



**PENGARUH  
CAMPURAN MINYAK LIMBAH PLASTIK  
(*LOW DENSITY WASTE POLYETHYLENE OIL*)  
DENGAN PREMIUM DAN PERTAMAX TERHADAP  
EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR**

**SKRIPSI**

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan  
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

**oleh  
Fahmy Zuhda Bahtiar  
5201411013**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2015**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Fahmy Zuhda Bahtiar  
NIM : 5201411013  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1  
Judul Skripsi : Pengaruh Campuran Minyak Limbah Plastik (*Low Density Waste Polyethylene Oil*) dengan Premium dan Pertamina Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

### Panitia Ujian

Tanda Tangan Tanggal

Ketua : Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd  
NIP 196209131991021001  
Sekretaris : Wahyudi, S.Pd., M.Eng  
NIP 198003192005011001

(M.K.) 28-9-2015  
(W.) 28/9/15

### Dewan Penguji

Pembimbing : Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd.,S.T.,M.T. (D.W.)  
NIP 196901061994031003  
Penguji Utama I : Drs. Suprpto, M.Pd  
NIP 195508091982031002  
Penguji Utama II : Drs. Ramelan, M.T.  
NIP 195009151976031002  
Penguji Pendamping : Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd.,S.T.,M.T. (D.W.)  
NIP 196901061994031003

(D.W.) 25/9/15  
(S.) 28/9/15  
(R.) 28/9/15  
(D.W.) 25/9/15

Ditetapkan tanggal:

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik



Muhammad Harlanu, M.Pd  
NIP 196602151991021001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama Mahasiswa : Fahmy Zuhda Bahtiar  
NIM : 5201411013  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1  
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Pengaruh Campuran Minyak Limbah Plastik (*Low Density Waste Polyethylene Oil*) Dengan Premium Dan Pertamina Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor " ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, 28 September 2015

Yang membuat pernyataan



Fahmy Zuhda Bahtiar  
NIM 5201411013

## ABSTRAK

**Bahtiar, Fahmy Zuhda. 2015.** Pengaruh Campuran Minyak Limbah Plastik (*Low Density Waste Polyethylene Oil*) dengan Premium dan Pertamina Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd.,S.T.,M.T.

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti karakteristik dari minyak limbah plastik (*Low Density Waste Polyethylene Oil*) dan mengetahui pengaruh campuran minyak limbah plastik (*Low Density Waste Polyethylene Oil*) sebagai campuran bahan bakar premium dan pertamax terhadap kadar emisi gas buang khususnya pada sepeda motor.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Untuk mengetahui kadar emisi gas buang CO dan HC dengan menggunakan alat *gas analyzer*. Analisis data ini menggunakan analisis deskriptif yaitu dengan menggambarkan secara grafis fenomena terukur dalam histogram dan poligon frekuensi.

Hasil penelitian diketahui nilai oktan pada minyak limbah plastik sebesar 81,6, nilai kalor sebesar 45.594 J/g, *flashpoint* sebesar 36 °C, densitas sebesar 0,7636 gr/ml, viskositas sebesar 1,6764 mm<sup>2</sup>/s. Penelitian emisi gas buang pada variasi keseluruhan yaitu pada bahan bakar C<sub>20</sub> (minyak limbah plastik 80% dan premium 20%) diketahui adanya peningkatan gas CO sebesar 0,3% dan gas HC sebesar 497,6 ppm daripada C<sub>0</sub> (premium murni). Pengujian pada variasi C<sub>30</sub> (minyak limbah plastik 70% dan premium 30%) diketahui adanya penurunan gas CO sebesar 0,9% dan peningkatan gas HC sebesar 159,3 ppm dari pada C<sub>0</sub> (premium murni). Pengujian pada variasi D<sub>20</sub> (minyak limbah plastik 80% dan pertamax 20%) diketahui adanya peningkatan gas CO sebesar 3,5% dan gas HC sebesar 2156,3 ppm dari pada D<sub>0</sub> (pertamax murni). Pengujian pada variasi D<sub>30</sub> (minyak limbah plastik 70% dan pertamax 30%) diketahui adanya penurunan gas CO sebesar 0,2% dan peningkatan gas HC sebesar 528,1 ppm dari pada C<sub>0</sub> (pertamax murni).

**Kata Kunci :** Minyak limbah plastik LDPE, Variasi campuran, Emisi gas buang

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya serta doa dari kedua orang tua sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “Pengaruh campuran minyak limbah plastik (*low density waste polyethylene oil*) dengan premium dan pertamax terhadap emisi gas buang sepeda motor”.

Proposal Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan Studi Strata 1 yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa proposal skripsi ini masih jauh dari kata sempurna serta tersusunnya proposal skripsi ini bukan semata tanpa bantuan orang lain. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. H. Muhammad Harlanu, M.Pd. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. M. Khumaedi, M.Pd. Ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST., MT. Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan kepada penulis dalam penyusunan proposal skripsi ini.
4. Kedua orang tua yang telah mendoakan serta memberikan motivasi.
5. Semua pihak yang telah membantu penyusunan proposal skripsi.
6. Terimakasih atas dukungan dari adik-adik HIMPRO Teknik Mesin.
7. Terimakasih untuk CRC *team* yang telah memberikan pengalaman yang sangat berharga.

- 
8. Terimakasih untuk sahabat Hendra Prasetyo, Rudhiyanto, Septian Eko Cahyanto yang selalu ada dan selalu memberikan semangat.
  9. Terimakasih penulis ucapkan kepada presiden mahasiswa Muhammad Mugnil Labib yang telah meminjamkan sepeda motornya untuk penelitian.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi sempurnanya proposal skripsi ini. Semoga apa yang ada dalam proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Semarang, 28 September 2015



Fahmy Zuhda Bahtiar

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Batasan Masalah .....	4
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian .....	5
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Teori.....	6
1. Bahan Bakar .....	6
2. Bahan Bakar Alternatif.....	10
3. Pembakaran pada Motor Bensin.....	13
4. Emisi Gas Buang Kendaraan.....	15

### BAB III. METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian .....	18
B. Tempat Penelitian.....	19
C. Jenis Penelitian.....	19
D. Variabel Penelitian .....	20
E. Teknik Pengumpulan Data.....	21
F. Teknik Analisis Data.....	22
G. Alat dan Bahan.....	22
H. Langkah Penelitian.....	23
I. Lembar Data Pengujian.....	24

### BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Kandungan Minyak Limbah Plastik, C <sub>20</sub> ,C <sub>30</sub> , D <sub>20</sub> ,D <sub>30</sub> .....	27
B. Hasil Pengujian Emisi Gas Buang .....	32
C. Pembahasan.....	37

### BAB V SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan .....	42
B. Saran .....	42

DAFTAR PUSTAKA .....	44
----------------------	----

LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	46
------------------------	----



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Pertumbuhan industri polimer.....	1
Gambar 2.1. Alat pembuat minyak plastik.....	12
Gambar 2.2. Nomor kode plastik.....	13
Gambar 2.3. Grafik pembakaran motor bensin .....	14
Gambar 2.4. Waktu pengapian.....	15
Gambar 3.1. Rancangan Penelitian.....	18
Gambar 4.1. Grafik kadar emisi gas CO terhadap variasi campuran D <sub>0</sub> ,D <sub>20</sub> ,D <sub>30</sub> .....	33
Gambar 4.2. Grafik kadar emisi gas HC terhadap variasi campuran D <sub>0</sub> ,D <sub>20</sub> ,D <sub>30</sub> .....	34
Gambar 4.3. Grafik kadar emisi gas CO terhadap variasi campuran C <sub>0</sub> ,C <sub>20</sub> ,C <sub>30</sub> .....	35

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Spesifikasi premium.....	9
Tabel 2.2. Spesifikasi pertamax.....	9
Tabel 2.3. Perkiraan prosentase sampah di Indonesia.....	11
Tabel 2.4. Ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor.....	17
Tabel 3.1. Perencanaan pencampuran.....	20
Tabel 3.2. Lembar data pengujian kadar CO (premium).....	24
Tabel 3.3. Lembar data pengujian kadar HC (premium).....	25
Tabel 3.4. Lembar data pengujian kadar CO (pertamax).....	25
Tabel 3.5. Lembar data pengujian kadar HC (pertamax).....	26
Tabel 4.1. Hasil uji laboratorium minyak limbah plastik.....	28
Tabel 4.2. Hasil uji laboratorium bahan bakar C <sub>20</sub> (premium 80% dan minyak limbah plastik 20%).....	29
Tabel 4.3. Hasil uji laboratorium bahan bakar C <sub>30</sub> (premium 70% dan minyak limbah plastik 30%).....	30
Tabel 4.4. Hasil uji laboratorium bahan bakar D <sub>20</sub> (pertamax 80% dan minyak limbah plastik 20%).....	31
Tabel 4.5. Hasil uji laboratorium bahan bakar D <sub>30</sub> (pertamax 70% dan minyak limbah plastik 30%).....	32
Tabel 4.6. Hasil emisi gas buang CO bahan bakar pertamax murni, D <sub>20</sub> , D <sub>30</sub>	33
Tabel 4.7. Hasil emisi gas buang HC bahan bakar pertamax murni, D <sub>20</sub> , D <sub>30</sub>	34
Tabel 4.8. Hasil emisi gas buang CO bahan bakar premium murni, C <sub>20</sub> , C <sub>30</sub>	35

