

# PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF DARI LIMBAH PLASTIK HASIL DARI PYROLISIS *tri*POD-AP SETARA BENSIN TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN KANDUNGAN EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR 4 TAK

Penata L Manalu<sup>1</sup>, Erzeddin Alwi<sup>2</sup>, Toto Sugiarto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Otomotif FT UNP

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 INDONESIA

[Leonardmanalu@yahoo.co.id](mailto:Leonardmanalu@yahoo.co.id)

**Abstract-** Everything in this world is very dependent on energy. Every day we are always in touch with him. Energy reserves in Indonesia, especially fossil fuels (oil, coal) is increasingly shrinking. Therefore, the government should continue to look for energy saving efforts and the development of energy sources alternatif. One way that is used to make fuel alternate, ie by utilizing plastic waste, in this study the researchers interested to see how the effect of the use of alternative fuels from waste plastics on content consumption and exhaust emissions at 4 stroke motorcycle.

This study uses an experimental research. Tests carried out on 19 November 2014, by using the Revo 110 CC motorcycle, for testing fuel consumption and exhaust emissions, carried on round 1400 RPM, 1800 RPM, 2200 RPM and 2600 RPM. Data collection was performed 3 times in each round. For data analysis testers perform different test *t-test* Lipson, which is to see whether the use of alternative fuels significantly affect the content consumption and exhaust emissions.

From the results of research into the use of alternative fuels from waste plastics can reduce fuel consumption by 14.061% and the levels of exhaust emissions CO artifacts decrease of 85.515% and the content of HC as improvements of -350.73%. The use of alternative fuels in the consumption round and round 1400 rpm and 1800 rpm significant at 2200 rpm rotation and 2600 rpm is not significant for the content of CO emissions on all round 1400,1800,2200 and 2600 significant rpm, and for the content of HC emissions at all rounds in 1400 , 1800.2200 dan2600 Rpm insignificant.

**Keywords:** Alternative Fuels, fuel consumption and exhaust emissions

Segala sesuatu di dunia ini sangat bergantung pada energi. Tiap hari kita selalu berhubungan dengannya. Cadangan energi di Indonesia terutama energi fosil (minyak bumi, batubara) semakin hari semakin menyusut. Oleh karena itu pemerintah harus terus berusaha mencari usaha-usaha penghematan energi dan pengembangan sumber energi alternatif. Salah satu cara yang digunakan untuk membuat bahan bakar alternatif yaitu dengan memanfaatkan limbah plastik,dalam penelitian ini peneliti tertarik untuk melihat seberapa pengaruh penggunaan bahan bakar alternatif dari limbah plastik terhadap konsumsi dan kandungan emisi gas buang pada sepeda motor 4 tak.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Pengujian dilakukan pada tanggal 19 November 2014, dengan menggunakan Sepeda motor Revo 110 CC, untuk pengujian konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang, dilakukan pada putaran 1400 RPM, 1800 RPM, 2200 RPM, dan 2600 RPM. Pengambilan data dilakukan 3 kali pada setiap putaran. Untuk analisis data penguji melakukan uji beda *t-test* Lipson, yaitu melihat apakah penggunaan bahan bakar alternatif berpengaruh secara signifikan terhadap konsumsi dan kandungan emisi gas buang.

Dari hasil penelitian penggunaan bahan bakar alternatif dari limbah plastik dapat menurunkan konsumsi bahan bakar sebesar 14,061 % dan pada kadar emisi gas buang CO terdapat penurunan sebesar 85,515 % dan pada kandungan HC terdapat peningkatan sebesar -350,73 %. Penggunaan penggunaan bahan bakar alternatif pada konsumsi putaran 1400 Rpm dan putaran 1800 Rpm signifikan dan pada putaran 2200 Rpm dan 2600 Rpm tidak signifikan untuk kandungan emisi CO pada semua putaran 1400,1800,2200 dan 2600 Rpm signifikan, dan untuk kandungan emisi HC pada semua putaran 1400,1800,2200 dan2600 Rpm tidak signifikan.

**Kata kunci :** Bahan Bakar alternatif, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang

## I. LATAR BELAKANG

Segala sesuatu di dunia ini sangat bergantung pada energi. Tiap hari kita selalu berhubungan dengannya. Energi merupakan pengatur segala benda, tata nilai dan aktifitas manusia dan alam. Kenyataan ini telah disadari oleh para ilmuwan dan insinyur, tetapi dalam beberapa dekade yang lalu masalah energi ini telah terlupakan dalam kurikulum pendidikan. Didalam semesta energi, energi memiliki banyak bentuk seperti energi mekanik, termal, bunyi, kimia, elektro magnetik dan lain-lain. Kelangkaan atau krisis energi yang terjadi saat ini memicu berbagai pihak untuk melakukan penemuan penemuan baru dibidang energi terutama yang menyangkut hajat hidup orang banyak. Dengan mengkonversi sampah plastik menjadi BBM kita tidak hanya bisa mengatasi persoalan sampah plastik saja, tetapi juga bisa memproduksi bahan bakar untuk kebutuhan energi kita. Hal ini bisa dilakukan karena pada dasarnya plastik sendiri berasal dari minyak bumi, sehingga kita hanya tinggal mengembalikannya ke bentuk semula. Keuntungan sampah plastik adalah tidak menyerap air, sehingga kadar airnya sangat rendah dibandingkan dengan sampah kertas, sisa makanan dan biomassa. Di sisi lain, plastik juga mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi setara dengan bahan bakar fosil seperti bensin dan solar.

Menurut Pulkrabek (2004: 35) "Gas buang kendaraan mobil merupakan salah satu penyumbang masalah polusi udara didunia. Perkembangan dan penelitian baru-baru ini, emisi pada engine dapat dikurangi, namun populasi dan angka pertumbuhan kendaraan menjadi masalah yang akan tetap ada untuk beberapa tahun yang akan datang". Srikandi (1992: 93) menyatakan "Sumber polusi yang utama berasal dari transportasi, dimana hampir 60% dari polutan yang umum dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon".

## II. KAJIAN TEORI

### A. Konsumsi Bahan Bakar

Jaluis Jama (2008: 28) mengatakan bahwa konsumsi bahan bakar spesifik menunjukkan berapa banyak (gram) bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan tenaga sebesar 1 HP/Jam. Konsumsi bahan bakar spesifik juga dapat dilihat dengan cara mengukur berapa jauh jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan dengan satu liter bensin. Menurut Pulkrabek (2004: 57-58) menjelaskan bahwa faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar adalah:

#### a) *Engine Speed*

Konsumsi bahan bakar cenderung menurun seiring dengan meningkatnya kecepatan *engine* kira-kira berada pada putaran 3000 Rpm. Hal ini dikarenakan waktu yang dibutuhkan *engine* untuk setiap siklus kerja semakin singkat, sehingga kerugian panas yang ditimbulkan juga sedikit.

#### b) *Compression ratio* dan *fuel equivalence ratio*

Semakin tinggi perbandingan kompresi (*Compression ratio*) maka semakin sedikit konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan. Hal ini dikarenakan pada perbandingan kompresi yang tinggi diperoleh efisiensi termal (*thermal efisiensi*) yang tinggi.

### B. Emisi Gas Buang

Emisi gas buang timbul karena adanya aktifitas manusia dalam mengubah bahan bakar menjadi suatu komposisi lain yang mana menghasilkan pancaran ke udara atau polusi udara (Aaron dan Paolo, 2007: 2). Selanjutnya Wardan (1989: 345) menyatakan bahwa "Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan". Gas buang kendaraan yang dimaksudkan disini adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan. Bonnick (2008: 188) menyatakan bahwa "Emisi gas buang adalah hasil dari proses pembakaran, dalam keadaan ideal, hasil dari knalpot adalah Karbon Dioksida, uap air dan Nitrogen, namun berkat dari berbagai kondisi mesin gas buang mengandung gas bahan lain". Suriansyah (2011) " menyatakan bahwa gas buang merupakan racun hasil pembakaran yang tidak sempurna.

