethanol 0 %



2. Ethanol 9 %



3. Ethanol 16,6 %



Air Fuel Ratio

$$A/F = \lambda \times 14.7$$

$$F/A = \frac{1}{A/F}$$

$$\lambda = \frac{(CO_2) + \frac{(CO)}{2} + (O_2) + \left[\frac{1,510}{3,5 + \frac{(CO)}{(CO_2)}} - 0,0088 \right] x [(CO) + (CO_2)]}{1,4227 x [CO_2 + CO + 6xHC]}$$

$$\Phi = \frac{(A/F)_{stoic}}{(A/F)_{Actual}}$$

5. Emisi Senyawa Nox

Senyawa NO_x 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 NO_x ini sangat tidak stabil dan bila terlepas ke udara bebas, akan berikatan dengan oksigen untuk membentuk NO₂. Inilah yang amat berbahaya karena senyawa ini amat beracun dan bila terkena air akan membentuk asam nitrat.

Tingginya konsentrasi senyawa NO_x disebabkan karena tingginya konsentrasi oksigen ditambah dengan tingginya suhu ruang bakar.

6. Lamda (λ)

Menunjukkan bahwa campuran bahan bakar dan udara dalam pembakaran sudah tepat. Angka idealnya adalah 0,95 – 1,05 %.

Adapun persamaan kimia dari pencampuran bahan bakar pertamax dan ethanol adalah:

Keterangan :

Φ = Equivalent Ratio

λ = Angka Ratio Bensin Udara

A/F = Air Fuel Ratio

F/A = Fuel Air Ratio

Ambang Batas Kandungan Emisi

Untuk menganalisa kadar emisi gas buang, maka digunakan sesuai dengan standarisasi Nasional dan Internasional.

a. Batas Emisi Berdasarkan KepMen LH No.141 Tahun 2003.

Di level nasional regulasi yang bertujuan mengurangi polusi akibat asap kendaraan bermotor sudah ditetapkan. Tanggal 1 Januari 2007 merupakan batas akhir dari seluruh rangkaian implementasi KepMenLH No.141 tahun 2003 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor di Indonesia.

Sebagaimana diatur dalam KepMen tersebut, mulai 1 Januari 2007 emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan yang dijual di Indonesia tidak boleh melebihi ambang batas yang mengacu pada standard emisi EURO 2. Untuk sepeda motor 4 tak sudah harus comply pada 1 Juli 2006, sedangkan untuk kendaraan tipe baru tenggat waktunya adalah 1 Januari 2005.

a. Batas Emisi Berdasarkan Regulasi Internasional Eropa (EURO)

Di Negara-negara Eropa memiliki standarisasi emisi gas buang tersendiri yang biasa disebut dengan EURO. Untuk semua kendaraan yang akan diproduksi harus memenuhi standarisasi tersebut.

Tabel 2 : Standarisasi Emisi Nasional

Sumber : www.drwmn.blogspot.com

Kendaraan	Jenis Engine	CO	HC+NOX	HC	NOX	PM
Sepeda Motor	Bensin < 150 cc	5.5 g/km	-	1.2 g/km	0.3 g/km	-
	Bensin > 150 cc	5.5 g/km	-	1.0 g/km	0.3 g/km	-
Mobil Penumpang	Bensin	2.2 g/km	0.5 g/km	-	-	-
	Diesel	1.0 g/km	0.9 g/km	-	-	0.1 g/km
Mobil Barang ≤ 3.5 Ton (P/Up).	Bensin	2.2 g/km	0.5 g/km	-	-	-
	Diesel	1.0 g/km	0.9 g/km	-	-	0.1 g/km
Mobil Barang > 3.5 Ton	Diesel	4.0 g/kWh	-	1.1 g/kWh	7.0 g/kWh	0.15 g/kWh

Tabel 3 : Standarisasi Emisi Internasional (EURO)

