



**PENGARUH TEMPERATUR PIPA KATALIS *HYDROCARBON*  
*CRACKING SYSTEM* TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR  
BENSIN BERBAHAN BAKAR PERTALITE**

**SKRIPSI**

Oleh :

**NOVERICO CAHYA UTAMA  
131910101065**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**



**PENGARUH TEMPERATUR PIPA KATALIS *HYDROCARBON*  
*CRACKING SYSTEM* TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR  
BENSIN BERBAHAN BAKAR PERTALITE**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat

Untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)

Dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh :

**NOVERICO CAHYA UTAMA  
131910101065**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

## PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga karya tulis ini dapat terselesaikan. Semoga setiap untaian kata didalamnya dapat menjadi persembahan sebagai ungkapan atas segala rasa sayang dan terima kasih kepada :

1. Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar.
2. Kedua orang tuaku, Bapak Purdoyo, Ibu Sudarmi dan adiku Ayunda Putri yang tiada henti memberikan dukungan moral dan moril demi kesuksesan penulis.
3. Keluarga besar Teknik Mesin angkatan 2013 dan 2012 yang memberikan pengalaman, pengetahuan dan makna pertemanan.
4. Teman – teman angkriangan Fc yang selalu menghibur dan memberi semangat.
5. Teman – teman B\_18 *Coffee & Bar* yang turut membantu terselesaikannya skripsi ini.
6. Teman – teman KKN Desa Kapongan, Kecamatan Kapongan, Kabupaten Situbondo yang selalu memberi semangat.
7. Almamater tercinta Universitas Jember, khususnya Fakultas Teknik yang memberikan banyak pengalaman dan ilmu tentang kehidupan bersama.

**HALAMAN MOTTO**

*“Janganlah membanggakan dan meyombongkan diri apa-apa yang kita peroleh, turut dan ikutilah ilmu padi makin berisi makin tunduk dan makin bersyukur kepada yang menciptakan kita Allah SWT”*

*“Lakukan hal – hal yang kau pikir tidak biasa kau lakukan”*  
(Eleanor Roosevelt)

*“Segala sesuatu yang biasa kau bayangkan adalah nyata”*  
(Pablo Picasso)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Noverico Cahya Utama**

NIM : **131910101065**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: **“PENGARUH TEMPERATUR PIPA KATALIS *HYDROCARBON CRACKING SYSTEM* TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENSIN BERBAHAN BAKAR PERTALITE”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 1 Januari 2018

Yang Menyatakan

Noverico Cahya Utama  
NIM 131910101065

**SKRIPSI**

**PENGARUH TEMPERATUR PIPA KATALIS *HYDROCARBON*  
*CRACKING SYSTEM* TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR  
BENSIN BERBAHAN BAKAR PERTALITE**

Oleh :  
**Noverico Cahya Utama**  
**NIM. 1319101065**

**Pembimbing**

Pembimbing Utama : Dr. Robertoes Koekoeh Koenjtoro W, S.T., M.Eng  
Pembimbing Anggota : Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T

**PROGRAM STUDI STARTA 1 TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2018**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “**PENGARUH TEMPERATUR PIPA KATALIS HYDROCARBON CRACKING SYSTEM TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENSIN BERBAHAN BAKAR PERTALITE**” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari :  
Tanggal :  
Tempat :

Tim penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Robertoes Koekoeh K. W., S.T., M.Eng  
NIP.19670708 199412 1 001  
Anggota I,

Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.  
NIP. 19711114 199903 1 002  
Anggota II,

Dedi Dwilaksana, S.T., M.T.  
NIP.19691201 199602 1 001

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.  
NIP.19681205 199702 1 002

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Jember

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.  
NIP.19661215 199503 2 001



## RINGKASAN

**PENGARUH TEMPERATUR PIPA KATALIS *HYDROCARBON CRACKING SYSTEM* TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENSIN BERBAHAN BAKAR PERTALITE** : Noverico Cahya Utama; 131910101065; 2017; 75 Halaman; Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

Untuk meningkatkan unjuk kerja dari sebuah kendaraan dilakukan berbagai cara, salah satunya dengan sistem HCS (*Hydrocarbon Cracking System*). HCS (*Hydrocarbon Cracking System*) merupakan sebuah inovasi untuk meningkatkan performa dan unjuk kerja kendaraan bermotor, dengan memanfaatkan kandungan hidrokarbon dalam bahan bakar (pertalite). Cara kerja HCS adalah dengan memanfaatkan bahan bakar masuk ke dalam ruang bakar akan dipanaskan dengan media pipa katalis tembaga sehingga terjadi proses *cracking* didalamnya, dengan proses *cracking* akan terjadi penguraian atau pemecahan molekul - molekul senyawa hidrokarbon yang besar menjadi molekul - molekul senyawa yang lebih kecil. Dari hasil *Cracking* bahan bakar itu membuat campuran bahan bakar dan udara menjadi lebih ideal dan proses pembakaran pada motor bakar akan mendekati ideal.

Dengan menggunakan sistem HCS mampu meningkatkan performa dari kendaraan bermotor. Dengan menggunakan metode eksperimental dengan variasi pengujian kontrol suhu pada pipa katalis 100 °C, 125 °C dan 150 °C dengan putaran mesin 3000 sampai 7000 rpm dan sebagai perbandingan kendaraan dalam kondisi standart. Pengujian ini menggunakan alat uji *dyno test* dan *gas analyzer* untuk mengetahui daya, torsi, emisi gas buang dan laju konsumsi yang dilakukan pada motor Honda supra x 125.

Hasil pengujian didapatkan dengan kontrol suhu yang dilakukan pada pipa katalis dapat meningkatkan performa kendaraan dan dapat menurunkan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Pada pengujian nilai torsi maksimum dengan menggunakan *dyno test*, penggunaan katalis dengan kontrol suhu 150 °C menunjukkan nilai torsi rata-rata yang paling tinggi yaitu 8,3 N.m.



Nilai emisi gas buang yang dihasilkan pada pengujian dengan gas analyzer menunjukkan dengan menggunakan pipa katalis dapat mereduksi kandungan gas HC hingga 281.4 ppm dan CO hingga 3,65%. Pada pengujian laju konsumsi bahan bakar penambahan kontrol suhu pada katalis 100 °C ini menunjukkan hasil yang baik, karena dengan kontrol suhu katalis 100 °C laju bahan bakar mampu mencapai waktu 145,196 ml/detik

Penambahan kontrol suhu pada pipa katalis dengan bentuk *annulus konsentris* pada HCS reaksi *cracking* bahan bakar yang terjadi lebih merata, sehingga bahan bakar akan terurai menjadi molekul molekul yang lebih kecil dengan sempurna dan campuran bahan bakar dengan udara menjadi lebih ideal, dengan campuran bahan bakar yang lebih ideal maka proses pembakaran pada ruang bakar akan berlangsung mendekati sempurna.

## SUMMARY

**INFLUENCE OF TEMPERATURE HYDROCARBON CRACKING SYSTEM PATTERN WORK ON THE PERFORMANCE OF FUEL MOTOR FUEL PERTALITE** : Noverico Cahya Utama; 131910101065; 2017; 75 Pages; Department of Mechanical Engineering University of Jember.

To improve the performance of a vehicle done a variety of ways, one with the HCS system (Hydrocarbon Cracking System). HCS (Hydrocarbon Cracking System) is an innovation to improve motor vehicle performance and performance, utilizing hydrocarbon content in fuel (pertalite). How HCS works is to utilize the fuel into the combustion chamber will be heated with copper catalyst pipe media so that there cracking process therein, with the cracking process will occur decomposition or breaking the molecules - molecules of large hydrocarbons into smaller molecules - compounds. From the results of cracking the fuel that makes the mixture of fuel and air to be more ideal and combustion process in motor fuel will be close to ideal.

By using the HCS system can improve the performance of motor vehicles. Using experimental method with variation of temperature control testing on catalyst pipe 100 0C, 125 0C and 150 0C with engine speed 3000 to 7000 rpm and for comparison of vehicles in standard condition. This test uses test dyno test and gas analyzer to determine the power, torque, exhaust emissions and consumption rate performed on Honda supra x 125 motor.

Test results obtained with temperature control performed on the catalyst pipe can improve vehicle performance and can reduce fuel consumption and exhaust emissions. In testing the maximum torque value using the dyno test, the use of a catalyst with a temperature control of 150 0C shows the highest average torque value of 8.3 N.m.

The value of exhaust emissions generated in the test by gas analyzer showed by using catalyst pipe to reduce the gas content of HC up to 281.4 ppm and CO up to 3.65%. At pangujian the rate of fuel consumption increase temperature control on the catalyst 100 0C is a good result, because with the temperature control catalyst 100 0C fuel rate can reach time 145,196 ml / second.

The addition of temperature controls to the catalyst pipe with concentric annular form to the fuel-soluble cracking HCS occurs more evenly, so that the fuel decomposes into molecules of smaller molecules perfectly and the fuel mixture with air becomes more ideal, with a mixture of more fuel ideal then the combustion process in the combustion chamber will last near perfect

## PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT. atas segala berkat, bimbingan, serta rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi tentang “Analisis Pengaruh Panjang Pipa Katalis Annulus Konsentris Pada HCS (*Hydrocarbon Cracking System*) Terhadap Unjuk Kerja Motor 4-Langkah”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Pada kesempatan ini pula penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah M.U.M. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Hari Arbiantara Basuki, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Fakultas Teknik Mesin Universitas Jember.
3. Bapak Hari Sutjahjono, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi S1 Fakultas Teknik Mesin Universitas Jember.
4. Bapak Dr. Robertoes Koekoeh Koentjoro W, S.T., M.Eng dan Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama dan dosen pembimbing anggota dari Fakultas Teknik Mesin Universitas Jember.
5. Bapak Dedi Dwilaksana S.T., M.T. dan Bapak Hari Sutjahjono, S.T., M.T. selaku dosen penguji I dan dosen penguji II dari Fakultas Teknik Mesin Universitas Jember.
6. Bapak Muammar Khadifi, S.T., M.T selaku dosen pembimbing akademik dari Fakultas Teknik Mesin Universitas Jember.
7. Keluarga besar Teknik Mesin Universitas Jember angkatan 2013 yang telah memberikan bantuan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam terselesaikannya skripsi ini

Penulis menyadari bahwa sebagai manusia biasa tidak terlepas dari keterbatasan, yang biasanya akan mewarnai kadar ilmiah dari skripsi ini. Oleh karena itu penulis selalu terbuka terhadap masukan dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun untuk mendekati kesempurnaan. Tidak lupa penulis menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya jika terdapat kesalahan dan kekeliruan. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat menjadi bahan acuan yang bermanfaat di kemudian hari.