Tabel 4.9. Hasil emisi gas buang HC bahan bakar premium murni, C <sub>0</sub> , C <sub>20</sub> , C <sub>30</sub> .....	36
Tabel 4.10. Analisis karakteristik minyak limbah plastik dan variasi Campuran.....	37
Tabel 4.11. Analisis kadar emisi gas buang HC dan CO.....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

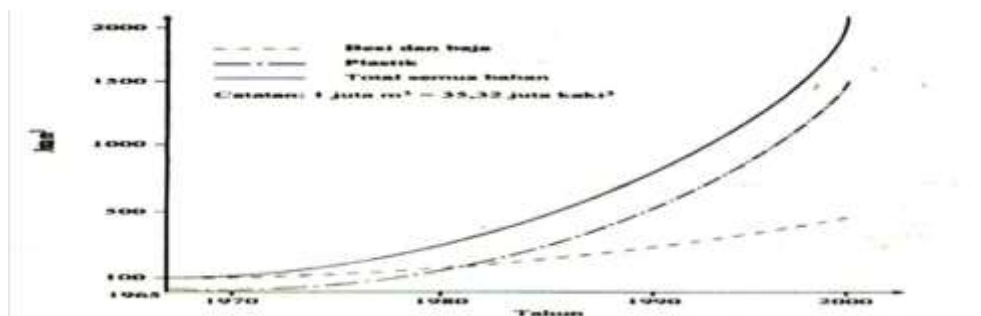
	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....	47
Lampiran 2. Hasil emisi gas buang CO dan HC.....	50
Lampiran 3. Surat tugas pembimbing dan penguji.....	54
Lampiran 4. Surat ijin penelitian.....	55
Lampiran 5. Hasil uji minyak limbah plastik.....	56
Lampiran 6. Hasil uji variasi campuran.....	57
Lampiran 7. Alat dan bahan serta cara pengoprasian alat pirolisis.....	58

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Seiring dengan perkembangan zaman yang diikuti peningkatan jumlah penduduk, limbah plastik telah menjadi masalah global yang perlu diperhatikan. sebab limbah plastik yang kurang diperhatikan akan menimbulkan bahaya bagi kelangsungan hidup manusia. Limbah plastik mempunyai kelebihan tersendiri antara lain tidak dapat membusuk, tidak dapat menyerap air serta tidak dapat berkarat namun hal ini juga menjadikan masalah, sebab dengan kelebihan limbah plastik akan sulitnya plastik untuk dapat terurai dengan sempurna, butuh waktu yang sangat lama agar limbah plastik dapat terurai. Selama ini penanganan limbah plastik dilakukan dengan metode *open dumping landfill* atau sistem pembuangan sampah yang dilakukan secara terbuka. Sistem dengan menggunakan *open dumping landfill* akan berdampak pada pencemaran lingkungan terutama pencemaran tanah dan air. Sistem ini semakin berbahaya jika terus-menerus dilakukan tanpa adanya penanganan yang baik. Hal ini ditandai dengan meningkatnya jumlah produksi plastik. Peningkatan kebutuhan plastik ini dapat ditunjukkan pada grafik berikut ini :



Gambar 1.1. Pertumbuhan industri polimer (Stevens, 2001:32)

Gambar grafik pertumbuhan industri polimer diatas dapat diketahui bahwa penggunaan plastik semakin bertambah sampai dengan tahun 2000 yang mencapai 1500 juta m<sup>3</sup> dibandingkan dengan besi dan baja yang mencapai 500 juta m<sup>3</sup>. Menurut Ermawati (2011:257), plastik yang banyak terdapat dimasyarakat banyak berasal dari bahan *polyethylene*. *Polyethylene* dibagi menjadi 2 yaitu produk massa jenis tinggi atau HDPE (> 0,94 g/cm<sup>3</sup>) dan produk massa jenis rendah atau LDPE. (<0,94 g/cm<sup>3</sup>). (Stevens, 2001:33)

Saat ini, salah satu cara untuk mengatasi limbah plastik yaitu dengan mengkonversi limbah plastik menjadi minyak dengan cara pirolisis. Menurut Sumarni dan Purwanti (2008:136), pirolisis merupakan proses peruraian suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas.

Saat ini Jurusan Teknik Mesin UNNES telah membuat alat pirolisis untuk mengkonversi limbah plastik menjadi minyak limbah plastik dan telah berhasil menghasilkan minyak tersebut. Hal ini dapat dilakukan karena pada dasarnya plastik berasal dari minyak bumi sehingga tinggal dikembalikan lagi kebentuk semula, namun minyak limbah plastik tersebut belum begitu diteliti mengenai karakteristiknya seperti karakteristik pada bahan bakar yang umumnya digunakan. Menurut Aulia (2012), minyak plastik yang dihasilkan oleh SMK N 3 Madiun memiliki nilai oktan 84-85 yang masih dibawah premium dan pertamax. Minyak limbah plastik ini berpotensi sebagai bahan bakar alternatif untuk mengurangi bahan bakar yang umumnya digunakan, karena seiring dengan perkembangan zaman yang diikuti dengan majunya teknologi, berkembangnya industri serta peningkatan jumlah penduduk akan meningkatnya pula kebutuhan penggunaan bahan bakar. Bahan bakar sebagai salah satu faktor utama kelancaran aktivitas

manusia dimuka bumi ini seperti transportasi, industri serta dalam bidang ekonomi adalah salah satu bukti bahwa bahan bakar telah menjadi prioritas utama serta faktor pendukung untuk peningkatan ekonomi suatu bangsa. Penggunaan minyak limbah plastik bukan langsung pada pemakaian 100%, namun perlunya takaran yang tepat agar dapat digunakan sebagai campuran.

Minyak limbah plastik yang digunakan sebagai alternatif mengurangi penggunaan bahan bakar yang umumnya digunakan juga harus disertai dengan mengetahui kadar emisi yang dihasilkan. Jangan sampai pemanfaatannya untuk mengurangi penggunaan bahan bakar lebih berdampak negatif dari pada kelangsungan hidup bagi manusia. Selama ini belum begitu diperhatikan tentang kadar emisi yang dihasilkan minyak limbah plastik tersebut. Kadar emisi yang melebihi ambang batas yang telah diijinkan akan sangat berbahaya. Emisi gas buang yang berbahaya yang dihasilkan dari proses pembakaran antara lain gas hidrokarbon (HC) dan gas Karbonmonoksida (CO). Selain berbahaya bagi kesehatan manusia, peningkatan volume kendaraan serta meningkatnya polusi udara juga akan berdampak pada kondisi alam atau pemanasan global.

Berdasarkan uraian diatas untuk mengetahui kualitas minyak limbah plastik, peneliti memfokuskan pada karakteristik minyak limbah plastik serta emisi gas buang yang dihasilkan sebagai campuran bahan bakar yang umumnya digunakan.

## **B. Batasan Masalah**

Agar penelitian ini memiliki tujuan yang jelas dan tidak menyimpang didalam penelitian, maka peneliti membatasi permasalahan, yaitu :

1. Minyak limbah plastik yang digunakan adalah dari limbah plastik yang berjenis *Low Density Polyethylene* (LDPE).
2. Variasi bahan bakar yang digunakan C<sub>0</sub> (premium murni), C<sub>20</sub> (campuran premium 80% dan minyak limbah plastik 20%), C<sub>30</sub> (campuran premium 70% dan minyak limbah plastik 30%), dan D<sub>0</sub> (pertamax murni), D<sub>20</sub> (campuran pertamax 80% dan minyak limbah plastik 20%), D<sub>30</sub> (campuran pertamax 70% dan minyak limbah plastik 30%).
3. Pengujian emisi gas buang dibatasi pada gas HC dan CO
4. Pengujian emisi gas buang dilakukan pada putaran 1500, 2000, 2500
5. Sepeda motor yang digunakan adalah Supra X 125 tahun pembuatan 2009 yang menggunakan karburator.

## **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik nilai oktan, nilai kalor, viskositas, *flashpoint*, densitas pada bahan bakar minyak limbah plastik *Low Density Polyethylene*?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan minyak limbah plastik (*Low Density Waste Polyethylene Oil*) hasil proses pirolisis sebagai campuran bahan bakar premium dan pertamax terhadap emisi gas buang?



#### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui karakteristik dari minyak limbah plastik (*Low Density Waste Polyethylene Oil*) yang meliputi nilai oktan, nilai kalor, *flashpoint*, viskositas, densitas.
2. Mengetahui pengaruh campuran minyak limbah plastik (*Low Density Waste Polyethylene Oil*) sebagai campuran bahan bakar premium dan pertamax terhadap kadar emisi gas buang.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan oleh peneliti yaitu:

1. Minyak limbah plastik dapat dicampur dengan premium dan pertamax
2. Sebagai informasi yang penting untuk pengembangan industri kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar alternatif.
3. Sebagai literatur pada penelitian yang sejenis, dalam rangka mengembangkan bahan bakar alternatif.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Bahan Bakar**

Menurut Raharjo & Karnowo (2008:37), bahan bakar adalah material, zat atau benda yang digunakan dalam proses pembakaran untuk menghasilkan energi panas. Penggolongan bahan bakar berdasar dari asalnya dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

- a. Bahan bakar fosil
- b. Bahan bakar mineral
- c. Bahan bakar nabati atau organik

Kebutuhan utama bahan bakar yang digunakan untuk transportasi pada motor bensin adalah bahan bakar mineral cair, seperti premium dan pertamax. Menurut Suprptono (2004:6), setiap bahan bakar memiliki karakteristik dan nilai pembakaran yang berbeda-beda. Karakteristik inilah yang menentukan sifat-sifat dalam proses pembakaran, dimana sifat yang kurang menguntungkan dapat disempurnakan dengan jalan menambah bahan-bahan kimia ke dalam bahan tersebut, dengan harapan akan mempengaruhi daya anti *knocking* atau daya letup dari bahan bakar.