Sumber : www.wikipedia.com

Regulasi	CO	HC	NO _x	PM
Euro 0 (1988-1992)	12.3 g/kWh	2.6 g/kWh	15.8 g/kWh	-
Euro I (1992-1995)	4.9 g/kWh	1.23 g/kWh	9.0 g/kWh	0.4 g/kWh
Euro II (1995-1999)	4.0 g/kWh	1.1 g/kWh	7.0 g/kWh	0.15 g/kWh
Euro III (1999-2005)	2.1 g/kWh	0.66 g/kWh	3.5 g/kWh	0.02 g/kWh
Euro IV (2005- 2008)	1.5 g/kWh	0.46 g/kWh	3.5 g/kWh	0.02 g/kWh
Euro V (2008- 2012)	1.5 g/kWh	0.46 g/kWh	2.0 gg/kWh	0.02 g/kWh

b. Analisa Penyebab-Penyebab Tinggi Rendahnya Kadar Emisi Gas Buang Terhadap Kinerja Mesin

Penyebab tinggi rendahnya kandungan emisi gas buang yang terjadi dapat kita tentukan dari table berikut :

Tabel 4 : Konsentrasi Emisi Gas Buang dan Penyebab Tinggi Rendahnya Kandungan

Sumber : www.saft7.com

KONSENTRASI				PENYEBAB
CO	CO ₂	HC	O ₂	
Tinggi	Rendah	Tinggi	Tinggi	AFR terlalu kaya dan pengapian mengalami misfire
Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah	AFR terlalu kaya dan kerusakan pada thermostat atau coolant sensor
Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi	Kebocoran pada exhaust sistem
Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi	Kegagalan pada sistem bahan bakar
Tinggi	Rendah	Tinggi	Tinggi	AFR terlalu kaya
Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Kegagalan pada sistem bahan bakar, AFR terlalu kaya dan kebocoran pada intake sistem
Rendah	Rendah	Tinggi	Tinggi	Kegagalan pada sistem pengapian, AFR terlalu kurus dan kebocoran pada sistem intake manifold
Rendah	Tinggi	Rendah	Rendah	Kondisi yang tepat untuk semuanya

c. Analisa Penyebab-Penyebab AFR (Air Fuel Ratio)

Tabel 5 : Akibat Dari Kondisi AFR

Sumber : www.saft7.com

KONDISI	AKIBAT
AFR terlalu kurus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Power mesin yang melemah/menurun drastis. 2. Misfire pada saat cruising atau dalam berjalan normal 3. Katup mengalami overheat 4. Kerusakan pada blok silinder 5. Terjadi detonasi

PEMBAHASAN

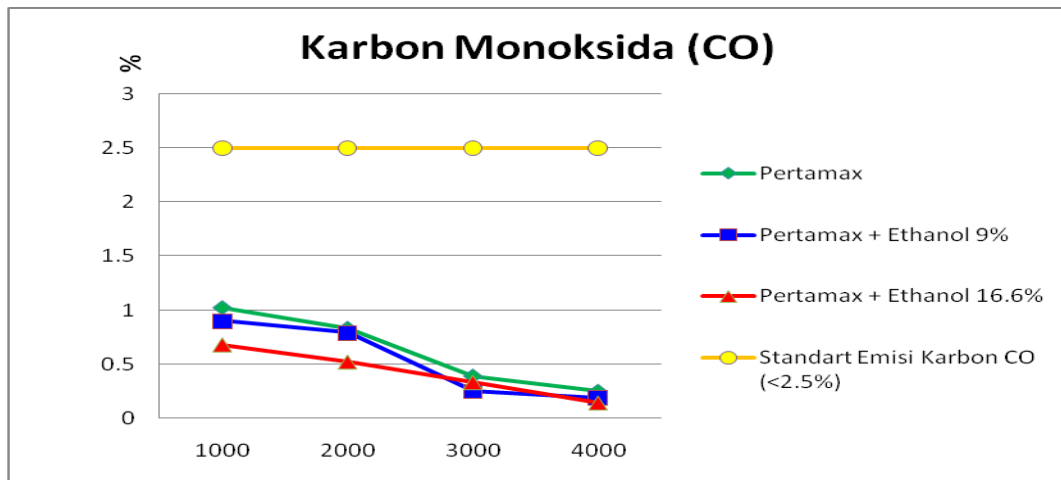
Dalam penelitian ini dilakukan 5 (lima) kali pengujian pada setiap perlakuan/putaran, tujuannya adalah untuk mendapatkan ketelitian pengukuran yang

diharapkan. Adapun data – data yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditunjukkan sebagai berikut :

1. Tabel dan Grafik Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO)

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Karbon Monoksida (CO)