Secara teoritis reaksi pembakaran sempurna pada *engine* menurut Bakeri, dkk (2012: 83) adalah  $C_8H_{18} + 12.5O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O$ . Pembakaran sempurna pada *engine* baru akan terjadi jika bahan bakar dan udara bercampur secara homogen dengan perbandingan udara dan bahan bakar (*Air fuel Ratio*) 14.7:1. Pada kenyataannya tidak semua pembakaran yang terjadi dalam *engine* berlangsung sempurna, sehingga terbentuklah gas-gas sisa hasil pembakaran yang tidak sempurna seperti CO, HC, NO<sub>x</sub>, dan lain-lain. Fauzien (2008: 13) mengatakan "Pada kendaraan bermotor bahan pencemar (polutan) dibedakan menjadi polutan primer dan polutan sekunder. Polutan primer terdiri dari karbon monoksida (CO), sulfur oksida (SO<sub>x</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) dan hidro karbon (HC). Polutan sekunder seperti ozon (O<sub>3</sub>) dan peroksiasetil nitrat (PAN)".

#### 1) Karbon Monoksida (CO)

Srikandi (1992: 94) menyatakan "Karbon Monoksida (CO) adalah suatu komponen yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa dan berbahaya. Komponen ini mempunyai berat sebesar 96.5% dari berat air dan tidak larut dalam air". Menurut Maryanto, dkk (2009: 199) "Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, mudah terbakar dan sangat beracun. Karbon monoksida merupakan hasil utama dari pembakaran senyawa hidrokarbon yang tidak sempurna pada kendaraan bermotor".

#### 2) Hidrokarbon (HC)

Wardhana (2004: 54) menyatakan, "Hidrokarbon terbentuk dari campuran bahan bakar yang tidak tercampur rata pada saat pembakaran,

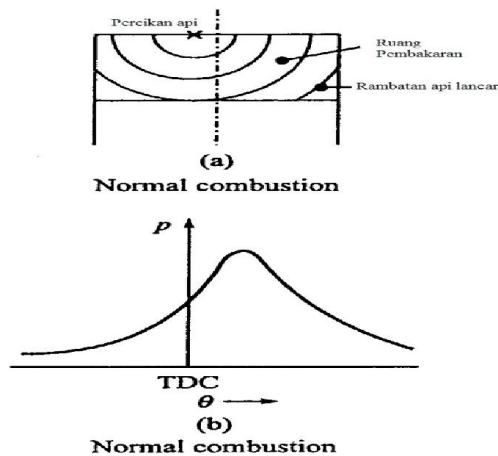
sehingga tidak bereaksi dengan oksigen, maka hidrokarbon ini akan ikut keluar dengan gas buangan hasil pembakaran dan menjadi bahan pencemar udara”.

### 3. Proses Pembakaran

Wardan (1989: 248) Pembakaran didalam motor adalah hal yang sangat menentukan besarnya tenaga yang dihasilkan motor dengan masuknya sejumlah campuran bahan bakar dan udara kedalam silinder dari motor tersebut. Pembakaran didalam silinder merupakan reaksi kimia antara unsur yang terkandung didalam bahan bakar yaitu unsur CH atau hidrocarbon dengan oksigen, yang diikuti dengan timbulnya panas. Panas yang dilepaskan selama proses pembakaran inilah yang diguankan oleh motor untuk menghasilkan tenaga. Proses pembakaran disini adalah proses secara fisik yang terjadi didalam silinder selama pembakaran terjadi. Hal ini berhubungan dengan peningkatan temperatur dan tekanan didalam silinder. Proses ini dimulai dari ketika busi memberikan loncatan bunga api, kemudian mulai membakar, selanjutnya pembakaran terus menyebar hingga seluruh campuran bahan bakar dan udara yang ada didalam ruang bakar terbakar habis.

#### a. Pembakaran Sempurna (Normal)

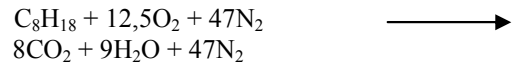
Menurut Gupta (2009: 159) menyatakan “Pembakaran disebut normal ketika penyebaran nyala api berljut keujung dari ruang pembakaran tanpa ada perubahan secara mendadak atau secara teratur dalam bentuk dan kecepatannya”.



Gambar 1 . Pembakaran Sempurna Gupta (2009: 171)

Menurut Heywood (1988: 375) menyatakan bahwa “Pembakaran normal dimana percikan bunga api dari busi yang menyalakan api dan bergerak terus keruang pembakaran sampai semua terbakar dengan sempurna”.

Menurut Pulkrabek (2004: 140) pembakaran stoikiometri adalah sebagai berikut:



Reaksi tersebut dapat dilihat bahwa proses pembakaran yang baik atau *Carbon* ( $\text{C}_8$ ) dibakar seluruhnya menjadi  $8\text{CO}_2$  sedangkan Hidrogen ( $\text{H}_{18}$ ) dibakar seluruhnya menjadi  $9\text{H}_2\text{O}$ . Tahap terjadinya pembakaran bahan bakar dan udara dalam ruang bakar berlangsung sangat singkat dan cepat.

### b. Pembakaran Tidak Sempurna

#### 1) Pre ignition

Menurut Gupta (2009: 173) menyatakan bahwa “*Pre-ignition* adalah penyalaan campuran bahan bakar dan udara yang disebabkan oleh permukaan panas didalam ruang pembakaran sebelum terjadinya pengapian normal”, dan menurut Bonnick (2008: 185-186) menyatakan “*Pre-ignition* ditandai dengan suara lengkingan yang tinggi, yang dikeluarkan saat pembakaran terjadi sebelum percikan api dari busi, disebabkan oleh daerah suhu tinggi”.

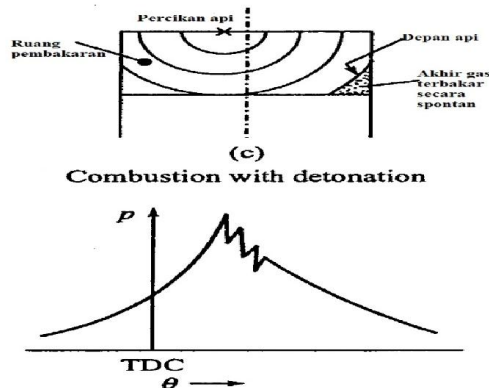
Berdasarkan pendapat diatas maka dapat disimpulkan bahwa *pre-ignition* adalah pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang terjadi akibat suhu tinggi. Hal ini disebabkan dengan adanya permukaan panas diruang bakar sebelum adanya percikan bunga api yang berasal dari busi.

#### 2) Detonasi/knocking/ketukan/noise

Menurut Turns (2000: 598) menyatakan bahwa “Detonasi adalah gelombang kejut yang dihasilkan dari energi yang dilepaskan dari proses pembakaran. Selanjutnya Bonnick (2008: 185) menyatakan bahwa:

Detonasi ditandai dengan bunyi ketukan dan kehilangan performa mesin. Ketukan itu muncul setelah percikan bunga api dari busi terjadi dan hal itu disebabkan oleh daerah tekanan tinggi yang muncul ketika api menyebar seluruh muatan dalam silinder secara tidak merata. Api menyebar ke daerah bertekanan tinggi dan temperatur yang menyebabkan unsur untuk membakar lebih cepat dari pada ledakan muatan utama. Detonasi dipengaruhi oleh Faktor desain mesin seperti turbulensi, panas aliran, dan bentuk ruang pembakaran. Kualitas bahan bakar, termasuk nilai oktan, juga memiliki efek. Detonasi dapat menyebabkan peningkatan emisi  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  dan  $\text{HC}$ .