Jember, 1 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ix</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan dan Manfaat</b> .....	<b>2</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Ketersediaan Bahan Bakar di Indonesia</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2 Bahan Bakar</b> .....	<b>6</b>
2.2.1 Pertalite .....	<b>9</b>
2.2.2 Pertalite .....	<b>10</b>
2.2.3 Pertamina .....	<b>11</b>
<b>2.3 Unjuk Kerja Motor Bakar</b> .....	<b>12</b>
2.3.1 Daya dan Torsi .....	<b>12</b>
2.3.2 Konsumsi Bahan Bakar .....	<b>12</b>
<b>2.3.3 Emisi Gas Buang</b> .....	<b>12</b>



2.4 Katalis .....	13
2.5 Hydrocarbon Cracking System (HCS) .....	15
2.6 Hipotesa .....	19
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Metode Penelitian .....	22
3.2 Waktu dan Tempat .....	22
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	22
3.3.1 Alat Penelitian .....	22
3.3.2 Bahan .....	24
3.4 Variabel Pengukuran .....	24
3.4.1 Variabel Bebas .....	24
3.4.2 Variabel Terikat .....	25
3.5 Rancangan Penelitian .....	25
3.6 Prosedur Penelitian .....	27
3.7 Desain Pipa Katalis dan Rangkaian <i>Heater</i> .....	30
3.8 Skema Pemasangan <i>Hydrocarbon Cracking System</i> (HCS) .....	31
3.9 Skema Flow Chart Alur Penelitian .....	32
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1 Data Hasil Penelitian .....	32
4.1.1 Analisa Daya dan Torsi .....	32
4.1.2 Analisa Konsumsi Bahan Bakar .....	36
4.1.3 Analisa Emisi Gas Buang.....	39
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN A Tabel Data Pengujian Emisi Gas Buang .....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN B Tabel Data Pengujian Konsumsi Bahan Bakar .....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN C Tabel Data Pengujian Daya dan Torsi .....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN D Hasil pengujian <i>Dynotest</i> .....</b>	<b>64</b>

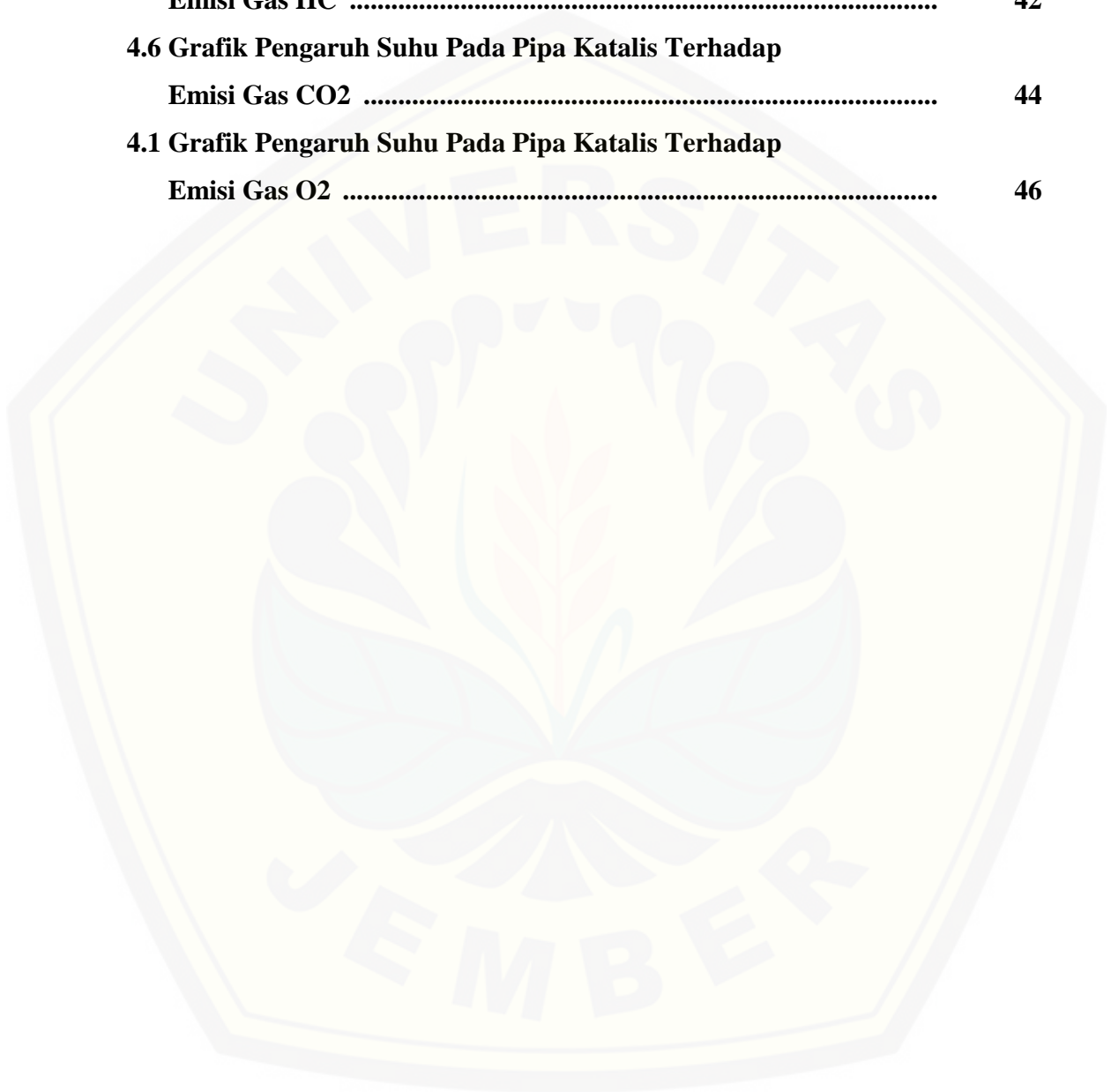
<b>LAMPIRAN E Proses Pengujian .....</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN F Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>70</b>



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Produksi Minyak Bumi di Indonesia .....	5
2.2 Cadangan Minyak dan Gas Bumi di Indonesia .....	6
2.3 Perbandingan Daya dengan Bahan Bakar Premium, Pertalite dan Pertamina .....	7
2.4 Perbandingan Torsi dengan Bahan Bakar Premium, Pertalite dan Pertamina .....	7
2.5 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar dengan Bahan Bakar Premium, Pertalite dan Pertamina .....	8
2.6 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik dengan Bahan Bakar Premium, Pertalite dan Pertamina .....	8
2.7 Grafik Penurunan Konsentrasi Gas CO .....	14
2.8 Grafik Penurunan Konsentrasi Gas HC .....	14
2.9 Grafik Daya Mesin .....	15
2.10 Grafik Emisi Gas CO .....	16
2.11 Grafik Emisi Gas HC .....	17
2.12 Grafik Emisi Gas CO <sub>2</sub> .....	17
2.13 Grafik Emisi Gas O <sub>2</sub> .....	18
3.1 Desain Pipa Katalis <i>Hydrocarbon Cracking System</i> (HCS).....	30
3.2 Desain Pipa Katalis Dengan Heater.....	30
3.3 Skema Pemasangan <i>Hydrocarbon Cracking System</i> (HCS).....	31
3.4 Rangkaian Termokontrol .....	31
3.5 Flow Chart Alur Penelitian .....	32
4.1 Grafik Pengaruh Suhu Pada Pipa Katalis Terhadap Daya .....	34
4.2 Grafik Pengaruh Suhu Pada Pipa Katalis Terhadap Torsi .....	36
4.3 Grafik Pengaruh Suhu Pada Pipa Katalis Terhadap Waktu Konsumsi Bahan Bakar .....	38

<b>4.4 Grafik Pengaruh Suhu Pada Pipa Katalis Terhadap</b>	
<b>Emisi Gas CO .....</b>	<b>40</b>
<b>4.5 Grafik Pengaruh Suhu Pada Pipa Katalis Terhadap</b>	
<b>Emisi Gas HC .....</b>	<b>42</b>
<b>4.6 Grafik Pengaruh Suhu Pada Pipa Katalis Terhadap</b>	
<b>Emisi Gas CO<sub>2</sub> .....</b>	<b>44</b>
<b>4.1 Grafik Pengaruh Suhu Pada Pipa Katalis Terhadap</b>	
<b>Emisi Gas O<sub>2</sub> .....</b>	<b>46</b>



DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>2.1 Karakteristik Kandungan Bahan Bakar Premium .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Karakteristik Kandungan Bahan Bakar Pertalite .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Karakteristik Kandungan Bahan Bakar Pertamax .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Rata – Rata Hasil Pengujian Daya .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Rata – Rata Hasil Pengujian Torsi.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2 Rata – Rata Hasil Pengujian Waktu Konsumsi Bahan Bakar .....</b>	<b>35</b>
<b>4.3 Rata – Rata Hasil Pengujian Rata – Rata Hasil Pengujian Emisi Gas CO .....</b>	<b>37</b>
<b>4.4 Rata – Rata Hasil Pengujian Rata – Rata Hasil Pengujian Emisi Gas HC .....</b>	<b>39</b>
<b>4.5 Rata – Rata Hasil Pengujian Rata – Rata Hasil Pengujian Emisi Gas CO<sub>2</sub> .....</b>	<b>42</b>
<b>4.6 Rata – Rata Hasil Pengujian Rata – Rata Hasil Pengujian Emisi Gas O<sub>2</sub> .....</b>	<b>46</b>

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada kehidupan sehari-hari kita dapat melihat berbagai jenis kendaraan bermotor. Dunia industri otomotif semakin marak dengan keluarnya kendaraan bermotor yang semakin terbaru. Bahan bakar pada penggunaan kendaraan bermotor yang menjadi masalah sekarang ini. Semakin mahal harga bahan bakar yang dikeluarkan pemerintah untuk setiap tahunnya. Bahan bakar minyak merupakan salah satu sumber daya energi, contoh penggunaan sumber daya energi adalah penggunaan bahan bakar minyak di bidang otomotif (Pratama dkk, 2016).

Pembakaran adalah reaksi kimia yang cepat pada temperatur tinggi antara oksigen dengan unsur-unsur bahan bakar yang dapat terbakar (Sabarudin, 2012). Pada kendaraan bermotor khususnya sepeda motor bahan bakar yang sering digunakan adalah premium, pertalite dan pertamax. Penggunaan bahan bakar juga mempengaruhi proses pembakaran pada kendaraan tersebut. Nilai oktan dari bahan bakar berbeda tergantung dari gugus senyawa yang terkandung dari bahan bakar. Premium memiliki nilai oktan 88, pertamax memiliki nilai oktan 92 dan pertalite memiliki nilai oktan 90. Hasil pembakaran yang dihasilkan dari pertalite lebih sempurna dibandingkan premium dan kualitas yang hampir sama dengan pertamax (Ariawan dkk, 2016).

Banyak upaya yang dilakukan untuk mengurangi jumlah konsumsi bahan bakar dalam menghemat penggunaan bahan bakar pada kendaraan bermotor. Pentingnya penghematan terhadap bahan bakar yang menghasilkan pembakaran ideal dan rendah emisi dapat disimpulkan mengurangi pemborosan energi dan melindungi lingkungan dari pencemaran (Pratama dkk, 2016). Penghematan bahan bakar yang dapat dilakukan ada beberapa metode yang meliputi metode magnet, metode pemanasan (*heater*), metode gabungan (variasi pemanasan dan elektromagnetik), metode *cyclone*, metode peningkatan kadar oktan bahan bakar, metode penambahan pasokan udara, dan metode kondisi mesin (Sudirman, 2006).



Beberapa penelitian tentang penggunaan katalis dengan memanfaatkan hidrokarbon yang terkandung pada bahan bakar. Pemecahan atom hidrogen (H) dan karbon (C) dengan menggunakan pipa katalis yang dipanaskan dengan sistem *Hydrocarbon Cracking System* (Abdillah, 2014). Katalis dapat membuat jumlah molekul bahan bakar yang terbakar menjadi lebih banyak dan perbandingan antara bahan bakar dan udara mendekati nilai yang ideal (Octavio, 2009). Dari hasil penggunaan katalis broquet mampu menghemat bahan bakar sebesar 15% dan power meningkat 5% - 10% karena pembakaran yang sempurna (Saputra dan Hazwi, 2016). Proses pembakaran yang sempurna menjadikan emisi gas buang berkurang sampai 50% - 70% (Saputra dan Hazwi, 2016).