Jenis-jenis dari bahan bakar cair dibedakan melalui proses atau cara pengolahannya sehingga didapat berbagai jenis bahan bakar yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari sesuai dengan mesin yang digunakan. Adapun jenis-jenis bahan bakar cair antara lain :

#### a. Premium

Menurut Sudirman (2011:4), premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuning-kuningan yang jernih. Warna kuning tersebut akibat adanya zat pewarna tambahan (dye). Jenis bahan bakar ini banyak digunakan pada mesin pembakaran dalam terutama pada motor bensin dengan bantuan pengapian/busi. Kualitas bahan bakar akan sangat berpengaruh pada proses pembakaran sehingga tenaga yang dihasilkan menjadi maksimal. Bahan bakar yang baik dapat mengurangi timbulnya dentuman atau *knocking* akibat dari tingginya tekanan dan temperatur di dalam ruang bakar. Karakteristik inilah yang disebut angka oktan pada suatu bahan bakar.

Angka oktan atau disebut juga dengan bilangan oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan bertahan suatu bahan bakar terhadap detonasi. (Suyanto, 1989:133). Bilangan oktana atau octana number (ON) adalah bilangan yang menunjukkan kesetaraan bahan bakar dengan campuran antara *isooctane* dan normal *heptane*. Sebagai contoh bilangan oktana 100 berarti bahwa bensin itu setara dengan *isooctana* murni dalam hal sifat-sifat pembakaran. Bensin dengan bilangan oktana 0 setara dengan heptana murni. Bilangan oktana 75 diberikan kepada bensin yang setara dengan 75% isooktana dan 25% heptana. (Fessenden dan Fessenden, 1989:105).

Nilai oktan sangat berpengaruh pada ketahanan bahan bakar terhadap tekanan dan temperatur. Semakin tinggi nilai oktan akan semakin tahan terhadap tekanan dan temperatur, namun sebaliknya jika nilai oktan rendah maka bahan bakar tersebut memungkinkan bahan bakar itu terbakar dengan sendirinya tanpa ada api.

Kekurangan yang ada pada karakteristik bahan bakar (nilai oktan) dapat ditambahkan dengan bahan tambah dengan sifat anti *knocking*. Faktor lain yang mempengaruhi ketukan adalah perbandingan antara udara dan bahan bakar. Menurut Hardjono (2001:71), perbandingan udara dan bahan bakar yang sedikit miskin dapat mempunyai kecenderungan yang besar untuk mengakibatkan terjadinya ketukan dibandingkan dengan campuran udara dan bahan bakar yang normal. Penggunaan bahan bakar yang kurang tepat terhadap perbandingan kompresi pada kendaraan sepeda motor dapat berpengaruh pada kadar emisi gas buang, selain itu campuran bahan bakar dan udara yang tidak homogen juga berpengaruh pada kadar emisi gas buang yang dihasilkan. Proses pengabutan yang tidak sempurna inilah yang menyebabkan tidak homogennya campuran bahan bakar dan udara masih berbentuk molekul-molekul besar sehingga ada sebagian campuran yang kaya dan sebagian campuran yang miskin. Perbedaan ini membuat campuran yang tidak teratur sehingga dapat membuat tekanan yang berbeda pula akibatnya dapat terjadi detonasi.

Tabel 2.1 Spesifikasi premium

NO	Sifat	Batasan			
		Tanpa Timbal		Bertimbal	
		Min	Maks	Min	Maks
1.	Angka oktan	88.0 (RON)	-	88.0 (RON)	-
2.	Titik nyala	-45°F atau - 43°C			
3.	Berat jenis pada 15°C	715kg/m <sup>3</sup>	780 kg/m <sup>3</sup>	715 kg/m <sup>3</sup>	780kg/m <sup>3</sup>
4.	Tekanan uap	-	62 kPa	-	62 kPa
5.	Residu	-	2.0 % vol	-	20% vol
6.	Kandungan sulfur	-	0,05% m/m	-	0,05% m/m
7.	Kandungan timbal	-	0,013 gr/l	-	0,3 gr/l
8.	Kandungan oksigen	-	2,72 % m/m	-	2,72% m/m
9.	Penampilan visual	jernih & terang		jernih & terang	
10.	Kandungan warna	0,13 gr/100 l		0,13 gr/100 l	

Sumber: (PT PERTAMINA, 2007a:3-5)

#### b. Pertamax

Pertamax ditujukan untuk kendaraan yang mempersyaratkan penggunaan yang beroktan tinggi dan tanpa timbal (*unleaded*). Pertamax juga direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi diatas tahun 1990 terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan *electronic fuel injection* dan *catalityc converters*.(Sudirman, 2011:4)

Tabel 2.2. Spesifikasi pertamax

No	Sifat	Batasan Minimal	Batasan Maksimal
1.	Angka oktan	91.0	-
2.	Titik nyala	-45°F atau -43°C	
3.	Berat jenis pada 15° C	715 kg/m <sup>3</sup>	770 kg/m <sup>3</sup>
4.	Tekanan uap	45 kPa	60 kPa
5.	Residu	-	2.0 % vol
6.	Kandungan sulfur	-	0.05 % m/m
7.	Kandungan timbal	-	0.013 g/l
8.	Kandungan oksigen	-	2.7 % m/m
9.	Kandungan aromatik	-	50.0 % v/v
10.	Kandungan benzena	-	5.0 % v/v
11.	Sedimen	-	1 mg/l
12.	Kandungan pewarna	-	0.13 /100 l

Sumber: (PT PERTAMINA, 2007b:3-5)

Nilai oktan yang terkandung dalam pertamax lebih besar dari pada premium. Hal ini dikarenakan adanya zat aditif yang digunakan untuk meningkatkan nilai oktan pada bahan bakar. Pengungkit oktan yang biasa digunakan adalah *tetraethyl lead* (TEL) atau timbal tretaetil. Timbal tretaetil adalah suatu cairan dengan densitas 1,659 g/cc, titik didih 200°C dan larut dalam bensin, namun pada saat sekarang ini penggunaan TEL sudah tidak lagi digunakan dikarenakan sangat beracun. Pengganti TEL pada saat sekarang ini telah dikembangkan oksigenat alkohol dan eter sebagai pengungkit oktan. Oksigenat eter pada saat sekarang ini yang paling digunakan adalah metil-tersier butil eter (MTBE). (Hardjono, 2001:73-74).

## 2. Bahan Bakar Alternatif

Bahan bakar alternatif merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk mengurangi jenis bahan bakar yang umum digunakan. Upaya ini tentunya untuk solusi alternatif bagaimana cara mengurangi. Menggunakan bahan bakar alternatif bukan berarti bahwa penggunaannya bahan bakar tersebut murni 100%. Penggunaannya menggunakan perbandingan atau dicampur dengan bahan bakar yang umumnya dipakai, jika penggunaannya murni 100% dari bahan bakar alternatif maka perlu kajian yang lebih dalam lagi tentang konstruksi mesin yang cocok terhadap karakteristik bahan bakar alternatif tersebut.

### a. Limbah Plastik

Limbah plastik sering menjadi permasalahan yang harus diperhatikan secara optimal. Penanganan limbah plastik yang kurang maksimal serta bertambahnya jumlah penduduk inilah yang menyebabkan faktor utama meningkatnya limbah plastik yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan, seperti pencemaran

tanah. Plastik sulit untuk terurai sehingga dapat menurunkan kesuburan tanah.