Berdasarkan pendapat para ahli diatas maka dapat disimpulkan bahwa detonasi adalah gelombang kejut yang dihasilkan dari proses pembakaran yang ditandai dengan hilangnya tenaga mesin dan adanya bunyi ketukan. Ketukan ini terjadi setelah percikan bunga api dari busi yang disebabkan oleh tingginya temperatur sehingga sebaran api tidak merata. Ketukan terjadi disebabkan oleh desain mesin seperti turbulensi, aliran panas dan bentuk ruang bakar. Kualitas bahan bakar dan angka oktan juga sangat berpengaruh terhadap terjadinya detonasi.



Gambar 3. Pembakaran dengan Detonasi (Gupta 2009: 171)

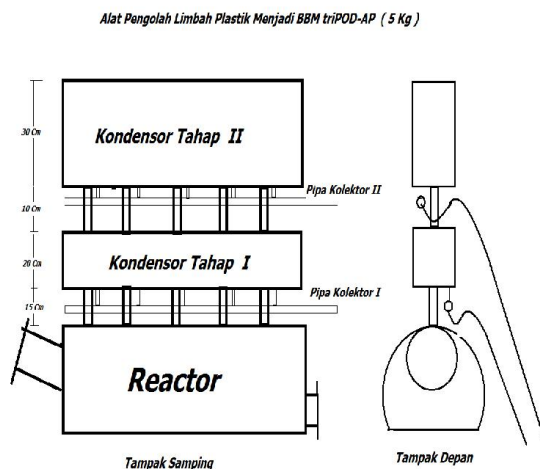
#### 4. Bahan bakar alternatif

##### a. Destalator triPOD-AP

Destalator adalah alat yang digunakan untuk mengelolah limbah plastik menjadi bahan bakar alternatif.

##### a. Konstruksi Destalator

Konstruksi adalah perencanaan atau pembuatan suatu alat dengan menggunakan perhitungan atau rancangan yang sudah ditentukan oleh perancang. Terutama dalam pembuatan destalator supaya lebih jelas dapat kita lihat pada dambar di bawah ini.



Gambar 3. Pola Destalator triPOD-AP

Pada alat Destalator ini dapat dirincikan komponen beserta fungsi dari masing- masing komponen yang terdapat pada destalator antara lain adalah:

- 1) Tabung reaktor  
Berfungsi untuk mengubah fasa padat menjadi gas atau uap.

- 2) Kondensor 1  
Berfungsi untuk mengembunkan gas atau uap hasil rekahan molekul plastik yang sudah dipanaskan di reaktor terutama yang terbentuk dalam susunan molekul yang relative besar dan panjang. Karena beratnya akan mengembun pada ruang destilasi. Ketika sudah membentuk cairan maka minyak yang terjadi setara minyak solar yang masih bercampur dengan minyak tanah.

- 3) Kondensor 2  
Berfungsi untuk mengembunkan uap yang lebih ringan yang dihasilkan di reaktor 1 yang mengeluarkan cairan setara Premium.

- 4) Pipa, selang  
Berfungsi untuk menyalur uap dari tabung pemanas ke kondensor dan untuk menyalurkan hasil penguapan ke tempat penampungan.

- 5) Corong  
Berfungsi untuk tempat saluran masuk limbah plastik kedalam tabung reaktor.

##### b. Fungsi Destalator

Destalator berfungsi untuk mengeloh limbah plastik menjadi bahan bakar alternatif dengan cara pemanasan.

##### c. Cara Kerja Alat

Alat ini bekerja menggunakan sistem kerja pyrolisis atau destilasi kering, limbah plastik dipanaskan diatas suhu leburnya dan berubah menjadi uap/asap. Dengan cara ini terjadi perekahan atau *cracking* dari molekul polimer plastik menjadi potongan molekul yang lebih pendek. Selanjutnya molekul-molekul yang pendek ini didinginkan sehingga berubah menjadi fase cair. Destilasi yang dibuat bertingkat memungkinkan rekahan molekul ini mengembun mengelompok berdasarkan perbedaan berat atau panjang molekul di destilator I dan destilator II. Destilat yang dihasilkan dari kondensor I ( bawah ), menghasilkan produk BBM setara dengan bahan diesel yang bercampur minyak tanah, sedang dari kondensor II ( atas ) dihasilkan bahan cair setara dengan bensin.

Konsep dasarnya mengambil unsur karbon (C) dari polimer penyusun plastik. Polimer tersusun dari hidrokarbon (H), yakni rangkaian antara atom karbon (CO<sub>2</sub>) dan



hidrogen (H<sub>2</sub>O). Untuk menghasilkan premium perlu rantai hidrokarbon dengan molekul lebih pendek, yaitu C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>. Untuk menghasilkan minyak Bensin (*Gasolin*) perlu rantai hidrokarbon dengan molekul lebih panjang, yakni C<sub>11</sub>-C<sub>15</sub> (minyak tanah) dan C<sub>16</sub>-C<sub>20</sub> (solar). Pada proses akhir perlu *refinery*, yaitu pengolahan bahan baku minyak menjadi minyak siap digunakan. Caranya, dengan mencuci, penambahan aditif, mereduksi kandungan gum atau zat beracun, dan mengklasifikasikan atau mengelompokkan berdasarkan panjang rantai hidrokarbon.

d. Hasil Proses Penggunaan Destalator

Adapun parameter yang terlibat pada pengolahan plastik menjadi BBM adalah :

1) *Intake manifold* (besi).

Fungsinya memasukkan sampah plastik ke dalam tangki reaktor di atas tungku pembakar. Bahan bakarnya bisa limbah kayu bekas atau gas elpiji. Bahkan, juga gas metan hasil pembakaran sampah sehingga lebih ekonomis.

2) Tangki Reaktor (kolom destilasi)

reaktor yang digunakan adalah reaktor jenis destilasi vacum dimana menggunakan suhu lebih dari 400 °C.

3) *Condensor*

Untuk memperoleh uap reaktor dihubungkan dengan kondensor atau pengembun yang berada di atas tangki. Diperlukan minimal dua kondensor untuk memisahkan uap yang mengandung rantai molekul pendek dengan uap yang mengandung rantai molekul panjang. Penyaluran uap ini menggunakan pipa besi sehingga tahan suhu tinggi atau panas. Selanjutnya, pada setiap kondensor dipasang pipa penyalur untuk mengalirkan embun dari uap yang dihasilkan. Tetes demi tetes embun ditampung dalam botol sebelum proses *refinery*.

Begitulah rangkaian proses pembuatan minyak berbahan limbah plastik. 100 gr limbah plastik menghasilkan 0,8-0,9 liter bahan dasar minyak. Ketika diolah jadi premium atau solar, hasilnya tinggal 0,8-0,9 liter. Kotoran yang melekat pada plastik turut memengaruhi. Demikian pula kualitas plastik yang dipakai. Makin bagus kualitas plastik yang diolah, makin tinggi pula hasil yang didapat.