Penghematan bahan bakar dengan sistem *Hydrocarbon Cracking System* (HCS) tergantung pada diameter pipa katalis, panjang pipa katalis, volume uap dan aliran uap hidrokarbon (Raharjo dan Solechan, 2013). *Hydrocarbon crack system* adalah sistem menggunakan pipa katalis yang dipanaskan, panas tersebut berasal dari panas mesin ataupun dari knalpot yang bisa mencapai temperatur hingga 400°C (Ikhsan, 2012). Pipa katalis memegang peran penting sebagai *fire flashback* atau gas balik, sehingga tidak pernah mengalami *fire flashback* dari percikan api busi dari piston ke alat penghemat (Ketta, 1988).

Penguraian hidrokarbon pada bahan bakar pertamax dengan sistem *Hydrocarbon crack system* menggunakan pipa katalis dari bahan tembaga (Cu) bekas kondensor *air conditioner* (A/C) dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada mesin mobil (Rubijanto dan Amin, 2013). *Hydrocarbon crack system* efektif dipakai untuk *power supelmen* kendaraan bermotor sebagai penghemat bahan bakar (Raharjo dan Solechan, 2013).

Dalam penelitian ini, peneliti tertarik melakukan percobaan untuk mengetahui pengaruh bahan pipa katalis pada penggunaan *Hydrocarbon Crack System* (HCS) memanfaatkan hidrokarbon yang terkandung pada bahan bakar pertalite. Pemecahan atom hidrogen (H) dan karbon (C) sehingga nantinya campuran dari bahan bakar yang diharapkan dapat terbakar dengan sempurna yang membuat performa mesin meningkat dan emisi gas buang menjadi rendah.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas dapat disimpulkan suatu permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh temperatur pada pipa katalis pada *Hydrocarbon Cracking System* (HCS) dengan bahan bakar pertalite terhadap daya pada motor bakar?
2. Bagaimana pengaruh temperatur pada pipa katalis pada *Hydrocarbon Cracking System* (HCS) dengan bahan bakar pertalite terhadap laju konsumsi pada motor bakar?
3. Bagaimana pengaruh temperatur pada pipa katalis pada *Hydrocarbon Cracking System* (HCS) dengan bahan bakar pertalite terhadap emisi gas buang pada motor bakar?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari permasalahan yang diteliti maka perlu dibatasi permasalahannya yaitu :

1. Suhu lingkungan dianggap konstan pada saat melakukan pengujian.
2. Alat dan bahan dalam penelitian sesuai standart dan dalam keadaan normal.
3. Penelitian dilakukan pada daerah *entry region* pipa katalis.
4. Tekanan *intake manifold* dianggap tetap pada setiap pengujian.
5. Reaksi kimia tidak dibahas dalam pengujian.

## 1.4 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dan manfaat yang ingin dicapai pada penelitian dan pembahasan ini adalah sebagai berikut :

Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh temperatur pada pipa katalis pada *Hydrocarbon Cracking System* (HCS) dengan bahan bakar pertalite terhadap daya pada motor bakar.

2. Untuk mengetahui pengaruh temperatur pada pipa katalis pada *Hydrocarbon Cracking System* (HCS) dengan bahan bakar pertalite terhadap laju konsumsi pada motor bakar.
3. Untuk mengetahui pengaruh temperatur pada pipa katalis pada *Hydrocarbon Cracking System* (HCS) dengan bahan bakar pertalite terhadap emisi gas buang pada motor bakar.

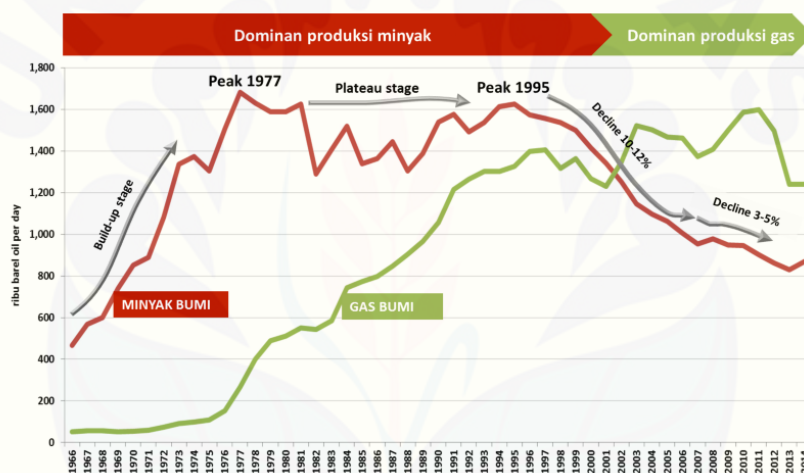
#### Manfaat penelitian

1. Menambah pengetahuan cara menghemat bahan bakar pada kendaraan bermotor dengan sistem *Hydrocarbon Cracking System* (HCS).
2. Dapat menjadi referensi untuk penelitian proses penghematan bahan bakar kendaraan bermotor selanjutnya.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ketersediaan Bahan Bakar di Indonesia

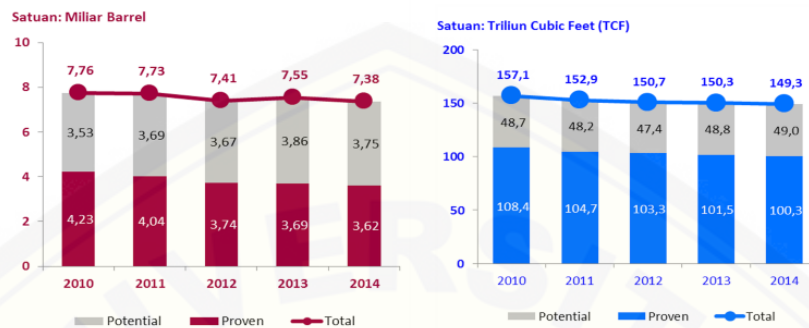
Industri minyak bumi nasional sudah lebih dari 100 tahun dan produksi yang semakin menurun. Puncak produksi minyak bumi terjadi 2 kali pada tahun 1977 sebesar 1,68 juta bpd dan 1995 dengan produksi minyak bumi sebesar 1,62 juta bpd. Setelah produksi yang meningkat terjadi penurunan dengan *natural decline rate* sekitar 12% pertahun. Pada tahun 2004 penurunan produksi minyak dapat ditahan sebesar *decline rate* 3% pertahun (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, 2015-2019).



Gambar 2.1 Produksi Minyak Bumi di Indonesia (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, 2015-2019).

Badan Geologi memprediksi potensi Indonesia yang memiliki 60 cekungan sedimen, diidentifikasi memiliki potensi migas sebanyak 128 cekungan sedimen. Terbukti ditemukan minyak bumi pada tahun 2014 sebesar 3,6 miliar barel dengan tingkat produksi sekitar 13 tahun.

Diasumsikan apabila tidak ada penemuan cadangan migas baru dalam kurun waktu 5 tahun terakhir cadangan migas akan mengalami penurunan.



Gambar 2.2 Cadangan Minyak dan Gas di Indonesia (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, 2015-2019).

## 2.2 Bahan Bakar

Di Indonesia kendaraan sepeda motor semakin ramai diproduksi tiap tahunnya. Bahan bakar yang sering digunakan pada kendaraan sepeda motor adalah premium, pertalite dan pertamax. Hasil pembakaran dari bahan bakar juga berbeda. Nilai oktan mempengaruhi hasil pembakaran. Pada bahan bakar premium memiliki nilai oktan 88, pertalite nilai oktan 90 dan pertamax nilai oktan 92.

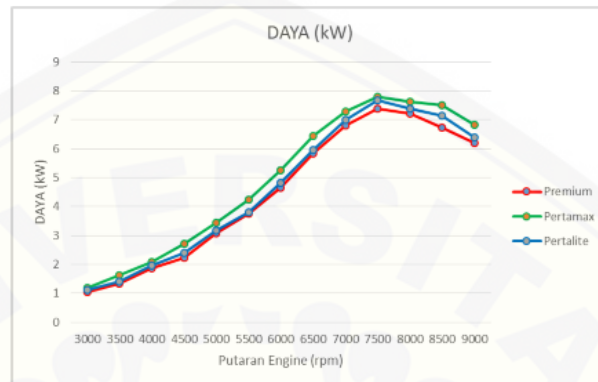
Angka oktan bahan bakar diperoleh dari perbandingan sifat pembakaran secara alami (*self ignition characteristic*). Pengujian yang digunakan adalah *Research Method* dan *Motor Method*. Hasil dari *Research Method* adalah *Research Octan Number* (RON) dan *Motor Method* adalah *Motor Octan Number* (MON). Ukuran mesin, angka kompresi, suhu, tekanan udara, proses pembakaran dan kualitas bahan bakar juga mempengaruhi performa mesin (Sukidjo, 2011).

Uji unjuk kerja bahan bakar pertalite lebih baik dibandingkan premium, tetapi jika dibandingkan dengan bahan bakar pertamax bahan bakar pertalite masih lebih rendah (Ariawan dkk, 2016). Pertalite lebih hemat bahan bakar dan menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan premium (Ariawan dkk, 2016).



Hasil perbandingan penggunaan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax adalah sebagai berikut :

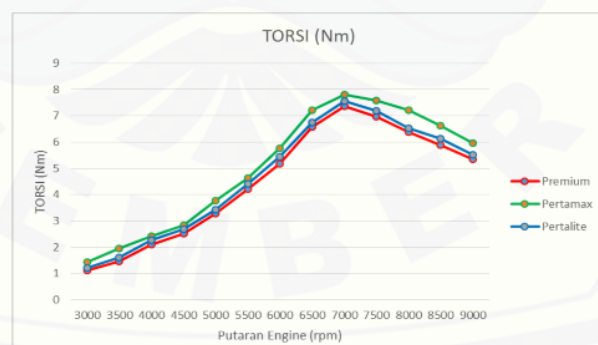
1. Grafik daya dari perbandingan penggunaan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax.



Gambar 2.3 Perbandingan Daya dengan Bahan Bakar Premium, Pertalite dan Pertamax (Ariawan dkk, 2016).

Tekanan yang dihasilkan di ruang bakar tetap maka daya yang dihasilkan menjadi turun, karena bahan bakar terbakar sesudah TMA yang mengakibatkan terjadi detonasi.

2. Grafik torsi dari perbandingan penggunaan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax.

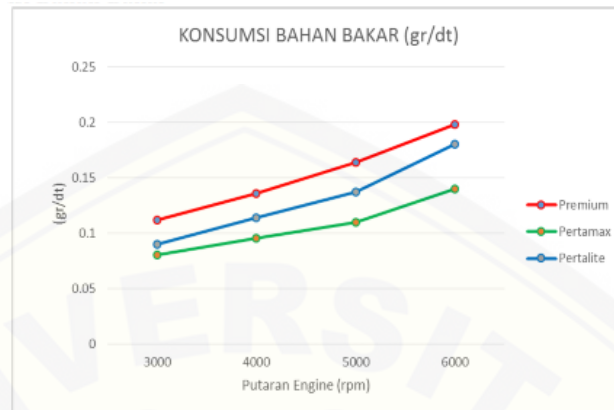


Gambar 2.4 Perbandingan Torsi dengan Bahan Bakar Premium, Pertalite dan Pertamax (Ariawan dkk, 2016).