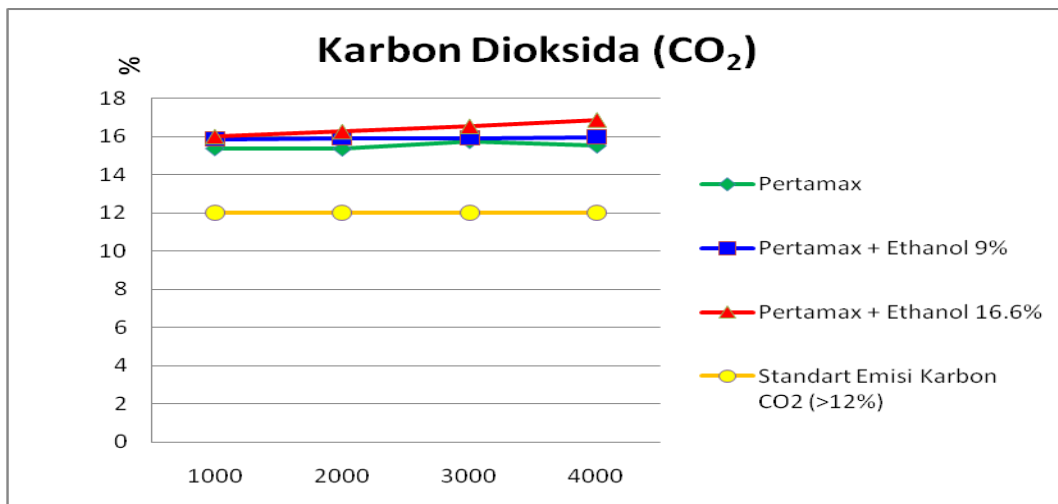
Putaran (RPM)	Pertamax	Pertamax + Ethanol 9%	Pertamax + Ethanol 16.6%
1000	1.02 %	0.90 %	0.68 %
2000	0.83 %	0.79 %	0.52 %
3000	0.39 %	0.25 %	0.33 %
4000	0.25 %	0.19 %	0.14 %



Grafik 2.1. Gas Buang Karbon Monoksida (CO)

Tabel 2 Hasil Pengujian Karbon Monoksida (CO₂)

Putaran (RPM)	Pertamax	Pertamax + Ethanol 9%	Pertamax + Ethanol 16.6%
1000	15.37 %	15.87 %	15.99 %
2000	15.35 %	15.90 %	16.25 %
3000	15.75 %	15.91 %	16.53 %
4000	15.51 %	15.98 %	16.87 %



Grafik 2.2 Gas Buang Karbon Dioksida (CO₂)

Pada grafik gas buang karbon monoksida akan terlihat rendahnya nilai kadar CO untuk ketiga jenis bahan bakar yang digunakan, terutama pada penggunaan ethanol dengan kadar 16.6%. Pada penggunaan pertamax murni memiliki nilai kadar oktannya masih diatas standar emisi yang diijinkan untuk karbon monoksida, hal ini berarti bahwa tanpa penggunaan ethanol dengan campuran

yang terendah pun pertamax masih dapat dan aman untuk digunakan dan juga menunjukkan bahwa pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar sempurna.

2. Tabel dan Grafik Emisi Gas Buang Karbon Dioksida (CO₂).

Pada grafik gas buang karbon dioksida pada penggunaan pertamax murni nilai yang dihasilkan oleh bahan bakar tersebut memiliki angka yang berada diatas

standar yang diijinkan. tetapi pada penambahan ethanol 9% dan 16.6% pada putaran 1000rpm dan 2000 rpm hanya terjadi sedikit perbedaan. Berarti pembakaran telah terjadi secara sempurna di dalam ruang bakar.