Dari kondensor ini didapatkan 3 macam produk yaitu :

- a. Bensin

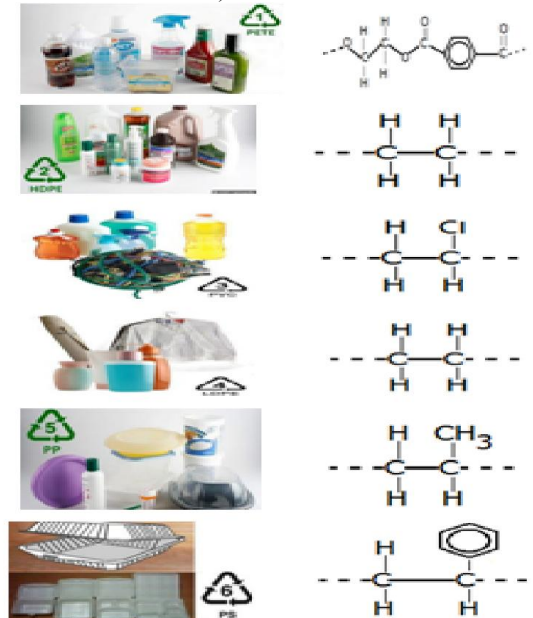
- b. Solar dan kerosene
- c. Residu/oli/gomok

b. Limbah plastik

Plastik adalah salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen. Untuk membuat plastik, salah satu bahan baku yang sering digunakan adalah naphta, yaitu bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam. Sebagai gambaran, untuk membuat 1 kg plastik memerlukan 1,75 kg minyak bumi, untuk memenuhi kebutuhan bahan bakunya maupun kebutuhan energi prosesnya (Kumar dkk. 2011).

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastic* adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan, sedangkan *thermosetting* adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan.

Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, thermoplastik adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya (lihat Gambar 4 dan Tabel 2).



Gambar : 4 Jenis – jenis plastik dan unsur kimianya

Tabel 1. Kode dan jenis Plastik Penggunaan

No	Kode	Jenis Plastik Penggunaan
1	PET (polyethylene Terephthalate)	botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat, dan botol kosmetik
2	HDPE (High-density Polyethylene)	botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik
3	PVC (Polyvinyl Chloride)	pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo, dan botol sambal.
4	LDPE (Low-density Polyethylene)	kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tipis lainnya.
5	PP (Polypropylene atau Polypropena)	cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak, dan margarine
6	PS (Polystyrene)	kotak CD, sendok dan garpu plastik, gelas plastik, atau tempat makanan dari styrofoam, dan tempat makan plastik transparan
7	Other (O), jenis plastik lainnya selain dari no.1 hingga 6	botol susu bayi, plastik kemasan, galon air minum, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik, sikat gigi, dan mainan lego

Sumber: Kurniawan, 2012 dalam dalam Untoro Budi Suono, 2013

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian eksperimen ini diberikan suatu *treatment* atau perlakuan terhadap kelompok tertentu. Setelah diberi perlakuan (*treatment*), diadakan evaluasi untuk melihat seberapa besar pengaruhnya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan antara dua perlakuan berbeda pada satu objek yang sama, oleh sebab itu penelitian ini menggunakan metode *Eksperimental*. Menurut Sugiyono (2012: 72) mengemukakan bahwa “Metode penelitian *Eksperimen* dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan”. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar dan kadar emisi gas buang (*Vehicle Exhaust Emission*) Karbon Monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) yang dihasilkan antara Motor Bensin 4 langkah pada mesin sebelum memakai bahan bakar alternative dengan mesin sesudah menggunakan bahan bakar alternatif.

#### A. Objek Penelitian

Menurut Suharsimi (2006: 101) menyatakan, “Objek penelitian merupakan sasaran atau objek yang dijadikan pokok pembicaraan dalam penelitian”. Adapun yang

menjadi objek penelitian dalam penelitian ini adalah sepeda motor empat langkah yaitu Honda Revo 110 cc. Dalam hal ini, data yang akan diambil yaitu konsumsi bahan bakar dan kandungan emisi gas buang dari pemakaian bahan bakar bensin dan bahan bakar alternatif. Tabel.2 Spesifikasi dari sepeda motor Honda yang digunakan

No	Spesifikasi sepeda motor Honda Revo 110 cc	
1	Merek	Revo 110
2	Tipe Engine	Mesin SOHC, 4 langkah, pendinginan udara
3	Jumlah silinder	Satu silinder, kemiringan 80° dari vertikal
4	Volume langkah	109,1 cm <sup>3</sup>
5	Diameter x langkah	50 x 55,6 mm
6	Perbandingan kompresi	9,0:1
7	Tipe transmisi	4 kecepatan, bertautan tetap
8	Torsi maksimum	0,86 kgf.m/5.500 rpm
8	Daya maksimum	8,46 PS/7.500 rpm
10	Kapasitas minyak pelumas mesin	0,8 liter, pada pergantian tiap periodik
11	Sistem pengapian	DC-CDI, Battery

(Sumber : <https://:> Spesifikasi Honda Revo 110 cc )

#### B. Instrumen dan Alat Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Satu unit sepeda motor empat Tak, sebagai objek penelitian.
2. Bahan bakar bensin dan bahan bakar alternatif.
3. Termometer digital yang digunakan untuk mengukur suhu pada *engine*.
4. Tachometer, untuk mengukur putaran kerja mesin pada berbagai kecepatan.
5. Gelas ukur, untuk mengukur jumlah bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin untuk menghasilkan kerja.
6. Four gas analyzer, untuk mengukur kadar CO dan HC pada gas buang.
7. *Stop watch*, untuk mengukur waktu yang dibutuhkan mesin dalam menghabiskan bahan bakar guna mengetahui tingkat konsumsi bahan bakarnya.

#### C. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:

1. Tahap persiapan mesin dan alat, menyiapkan mesin dalam kondisi standar dan telah selesai di *tune up* serta mempersiapkan alat serta bahan yang diperlukan seperti *thermometer* digital, *four gas analyzer*, *stopwatch tachometer*, dan gelas ukur. Kemudian kendaraan dipanaskan sampai dengan suhu normal yakni 85° C.
2. Melakukan pengukuran konsumsi bahan bakar dan kandungan emisi gas buang pada sepeda motor standar.

- Melakukan pengukuran konsumsi bahan bakar dan kandungan emisi gas buang pada sepeda motor yang menggunakan bahan bakar alternatif.
- Pengujian dilakukan pada tingkatan putaran mesin 1400, 1800, 2200, dan 2600 rpm. Proses pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan pada setiap aspek pengujian dengan waktu yang sama yakni 120 detik setiap pengujian. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan data yang akurat mengenai variabel yang diuji. Pengambilan putaran *engine* (rpm) berdasarkan SNI 19-7118.3-2005 dan SNI 19-7118.2-2005 yang dicantumkan pada peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 5 tahun 2006 mengenai pengujian emisi gas buang kendaraan bermotor pada kondisi *idle* dan akselerasi bebas.
- Melakukan analisis data untuk mengungkapkan tingkat konsumsi bahan bakar dan persentasi kandungan emisi gas buang kendaraan pada putaran *engine* yang berbeda pada sepeda motor menggunakan bahan bakar bensin dan sepeda motor yang menggunakan bahan bakar alternatif. Serta mengungkapkan pengaruh bahan bakar alternatif terhadap tingkat konsumsi bahan bakar dan kandungan emisi gas buang kendaraan.

#### D. Teknik dan Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah dengan pengambilan data langsung pada sepeda motor yang akan diuji dengan menggunakan *stop watch*, gelas ukur, dan *four gas analyzer*. Selanjutnya alat pengumpul data berupa tabel-tabel yang selanjutnya akan diolah sehingga menghasilkan grafik konsumsi bahan bakar dan grafik kadar emisi gas karbon monoksida dan hidokarbon pada sepeda motor yang diuji.