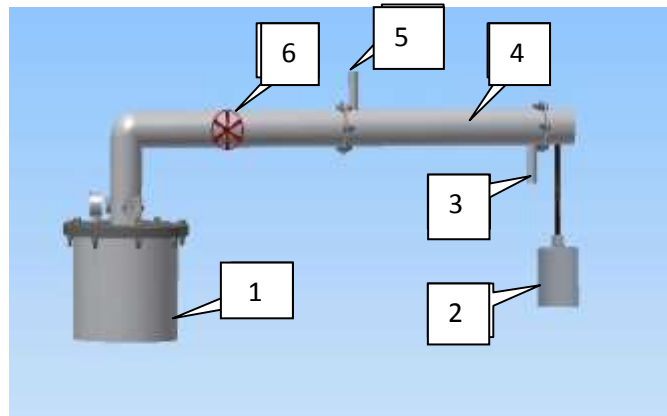
Tabel 2.3 Perkiraan prosentase sampah di indonesia

Komponen	Unit	Tahun					
		1997	1998	1999	2000	2001	2002
Organik	%	74,6	75,38	75,18	74,99	74,60	74,22
Kertas	%	10,18	10,50	10,71	10,93	11,15	11,37
Kayu	%	0,98	0,39	0,20	0,02	0,02	0,02
Tekstil	%	1,57	1,20	1,13	1,06	1,00	0,93
Karet	%	0,55	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33
Plastik	%	7,86	8,11	8,30	8,50	8,69	8,88
Logam	%	2,04	1,89	1,89	1,90	1,90	1,90
Gelas	%	1,75	1,93	1,99	2,05	2,10	2,16
Batere	%	0,29	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Lain-lain	%	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18

Sumber : (Sahwan et al., 2005:312)

#### b. Konversi Limbah Plastik

Konversi limbah plastik yang dapat dilakukan salah satunya yaitu dengan menggunakan proses pirolisis, dimana limbah plastik diolah dengan cara dipanaskan dengan suhu yang tinggi yang mencapai 300°C didalam reaktor atau retort kemudian uapnya akan mengalir melalui kondensor sehingga uap tersebut mengembun dan berubah menjadi cair. Cairan atau minyak limbah plastik ini nantinya akan disaring dengan kertas saring untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang terkandung didalam minyak tersebut. Berikut gambar alat pembuat minyak plastik dengan cara pirolisis. Penelitian ini menggunakan limbah plastik kantong kresek yang dibeli dari TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Jatibarang Kota Semarang



Gambar 2.1. Alat pembuat minyak plastik

Keterangan gambar:

- |                                |                      |
|--------------------------------|----------------------|
| 1. Reaktor                     | 6. Kran <i>valve</i> |
| 2. Penampung                   |                      |
| 3. <i>Input</i> air pendingin  |                      |
| 4. Kondensor                   |                      |
| 5. <i>Output</i> air pendingin |                      |

Penelitian yang telah dilakukan mengenai minyak plastik hasil proses pirolisis/*thermal cracking*. Menurut penelitian Bajus dan Hajekova (2010) dalam Surono (2013:36), melakukan penelitian pengolahan campuran 7 jenis plastik dengan metode *thermal cracking*/pirolisis yaitu HDPE, LDPE, LLPE, PP, PS, PET dan PVC yang menghasilkan produk yang berupa gas, minyak dan sisa yang berupa padatan.

Hasil dari minyak limbah plastik ini nantinya akan dimanfaatkan sebagai campuran premium dan pertamax untuk mengetahui emisi gas buang.

### c. *Polyethilene*

Istilah *polimer* dihubungkan dengan molekul besar yang strukturnya bergantung pada monomer atau monomer-monomer yang dipakai dalam



preparasinya. (Stevens, 2001:8). *Polietilena* dibagi menjadi produk massa jenis rendah ( $<0,94 \text{ g/cm}^3$ ) dan produk massa jenis tinggi ( $> 0,94 \text{ g/cm}^3$ ). *Polyethylene* dengan massa jenis rendah biasanya disebut dengan LDPE (*Low Density Polyethylene*). Sedangkan *polyethylene* yang bermassa jenis tinggi biasanya disebut dengan HDPE (*High Density Polyethylene*).

d. LDPE (*Low Density Polyethylene*)

LDPE mempunyai massa jenis rendah yaitu sekitar  $<0,94 \text{ g/cm}^3$ ,s separuhnya berupa kristalin (50-60%) dan memiliki titik leleh  $115^\circ\text{C}$ . LDPE juga memiliki ketahanan kimia yang sangat tinggi, namun melarut dalam benzena dan *tetrachlorocarbon* ( $\text{CCl}_4$ ). Plastik LDPE salah satunya digunakan untuk kantong kresek. (Kurniawan, 2012: )



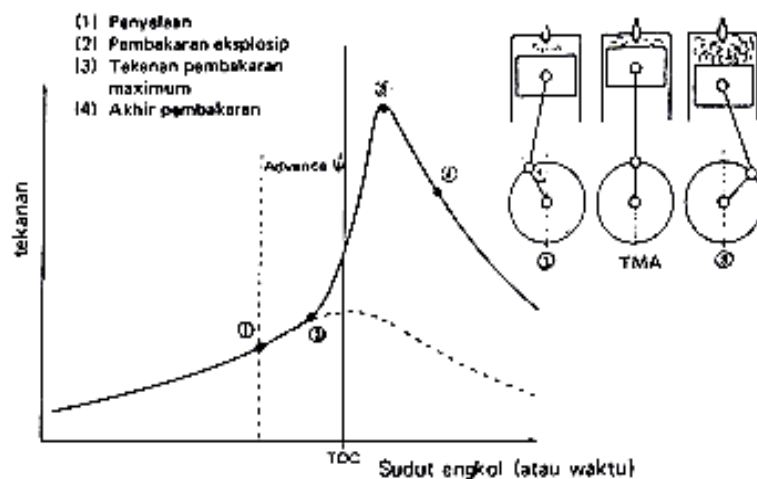
Gambar 2.2. Nomor kode plastik  
Sumber: Kurniawan, 2012

3. Pembakaran pada Motor Bensin

Motor bensin merupakan salah satu mesin konversi energi dan dapat juga disebut mesin otto. Menurut Pudjanarsa & Nursuhud (2006:20), Motor Otto atau *beau de roches* merupakan mesin pengkonversi energi tak langsung, yaitu energi bahan bakar menjadi energi panas dan kemudian baru menjadi energi mekanis. Motor Bensin (*spark Ignition*) adalah salah satu mesin pembakaran dalam ICE (*Internal Combustion Engine*) yang banyak digunakan untuk kendaraan bermotor baik motor bensin 4 langkah atau motor bensin 2 langkah yang pada proses pembakarannya dibantu oleh percikan bunga api dari busi atau *spark plug*.

Siklus kerja dari motor bensin dapat dibagi menjadi 2, yaitu motor bensin 2 langkah dan motor bensin 4 langkah. Motor bensin 2 langkah adalah motor bensin yang memerlukan satu kali putaran poros engkol, dua kali langkah torak yang menghasilkan satu kali usaha, sedangkan motor bensin 4 langkah adalah motor bensin yang memerlukan 2 kali putaran poros engkol, 4 kali langkah torak yang menghasilkan satu kali usaha.

Proses pembakaran dalam sebuah mesin terjadi beberapa tingkatan yang digambarkan dalam sebuah grafik dengan hubungan antara tekanan dan perjalanan engkol. Berikut adalah gambar dari grafik tingkatan pembakaran :



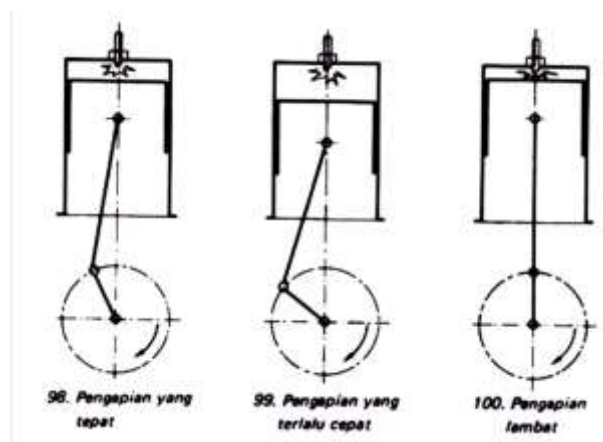
Gambar 2.3. Grafik pembakaran motor bensin.

Sumber: (Suyanto, 1989:253)

Berdasarkan grafik di atas, campuran bahan bakar dan udara yang dihisap (gas) kemudian dikompresikan pada langkah kompresi (volume campuran menjadi kecil). Tekanan dan temperatur didalam ruang bakar meningkat selama langkah kompresi masih berlangsung, dalam kondisi tersebut maka campuran sangat mudah terbakar. Sebelum piston mencapai TMA, terjadi penyalaan bunga api sehingga terjadi proses pembakaran yang mengakibatkan tekanan dan temperatur semakin

tinggi. Puncak tekanan pembakaran terjadi setelah piston melewati TMA, hal ini agar piston terdorong menuju TMB dengan tekanan yang tinggi sampai akhir pembakaran. Saat langkah ini (TMA ke TMB) tekanan perlahan menjadi turun. *Timing* pengapian dan pembakaran yang tepat serta kualitas bahan bakar yang baik pada sebuah kendaraan sangatlah berpengaruh terhadap tenaga dan gas sisa pembakaran.

Bila pengapian terlalu awal, maka gas sisa yang belum terbakar (setelah adanya pengapian) akan ikut terbakar dengan sendirinya selama masih proses kompresi berjalan, maka perlunya peningkatan kebutuhan oktan dari motor itu sendiri. Bila pengapian terlalu lambat, dapat juga mengakibatkan bahan bakar terbakar dengan sendirinya (sebelum adanya pengapian) maka menurunlah kebutuhan dari pada motor itu sendiri.



Gambar 2.4. Waktu pengapian  
Sumber: (Arends & Berenschot 1980: 70).

#### 4. Emisi Gas Buang Kendaraan

Emisi gas buang adalah polutan yang mengotori udara yang dihasilkan dari gas buang kendaraan. Adapun emisi tersebut adalah hidrokarbon atau HC, karbon

monoksida atau CO, nitrogen oksida atau NO<sub>x</sub>, dan partikel-partikel yang keluar dari gas buang.