3. Tabel dan Grafik Emisi Gas Buang Oksigen (O₂)

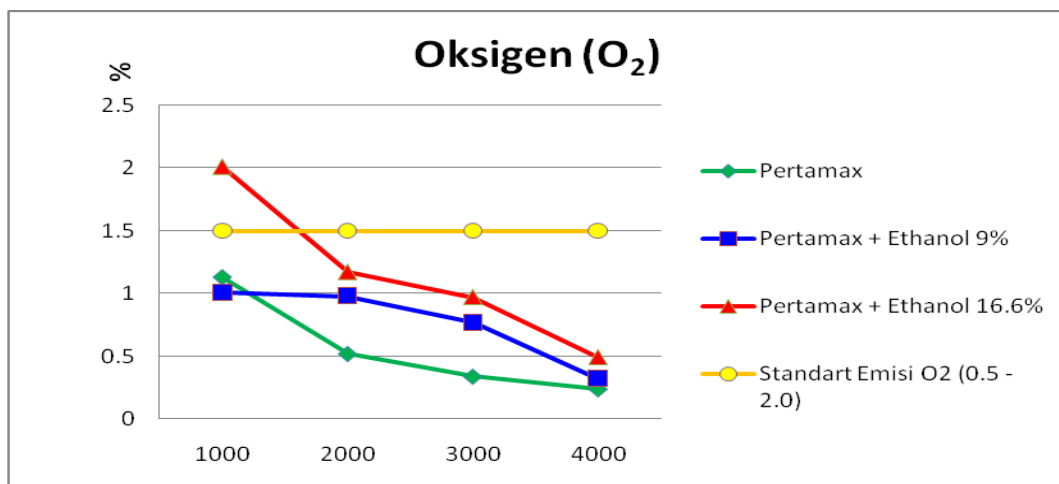
Pada grafik gas buang Oksigen terlihat jelas perbedaan pada penggunaan bahan bakar pertamax dan penambahan ethanol 9% dan 16.6%. Pada putaran 1000 rpm penggunaan ethanol 16.6% emisi yang dihasilkan berada dibawah nilai standar yang diijinkan. Seperti telah dibahas pada emisi karbon dioksida, bahwa karakteristik dari ethanol yang memiliki kandungan oksigen lebih banyak dari pada pertamax

dan pembakaran yang dihasilkannya pun bisa lebih sempurna karena kebutuhan oksigen tidak lagi tergantung pada udara luar. Semakin banyak presentase ethanol yang dicampurkan ke pertamax maka semakin baik pembakarannya dan sedikit pula emisi yang dihasilkan. Karena pada pertamax murni masih memiliki kandungan zat-zat aditif seperti TEL (*Tetraethyl Lead*), bahan ini berguna untuk meningkatkan angka oktan dan dampak dari penggunaan bahan ini sangat merusak untuk mesin-mesin yang telah dilengkapi katalisator terlebih lagi sangat berbahaya bagi kesehatan manusia.

4. Tabel dan Grafik Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC)

Tabel 2.3. Hasil Pengujian Oksigen (O₂)

Putaran (RPM)	Pertamax	Pertamax + Ethanol 9%	Pertamax + Ethanol 16.6%
1000	1.13 %	1.01 %	2.01 %
2000	0.52 %	0.98 %	1.17 %
3000	0.34 %	0.77 %	0.97 %
4000	0.24 %	0.32 %	0.49 %



Grafik 2.3. Gas Buang oksigen (O₂)

Tabel 2.4. Hasil Pengujian Hidrokarbon (HC)

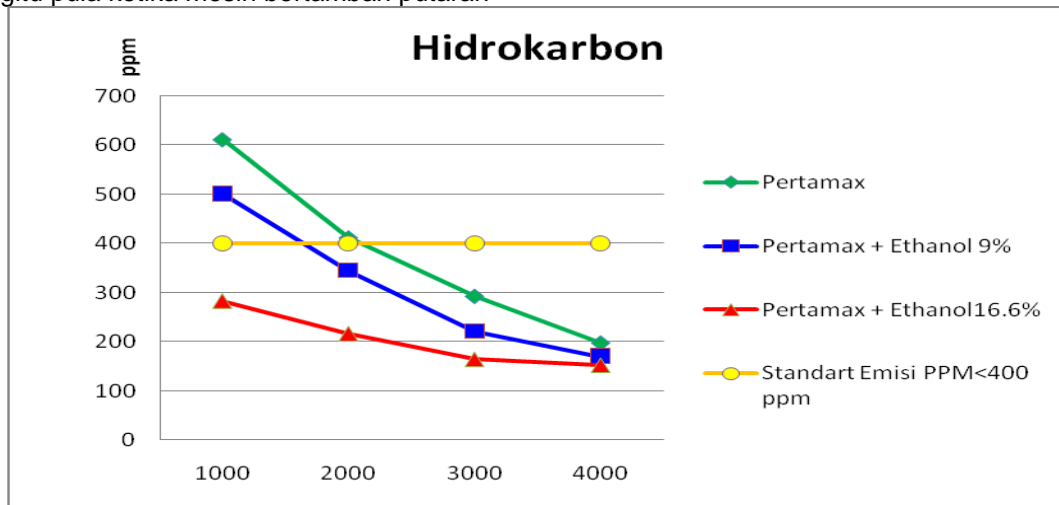
Putaran (RPM)	Pertamax	Pertamax + Ethanol 9%	Pertamax + Ethanol 16.6%
1000	612 ppm	502 ppm	283 ppm
2000	412 ppm	345 ppm	217 ppm
3000	293 ppm	221 ppm	165 ppm
4000	198 ppm	170 ppm	153 ppm