#### E. Teknik Analisis data

Untuk menganalisa keseluruhan data yang diperoleh dan mengungkapkan hasil pengukuran konsumsi dan kandungan emisi gas buang yang menggunakan bahan bakar bensin dan bahan bakar alternatif yang serta untuk mengungkapkan pengaruh penggunaan bahan bakar alternatif terhadap konsumsi dan kandungan emisi gas buang maka akan dilakukan analisis sebagai berikut:

- Data konsumsi dan kandungan emisi gas buang yang diperoleh langsung dari alat uji dengan menggunakan *stop watch*, gelas ukur dan *Four Gas Analyzer* diambil rata-ratanya untuk masih kelompok specimen (RPM engine).
- Melihat besarnya kenaikan dan penurunan konsumsi bahan bakar dan kandungan emisi gas buang (CO dan HC) dari rata-rata data yang diperoleh.
- Menganalisis data dengan menggunakan uji beda yaitu *t-test*, untuk melihat apakah penggunaan bahan bakar alternatif berpengaruh secara signifikan terhadap konsumsi dan kandungan emisi

gas buang. Berikut rumus *t-test* yang digunakan Lipson, 1973: 138

$$t_2 = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - (\mu_x - \mu_y)}{\sqrt{\frac{(nx + ny - 1)S_y^2}{nx + ny - 2} + \frac{1}{nx} + \frac{1}{ny}}}$$

Dimana :

$H_0 : [(\mu_x - \mu_y) = 0]$

$\bar{x}$  = Rata – rata sampel ke-1

$\bar{y}$  = Rata – rata sampel ke-2

$S_x^2$  = Standar deviasi sampel 1

$S_y^2$  = Standar deviasi sampel 2

$n_x$  dan  $n_y$  = Jumlah sampel

Jika terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimental dan kelompok kontrol, maka *treatment* atau perlakuan yang diberikan berpengaruh secara signifikan. Kemudian untuk melihat signifikan perbedaan yang ditimbulkan dari data yang didapat, maka data tersebut dibandingkan dengan harga table pada taraf signifikan 5 %, apabila diperoleh harga  $t_{hitung}$  yang melebihi harga  $t_{table}$  maka dapat disimpulkan bahwa perbedaan antara kedua data yang dibandingkan adalah signifikan, sebaliknya apabila harga  $t_{hitung}$  lebih kecil dari pada  $t_{table}$  maka dapat disimpulkan bahwa perbedaan yang ada tidak signifikan.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan di *worshop* Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang pada tanggal 19 November 2014, maka diperoleh data hasil penelitian sebagai berikut:

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar pada Sepeda Motor Dengan Menggunakan Bahan Bakar Bensin

Sepeda Motor Menggunakan Bahan Bakar Bensin							
No.	Putaran Mesin (RPM)	Temperatur Mesin (°C)	Waktu Pengujian (detik)	Konsumsi bahan bakar (mL)			Rata-rata
				Proses Pengujian			
				I	II	III	
1.	1400	85°C	120 detik	4,9	5	4,8	4,9
2.	1800			7,8	7,5	7,7	7,66
3.	2200			7,2	7,6	7,7	7,5
4.	2600			7,6	8,2	8,1	7,96

Dari tabel hasil pengujian diatas didapatkan analisa data pengujian konsumsi bahan bakar menggunakan bahan bakar bensin tanpa perlakuan, konsumsi bahan bakar pada putaran 1400 rpm, 4,9 ml, pada putaran 1800 rpm, 7,66 ml, pada putaran 2200 rpm, 7,5 ml, dan pada putaran 2600 rpm 7,96 ml.

Tabel 4. Data hasil Pengujian Kandungan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Standar Dengan Menggunakan Bahan Bakar Bensin

Sepeda Motor Menggunakan Bahan Bakar Bensin											
No.	Putaran (RPM)	Temperatur Mesin (°C)	Waktu Pengujian (detik)	Kandungan HC (ppm)				Kandungan CO (%)			
				Proses Pengujian			Rata-rata	Proses Pengujian			Rata-Rata
				I	II	III		I	II	III	
1.	1400	85°C	120 detik	391	555	337	427,6	2,63	2,68	3,09	2,73
2.	1800			709	1431	714	952,3	3,10	2,79	2,87	2,92
3.	2200			248	182	180	146,6	2,07	2,32	2,03	2,14
4.	2600			234	128	118	160	2,92	1,91	1,44	2,09

Berdasarkan tabel pengujian di atas, tingkat kandungan emisi gas HC menggunakan bakar tanpa perlakuan yaitu 427,6ppm pada putaran 1400 rpm, 952,3 ppm pada putaran 1800 rpm, 146,6 ppm pada putaran 2200 rpm, 188 ppm pada putaran 2600 rpm. Dari tabel hasil pengujian di atas pada kandungan emisi gas buang CO menggunakan bahan bakar bensin tanpa perlakuan tingkat kandungan emisi gas CO yaitu 2,73% pada putaran 1400 rpm, 2,93% pada putaran 1800 rpm, 2,14% pada putaran 2200 rpm, 2,09% pada putaran 2600 rpm.

Tabel 5. Pengujian Konsumsi Bahan Bakar pada Sepeda Motor Dengan Menggunakan Bahan Bakar Alternatif.

Sepeda Motor Menggunakan Bahan Bakar Alternatif							
No.	Putaran Mesin (RPM)	Temperatur Mesin (°C)	Waktu Pengujian (detik)	Konsumsi bahan bakar (mL)			
				Proses Pengujian			Rata-rata
				I	II	III	
1.	1400	85°C	120 detik	4,2	4,4	4,7	4,43
2.	1800			6,4	6,9	6,3	6,53
3.	2200			8,0	7,5	7,9	7,8
4.	2600			8,3	8,6	8,5	8,46

Untuk hasil pengujian konsumsi bahan bakar menggunakan bahan bakar alternatif dari limbah plastik konsumsi bahan bakar pada putaran 1400 rpm, 4,43 ml, pada putaran 1800 rpm, 6,53 ml, pada putaran 2200 rpm, 7,8 ml, dan pada putaran 2600 rpm 8,46 ml.

Tabel 6. Pengujian Kandungan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Dengan Menggunakan Bahan Bakar Alternatif.

Sepeda Motor Menggunakan Bahan Bakar Alternatif											
No.	Putaran (RPM)	Temperatur Mesin (°C)	Waktu Pengujian (detik)	Kandungan HC (ppm)				Kandungan CO (%)			
				Proses Pengujian			Rata-rata	Proses Pengujian			Rata-Rata
				I	II	III		I	II	III	
1.	1400	85°C	120 detik	331	563	950	614,6	0,30	0,44	0,13	0,29
2.	1800			1000	2060	1797	1619	0,58	0,20	0,18	0,32
3.	2200			1671	1148	1113	1310,6	0,18	0,43	0,33	0,31
4.	2600			1246	1156	955	1119	0,22	0,14	0,65	0,33

Dari tabel hasil penelitian diatas di dapatkan analisis data pengujian tingkat kandungan emisi gas HC menggunakan bakar alternatif dari limbah plastik yaitu 614,6 ppm pada putaran 1400 rpm, 1619 ppm pada putaran 1800 rpm, 1310,6 ppm pada putaran 2200 rpm, 1119 ppm pada putaran 2600 rpm. Pada tingkat kandungan emisi gas HC menggunakan bakar bensin tanpa perlakuan yaitu 427,6ppm pada putaran 1400 rpm, 952,3 ppm pada putaran 1800 rpm, 146,6 ppm pada putaran 2200 rpm, 188 ppm pada putaran 2600 rpm.