Tekanan yang dihasilkan di ruang bakar tetap maka torsi yang dihasilkan menjadi turun, karena bahan bakar terbakar sesudah TMA yang mengakibatkan terjadi detonasi.



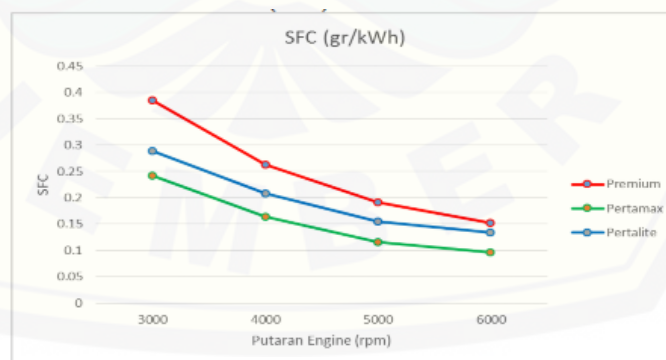
3. Grafik konsumsi bahan bakar dari perbandingan penggunaan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax.



Gambar 2.5 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar dengan Bahan Bakar Premium, Pertalite dan Pertamax (Ariawan dkk, 2016).

Bahan bakar terbakar pada posisi titik mati atas (TMA), sehingga memungkinkan terjadinya pembakaran sempurna. Tekanan gas hasil pembakaran bisa memaksimalkan angka oktan. Pembakaran menjadi lebih baik dan konsumsi bahan bakar menjadi lebih rendah, dikarenakan bahan bakar tidak ada yang terbuang.

4. Grafik konsumsi bahan bakar spesifik dari perbandingan penggunaan bahan bakar premium, pertalite dan pertamax.



Gambar 2.6 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik dengan Bahan Bakar Premium, Pertalite dan Pertamax (Ariawan dkk, 2016).

SFC bahan bakar Pertamax paling rendah karena bahan bakar pertamax memiliki nilai oktan paling tinggi di dibandingkan Premium dan Pertalite. Hal ini

menunjukkan dengan penggunaan bahan bakar yang memiliki angka oktan yang paling tinggi akan lebih tahan terhadap temperatur yang diakibatkan oleh tekanan pada ruang bakar.

### 2.2.1 Premium

Premium merupakan bahan bakar kendaraan bermotor yang banyak digunakan. Premium memiliki nilai *research octane number* (RON) 88. Awal terbentuknya premium adalah naphtha (produk destinasinya minyak bumi) ditambah dengan sejenis zat aditif penaik oktan TEL agar menjadi RON 88. TEL memiliki kandungan *lead* atau timbal hitam yang mengganggu kesehatan dan dihentikan untuk penggunaannya. TEL digantikan menjadi *High Mogas Component* (HOMC) yang sama-sama dapat menaikkan oktan menjadi 88. Nilai oktan diatas 92, 95 dan 98 lebih mampu menghasilkan pembakaran secara sempurna. Spesifikasi yang dimiliki bahan bakar premium adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Karakteristik Kandungan Bahan Bakar Premium (sumber : Pertamina, 2007).

PREMIUM						
No	Karakteristik	Satuan	Batasan			
			Tanpa Timbal		Bertimbal	
			Min	Max	Min	Max
1.	Angka Oktan Riset (RON)	RON	88,0	-	88,0	-
2.	Stabilitas Oksidasi	Menit	360	-	360	-
3.	Kandungan Sulfur	% m/m		0,05	-	0,05
4.	Kandungan Timbal	gr/l		0,013	-	0,3
5.	Kandungan Oksigen	% m/m		2,7	-	2,7
6.	Penampilan Visual		Jernih Terang		Jernih Terang	
7.	Warna		Merah		Merah	
8.	Kandungan Pewarna	gr/100 l	0,13		0,13	

### 2.2.2 Pertalite

Pertalite merupakan bahan bakar yang baru-baru ini digunakan pada kendaraan sepeda motor. Bahan bakar pertalite memiliki keunggulan yang lebih baik dari pada bahan bakar premium dan hampir sama dengan pertamax. Nilai research octane number (RON) dari pertalite adalah 90.

Pertalite memiliki kompresi 9,1 – 10,1 pada kendaraan sepeda motor dan mobil tahun 2000 keatas yang menggunakan teknologi *Elektronik Fuel Injection* (EFI). Komposisi bahan yang digunakan untuk membuat pertalite adalah nafta yang memiliki RON 65 – 67, untuk meningkatkan RON menjadi 90 dicampurkan *High Octane Mogas Component* (HOMC) yang disebut juga pertamax. Campuran HOMC yang memiliki nilai oktan 92 – 95 ditambahkan zat aditif EcoSAVE, EcoSAVE ditujukan untuk membuat mesin lebih halus, bersih dan irit (Ariawan dkk, 2016). Spesifikasi bahan bakar pertalite adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Karakteristik Kandungan Bahan Bakar Pertalite (sumber : Pertamina, 2007).

PERTALITE				
No	Karakteristik	Satuan	Batasan	
			Min	Max
1.	Angka Oktan Riset (RON)	RON	90,0	-
2.	Stabilitas Oksidasi	Menit	360	-
3.	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05
4.	Kandungan Timbal	gr/l	Dilaporkan ( Injeksi Timbal Tidak Diiijinkan)	
5.	Kandungan Logam (mangan (Mn) Besi (Fe))	mg/l	Tidak Terdeteksi	
6.	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7
7.	Penampilan Visual		Jernih Terang	-
8.	Warna		Hijau	-
9.	Kandungan Pewarna	gr/100 l	-	0,13

### 2.2.3 Pertamax

Pertamax adalah bahan bakar yang digunakan pada kendaraan bermotor. Pertamax memiliki nilai research octane number (RON) 92. Pertamax direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi diatas tahun 1990 berteknologi *Electronic Fuel Injection* dan *Catalytic Converter*. Pertamax adalah produk pengolahan minyak bumi dengan penambahan zat aditif. Spesifikasi bahan bakar pertamax adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Karakteristik Kandungan Bahan Bakar Pertamax (sumber : Pertamina, 2007).

PERTAMAX				
No	Karakteristik	Satuan	Batasan	
			Min	Max
1.	Angka Oktan Riset (RON)	RON	92,0	-
2.	Stabilitas Oksidasi	Menit	480	
3.	Kandungan Belerang	% m/m		0,05
4.	Kandungan Timbal	gr/l		0,0013
5.	Kandungan Logam (mangan (Mn) dan Besi (Fe))	mg/l	-	-
7.	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7
8.	Penampilan Visual		Jernih dan Terang	
9.	Warna		Biru	
10.	Kandungan Pewarna	gr/100 l	-	0,13

## 2.3 Unjuk Kerja Motor Bakar

### 2.3.1 Daya dan Torsi

Daya dan Torsi motor merupakan salah satu unjuk kerja atau performa pada motor bakar. Daya adalah besarnya kerja motor dalam kurun waktu tertentu (Pulkrabek, 1997). Torsi adalah hasil dari gaya yang dikalikan dengan jarak panjang lengan (Pulkrabek, 1997). Dalam menentukan nilai daya atau torsi pada kendaraan digunakan alat uji Dynamometer atau Dynotest. Dynamometer atau Dynotest adalah alat uji untuk mengukur daya atau torsi kendaraan dengan rentan kecepatan dan beban untuk mengukur energi yang dikeluarkan oleh suatu mesin kendaraan (Pulkrabek, 1997).

### 2.3.2 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar adalah kebutuhan bahan bakar yang digunakan dalam proses pembakaran pada kendaraan motor dalam kurun waktu tertentu dan putaran mesin tertentu. Bahan bakar yang dikatakan boros bias diakibatkan karena pembakaran yang kurang sempurna antara bahan bakar dan udara dalam proses pembakaran. Konsumsi bahan bakar yang tepat pada proses pembakaran akan menghasilkan emisi gas buang rending untuk mengurangi polusi udara sekitarnya.

### 2.3.3 Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah gas sisa hasil pembakaran didalam ruang bakar yang keluar melalui saluran buang knalpot. Emisi gas buang menjadi sumber pencemaran pada lingkungan sekitar. Kandungan dalam emisi gas buang adalah CO, HC, CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>.

#### 1. CO (Karbon Monoksida)

Gas CO merupakan gas yang beracun, gas terjadi dikarenakan campuran bahan bakar yang terlalu kaya (Pulkrabek, 1997). Pembakaran yang tidak sempurna karena kekurangan oksigen pada campuran udara dan bahan bakar akan menghasilkan gas CO (Nugraheni dan Haryadi, 2017).



## 2. HC (Hidrokarbon)

Gas HC adalah gas sisa hasil pembakaran yang tidak terbakar semua pada saat proses pembakaran. Pelumasan pada dinding silinder yang masih menempel menyebabkan timbulnya gas HC ( Sananta, 2012).

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

Gas CO<sub>2</sub> adalah sisa hasil pembakaran yang terjadi secara sempurna. Meningkatnya kandungan gas CO<sub>2</sub> dapat disimpulkan bahwa pembakaran berlangsung secara sempurna.

## 4. O<sub>2</sub> (Oksigen)

Pada gas O<sub>2</sub> bebrbanding terbalik dengan kandungan gas CO<sub>2</sub>. Pada proses pembakaran dibutuhkan konsentrasi gas O<sub>2</sub> yang cukup untuk mendapatkan pembakaran secara sempurna.

### 2.4 Katalis

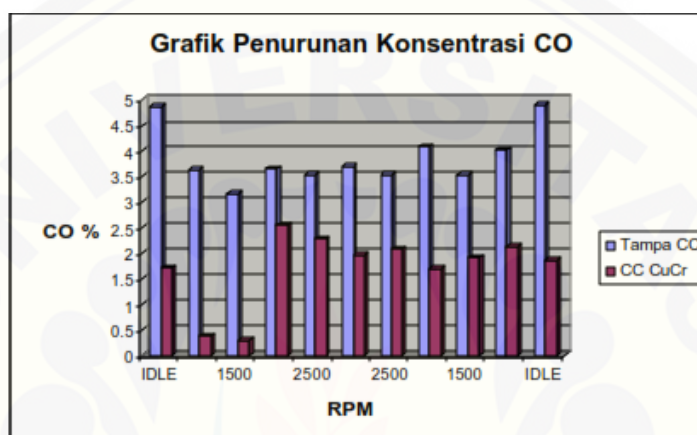
Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi dan tidak mempengaruhi kesetimbangan kimia pada akhir reaksi. Katalis banyak digunakan dalam dunia industri kimia. Katalis juga dapat digunakan untuk mengurangi emisi gas buang pada kendaraan sepeda motor yang memiliki kontribusi pencemaran udara terbesar di daerah perkotaan (Cooper dan Alley, 1994 and PCI, 1997). Salah satu rekayasa teknologi yang digunakan untuk mengurangi polusi udara adalah dengan pemakaian *Catalytic Converter* yang dipasang pada saluran gas buang kendaraan bermotor (Heisler, 1995). Bahan - bahan katalis yang dipakai pada kendaraan bermotor adalah tipe pelet dan *monolithic*, dengan bahan katalis dari logam mulia seperti Paladium (Pd), Platinum (Pt), dan Rodium (Rh) (Dowden. 1970).