Hidrokarbon atau HC adalah emisi yang timbul karena bahan bakar yang belum terbakar tetapi sudah keluar bersama-sama gas buang menuju atmosfer. Hidrokarbon dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna, penguapan bahan bakar atau karena *blowby gas* yang masuk kedalam ruang engkol dari motor dan dikeluarkan ke udara bebas melalui lubang pernapasan. HC dapat mengakibatkan pedih dimata, sakit tenggorokan dan gangguan pernafasan, sedangkan gas karbon monoksida atau CO dapat disebabkan karena bahan bakar yang terbakar sebagian. Gas CO bertambah apabila jumlah udara yang masuk kedalam silinder berkurang atau campuran gemuk. Apabila udara yang masuk ke dalam silinder lebih banyak atau campuran kurus maka gas CO akan berkurang. (Suyanto, 1989:346). Karbonmonoksida merupakan polutan yang berbahaya jika melebihi ambang batas yang ditentukan, apabila terhisap kedalam paru-paru akan ikut dalam peredaran darah dan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan tubuh. Menurut Kabib (2009:5), kadar CO tertinggi terjadi pada kondisi idling dan mencapai minimum ketika akselerasi mencapai kecepatan konstan. Kadar CO juga dipengaruhi oleh campuran bahan bakar, homogenitas, dan *air fuel ratio*. Semakin bagus kualitas campuran dan homogenitas akan mempengaruhi oksigen untuk bereaksi dengan karbon. Jumlah oksigen dalam *air fuel ratio* sangat menentukan besar CO yang dihasilkan, hal ini disebabkan kurangnya oksigen dalam campuran akan mengakibatkan karbon bereaksi tidak sempurna dengan oksigen.

Berdasarkan data yang diperoleh dari kementerian lingkungan hidup, batas aman kadar polusi udara yang dihasilkan oleh kendaraan adalah sebagai berikut :

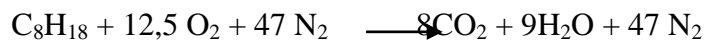
Tabel 2.4. Ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor

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

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor : 05 (2006)

Menurut Obert (1973) dalam Suyanto (1989:250), campuran bahan bakar dengan dengan udara secara teoritis adalah 15,1 bagian udara dengan satu bagian bahan bakar dalam beratnya. Sebagai contoh apabila akan membakar satu gram bahan bakar, agar terbakar dengan sempurna maka diperlukan 15,1 gram udara.

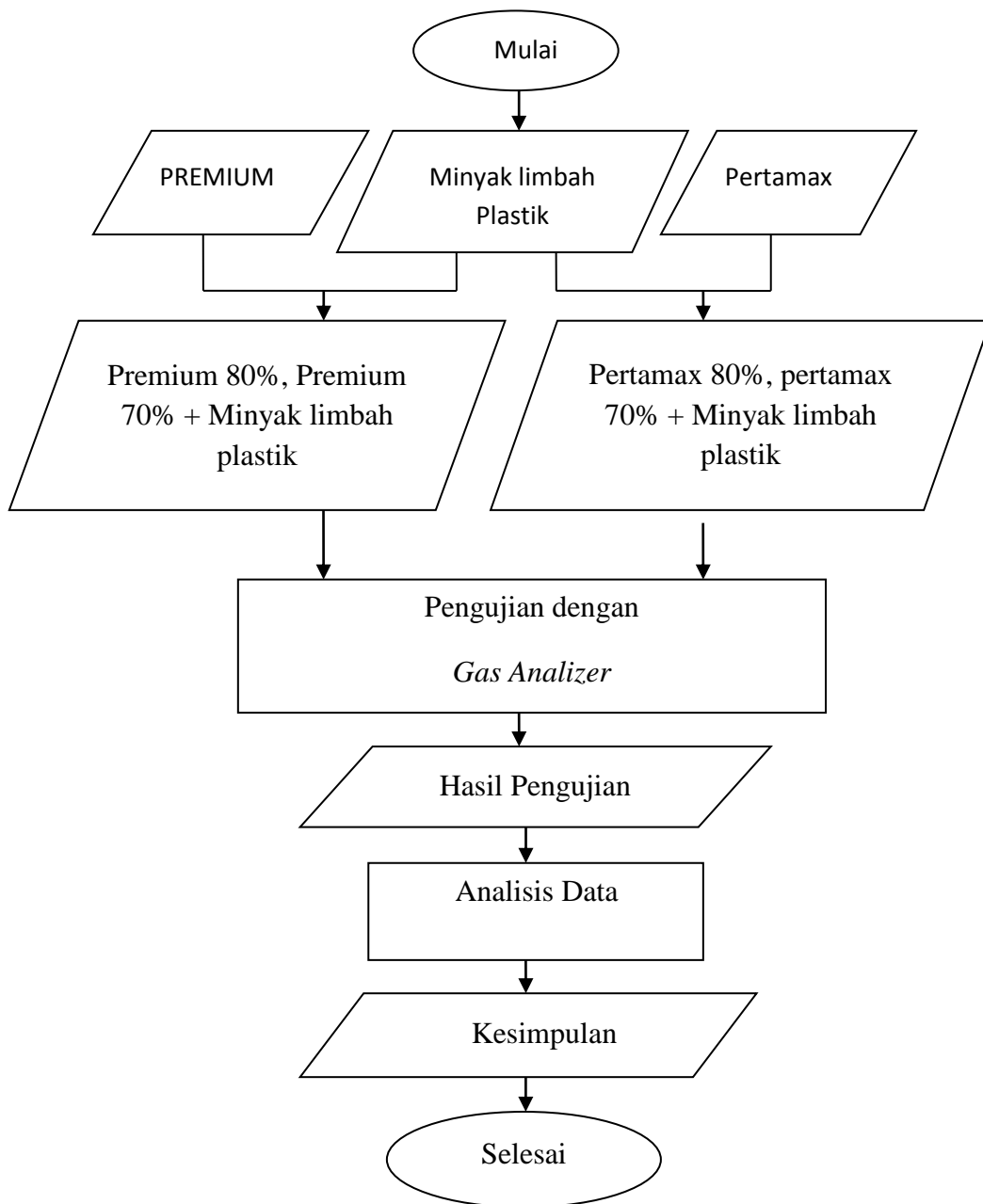
Adapun reaksi pada proses pembakaran adalah sebagai berikut :



**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**A. Rancangan Penelitian**

Berikut ini adalah skema rancangan penelitian :



Gambar 3.1 Rancangan penelitian

Berdasarkan rancangan penelitian diatas, langkah pertama yang dilakukan adalah mengukur besaran gas HC dan CO pada pertamax dengan menggunakan *gas analyzer*, kemudian dilanjutkan variasi campuran D<sub>20</sub>, D<sub>30</sub>, C<sub>0</sub>, C<sub>20</sub>, C<sub>30</sub> .

## **B. Tempat Penelitian**

1. Pengujian karakteristik bahan bakar yang meliputi *flashpoint*, densitas, viskositas, nilai oktan, nilai kalor dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro.
2. Tempat penelitian yang akan digunakan untuk pengujian emisi gas buang dilakukan di Badan Lingkungan Hidup (BLH) kota Semarang Jl. Tepak Tugurejo.

## **C. Jenis Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2012:72). Penelitian ini menggunakan desain eksperimen *treatment by subject* yaitu beberapa variasi perlakuan secara berturut-turut kepada kelompok subjek yang sama. Maksudnya suatu kelompok dikenakan perlakuan tertentu kemudian dilakukan pengukuran untuk mengetahui emisi pada setiap komposisi campuran yang berbeda. Penelitian ini perlakuan berupa premium dan pertamax oleh minyak plastik (*subject*) dengan bahan bakar C<sub>20</sub>, C<sub>30</sub>, D<sub>20</sub>, dan D<sub>30</sub>.

#### D. Variabel Penelitian

Penelitian ini ada 3 variabel, yaitu :

##### 1. Variabel bebas (*independent variabel*)

Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi C<sub>0</sub> (premium murni), C<sub>20</sub> (campuran premium 80% dan minyak plastik 20%), C<sub>30</sub> (campuran premium 70% dan minyak plastik 30%), dan D<sub>0</sub> (pertamax murni), D<sub>20</sub> (campuran pertamax 80% dan minyak plastik 20%), D<sub>30</sub> (campuran pertamax 70% dan minyak plastik 30%).

Tabel 3.1. Perencanaan pencampuran

<b>Bensin (%) (%)</b>	<b>Pertamax (%)</b>	<b>Minyak limbah plastik</b>
100		
80		20
70		30
	100	
	80	20
	70	30

##### 2. Variabel terikat (*dependen variabel*).

Variabel terikat dalam penelitian ini gas buang pada sepeda motor 125 cc.

##### 3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol pada penelitian ini adalah

##### a. Sepeda motor Honda Supra X 125 tahun 2009 dengan spesifikasi mesin :

Tipe Mesin	: 4 langkah SOHC
Diameter x Langkah	: 52,4 mm x 57,9 mm
Volume Silinder	: 125,8 cc (125 cc)
Daya Maksimum	: 9,3 PS / 7500 rpm
Torsi Maksimum	: 1,03 kgf.m / 400 rpm
Perbandingan Kompresi	: 9,0 : 1



Tipe kopling	: Otomatis, sentrifugal
Sistem Pelumasan	: Basah
Sistem Pendingin	: Pendingin Udara
Sistem Bahan Bakar	: Karburator
Tipe Transmisi	: Rotary, 4 kecepatan
Sistem Pengapian	: DC CDI

b. Pengujian emisi gas buang dilakukan pada putaran mesin 1500 rpm, 2000 rpm dan 2500 rpm.

c. Temperatur kerja mesin 70°C – 80°C.