## A. Analisis Data

### 1. Pengujian Hipotesis

Hipotesis untuk penelitian ini adalah terdapat pengaruh yang signifikan pada penggunaan bahan bakar

alternatif terhadap konsumsi bahan bakar dan kandungan emisi gas buang pada sepeda motor 4 tak.

Data hasil penelitian konsumsi bahan bakar dan kandungan emisi gas buang CO dan HC pada sepeda motor 4 tak dengan menggunakan bahan bakar bensin maupun bahan bakar alternatif dapat dilihat pada tabel 4 – 5. Namun untuk lebih detailnya penelitian ini, maka dilakukan uji statistik dengan rumus *uji t*. Pada proses penghitungan *uji t* hasil penelitian ini, maka akan dilakukan pencarian harga  $t_{hitung}$ . Dan hasil  $t_{hitung}$  akan dibandingkan dengan  $t_{tabel}$  untuk melihat taraf signifikannya. Harga  $t_{tabel}$  yang digunakan adalah pada taraf signifikan 5%. Berikut hasil analisis data kandungan emisi gas buang CO dan HC dengan menggunakan rumus:

$$t = \frac{(x - y) - (\mu x - \mu y)}{\sqrt{\frac{(nx - 1)sx^2 + (ny - 1)sy^2}{nx + ny - 2} \left( \frac{1}{nx} + \frac{1}{ny} \right)}}$$

Dimana :

$$H_0 : [(\mu x - \mu y) = 0]$$

$\bar{x}$  = Rata – rata sampel ke-1

$\bar{y}$  = Rata – rata sampel ke-2

$s_x^2$  = Standar deviasi sampel 1

$s_y^2$  = Standar deviasi sampel 2

$n_x$  dan  $n_y$  = Jumlah sampel

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - (\mu x - \mu y)}{\sqrt{\frac{(nx - 1)sx^2 + (ny - 1)sy^2}{nx + ny - 2} \left( \frac{1}{nx} + \frac{1}{ny} \right)}} \\
 &= \frac{4,9 - 4,43 - 0}{\sqrt{\frac{(3 - 1)0,01^2 + (3 - 1)0,2516^2}{3 + 3 - 2} \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \right)}} \\
 &= \frac{0,47 - 0}{\sqrt{\frac{0,0002 + 0,1266}{4} \sqrt{\frac{2}{3}}}} \\
 &= \frac{0,47}{\sqrt{\frac{0,1268}{4} \times 0,81650}} \\
 &= \frac{0,47}{\sqrt{0,037 \times 0,81650}} \\
 &= \frac{0,47}{0,1570} \\
 &= 2,993
 \end{aligned}$$

Dari hasil penelitian diatas didapatkan nilai  $t_{hitung}$  2,993 yang lebih besar dari  $t_{tabel}$  2,920 (*signifikan*).



## 2. Analisa Data Konsumsi Bahan Bakar dan Kandungan Emisi Gas Buang CO dan HC

### a. Analisis Data Konsumsi Bahan bakar

Tabel 7. Analisa data konsumsi bahan bakar menggunakan bahan bakar bensin dibandingkan menggunakan bahan bakar alternatif

Analisa Data Konsumsi Bahan Bakar Menggunakan Bahan Bakar Bensin Vs Menggunakan Bahan Bakar Alternatif									
Putaran	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$n_x$	$n_y$	$S_x$	$S_y$	$T_{tes}$	$T_{tabel}$	Signifikansi
1400	4,9	4,43	3	3	0,01	0,2516	9,993	2,920	Signifikan
1800	7,66	6,53	3	3	0,1586	0,1334	3,633	2,920	Signifikan
2200	7,5	7,8	3	3	0,2645	0,2645	-0,714	2,920	tidak
2600	7,96	8,5	3	3	0,3215	0,1529	-2,627	2,920	tidak

Dari hasil analisa tabel diatas didapat hasil perhitungan menggunakan t-test Lipson kemudian dibandingkan dengan t-tabel (2,920) didapatkan hasil t-tes konsumsi bahan bakar pada putaran 1400 Rpm yaitu 2,920 (Signifikan), pada putaran 1800 Rpm yaitu 3,633 (Signifikan), pada putaran 2200 Rpm yaitu -0,714 (Tidak Signifikan), dan pada putaran 2600 Rpm yaitu -2,627 ( Tidak Signifikan)

### b. Analisa Data Emisi Gas Buang CO

Tabel 8. Analisa data emisi gas buang menggunakan bahan bakar bensin dibandingkan menggunakan bahan bakar alternatif

Analisa data emisi gas buang CO menggunakan bahan bakar bensin Vs menggunakan bahan bakar alternatif									
Putaran	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$n_x$	$n_y$	$S_x$	$S_y$	$T_{tes}$	$T_{tabel}$	Signifikansi
1400	2,73	0,29	3	3	0,4306	0,1552	9,233	2,920	Signifikan
1800	2,92	0,32	3	3	0,4346	0,3952	7,669	2,920	Signifikan
2200	2,14	0,31	3	3	0,1571	0,1258	15,85	2,920	Signifikan
2600	2,09	0,33	3	3	0,7562	0,2262	3,321	2,920	Signifikan

Dari hasil analisa tabel diatas didapat hasil perhitungan menggunakan t-test Lipson kemudian dibandingkan dengan t-tabel (2,920) didapatkan hasil t-tes emisi gas buang CO pada putaran 1400 Rpm yaitu 9,233 (Signifikan), pada putaran 1800 Rpm yaitu 7,669 (Signifikan), pada putaran 2200 Rpm yaitu 15,85 (Signifikan), dan pada putaran 2600 Rpm yaitu 3,321 ( Signifikan).

### c. Analisa Data Emisi Gas Buang HC

Tabel 9: analisa data emisi gas buang HC menggunakan bahan bakar bensin

Vs menggunakan bahan bakar alternatif

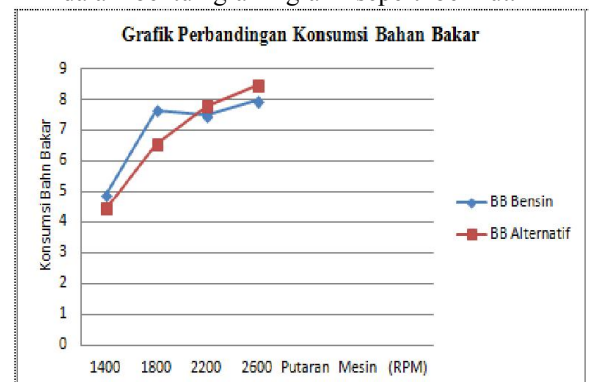
Analisa data emisi gas buang HC menggunakan bahan bakar bensin Vs menggunakan bahan bakar alternatif									
Putaran	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$n_x$	$n_y$	$S_x$	$S_y$	$T_{tes}$	$T_{tabel}$	Signifikansi
1400	427,6	614,6	3	3	111,30	2640,62	-0,122	2,920	Tidak Signifikan
1800	952,3	1619	3	3	415,41	551,96	-1,671	2,920	Tidak Signifikan
2200	146,6	1310,6	3	3	79,532	258,15	-7,463	2,920	Tidak Signifikan

Dari hasil analisa tabel diatas didapat hasil perhitungan menggunakan t-test Lipson kemudian dibandingkan dengan t-tabel (2,920) didapatkan hasil t-tes emisi gas buang HC pada putaran 1400 Rpm yaitu -0,122 (Tidak Signifikan), pada putaran 1800 Rpm yaitu -1,671 (Tidak Signifikan), pada putaran 2200 Rpm yaitu -7,463 ( Tidak Signifikan), dan pada putaran 2600 Rpm yaitu -10,23 ( Tidak Signifikan).