Bahan katalis yang sudah digunakan penelitian diantaranya adalah material substrat tembaga (Cu) pada uji mesin Toyota Corona 2000 CC tahun 1980. Logam kuning (Cu Zn) yang digunakan pada mesin uji Daihatsu Espass 1600 CC tahun 1997. Hasil penelitian menunjuka material tembaga (Cu) dapat mereduksi emisi gas karbon monoksida sebesar 38,05% dari konsentrasi 3,18% menjadi 1,97% (Irawan, 2006).



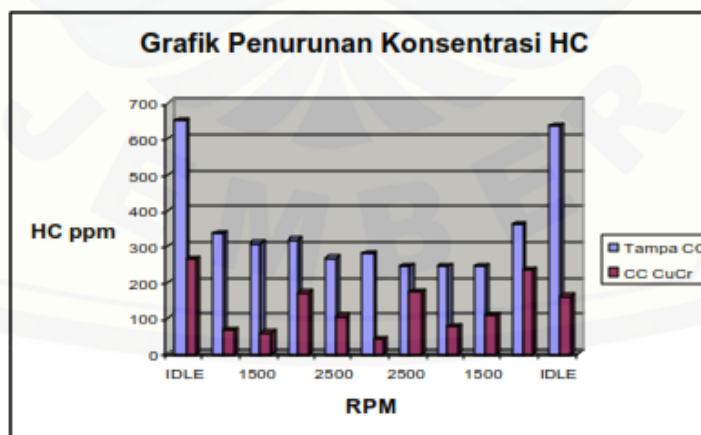
Pada material kuningan (Cu Zn) dapat mereduksi gas karbon monoksida sebesar 46% dari konsentrasi 1,50% menjadi 0,81% (Irawan, 2006).

Pengujian terbaru pada penggunaan katalis tembaga dan krom (Cu Cr) terhadap emisi gas karbon monooksida dan hidrokarbon, mampu menurunkan emisi gas karbon monoksida dan hidro karbon secara signifikan (Gambar 2.7 dan Gambar 2.8).



Gambar 2.7 Grafik Penurunan Konsentrasi Gas CO (Irawan, 2006).

Penurunan konsentrasi emisi gas buang karbon monoksida setiap rpm terjadi karena fluktuasi yang disebabkan perubahan campuran bahan bakar yang berbeda saat masuk ke dalam ruang bakar karena penggunaan sistem karburator.

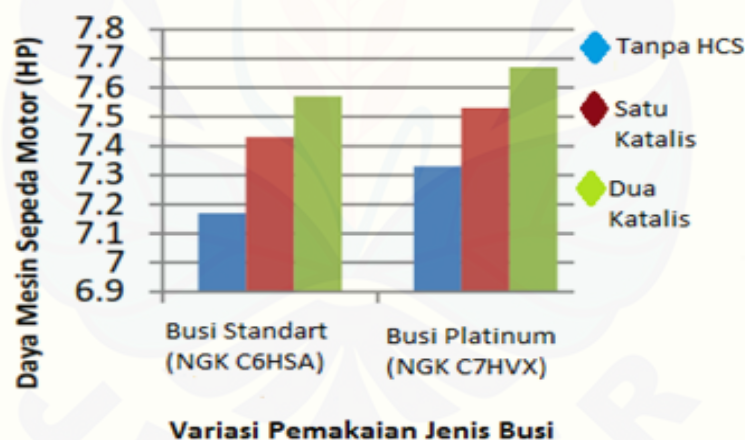


Gambar 2.8 Grafik Penurunan Konsentrasi Gas HC (Irawan, 2006).

Penurunan konsentrasi emisi gas buang hidrokarbon hampir sama dengan penurunan konsentrasi emisi gas buang karbon monoksida setiap rpm karena terjadi fluktuasi yang disebabkan perubahan campuran bahan bakar yang berbeda saat masuk ke dalam ruang bakar karena penggunaan sistem karburator.

## 2.5 Hydrocarbon Cracking System (HCS)

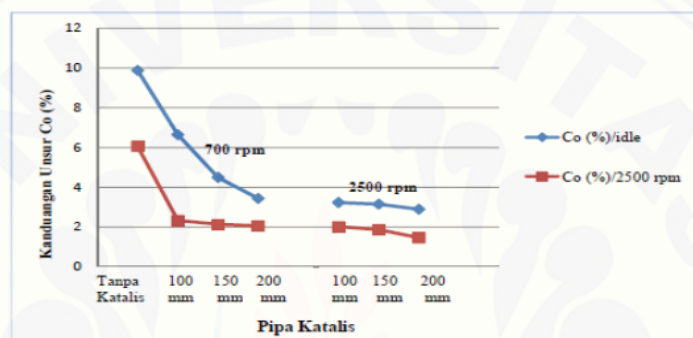
*Hydrocarbon cracking System* (HCS) adalah sistem pemanfaatan hidrokarbon yang dipecah menjadi atom (H) dan (C) menggunakan pipa katalis yang dipanaskan. Penggunaan HCS dengan memanfaatkan uap bahan bakar mampu menghemat 50% - 70% bahan bakar, dari 3% - 5% bahan bakar yang diambil dari tangki kendaraan. Angka penghematan dipengaruhi dari diameter, panjang pipa katalis, volume uap dan aliran uap bahan bakar. Pada percobaan pengaruh pipa katalis dengan sistem HCS dengan perbandingan busi standart dan busi platinum (NGK C7HVX) pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Grafik Daya Mesin (Ihsan, 2014).

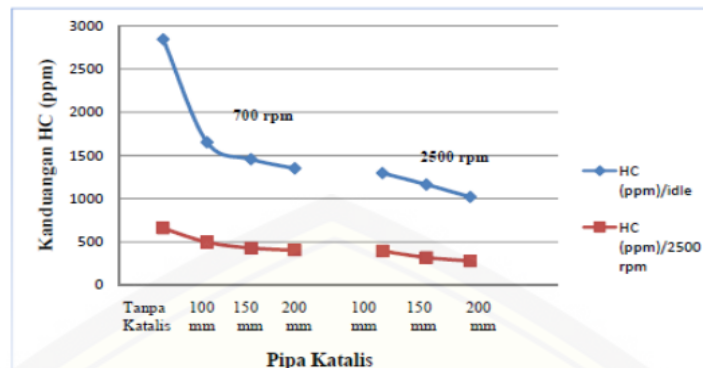
Hasil pengujian menggunakan pipa katalis dapat meningkatkan daya mesin pada kendaraan dibandingkan dengan keadaan mesin yang masih standart. Pada mesin standart menghasilkan daya sebesar 7,1 HP yang mampu meningkat dengan menggunakan pipa katalis sitem HCS mampu menghasilkan daya 7,4 HP pada variasi 1 katalisator dan menghasilkan daya mesin sebesar 7,6 HP pada variasi 2 katalisator.

Penggunaan pipa katalis juga berpengaruh terhadap gas buang dari sisa pembakaran kendaraan bermotor yang mengeluarkan emisi gas buang antara lain HC, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>. Hal ini disebabkan oleh jumlah kendaraan bermotor yang terus meningkat dari tahun ke tahun (Bacrun, 1993). Gas karbon monoksida (CO), hidro karbon (HC), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan (O<sub>2</sub>) oksigen mengalami kenaikan dan penurunan yang berbeda. Grafik pengaruh katalis terhadap emisi gas buang (Gambar 2.10, Gambar 2.11, Gambar 2.12 dan Gambar 2.13).



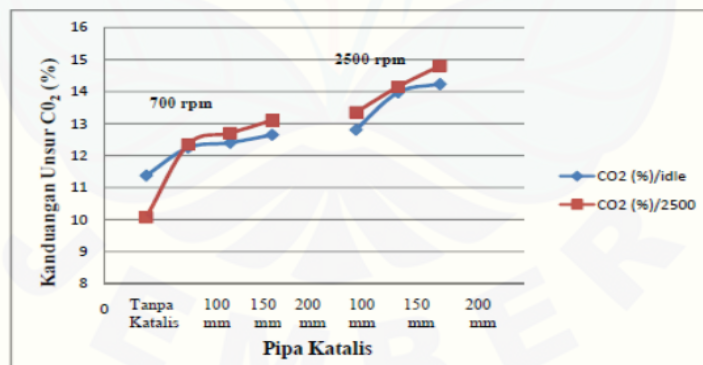
Gambar 2.10 Grafik Emisi Gas CO (Abdillah dan Sugondo, 2014).

Nilai gas CO (Gambar 2.10) pada pengujian sebelum menggunakan pipa katalis sebesar 9,88% pada putaran 700 rpm dan 6,05% pada putaran 2500 rpm. Penggunaan pipa katalis dapat menurunkan emisi gas CO. Penurunan paling optimal pada putaran 700 rpm, volume bahan bakar 30 L, panjang pipa katalis 200 mm sebesar 2,89% dan pada putaran 2500 rpm, volume bahan bakar 30 L, panjang pipa katalis 200 mm sebesar 1,46%.



Gambar 2.11 Grafik Emisi Gas HC (Abdillah dan Sugondo, 2014).

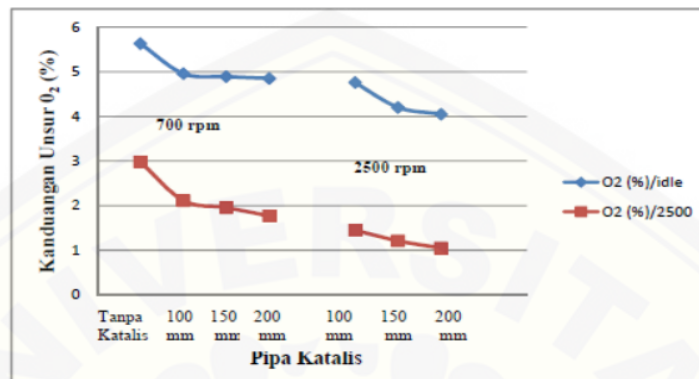
Nilai gas HC (Gambar 2.11) pada pengujian sebelum menggunakan pipa katalis sebesar 2842 ppm pada putaran 700 rpm dan 658 ppm pada putaran 2500 rpm. Pada putaran 700 rpm, volume bahan bakar 20 L penurunan gas HC panjang pipa katalis 100 mm sebesar 1651 ppm, panjang pipa katalis 150 mm sebesar 1456 ppm dan panjang pipa katalis 200 mm sebesar 1350 ppm. Pada putaran 2500 rpm, volume bahan bakar 20 L penurunan gas HC panjang pipa katalis 100 mm sebesar 4976 ppm, panjang pipa katalis 150 mm sebesar 430 ppm dan panjang pipa katalis 200 mm sebesar 280 ppm.



Gambar 2.12 Grafik Emisi Gas CO<sub>2</sub> (Abdillah dan Sugondo, 2014).

Nilai gas CO<sub>2</sub> (Gambar 2.12) pada pengujian sebelum menggunakan pipa katalis sebesar 11,38% pada putaran 700 rpm dan 10,07% pada putaran 2500 rpm. Penambahan panjang pipa katalis dapat meningkatkan gas CO<sub>2</sub> pada putaran 700 rpm, volume bahan bakar 30 L sebesar 12,25% pipa katalis panjang 100 mm, panjang pipa katalis 150 mm sebesar 12,4% dan panjang pipa katalis 200 mm

sebesar 12,65%. Pada putaran 2500 rpm, volume bahan bakar 20 L meningkatkan emisi gas CO<sub>2</sub> panjang pipa katalis 100 mm sebesar 12,35%, panjang pipa katalis 150 mm sebesar 14,15% dan panjang pipa katalis 200 mm 13,1%.



Gambar 2.13 Grafik Emisi Gas O<sub>2</sub> (Abdillah dan Sugondo, 2014).