Pada grafik gas buang hidrokarbon akan terlihat rendahnya kadar emisi pada saat mesin mengalami putaran awal yaitu pada putaran 1000 dan 2000 RPM. Hal ini terlihat juga pada penggunaan pertamax dengan kadar ethanol 9 %, namun pada putaran mesin telah mencapai 3000 RPM nilai tersebut telah melewati nilai standar emisi HC. Pada penggunaan ethanol dengan kadar 16.6 % ketika mesin pada putaran awal nilainya masih diatas standar, begitu pula ketika mesin bertambah putaran

nilainya terus bertambah diatas standar. Hal ini mungkin disebabkan kurang sempurnanya pembakaran yang disebabkan buruknya sistem pengapian dan kurang bekerja maksimalnya pengubah katalik.

Data hasil perhitungan dibawah ini diperoleh dengan menggunakan cara dan persamaan yang sama.

1. Pemakaian Bahan Bakar Pertamax



Grafik 2.4 Gas Buang Hidrokarbon (HC)

Tabel 2.5. Hasil Uji Emisi Menggunakan Bahan Bakar Pertamax

Putaran	Emisi Gas Buang				A/F
	CO (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	HC (ppm)	
1000 rpm	1.02 %	15.37 %	1.13 %	612 ppm	14.69
2000 rpm	0.83 %	15.35 %	0.52 %	412 ppm	14.48
3000 rpm	0.39 %	15.75 %	0.34 %	293 ppm	14.61
4000 rpm	0.25 %	15.51 %	0.24 %	198 ppm	14.64

2. Pemakaian Bahan Bakar Pertamax + Ethanol 9%

Tabel 2.6. Hasil Uji Emisi Menggunakan Bahan Bakar Pertamax + Ethanol 9%

Putaran	Emisi Gas Buang				A/F
	CO (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	HC (ppm)	
1000 rpm	0.90 %	15.87 %	1.01 %	502 ppm	14.70
2000 rpm	0.79 %	15.90 %	0.98 %	345 ppm	14.82
3000 rpm	0.25 %	15.91 %	0.77 %	221 ppm	14.97
4000 rpm	0.19 %	15.98 %	0.32 %	170 ppm	14.73

3. Pemakaian Bahan Bakar Pertamax + Ethanol 16.6%

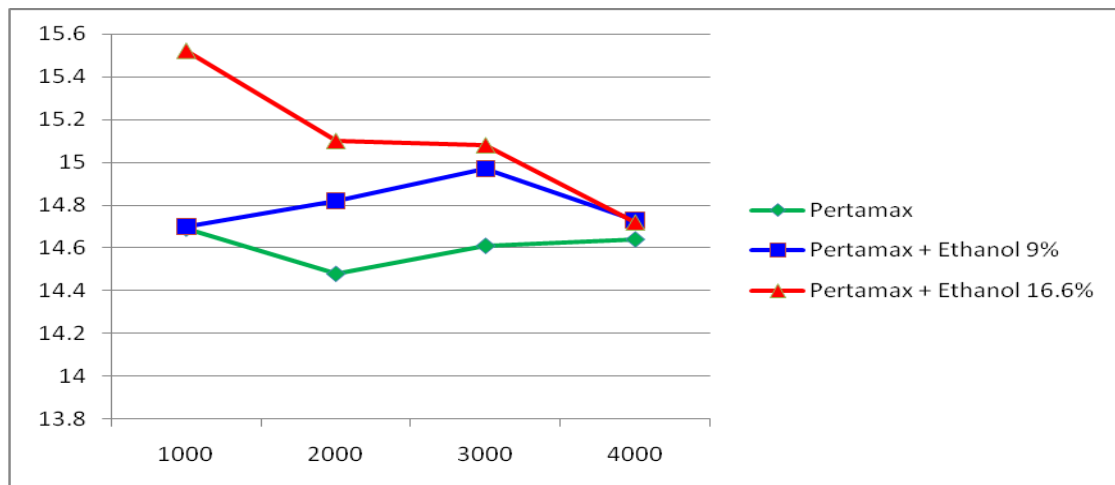
Tabel 2.7. Hasil Uji Emisi Menggunakan Bahan Bakar Pertamax + Ethanol 16,6%