## 3. Konsumsi Bahan Bakar

### a. Konsumsi Bahan Bakar

Berdasarkan hasil pengujian emisi gas buang yang telah dilakukan, maka dapat di konversi ke dalam bentuk grafik-grafik seperti berikut.



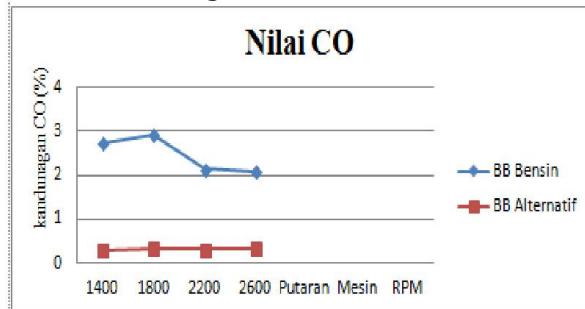
Gambar 10. Grafik konsumsi bahan bakar menggunakan bahan bakar bensin dan menggunakan bahan bakar alternatif pada sepeda motor empat langkah.

Berdasarkan grafik di atas konsumsi bahan bakar menggunakan bahan bakar premium dan bahan bakar alternatif terdapat perbedaan konsumsi bahan bakar pada setiap putaran yaitu pada bahan bakar bensin pada 1400 rpm, 4,9 ml, pada bahan bakar alternatif pada putaran 1400 rpm, 4,43 ml, bahan bakar bensin pada putaran 1800 rpm, 7,66 ml, sedangkan pada bahan bakar alternatif pada putaran 1800 rpm, 6,53 ml, bahan bakar bensin pada putaran 2200 rpm, 7,5 ml, pada bahan bakar alternatif pada putaran 2200 rpm, 7,8 ml, dan bahan bakar bensin pada putaran 2600 rpm 7,96 ml, pada bahan bakar alternatif pada putaran 2600 rpm 8,46

ml. Dari grafik diatas juga dapat dilihat bahwasannya terdapat penurunan rata- rata konsumsi bahan bakar setelah menggunakan bahan bakar alternatif 14,061 %

Pada tabel 5 dan 7 telah didapatkan hasil penelitian konsumsi bahan bakar dengan menggunakan bahan bakar bensin dan bahan bakar alternatif dengan putaran yang bervariasi, tapi untuk lebih jelasnya penelitian ini, maka dilakukan uji statistik dengan rumus uji t, setelah dilakukan uji t pada hasil penelitian ini, maka didapatkan hasil  $t_{hitung}$ . Setelah dilakukan analisis data dengan uji t pada hasil pengujian konsumsi bahan bakar, didapatkan hasil  $t_{hitung}$  dengan analisis data pada taraf signifikan 5 %.

#### 4. Emisi Gas Buang CO



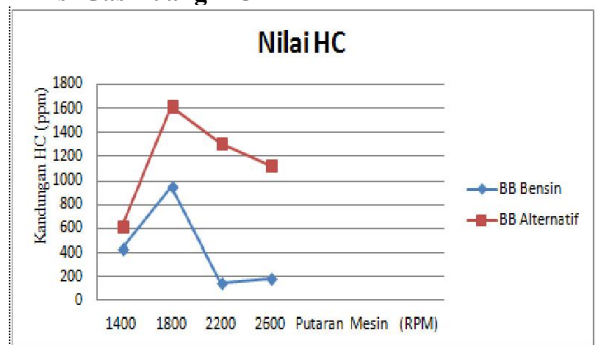
Gambar 11. Grafik kandungan emisi gas buang nilai CO dengan bahan bakar bensin dan bahan bakar alternatif.

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan penurunan nilai CO yang sangat jauh pada kandungan emisi gas buang dengan menggunakan bahan bakar alternatif pada sepeda motor empat langkah pada setiap putaran baik pada putaran 1400 rpm, 1800 rpm, 2200 rpm, dan pada 2600 rpm. Pada nilai CO dengan bahan bakar bensin pada putaran 1400 rpm, 2,73 %, sedangkan pada bahan bakar alternatif pada putaran 1400 rpm, 0,29 %, bahan bakar bensin pada putaran 1800 rpm, 2,93 %, sedangkan pada bahan bakar alternatif pada putaran 1800 rpm, 0,32 %, bahan bakar bensin pada putaran 2200 rpm, 2,14%, sedangkan pada bahan bakar alternatif pada putaran 2200 rpm, 0,31 %, dan bahan bakar bensin pada putaran 2600 rpm 2,09 %, sedangkan pada bahan bakar alternatif pada putaran 2600 rpm 0,33 %. Dari grafik diatas juga dapat dilihat bahwasannya terdapat penurunan rata- rata konsumsi bahan bakar setelah menggunakan bahan bakar alternatif 85,515 % untuk lebih jelasnya

Pada tabel 3 dan 5 telah didapatkan hasil penelitian kandungan emisi gas buang CO dan HC dengan menggunakan bahan bakar bensin dan bahan bakar alternatif dengan putaran yang bervariasi, tapi untuk lebih jelasnya penelitian ini, maka dilakukan uji statistik dengan rumus uji t, setelah dilakukan uji t pada hasil penelitian ini, maka didapatkan hasil  $t_{hitung}$ . Setelah dilakukan analisis data dengan uji t pada hasil pengujian kandungan emisi gas buang CO,

didapatkan hasil  $t_{hitung}$  dengan analisis data pada taraf signifikan 5 %.

#### 5. Emisi Gas Buang HC



Gambar 12. Grafik kandungan emisi gas buang nilai HC dengan bahan bakar bensin dan bahan bakar alternatif.

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan meningkatnya nilai HC pada kandungan emisi gas buang dengan menggunakan bahan bakar alternatif pada sepeda motor empat langkah pada setiap putaran baik pada putaran 1400 rpm, 1800 rpm, 2200 rpm, dan pada 2600 rpm. Nilai HC dengan bahan bakar bensin pada putaran 1400 rpm, 427,6 ppm, sedangkan pada bahan bakar alternatif pada putaran 1400 rpm, 614,6 ppm, bahan bakar bensin pada putaran 1800 rpm, 952,3 ppm, sedangkan pada bahan bakar alternatif pada putaran 1800 rpm, 1619 ppm, bahan bakar bensin pada putaran 2200 rpm, 146,6 ppm, sedangkan pada bahan bakar alternatif pada putaran 2200 rpm, 1310,6 ppm, dan bahan bakar bensin pada putaran 2600 rpm 188 ppm, sedangkan pada bahan bakar alternatif pada putaran 2600 rpm 1119 ppm. Dari grafik diatas juga dapat dilihat bahwasannya terdapat penurunan rata- rata konsumsi bahan bakar setelah menggunakan bahan bakar alternatif -350,73 %

Pada tabel 4 dan 6 telah didapatkan hasil penelitian kandungan emisi gas buang CO dan HC dengan menggunakan bahan bakar bensin dan bahan bakar alternatif dengan putaran yang bervariasi, tapi untuk lebih jelasnya penelitian ini, maka dilakukan uji statistik dengan rumus uji t, setelah dilakukan uji t pada hasil penelitian ini, maka didapatkan hasil  $t_{hitung}$ . Setelah dilakukan analisis data dengan uji t pada hasil pengujian kandungan emisi gas buang HC, didapatkan hasil  $t_{hitung}$  dengan analisis data pada taraf signifikan 5 %.