Nilai gas O<sub>2</sub> (Gambar 2.13) pada pengujian sebelum menggunakan pipa katalis sebesar 5,63% pada putaran 700 rpm dan 2,98% pada putaran 2500 rpm. Penambahan panjang pipa katalis dapat meningkatkan gas O<sub>2</sub> pada putaran 700 rpm, volume bahan bakar 20 L sebesar 4,96% pipa katalis panjang 100 mm, panjang pipa katalis 150 mm sebesar 4,89% dan panjang pipa katalis 200 mm sebesar 4,85%. Pada putaran 2500 rpm, volume bahan bakar 20 L dan 30 L menurunkan kandungan gas O<sub>2</sub> dengan bertambahnya panjang pipa katalis. Pada volume bahan bakar 20 L panjang pipa katalis 100 mm sebesar 2,115%, panjang pipa katalis 150 mm sebesar 1,995% dan panjang pipa katalis 200 mm 1,77%. Pada volume bahan bakar 30 L panjang pipa katalis 100 mm sebesar 1,45%, panjang pipa katalis 150 mm sebesar 1,21% dan panjang pipa katalis 200 mm sebesar 1,05%.



Penggunaan *Hydrocarbon Cracking System* dapat menghemat konsumsi bahan bakar dengan menggunakan pipa katalis yang dipanaskan dapat dilihat pada Tabel 2.4 dari hasil pengujian yang dilakukan Rubijanto dan Amin ,2013.

Tabel 2.4 Pengujian Konsumsi Bahan Bakar (Rubijanti dan Amin, 2013).

Katalis	Putaran Mesin							
	Idle (700 rpm)				2500 rpm			
	Vol.BB 1000 ml		Vol.BB 1500 ml		Vol.BB 1000 ml		Vol.BB 1500 ml	
	Diameter pipa (mm)							
	12	14	12	14	12	14	12	14
Tanpa katalis	237	237	266	298	237	237	266	298
100 mm	242	240	295	316	106	108	130	136
150 mm	251	272	303	346	116	121	135	143
200 mm	288	303	345	358	126	129	152	155

Dari hasil pengujian menggunakan sistem HCS pada konsumsi bahan bakar, penghematan bahan bakar, hasil penghematan bahan bakar paling efektif pada percobaan menggunakan pipa katalis variasi diameter 14 mm dengan putaran mesin *idle* 700 (rpm). Pada pengujian konsumsi bahan bakar dengan putaran mesin 2500 rpm menghasilkan bahan bakar yang lebih boros dibandingkan tanpa menggunakan variasi katalis.

## 2.5 Hipotesa

Pada penelitian tentang *Hydrocarbon Cracking System* (HCS), pengaruh penggunaan katalis dapat meningkatkan performa dan efisiensi bahan bakar. Hal ini disebabkan karena terjadinya pemecahan atom hidrogen (H) dan karbon (C) pada bahan bakar. Terjadinya *cracking* disebabkan karena peningkatan suhu pada pipa katalis sehingga performa kendaraan meningkat, konsumsi bahan bakar lebih irit dan emisi gas buang dapat mengurangi polusi udara disekitarnya.



## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimental. Suatu penelitian yang dilakukan terhadap variable dan data yang belum pernah dilakukan. Proses manipulasi perlakuan terhadap suatu objek penelitian dengan kontrol yang diukur dari perlakuan tersebut. Penelitian dilakukan dengan variasi bahan pipa katalis dengan sistem *Hydrocarbon Cracking System* (HCS) dan putaran mesin. Percobaan dilakukan 3 kali pengulangan dari masing-masing variasi. Pengujian yang dilakukan meliputi : Performa Mesin, Konsumsi Bahan Bakar, dan Emisi Gas Buang. Variasi yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

1. Bahan material yang digunakan adalah pipa tembaga (Cu) sebagai katalis, dengan diameter 25,4 mm (Diameter luar) dan 6,3 mm (Diameter dalam) sebagai ruang anulus.
2. Panjang pipa katalis 150 mm.
3. Kontrol suhu 100 °C, 125 °C dan 150 °C dengan menggunakan *Heater* untuk memanaskan pipa katalis dengan sistem *Hydrocarbon Cracking System* (HCS).
4. Pertalite RON 90 sebagai bahan bakar.

### 3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Waktu penelitian berlangsung selama 4 bulan dimulai dari bulan Oktober 2017 sampai dengan bulan Januari 2018.

### 3.3 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.3.1 Alat Penelitian

Penelitian menggunakan sepeda motor Honda Supra X 125 sebagai penelitian. Spesifikasi Honda Supra X 125 adalah sebagai berikut :

- a. Spesifikasi motor bensin 4- Langkah
  - 1) Merk Mesin : Supra X 125
  - 2) Tipe Mesin : 4- Langkah SOHC

- 3) Diameter x Langkah : 52,4 mm x 57,9 mm
- 4) Pencampuran Bahan Bakar : Karbulator
- 5) Jumlah Silinder : 1 Silinder
- 6) Volum Langkah Toran Total : 124,8 cc (125 cc)
- 7) Sistem Transmisi : Roda Gigi
- 8) Perbandingan Kompresi : 9,0 : 1
- 9) Pendingin : Udara
- 10) Max. power : 9,3 ps @ 7500 rpm
- 11) Max. torsi : 1,03 kgf.m / 4000 rpm
- 12) Transmisi : 4 speed (N-1-2-3-4) rotary
- 13) Starter : electric dan kick.
- 14) Tipe Kopling : Otomatis, sentrifugal
- 15) System pelumasan : Basah
- 16) Negara Pembuat : Jepang
- 17) Tahun Pembuatan : 2010

**Kelistrikan**

- 18) Baterai : 12 v – 3,5 Ah
- 19) Busi : (ND) U20EPR9 / (NGK) CPR6EA-9
- 20) Pengapian : CDI-DC

**Dimensi**

- 21) Panjang x lebar x tinggi : 1889 x 702 x 1094 mm
- 22) Jarak sumbu roda : 1242 mm
- 23) Jarak ke Tanah : 136 mm
- 24) Kapasitas oli mesin : 0,7
- 25) Tangki BBM : 3,7 liter
- 26) Berat : 105 kg
- 27) Ban Depan : 70/90-17 M/C 38P
- 28) Ban Belakang : 80/90-17 M/C 44P
- 29) Rem Depan & Belakang : Cakram Hidrolik dengan piston ganda
- 30) Rem Belakang : Cakram Hidrolik dengan piston ganda

Perlengkapan pendukung untuk pengujian

- 1) *Gas Analyzer*
- 2) *Dynotest*
- 3) *Buret*
- 4) *Thacometer*
- 5) *Stopwatch*
- 6) *Termokontrol*
- 7) *Termokople*
- 8) *Tool Set*

### 3.3.2. Bahan

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah :

1. Pertalite RON 90 (Standart SPBU) yang disiapkan pada satu waktu dan satu tempat.
2. Pipa tembaga (Cu) sebagai katalis.

## 3.4 Variabel Pengukuran

### 3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian untuk menjelaskan hubungan fenomena yang diobservasi.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

1. Bahan yang digunakan sebagai pipa tembaga (Cu) sebagai katalis.
2. Diameter pipa dalam untuk membentuk ruang *Annulus Konsentris* pada sistem *Hydrocarbon Cracking System (HCS)* dengan diameter 6,3 mm ( $\frac{1}{4}$  inch).
3. Putaran mesin yang digunakan dalam penelitian 3000 rpm, 4000 rpm, 5000 rpm, 6000 rpm dan 7000 rpm sesuai spesifikasi kendaraan pada pengujian.

### 3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan sepenuhnya oleh peneliti, sedangkan besarnya tergantung variabel bebas dari penelitian. Pengujian performa mesin pada motor bakar untuk mengetahui unjuk kerja mesin dengan menganalisa data-data yang diantaranya meliputi :

1. Torsi
2. Daya
3. Konsumsi Bahan Bakar
4. Emisi Gas Buang (CO, HC, CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>)

### 3.5 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dilaksanakan menggunakan 3 faktor yaitu :

1. Bahan pipa katalis yang digunakan pipa tembaga.
2. Kontrol suhu pada pipa katalis tembaga (100<sup>0</sup>C, 125<sup>0</sup>C dan 150<sup>0</sup>C).
3. Putaran mesin ( 3000 rpm, 4000 rpm, 5000 rpm, 6000 rpm dan 7000 rpm).

Perlakuan untuk setiap sampel pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Sehingga dapat dibuat table data pengujian :

Tabel 3.1 Pengujian dengan variasi Suhu (°C) pada putaran mesin (Rpm) terhadap Daya dan Torsi.

<b>Torsi</b>						
Rpm	3000	4000	5000	6000	7000	Rata-Rata
Tanpa Katalis						
Katalis 100 <sup>0</sup> C						
Katalis 125 <sup>0</sup> C						
Katalis 150 <sup>0</sup> C						
<b>Daya</b>						
Rpm	3000	4000	5000	6000	7000	Rata-Rata
Tanpa Katalis						
Katalis 100 <sup>0</sup> C						
Katalis 125 <sup>0</sup> C						
Katalis 150 <sup>0</sup> C						

Tabel 3.2 Pengujian dengan variasi Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) pada putaran mesin (Rpm) terhadap Konsumsi Bahan Bakar.

CO						
	3000	4000	5000	6000	7000	Rata-Rata
Standart						
Katalis $100^{\circ}\text{C}$						
Katalis $125^{\circ}\text{C}$						
Katalis $150^{\circ}\text{C}$						
CO <sub>2</sub>						
	3000	4000	5000	6000	7000	Rata-Rata
Standart						
Katalis $100^{\circ}\text{C}$						
Katalis $125^{\circ}\text{C}$						
Katalis $150^{\circ}\text{C}$						

HC						
	3000	4000	5000	6000	7000	Rata-Rata
Standart						
Katalis $100^{\circ}\text{C}$						
Katalis $125^{\circ}\text{C}$						
Katalis $150^{\circ}\text{C}$						
O <sub>2</sub>						
	3000	4000	5000	6000	7000	Rata-Rata
Standart						
Katalis $100^{\circ}\text{C}$						
Katalis $125^{\circ}\text{C}$						
Katalis $150^{\circ}\text{C}$						

Tabel 3.3 Pengujian dengan variasi Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) pada putaran mesin terhadap Konsumsi Bahan Bakar.

Konsumsi Bahan Bakar						
Rpm	3000	4000	5000	6000	7000	Rata-Rata
Tanpa Katalis						
Katalis $100^{\circ}\text{C}$						
Katalis $125^{\circ}\text{C}$						
Katalis $150^{\circ}\text{C}$						

### 3.6 Prosedur Penelitian

#### 1 Persiapan dan Pemeriksaan Alat Pengujian

- a. Merangkai komponen pipa katalis HCS sesuai dengan perancangan.
- b. Menyiapkan *heater* sebagai pemanas pipa katalis dengan menggunakan *thermokopel* dan *thermokontrol*.
- c. Melakukan pengecekan motor yang akan digunakan sesuai dengan standart pengujian.
- d. Menyiapkan dan memeriksa alat uji *dyno test*, *gas analyzer* dan alat lainnya agar bekerja maksimal.