Putaran	Emisi Gas Buang				A/F
	CO (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	HC (ppm)	
1000 rpm	0.68 %	15.99 %	2.01 %	283 ppm	15.52
2000 rpm	0.52 %	16.25 %	1.17 %	283 ppm	15.10
3000 rpm	0.33 %	16.53 %	0.97 %	165 ppm	15.08
4000 rpm	0.14 %	16.87 %	0.49 %	153 ppm	14.72

4. Tabel dan Grafik Air Fuel Ratio (A/F)

Tabel 2.8. Hasil Perhitungan Air Fuel Ratio (A/F)

Putaran (RPM)	Pertamax	Pertamax + Ethanol 9%	Pertamax + Ethanol 16.6%
1000	14.69	14.70	15.52
2000	14.48	14.82	15.10
3000	14.61	14.97	15.08
4000	14.64	14.73	14.72



Grafik 2.5. Air Fuel Ratio (A/F)

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa perhitungan penelitian, maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terjadi perbedaan emisi gas buang pada setiap putaran dan penambahan ethanol.
2. Semakin banyak campuran ethanol yang diberikan pada bahan bakar pertamax maka A/F naik dan emisi gas buang turun.
3. Untuk kadar emisi gas buang kandungan HC pada pemakaian pertamax dan ethanol 9% pada putaran awal melebihi standar emisi yang telah ditetapkan. Tapi pada pemakaian ethanol 16.6% kandungan HC sudah jauh

dibawah standarisasi yang telah ditetapkan.

4. Kandungan O₂ yang baik didapat pada 1000 – 3000 rpm pada ethanol 9% dan 16.6%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar W., 1988, "*Penggerak Mula Motor Bakar Torak*", Edisi keempat Cetakan kesatu, Penerbit ITB-Bandung.
- Boentarto dan Mukaswan, 1995, "*Teknik Mesin Bensin Mobil*", Penerbit CV. Aneka, Solo
- Edi Wrihatnolo, 2005, "*Pengaruh Bahan Bakar Emulsi Terhadap Kinerja dan Emisi Gas Buang Mesin Diesel*",

- Tugas Akhir IST Akprind, Yogyakarta.
- Heywood, Jhon B, 1988, "*Internal Combution Engine Fundamentals*", International Edition, McGraw-Hill Book Company.
- Mursyidi, Ali, 2006, "*Pengaruh Penambahan Methanol Pada Bensin Premium Motor Astre Grand Terhadap Emisi Gas Buang dan Konsumsi Bahan Bakar*", Tugas Akhir IST Akprind, Yogyakarta.
- Nugroho, A. V., 2007, "*Pengaruh Penambahan Ethanol Pada Bahan Bakar Pertamina Terhadap Emisi Gas Buang Mobil KIA Carnival*", Tugas Akhir IST Akprind, Yogyakarta.
- Obert, Edwart F, 1968, "*Internal Combution Engines*", Third Edition, International Textbook Company, Scranton, Pennsylvania.
- Ralph J. Fessenden dan Joan J. Fessenden, 1997, "*Dasar-Dasar Kimia Organik*", Bina Rupa, Jakarta.
- Saepurochman, 2005, "*Pengaruh Bahan Bakar Campuran dan Spritus Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Bensin 4 langkah*", Tugas Akhir IST Akprind, Yogyakarta.
- Widiharsanto, Yohanes B, 2001, "*Perbedaan Antara Pemakaian Bahan Bakar Premium dan Super TT Terhadap Kinerja dan Emisi Gas Buang Pada Engine toyota 4K*", Tugas Akhir IST Akprind, Yogyakarta.