#### B. Pembahasan

Sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai, yaitu untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan bahan bakar alternatif terhadap konsumsi bahan bakar dan kandungan emisi gas buang pada sepeda motor 4 tak. Pada penelitian yang telah dilaksanakan, pengujian pada putaran mesin 1400 Rpm, 1800 Rpm, 2200 rpm dan 2600Rpm yang pada

setiap putaran tiga kali dilakukan pengujian untuk kemudian diambil nilai rata-ratanya, inilah yang digunakan dalam hasil analisis data.

*a. Konsumsi Bahan Bakar*

- 1) Menggunakan bahan bakar bensin dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar alternatif

Berdasarkan hasil analisis data pada tabel 3 dan 5 diatas, perbandingan konsumsi bahan bakar dengan menggunakan bahan bakar bensin dan bahan bakar alternatif yang dihitung menggunakan uji t dengan cara mencari  $t_{hitung}$ . Pada Rpm 1400 didapatkan nilai  $t_{hitung}$  9,993, Rpm 1800 didapatkan nilai  $t_{hitung}$  2,920, Rpm 2200 didapatkan nilai  $t_{hitung}$  -0,714 dan Rpm 2600 didapatkan nilai  $t_{hitung}$  -2,627. Data-data tersebut dikatakan signifikan pada putaran 1400 Rpm dan 1800 Rpm. Sedangkan data yang tidak signifikan terdapat pada putaran 2200 Rpm dan 2600 Rpm karena  $t_{hitung}$  lebih kecil dari  $t_{tabel}$  (2,920).

*b. Carbon Monoxide (CO)*

1. Menggunakan bahan bakar bensin dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar alternatif

Berdasarkan hasil analisis data pada tabel 4 dan 6 diatas, perbandingan emisi CO dengan menggunakan bahan bakar bensin dan bahan bakar alternatif yang dihitung menggunakan uji t dengan cara mencari  $t_{hitung}$ . Pada Rpm 1400 didapatkan nilai  $t_{hitung}$  9,233, Rpm 1800 didapatkan nilai  $t_{hitung}$  7,669, Rpm 2200 didapatkan nilai  $t_{hitung}$  15,85 dan Rpm 2600 didapatkan nilai  $t_{hitung}$  -3,321. Data-data tersebut dikatakan signifikan pada putaran 1400 Rpm, 1800 Rpm 2200 Rpm, 2600 Rpm karena  $t_{hitung}$  lebih besar dari  $t_{tabel}$  (2,920).

*c. Hydrocarbons (HC)*

1. Menggunakan bahan bakar bensin dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar alternatif

Berdasarkan hasil analisis data pada tabel 4 dan 6 diatas, perbandingan emisi HC dengan menggunakan bahan bakar bensin dan bahan bakar alternatif yang dihitung menggunakan uji t dengan cara mencari  $t_{hitung}$ . Pada Rpm 1400 didapatkan nilai  $t_{hitung}$  -0,122, Rpm 1800 didapatkan nilai  $t_{hitung}$  -1,671, Rpm 2200 didapatkan nilai  $t_{hitung}$  -7,463 dan Rpm 2600 didapatkan nilai  $t_{hitung}$  -10,23. Data-data tersebut dikatakan tidak signifikan pada putaran 1400 Rpm, 1800 Rpm 2200 Rpm, 2600 Rpm karena  $t_{hitung}$  lebih kecil dari  $t_{tabel}$  (2,920).

## V. PENUTUP

## A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan di Workshop Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, didapatkan hasil analisis data di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan pengujian bahan bakar alternatif dari limbah plastik pada sepeda motor Revo 110 CC, secara umum bahan bakar alternatif dari limbah plastik ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif akan tetapi, pada putaran tinggi pada saat penggunaan bahan bakar alternatif cenderung mesin tidak konstan.
2. Setelah dilakukan pengujian konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada sepeda motor empat langkah dengan menggunakan bahan bakar alternatif dari limbah plastik, disimpulkan bahwa dengan pemakaian bahan bakar alternatif apabila dilihat tingkat konsumsi bahan bakar pada bahan bakar Alternatif terdapat penurunan konsumsi bahan 14,061 %. Setelah dilakukan pengukuran kandungan emisi gas buang dengan bahan bakar alternatif maka kadar gas emisi CO turun 85,515 % dan pada kadar emisi gas HC lebih cenderung meningkat -350,37 %.

## B. Saran

Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian ini, pada prinsipnya masih terdapat kekurangan. Untuk ini perlu beberapa hal yang akan penulis sarankan diantaranya adalah:

1. Untuk ke depannya sebaiknya perlu dilakukan penelitian untuk menaikkan angka oktan bahan bakar alternatif dari limbah plastik.
2. Dilakukan penelitian pengujian bahan bakar alternatif dari limbah plastik terhadap torsi dan power pada sepeda motor empat langkah.
3. Penelitian pada kandungan emisi gas buang sebaiknya dilakukan pada semua kandungan emisi gas seperti CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> dan kandungan emisi lainnya.
4. Kesempurnaan dalam penggunaan alat ukur dan ketelitian dalam pembacaannya sangat diutamakan, karena hal ini dapat berpengaruh terhadap data hasil pengujian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wisnu, Wardhana (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi offset.
- [2] Ahmad Fauzien. (2008). *Analisis Penggunaan Venturi*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [3] Allan Bonnick. (2008). *Automotive Science and Mathematics*. Elsevier Ltd: Hungary
- [4] Anas Sudiyono. (2003). *Pengantar Statistik Dasar*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- [5] Astra International. *Manual Book Revo 110*. PT. Astar International: Jakarta.
- [6] Arikunto, Suharsimi. (2000). *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta

- [7] Arya Wardana, Wisnu. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan (Edisi Revisi)*. ED. III. Yogyakarta: Andi.
- [8] Awal Syahrani. (2006). *Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi*. Jurnal Smartek. Vol. 4, No. 4, Nopember 2006.
- [9] Budiyantoro, C. (2010). *Thermoplastik dalam Industri*, Teknik Media, Surakarta
- [10] Budi Untoro. (2013). *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak*
- [11] Dicky Maryanto, dkk. (2009). *Penurunan Kadar Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Dengan Penambahan Arang Aktif Pada Kendaraan Bermotor di Yogyakarta*. Jurnal Kesmas UAD. Vol. 3, No. 3 September 2009.
- [12] Fardiaz, Srikandi. (1992). ***Polusi Air dan Udara***. Bogor: Kanisius.
- [13] Gupta. (2009). *Fundamentals of Internal Combustion Engine*. Kamal Road Industrial: New Delhi.
- [14] Jalius Jama, Wagino. (2008). *Teknik Sepeda Motor Jilid 1*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan: Jakarta.
- [15] Lipson, Charles (1973). *Statistical Design and Analysis of Engineering Experiment*. Tokyo: McGraw-Hill.
- [16] Maryanto, Mulasari & Suryani. (2009). "Penurunan Kadar Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) dengan Penambahan Arang Aktif pada Kendaraan Bermotor di Yogyakarta". *Jurnal KES MAS*. Vol. 3, No. 3. Hlm. 198 - 205.
- [17] Prastya, susilo & mustofa (2013) "Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Biogas terhadap Emisi Gas Buang Mesin Generator Set". *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* Vol. 1 No. 2, Juni 2013, 77-84.
- [18] Sugiyono. (2012) *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- [19] Suriansyah. (2011). "Pengaruh Medan Elektromagnet terhadap Emisi Gas Buang pada Motor Bensin 4 Tak 1 Silinder". *Jurnal PROTON*. Vol. 3, No. 1. Hlm. 19 – 24.
- [20] W. Pulkraber. (2004). *Engineering Fundamental of Internal Combustion Engine*. New Jersey: Pearson Prentice-Hall.