#### 2 Tahap Pengambilan data

Tahap pengambilan data dilakukan dengan cara mengukur variabel bebas dan variabel tetap saat pengujian. Tahapan yang dilakukan untuk pengambilan data adalah sebagai berikut:

- a. Pengujian menggunakan *dyno test* dengan menggunakan HCS
  1. Merangkai dan mengecek kembali semua alat komponen pengujian, meliputi alat ukur suhu pada heater, dan alat uji *dyno test*.
  2. Melakukan pemasangan pipa katalis yang telah divariasikan pipa katalis sesuai dengan variasi yang telah ditentukan sebelumnya.
  3. Menjalankan alat uji *dyno test* sesuai dengan prosedur pengujian.
  4. Menghidupkan mesin dan memposisikan gas stabil pada putaran gas *idle* dan setelah itu memposisikan bukaan *throttle* hingga putaran mesin 3000 rpm pada transmisi gigi 3.



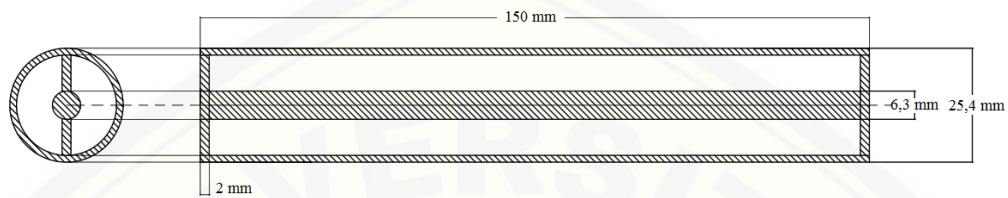
5. Pengambilan data terhitung pada waktu bukaan throtel pada putaran mesin 3000 rpm sampai dengan 7000 rpm.
  6. Pengambilan data berupa waktu pengujian dan data hasil pengujian Daya dan Torsi pada layar komputer.
  7. Pengambilan data dilakukan 3 kali pengulangan pengujian pada variabel yang sama.
  8. Mengubah variabel bahan pipa katalis dan mengulangi langkah 1-5 pada setiap percobaan.
- b. Pengujian laju konsumsi
1. Merangkai dan mengecek kembali semua alat komponen pengujian, meliputi alat ukur suhu pada heater dan alat lainnya.
  2. Mengukur volume bahan bakar pertalite yang digunakan.
  3. Menyiapkan stopwatch untuk menghitung waktu yang diperlukan, jika diketahui massa bahan bakar yang digunakan dalam satu kali pengujian adalah 20 ml.
  4. Menghidupkan mesin dan memosisikan gas stabil pada putaran mesin (rpm) dengan posisi transmisi netral.
  5. Menghentikan stopwatch dan mencatat waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar sebanyak 20 ml.
  6. Pengambilan data berupa data konsumsi bahan bakar dalam 20 ml dan waktu yang dibutuhkan pada mesin berjalan.
  7. Pengambilan data dilakukan 3 kali pengulangan pengujian dengan variabel yang sama.
  8. Mengubah variabel suhu pada pipa katalis dan mengulangi langkah 1-6 pada setiap percobaan.

c. Pengujian Emisi Gas Buang

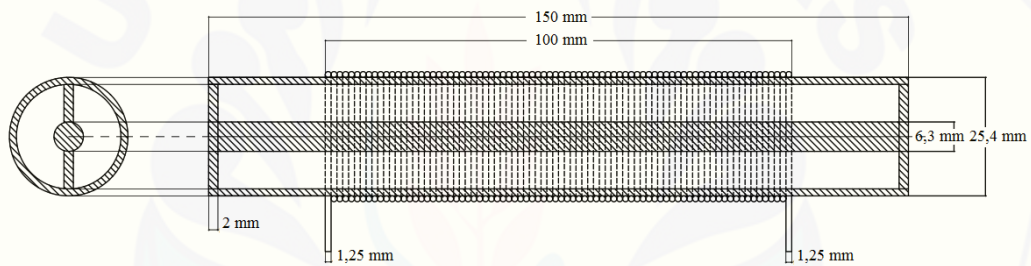
1. Merangkai dan mengecek kembali semua alat komponen pengujian, meliputi alat ukur suhu pada heater, dan alat uji *gas analyzer*.
2. Mengukur volume bahan bakar pertalite yang digunakan.
3. Pemasangan alat *gas analyzer* dan penyambungan perangkat *auto gas analyzer* dengan computer.
4. Menghidupkan mesin dan memposisikan gas stabil pada putaran mesin (rpm) dengan posisi transmisi netral.
5. Pengambilan data hasil pengujian berupa kadar emisi gas buang (CO, HC CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>) pada layar computer.
6. Pengambilan data dilakukan 3 kali pengulangan pengujian pada setiap variabel yang sama.
7. Mengubah variabel suhu pada pipa katalis dan mengulangi langkah 1-5 pada setiap percobaan.

### 3.7 Desain Pipa Katalis dan Rangkaian Heater.

Pada sistem *hydrocarbon cracking sistem* (HCS) katalis didesain dengan memperhitungkan kontruksi sepeda motor Honda Supra X 125. Berikut adalah desain pipa katalis dengan *Hydrocarbon Cracking System* (HCS).



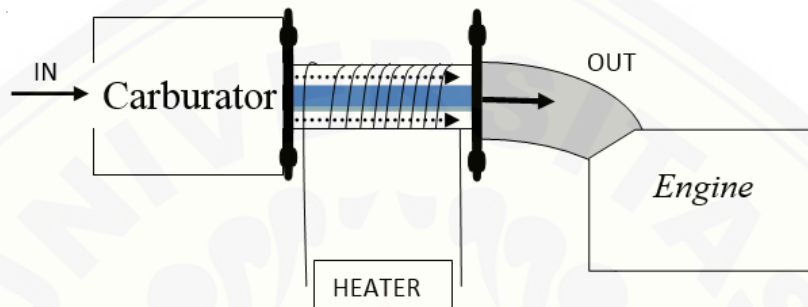
Gambar 3.1 Desain pipa katalis *hydrocarbon cracking system* (HCS)



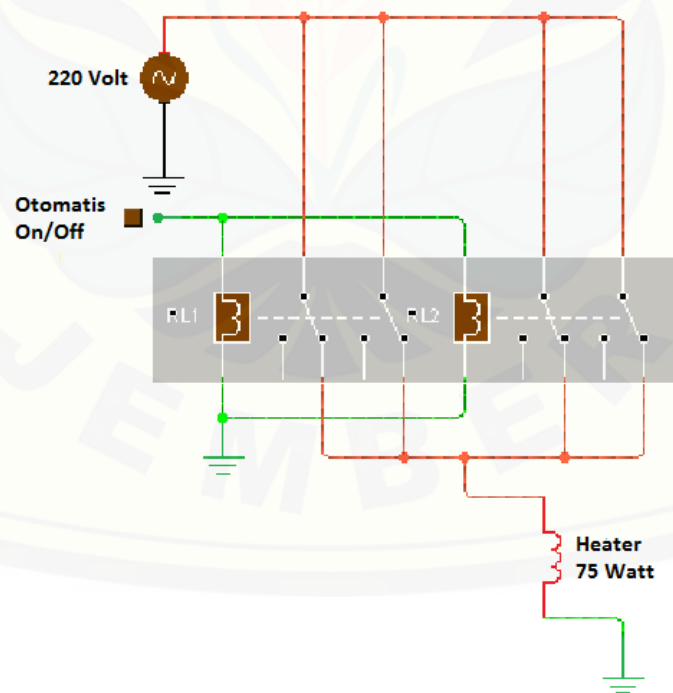
Gambar 3.2 Desain Pipa Katalis Dengan Heater.

### 3.8 Skema Pemasangan *Hydrocarbon Cracking System* (HCS)

Pipa katalis yang sudah dimodifikasi dipasang sebelum *intake manifold*. Tujuan pemasangan untuk mempercepat reaksi sebelum terjadi pembakaran didalam ruang bakar. *Heater* yang dipasang pada pipa katalis untuk meningkatkan suhu pada katalis. Sebelum campuran bahan bakar dan udara masuk ke ruang bakar, *cracking* terjadi pada pipa katalis dari panas yang disalurkan *heater*.



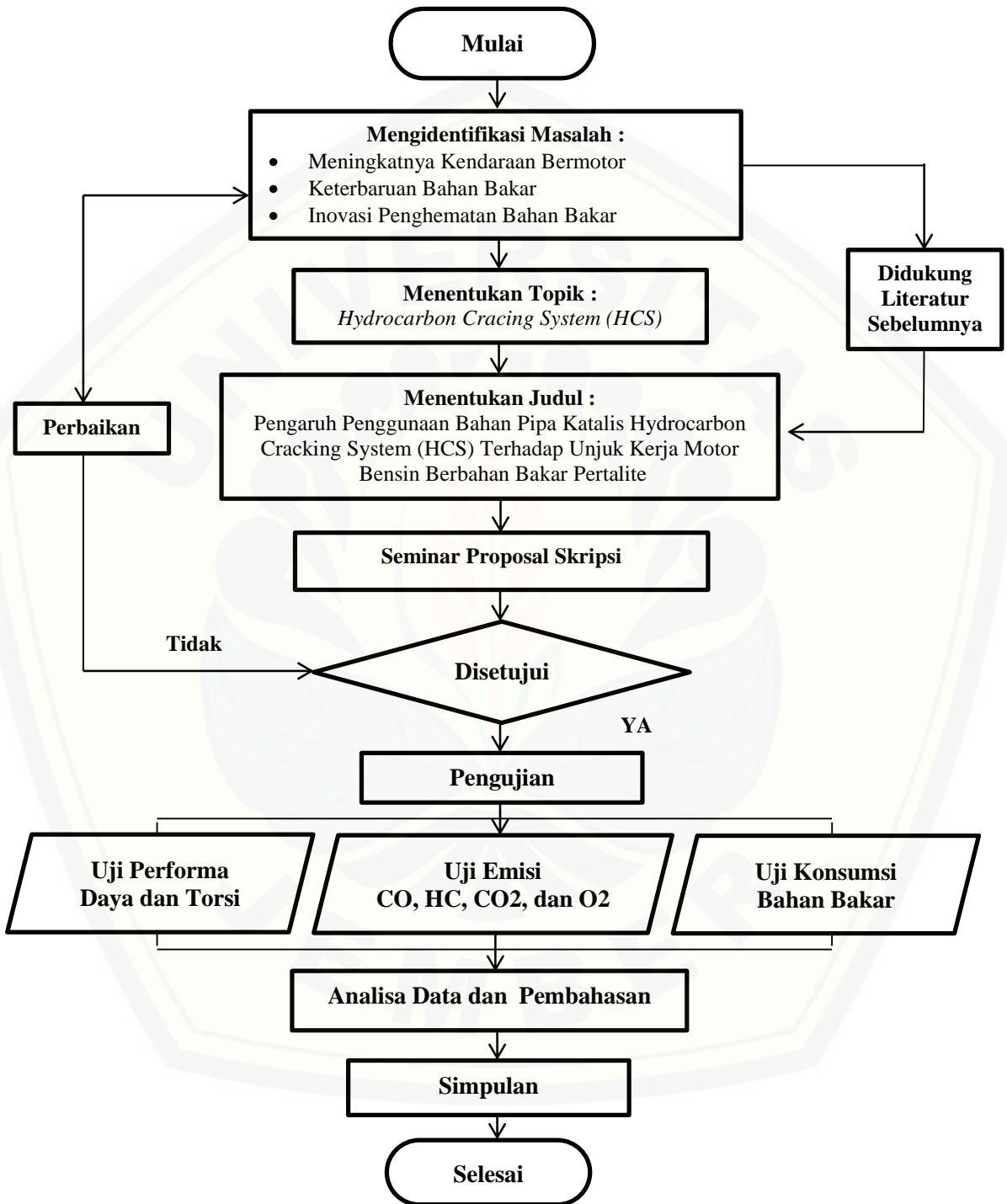
Gambar 3.3 Skema Pemasangan *Hydrocarbon Cracking System* (HCS).