### **E. Teknik Pengumpulan Data**

#### 1. Referensi

Kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan informasi yang berhubungan dengan minyak plastik, bahan bakar, emisi gas buang proses pembakaran dari berbagai sumber seperti buku, jurnal dan lain sebagainya yang digunakan sebagai penguatan teori. Referensi yang di kumpulkan antara lain :

- a. Teori Motor Bensin
- b. Mesin Konversi Energi
- c. Jurnal Tentang Konversi Limbah Plastik

Pengumpulan data yang dilakukan untuk mengetahui hasil dari penelitian yaitu campuran minyak plastik dengan premium dan pertamax. Data yang akan diambil antara lain :

- a. Kandungan HC yaitu : premium, pertamax, C<sub>20</sub>, C<sub>30</sub>, D<sub>20</sub>, D<sub>30</sub>
- b. Kandungan CO yaitu : premium, pertamax, C<sub>20</sub>, C<sub>30</sub>, D<sub>20</sub>, D<sub>30</sub>

## **F. Teknik Analisis Data**

Penelitian ini menggunakan analisis data statistika deskriptif. Analisis ini digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul setelah dilakukan perlakuan (*treatment*) selama penelitian. Data hasil yang telah diperoleh akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian akan dideskripsikan menjadi kalimat yang sederhana, mudah dipahami serta ditarik simpulannya, sehingga dengan adanya simpulan tersebut dapat diketahui pengaruh penggunaan campuran minyak plastik dengan premium dan pertamax terhadap emisi gas buang.

## **G. Alat dan Bahan**

### 1. Alat

- a. *Autocheck gas analyzer*, alat yang digunakan untuk menguji kandungan emisi gas buang pada kendaraan.
- b. Burret, alat untuk mengukur volume bahan bakar.
- c. Multimeter digital, alat yang digunakan untuk mengetahui putaran mesin pada range RPM.
- d. Gelas ukur, untuk mengukur volume campuran minyak plastik dengan premium dan pertamax.
- e. *Blower*, digunakan untuk menjaga suhu kerja mesin.
- f. *Tool set*, alat yang digunakan untuk tune up sepeda motor
- g. Temperatur *digital* oli mesin yang telah dimodifikasi

### 2. Bahan

- a. Sepeda motor Honda Supra X 125 tahun pembuatan 2009
- b. C<sub>0</sub> (premium murni)

- c. C<sub>20</sub> (campuran premium 80% dan minyak plastik 20%).
- d. C<sub>30</sub> (campuran premium 70% dan minyak plastik 30%)
- e. D<sub>0</sub> (pertamax murni)
- f. D<sub>20</sub> (campuran pertamax 80% dan minyak plastik 20%).
- g. D<sub>30</sub> (campuran pertamax 80% dan minyak plastik 30%).

## H. Langkah Penelitian

### 1. Uji Emisi Gas Buang

#### a. Persiapan

- 1) Mempersiapkan alat dan bahan
- 2) Mempersiapkan lembar pengambilan data pengujian
- 3) Melakukan pencampuran premium + minyak plastik
- 4) Melakukan pencampuran pertamax + minyak plastik
- 5) Melakukan *Tune-Up* pada kendaraan serta mengganti busi yang baru.

#### b. Pengujian

- 1) Memasang selang burret pada lubang masuk bahan bakar karburator.
- 2) Mengisi bahan bakar pertamax murni pada burret yang telah terpasang .  
pada karburator
- 3) Memasang *gas analyzer* pada kendaraan.
- 4) Menghidupkan blower untuk menjaga suhu kerja mesin
- 5) Menghidupkan mesin kemudian melakukan pengujian.
- 6) Putaran mesin meliputi 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm.  
(putaran < 2500 rpm dapat menyebabkan komponen gas analyzer rusak)
- 7) Mencatat hasil dari data gas analyzer
- 8) Matikan mesin
- 9) Menguras bahan bakar premium sampai habis pada *drain fuel screw* karburator
- 10) Pengujian dilakukan kembali pada langkah b.3 sampai 9 dengan menggunakan bahan bakar D<sub>20</sub>, D<sub>30</sub>, C<sub>0</sub>, C<sub>20</sub>, dan C<sub>30</sub>

#### c. Akhir Pengujian

- 1) Mematikan mesin

- 2) Mematikan *blower*
- 3) Melepas *gas analyzer*
- 4) Membersihkan alat dan bahan serta mengembalikan peralatan ke tempat semula.

## 2. Pengujian Karakteristik Minyak Plastik

### a. Persiapan

- 1) Menyiapkan limbah plastik
- 2) Mengkonversi plastik dengan proses pirolisis
- 3) Menyaring minyak plastik dengan kertas saring halus.

### b. Pengujian

- 1) Minyak yang dihasilkan akan diujikan karakteristiknya di UPT Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro.

## I. Lembar Data Pengujian

Tabel 3.2. Lembar data pengujian kadar CO (Premium)

Putaran (Rpm)	Percobaan	Kadar CO (%)		
		Premium	Campuran minyak limbah plastik dan premium	
		C <sub>0</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>30</sub>
1500	1			
	2			
	3			
	Rata-rata			
2000	1			
	2			
	3			
	Rata-rata			
2500	1			
	2			
	3			
	Rata - rata			

Tabel 3.3. Lembar data pengujian kadar HC  
(Premium)

Putaran (Rpm)	Percobaan	Kadar HC (ppm)		
		Premium	Campuran minyak limbah plastik dan premium	
		C <sub>0</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>30</sub>
1500	1			
	2			
	3			
	Rata-rata			
2000	1			
	2			
	3			
	Rata-rata			
2500	1			
	2			
	3			
	Rata - rata			

Tabel 3.4. Lembar data pengujian kadar CO  
(Pertamax)

Putaran (Rpm)	Percobaan	Kadar CO (%)		
		Pertamax	Campuran minyak limbah plastik dan premium	
		D <sub>0</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>30</sub>
1500	1			
	2			
	3			
	Rata-rata			
2000	1			
	2			
	3			
	Rata-rata			
2500	1			
	2			
	3			
	Rata - rata			

Tabel 3.5. Lembar data pengujian kadar HC  
(Pertamax)

Putaran (Rpm)	Percobaan	Kadar HC (ppm)		
		Pertamax	Campuran minyak limbah plastik dan pertamax	
			D <sub>0</sub>	D <sub>20</sub>
1500	1			
	2			
	3			
	Rata-rata			
2000	1			
	2			
	3			
	Rata-rata			
2500	1			
	2			
	3			
	Rata - rata			

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil simpulan sebagai berikut:

- a. Karakteristik yang terkandung didalam minyak limbah plastik meliputi nilai oktan sebesar 81,6, nilai kalor sebesar 45.594 J/g, *flashpoint* sebesar 36°C, densitas sebesar 0,7636 gr/ml dan viskositas sebesar 1,6764 mm<sup>2</sup>/s.
- b. Hasil dari banyaknya prosentase minyak limbah plastik pada variasi campuran menunjukkan penurunan kadar emisi gas buang HC dan CO serta peningkatan putaran mesin menyebabkan berkurangnya kadar emisi gas buang.

#### **B. SARAN**

- a. Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini sehubungan dengan karakteristik bahan bakar minyak limbah plastik atas simpulan diatas adalah sebagai berikut :
  1. Diharapkan jangan mencampur minyak limbah plastik lebih dari 20%, jika variasi pencampuran lebih dari 20%, maka menyebabkan nilai oktan dan viskositas berkurang.
  - b. Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini sehubungan dengan pengaruh minyak limbah plastik terhadap emisi gas buang kendaraan yaitu gas CO dan HC atas simpulan diatas adalah sebagai berikut :
    1. Diharapkan jangan mencampur minyak limbah plastik dengan pertamax pada prosentase 20% atau lebih dikarenakan kadar emisi gas buang yang melebihi ambang batas emisi gas buang yang telah diijinkan oleh menteri lingkungan

hidup yaitu pada gas CO sebesar 4,5% dan gas HC 2400 ppm pada kendaraan dibawah tahun pembuatan 2010.

2. Jika ingin mencampur minyak limbah plastik dengan prosentase 20%, maka disarankan variasi yang dilakukan yaitu pada bahan bakar premium, dikarenakan pada variasi ini emisi gas buang CO dan HC masih dibawah ambang batas yang diijinkan oleh mentri lingkungan hidup



## DAFTAR PUSTAKA

- Arends, BPM dan H. Berenschot. 1980. *Motor Bensin*. Jakarta : Erlangga.
- Aulia, Luki. 2012. *Sampah Plastik Jadi Minyak*  
<http://edukasi.kompas.com/read/2012/02/20/08513643/Sampah.Plastik.Jadi.Minyak>, Rabu 28 Januari 2015, diakses pukul 13.40 WIB.
- Dwi, Rossa. 2013. *Klasifikasi Plastik*.  
<https://prezi.com/y2uqd49mxuxw/klasifikasi-plastik/>, Rabu 28 Januari 2015, diakses pukul 14.35 WIB.
- Ermawati, Rahyani. 2011. Konversi Limbah Plastik Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Riset Industri*.5/3: 257-263
- Fessenden, R. J. dan J.S. Fessenden, 1989. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga
- Hardjono, A. 2001. *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Kabib, Masruki. 2009. Pengaruh Pemakaian Campuran Premium Dengan Champhor Terhadap Performasi Dan Emisi Gas Buang Mesin Bensin Toyota Kijang Seri 4K. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 2/2 1-17.
- Kurniawan. 2012. *Mengenal Kode Plastik yang Aman dan Tidak*.  
<https://ngeblogging.wordpress.com/2012/06/14/mengenal-kode-kemasan-plastik-yang-aman-dan-tidak/>, Minggu 24 Mei 2015, diakses pukul 08.44 WIB.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006. *Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*.
- PT. PERTAMINA. 2007a. *Material Safety Data Sheet Pertamax*. Jakarta.  
<https://safetyrudi.files.wordpress.com/2010/02/03pertamax.pdf>, Jumat 24 April 2015, diakses pukul 13.40 WIB.
- PT. PERTAMINA. 2007b. *Material Safety Data Sheet Premium*. Jakarta.  
<https://safetyrudi.files.wordpress.com/2010/02/04premium.pdf>, Jumat 24 April 2015, diakses pukul 13.20 WIB.
- Pudjanarsa, Astu dan Djati Nursuhud. 2006. *Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta : CV. Andi Offset.
- Rahardjo, Winarno Dwi dan Karnowo. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.

- Ramelan. 2011. *Teori Motor Bensin dan Motor Diesel*. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- Sahwan, F.L., D.H. Martono., Wahyono. S., L.A. Wisoyodharmo. 2005. Sistem Pengolahan Limbah Plastik di Indonesia. *Jurnal Teknik Lingkungan BPPT* 6/1: 311 – 318
- Stevens, Malcolm P. 2001. *Kimia Polimer*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Sudirman, Urip. 2011. *Jurus – jurus Menghemat BBM*. Bandung : Tri Niti Masa.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sumarni dan Ani Purwanti. 2008. Kinetika Reaksi Pirolisis Plastik Low Density Poliethylene (LDPE.). *Jurnal Teknologi*.1/2: 135-140
- Supraptono. 2004. *Bahan Bakar dan Pelumasan*. Semarang: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Surono, Untoro Budi. 2013. Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik*. 3/1 : 32-46
- Suyanto, Wardan. 1989. *Teori Motor Bensin*. Jakarta: P2LPTK

# **LAMPIRAN-LAMPIRAN**

## Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian

### 1. Menimbang Plastik dan Memasukkan kedalam reaktor



### 2. Proses Pengolahan



### 3. Minyak Limbah Plastik



#### 4. Pencampuran Minyak Limbah Plastik dengan Premium dan Pertamax



#### 5. Variasi Campuran





## 6. Alat dan Service Karburator



## 7. Uji Emisi Gas Buang



## Lampiran 2. Hasil Emisi Gas Bunag CO dan HC

### 1. Minyak limbah plastik dengan pertamax.

Putaran (Rpm)	Percobaan	Kadar CO (%)		
		Pertamax (%)	Campuran Minyak plastik dan Pertamax(%)	
		D0	D20	D30
1500	1	2,24	6,06	3,95
	2	2,91	5,83	3,71
	3	2,72	6,41	3,62
	<b>Rata-rata</b>	<b>2,62</b>	<b>6,1</b>	<b>3,76</b>
2000	1	2,17	5,75	2,22
	2	2,46	5,81	1,23
	3	2,09	5,88	0,96
	<b>Rata-rata</b>	<b>2,24</b>	<b>5,81</b>	<b>1,47</b>
2500	1	2,11	5,51	1,20
	2	1,78	5,71	0,61
	3	2,15	5,99	2,27
	<b>Rata-rata</b>	<b>2,01</b>	<b>5,73</b>	<b>1,36</b>

Putaran (Rpm)	Percobaan	Kadar HC (ppm)		
		Pertamax (pmm)	Campuran Minyak plastik dan pertamax (ppm)	
		D0	D20	D30
1500	1	753	4161	1580
	2	787	4158	1233
	3	668	3655	1254
	<b>Rata-rata</b>	<b>736</b>	<b>3991,3</b>	<b>1355,6</b>
2000	1	622	2420	890
	2	497	2215	985
	3	522	2808	1452
	<b>Rata - rata</b>	<b>574</b>	<b>2481</b>	<b>1109</b>
2500	1	696	1738	985
	2	416	1883	998
	3	402	1817	819
	<b>Rata - rata</b>	<b>504,6</b>	<b>1812,6</b>	<b>934</b>

2. Hasil print out emisi gas buang minyak limbah plastik dengan pertamax





### 3. Minyak Plastik dengan Premium


Putaran (Rpm)	Percobaan	Kadar CO (%)		
		Premium (%)	Campuran Minyak plastik dan Premium(%)	
		C0	C20	C30
1500	1	2,59	3,50	0,99
	2	2,89	3,28	2,74
	3	2,33	2,87	1,56
	<b>Rata-rata</b>	<b>2,60</b>	<b>3,21</b>	<b>1,76</b>
2000	1	2,83	2,90	2,54
	2	2,14	2,98	1,34
	3	2,48	2,57	1,09
	<b>Rata-rata</b>	<b>2,48</b>	<b>2,81</b>	<b>1,65</b>
2500	1	2,49	2,41	1,15
	2	2,23	2,21	1,37
	3	2,26	2,41	1,57
	<b>Rata-rata</b>	<b>2,32</b>	<b>2,34</b>	<b>1,36</b>

Putaran (Rpm)	Percobaan	Kadar HC (ppm)		
		Premium (ppm)	Campuran Minyak plastik dan Premium (%)	
		C0	C20	C30
1500	1	649	1173	848
	2	768	983	1268
	3	646	1426	1215
	<b>Rata-rata</b>	<b>687,6</b>	<b>1194</b>	<b>1110,3</b>
2000	1	559	1120	486
	2	512	1180	700
	3	568	1096	539
	<b>Rata-rata</b>	<b>546,3</b>	<b>1132</b>	<b>575</b>
2500	1	503	1101	468
	2	515	873	493
	3	513	740	532
	<b>Rata-rata</b>	<b>510,3</b>	<b>904,6</b>	<b>497,6</b>

4. Hasil Print out emisi gas buang minyak limbah plastik dengan premium



### Lampiran 3. Surat Tugas Pembimbing dan Penguji

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
Gedung E1 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229  
Telepon/Fax (024) 8508101 -8508009  
Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, email: [ft\\_unnes@yahoo.com](mailto:ft_unnes@yahoo.com)

---

**SURAT TUGAS**  
Nomor : 3095 /UN37.1.5/TU/2015

Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang memberi tugas kepada Saudara yang namanya tersebut di bawah ini sebagai Penguji Seminar Proposal Skripsi Mahasiswa Prodi S1 Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Adapun nama-namanya sebagai berikut :

No	Nama / NIP	Pangkat / Golru	Tugas
1	Drs. Suprptoно, M.Pd. 195508091982031002	Pembina Tk. I, IV/b	Penguji 1
2	Drs. Ramefan, M.T. 195009151979031002	Pembina Tk. I, IV/b	Penguji 2
3	Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T. 196901061994031003	Pembina Tk. I, IV/b	Pembimbing


untuk menguji mahasiswa :

Nama : FAHMY ZUHDA BAHTIAR  
NIM : 520141013  
Prodi : S1 Pendidikan Teknik Mesin (PTM)  
Topik : PENGARUH CAMPURAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF DARI LIMBAH PLASTIK (LOW DENSITY POLYETHYLENE) DENGAN PREMIUM DAN PERTAMAX TERHADAP EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR 4 LANGKA.

Waktu : Kamis, 21 Mei 2015  
Jam : 11.00 WIB sampai selesai  
Tempat : Ruang Ujian E9 lantai 3

Demikian agar tugas dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Semarang, 18 Mei 2015

  
Dr. H. Muhammad Harlanu, MPd.  
NIP. 1966021519910210011.

Tembusan :

1. Pembantu Dekan II
2. Ketua Jurusan TM
3. Kasubbag Keuangan  
Fakultas Teknik UNNES

## Lampiran 4. Surat Ijin Penelitian

	<b>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN</b> <b>UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG</b> <b>FAKULTAS TEKNIK</b> Gedung E1, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229 Telepon: 0248508101 Laman: <a href="http://fl.unnes.ac.id">http://fl.unnes.ac.id</a> , surel: <a href="mailto:ft.unnes@yahoo.com">ft.unnes@yahoo.com</a>
Nomor	: 5022/UN37.13/PT/2015
Lamp.	: .....
Hal	: Ijin Penelitian
Kepada Yth. Kepala Laboratorium Terpadu Undip di Laboratorium Terpadu Undip	
Dengan Hormat, Bersama ini, kami mohon ijin pelaksanaan penelitian untuk menyusun skripsi/tugas akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:	
Nama	: FAHMY ZUHDA BAHTIAR
NIM	: 5201411013
Program Studi	: Pendidikan Teknik Mesin, S1
Topik	: PENGARUH CAMPURAN MINYAK PLASTIK (LOW DENSITY POLYETHYLENE OIL) DENGAN PREMIUM DAN PERTAMAX TERHADAP EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR
Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.	
Semarang, 30 Juni 2015 Dekan,  Ds. Muhammad Harlanu, M.Pd. N.P. 196602151991021001	

## Lampiran 5. Hasil Uji Minyak Limbah Plaktik

 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
**UPT LABORATORIUM TERPADU**  
Jalan Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang Kotak Pos 1269  
Telepon (024) 76918147-Faksimile (024) 76918148, Website : <http://labterpadu.undip.ac.id>  
E-mail : [labterpadu@live.undip.ac.id](mailto:labterpadu@live.undip.ac.id)

---

**SURAT KETERANGAN HASIL ANALISIS SAMPEL**  
No. 0121/UN.7.8.6/H.A.S/6/2015

Kode sampel : SP-VI-121.  
Nama Pemesan : Fahmy  
Alamat : UNNES  
Jenis sampel : Minyak Plastik  
Hasil analisis adalah sebagai berikut:

No.	Sample name	Parameter	Value	Method
1	Minyak Plastik	Flash point (°C)	36,0	ASTM D93

Catatan:  
Hasil analisis tersebut hanya berlaku untuk sampel yang dikirimkan ke Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang  
UPT. Lab Terpadu Undip tidak bertanggung jawab terhadap penyalahgunaan hasil analisis ini

Semarang, 10 Juli 2015  
Ketua Bidang Instrumentasi dan Analisis  
  
**Dr. Widayat, ST., MT**  
NIP. 197206091098031001

## Lampiran 6. Hasil Uji Variasi Campuran



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
**UPT LABORATORIUM TERPADU**  
Jalan Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang Kotak Pos 1289  
Telepon (024) 76918147- Faksimile (024) 76918148; Website : <http://labterpadu.undip.ac.id>;  
E-mail : labterpadu@live.undip.ac.id

---

**SURAT KETERANGAN HASIL ANALISIS SAMPEL**

Kode sampel : SP-VII-121  
 Nama Pemesan : Fahmy  
 Alamat : Unnes  
 Jenis Analisis : Analisis angka Cetane  
 Jenis sampel : Bahan Bakar Cair

Hasil analisis adalah sebagai berikut:

No.	Nama Sampel	Research Octane Number (RON)	Motor Octane Number	(R+M)/2	Diesel Index	Diesel Number
1	C <sub>20</sub>	87,3	79,7	83,5	111,0	94
2	C <sub>30</sub>	83,7	75,2	79,4	99,7	88,4
3	D <sub>20</sub>	88,9	80,8	84,8	119,4	99,7
4	D <sub>30</sub>	83,5	77,1	80,3	119,7	107,2
	Premium	92,3	85,4	88,8	127,5	105,4
	Pertamax	95,2	88,2	91,7	133,8	110
	M. Plastik	86,0	77,2	81,6	91,2	74,6
		Nilai Kalor	Metode	Flash Point	Metode	
	C <sub>20</sub>	45.085 J/g	Dynamic	35,5	ASTM D93	
	C <sub>30</sub>	45.219 J/g	methods	37,5		
	D <sub>20</sub>	45.498 J/g		38,0		
	D <sub>30</sub>	46.602 J/g		37,5		

Catatan:  
 Hasil analisis tersebut hanya berlaku untuk sampel yang dikirimkan ke Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang

Semarang, 24 Juli 2015  
  
 Kepala Bidang Instrumentasi dan Analisis  
  
 Dr. Widayat, ST., MT  
 NIP. 197206091998001001

## **Lampiran 7. Alat dan Bahan Serta Cara Pengoprasian Alat Pirolisis**

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

- a. Kunci T
- b. Kunci Ring 14 mm
- c. Vise Grip Wrench (Tang betet/jepret)
- d. Kunci Pipa
- e. Mur dan Baut dengan diameter kepala baut 14 mm
- f. Sella (Pasta Pelekat)
- g. Tempat Penampung Minyak / Botol
- h. Gas LPG 15 kg dan Regulator
- i. Kain Majun atau sejenisnya
- j. Kompor Pembakar
- k. Korek api
- l. *Flow Meter*
- m. Selang dan Pipa
- n. Limbah Kantong Plastik

o. Kunci pas 12 mm

## **2. Langkah Persiapan**

- 11) Siapkan Limbah Kantong Plastik
- 12) Bersihkan Limbah Kantong Plastik dari Kotoran
- 13) Potong Kecil-Kecil Limbah Kantong Plastik
- 14) Timbang Limbah Kantong Plastik (Kapasitas Maksimal Reaktor 2 kg)
- 15) Masukkan Limbah Kantong Plastik Kedalam Reaktor
- 16) Berikan Sella pada tutup reaktor
- 17) Tutup Penutup pada Tabung Reaktor
- 18) Masukkan baut pada lubang tutup reaktor kemudian beri mur
- 19) Kencangkan Baut dan mur dengan menggunakan kunci T dan kunci ring 14  
mm
- 20) Pasang *flow meter* pada kondensor kemudian pasang selang ke keran air.

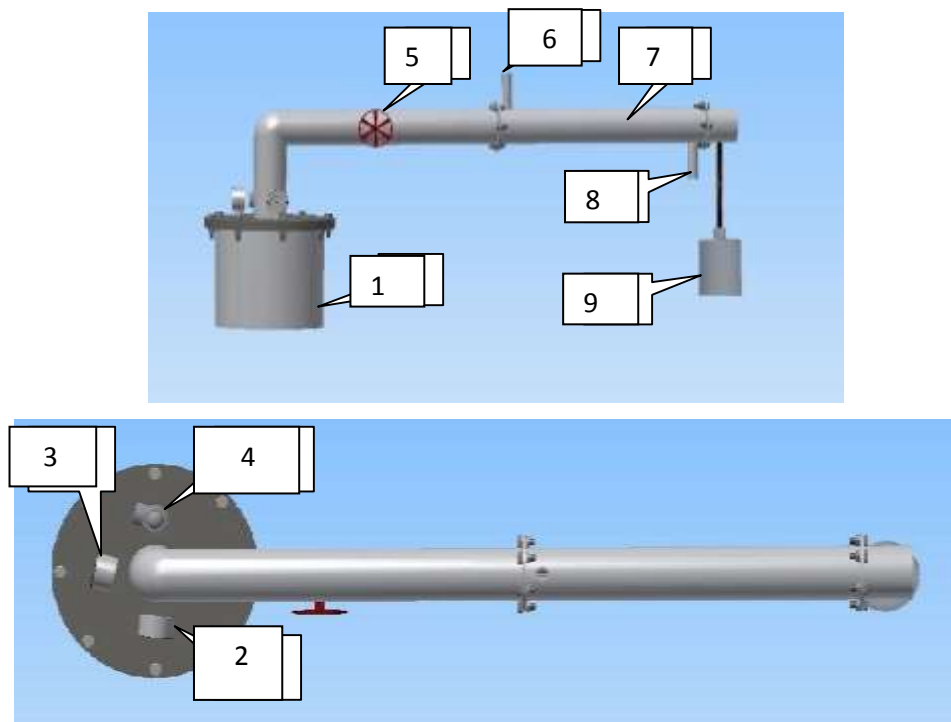


### 3. Langkah Pengoprasian Alat Pirolisis

- 11) Pastikan kran pipa inlet tertutup dengan sempurna atau rapat
- 12) Buka regulator pada tabung gas LPG (1-1,5 putaran)
- 13) Buka kran pada pipa kompor sampai berbunyi (tanda gas keluar)
- 14) Berikan api pada kompor pembakaran dengan menggunakan kertas gulungan atau ranting pohon yang sudah disulut api
- 15) Jika api pada kompor sudah menyala, atur kran gas sesuai kebutuhan
- 16) Tunggu temperatur pada tabung reaktor sampai dengan temperatur 300°C
- 17) Jika tekanan pada manometer menunjukkan angka lebih dari 1,5 Kpa/cm<sup>2</sup>, maka atur tekanan pada safety valve yaitu dengan mengendorkan baut penyetel berlawanan arah jarum jam dengan menggunakan kunci pas 12 mm.
- 18) Jika temperatur hampir mencapai 300°C, buka keran air sampai air keluar pada pipa outlet kondensor. Atur aliran pada angka paling tinggi yang terdapat pada *flow meter* (4.0)
- 19) Jika temperatur telah mencapai 300°C, maka buka kran pada pipa inlet secara perlahan.

20) Uap yang keluar akan didinginkan oleh kondensor sehingga akan berubah menjadi cairan atau minyak limbah plastik.

21) Minyak limbah plastik akan keluar dan ditampung didalam botol atau dapat juga menggunakan wadah penampungan selain botol.



Keterangan gambar:

- |                        |                                |
|------------------------|--------------------------------|
| 1. Reaktor pirolisis   | 6. <i>Output</i> air pendingin |
| 2. Thermometer         | 7. Kondensor                   |
| 3. Manometer           | 8. <i>Input</i> air pendingin  |
| 4. <i>Safety valve</i> | 9. Penampung                   |
| 5. <i>Kran valve</i>   |                                |