Gambar 3.4 Rangkaian Termokontrol.

3.9 Skema Flow Chart Alur Penelitian

Skema penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini :



Gambar 3.5 Flow Chart Alur Penelitian

## BAB 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Hasil analisa pengaruh temperatur pipa katalis *hydrocarbon cracking system* terhadap unjuk kerja motor bensin berbahan bakar pertalite dengan variasi kontrol suhu pada pipa katalis adalah :

1. Peningkatan temperatur pada pipa katalis pada sistem HCS mampu meningkatkan performa kendaraan karena proses *cracking* pada pipa katalis tembaga membuat campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang bakar membuat proses pembakaran menjadi lebih baik.
2. Peningkatan temperatur pada pipa katalis pada sistem HCS mampu menghemat konsumsi bahan bakar pada proses pembakaran kendaraan.
3. Peningkatan temperatur pada pipa katalis pada sistem HCS mampu menghasilkan emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan karena proses *cracking* meningkatkan proses pembakaran didalam ruang bakar.

### 5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan penulis dari hasil penelitian ini yaitu antara lain :

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang terjadinya reaksi didalam pipa katalis sebelum bahan bakar masuk kedalam ruang bakar.
2. Perlu adanya alat bantu pendinginan pada saat melakukan pengujian pada alat uji mesin.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah F, 2014. Pengembangan Prototipe Alat Penghemat Bahan Bakar Sepeda Motor Dengan Tambah Uap Pretamax Menggunakan Metode *Hydrocarbon Crack System*. Gardan. Vol. 4 No. 2
- Abdillah F dan Sugondo, 2014. Prototipe Alat Penghemat Bahan Bakar Mobil Menggunakan Metode *Hydrocarbon Crack System* Untuk Menghemat Bahan Bakar Dan Mengurangi Emisi Gas Buang. Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan – IKIP Veteran Semarang. Prosiding SNATIF Ke-1
- Ariawan I.W.B, Kusuma I.G.B.W, dan Adnyana I.W.B, 2016. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Unjuk Kerja Daya, Torsi dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Bertransmisi Otomatis. S1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana. Jurnal METTEK Vol. 2 No.1
- Arismunandar W, 2002. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Edisi Kelima. Bandung, ITB.
- Bachrun, 1993. *Polusi Udara Perkotaan, Pemantauan dan Pengaturan*, Lab Termodinamika PAU Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Cooper dan Alley, 1994. *Air Pollution Control, a design approach*.
- Dewi, K. T., Medina. M., dan Nopektaria. H. 2014. Pengaruh Suhu Pada Hydrocracking Oli Bekas Menggunakan Katalis Cr/Zaa. *Jurnal Teknik Kimia* No. 2, Vol. 20
- Dowden, 1970. *Catalytic Hand Book*, Verlag New York, In
- Heisler, 1995. *Advanced Engine Tecnology Hodder Headline Group, London*.
- Ikhsan M, 2012. Pengaruh Jumlah Katalisator Pada *Hydrocarbon Crack System* (HCS) Dan Jenis Busi Terhadap Daya Sepeda Motor Yamaha Jupiter Z Tahun 2008. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Irawan RM.B, 2006. Pengaruh Katalis Tembaga Dan Krom Terhadap Emisi Gas Carbon Monoksida Dan Hidro Carbon Pada Kendaraan Motor Bensin. Jurusan Mesin UNIMUS. Traksi Vol. 4 No.1
- Ketta Mc.J.J, 1988. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, vol 1. Marcell Dekker, New York.

- Nugraheni I dan Haryadi R, 2017. Pengujian Emisi Gas Buang Motor Bensin Empat Tak Satu Silinder Menggunakan Campuran Bahan Bakar Premium Dengan Etano. Jurnal Elemen
- Octavio I.G.P, 2009. Pengaruh Penambahan Katalis Terhadap Kinerja Mesin Otto Berbahan Bakar Premium. Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Indonesia. Depok
- Anonim, 2007. "Karakteristik Kandungan Bahan Bakar". Pertamina
- Pratama A.H, Wijayanto D.S, dan Rohman N, 2016. Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar dan Penambahan Biodiesel Pada Solar terhadap Konsumsi Bahan Bakar Mesin Diesel Mitsubishi L300. Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret
- Pulkrabek W.W, 1997. *Engineering Fundamentals of The Internal Combustion Engine, University of Wisconsin.*
- Raharjo S. dan Solechan, 2013. Studi Pengaruh Penambahan Pipa Katalis *Hydrocarbon Crack System* Terhadap Penghemat Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Pada Mobil Kijang Super 1500 CC. Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang. Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)
- Rencana Strategis 2015-2019 Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi
- Rubijanto J.P dan Amin M. 2013. Desain Dan Pembuatan Penghemat Bahan Bakar Dengan Metode *Hydrogen Crack System (HCS)* Pada Mobil Dengan Memanfaatkan Limbah Pipa Tembaga Kondensor *Air Conditioner (A/C)* Sebagai Katalis. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang. Simposium Nasional RAPI XII - 2013 FT UMS.
- Sabarudin S, 2012. Pengaruh pemanasan Bahan Bakar Dengan Radiator Sebagai Upaya Meningkatkan Kinerja Mesin Bensin. Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang PROTON, Vol. 4 No. 1/Hal. 44 – 48
- Sananta A, 2012. Analisis Variasi Temperatur Logam Katalis (Cu) Pada *Catalytic Converter* Untuk Mereduksi Emisi Gas Karbonmonoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) Kendaraan Bermotor. Jurnal Rotor, Vol 5 No. 1

- Saputra R.A dan Hazwi M, 2016. Kajian Eksperimental Penggunaan Katalisator Broquet Terhadap Performa Mesin Otto Berkapasitas 113 CC. Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara. Prosiding Seminar Nasional XI “Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi 2016. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta.
- Sudirman, Urip. 2006. *Metode Tepat Menghemat Bahan Bakar (Bensin) Mobil*. Kawan pustaka : Jakarta
- Sukidjo FX, 2011. Performa Mesin Sepeda Motor Empat Langkah Berbahan Bakar Premium Dan Pertamina. Program Diploma Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM. Forum Teknik Vol. 34 No. 1
- Suprpto, 2004., *Bahan Bakar dan Pelumas.*, Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Tenaya I.G.N.P, Sukadana I.G.K, dan Pratama I.G.N.B.S, 2013. Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Mesin. Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana. Jurnal Energi dan Manufaktur Vol.6 No.2

**LAMPIRAN DATA HASIL PENELITIAN**

Lampiran A Tabel Data Pengujian Emisi Gas Buang

Lampiran A.1 Tabel hasil rata – rata pengujian emisi gas buang pada pengujian standart (tanpa katalis).

RPM	Emisi Gas Buang			
	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)	CO (%)
3000	3.5	243	13.8	2.07
	3.5	243	13.8	2.14
	3.5	250	13.8	2.12
Rata - rata	3.50	245	13.80	2.11
4000	3.2	338	13.2	3.22
	3.3	379	13.1	3.29
	3.3	415	13	3.28
Rata - rata	3.27	377	13.10	3.26
5000	3.3	306	12.9	3.45
	3.4	301	12.8	3.45
	3.4	286	12.7	3.53
Rata - rata	3.37	298	12.80	3.48
6000	4.3	342	10.6	4.27
	4.4	329	10.3	4.26
	4.5	312	10.1	4.29
Rata - rata	4.40	328	10.33	4.27
7000	5.3	401	7.74	4.87
	5.5	382	7.61	5.19
	5.6	369	7.64	5.25
Rata - rata	5.47	384	7.66	5.10

Lampiran A.2 Tabel hasil rata – rata pengujian emisi gas buang pada pengujian suhu 100 °C.

RPM	Emisi Gas Buang			
	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)	CO (%)
3000	2.6	302	14.5	2.96
	2.6	313	14.3	3.02
	2.7	311	14.1	3.05
Rata - rata	2.63	309	14.30	3.01
4000	2.6	367	14.2	3.37
	2.8	373	13.9	3.29
	2.9	389	13.8	3.34
Rata - rata	2.77	376	13.97	3.33
5000	3.7	293	11.1	4.51
	3.9	307	10.9	4.76
	4	328	10.8	4.92
Rata - rata	3.87	309	10.93	4.73
6000	4.3	213	9.15	5.32
	4.5	218	8.75	5.42
	4.7	220	8.46	5.4
Rata - rata	4.50	217	8.79	5.38
7000	4.9	180	6.71	5.69
	5.4	198	6.23	5.69
	5.8	209	6.23	5.72
Rata - rata	5.37	196	6.39	5.70

Lampiran A.3 Tabel hasil rata – rata pengujian emisi gas buang pada pengujian suhu 125 °C.

RPM	Emisi Gas Buang			
	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)	CO (%)
3000	2.6	271	14.3	2.78
	2.6	271	14.2	2.78
	2.6	286	14.1	2.8
Rata - rata	2.60	276	14.20	2.79
4000	2.5	273	14	2.78
	2.6	292	14	2.91
	2.6	305	14	2.99
Rata - rata	2.57	290	14.00	2.89
5000	3.6	305	10.4	4.2
	3.8	331	10.4	4.32
	4	353	10.3	4.33
Rata - rata	3.80	330	10.37	4.28
6000	4.1	332	9.4	4.84
	4.4	355	9.07	4.76
	4.4	363	8.89	4.93
Rata - rata	4.30	350	9.12	4.84
7000	4.7	230	7.9	5.26
	4.7	253	7.2	5.23
	5.1	275	6.75	5.18
Rata - rata	4.83	253	7.28	5.22



Lampiran A.4 Tabel hasil rata – rata pengujian emisi gas buang pada pengujian suhu 150 °C.

RPM	Emisi Gas Buang			
	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)	CO (%)
3000	2.6	340	14.6	2.47
	2.7	358	14.4	2.46
	2.8	360	14.3	2.44
Rata - rata	2.70	353	14.43	2.46
4000	2.7	307	13.6	3.19
	2.8	328	13.5	3.3
	2.9	324	13.4	3.35
Rata - rata	2.80	320	13.50	3.28
5000	2.7	312	13.4	3.4
	2.7	309	13.3	3.46
	2.8	315	13.3	3.51
Rata - rata	2.73	312	13.33	3.46
6000	3.8	328	11.3	4.4
	3.9	335	11.2	4.46
	3.9	334	11.2	4.62
Rata - rata	3.87	332	11.23	4.49
7000	4.7	315	8.55	5.63
	5.1	315	8.32	5.7
	5.2	346	8.31	5.72
Rata - rata	5.00	325	8.39	5.68

## Lampiran B Tabel Data Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Lampiran B.1 Tabel hasil rata – rata pengujian laju konsumsi bahan bakar kendaraan standart (tanpa katalis) dengan bahan bakar pertalite 20 ml.

rpm	Konsumsi Standart (ml/detik)			
	percobaan 1	percobaan 2	percobaan 3	Rata - Rata
3000	145	150	148	147.67
4000	120	124	121	121.67
5000	106	104	104	104.67
6000	88	92	92	90.67
7000	84	86	86	85.33

Lampiran B.2 Tabel hasil rata – rata pengujian laju konsumsi bahan bakar pada pipa katalis suhu 100 °C dan bahan bakar pertalite 30 ml.

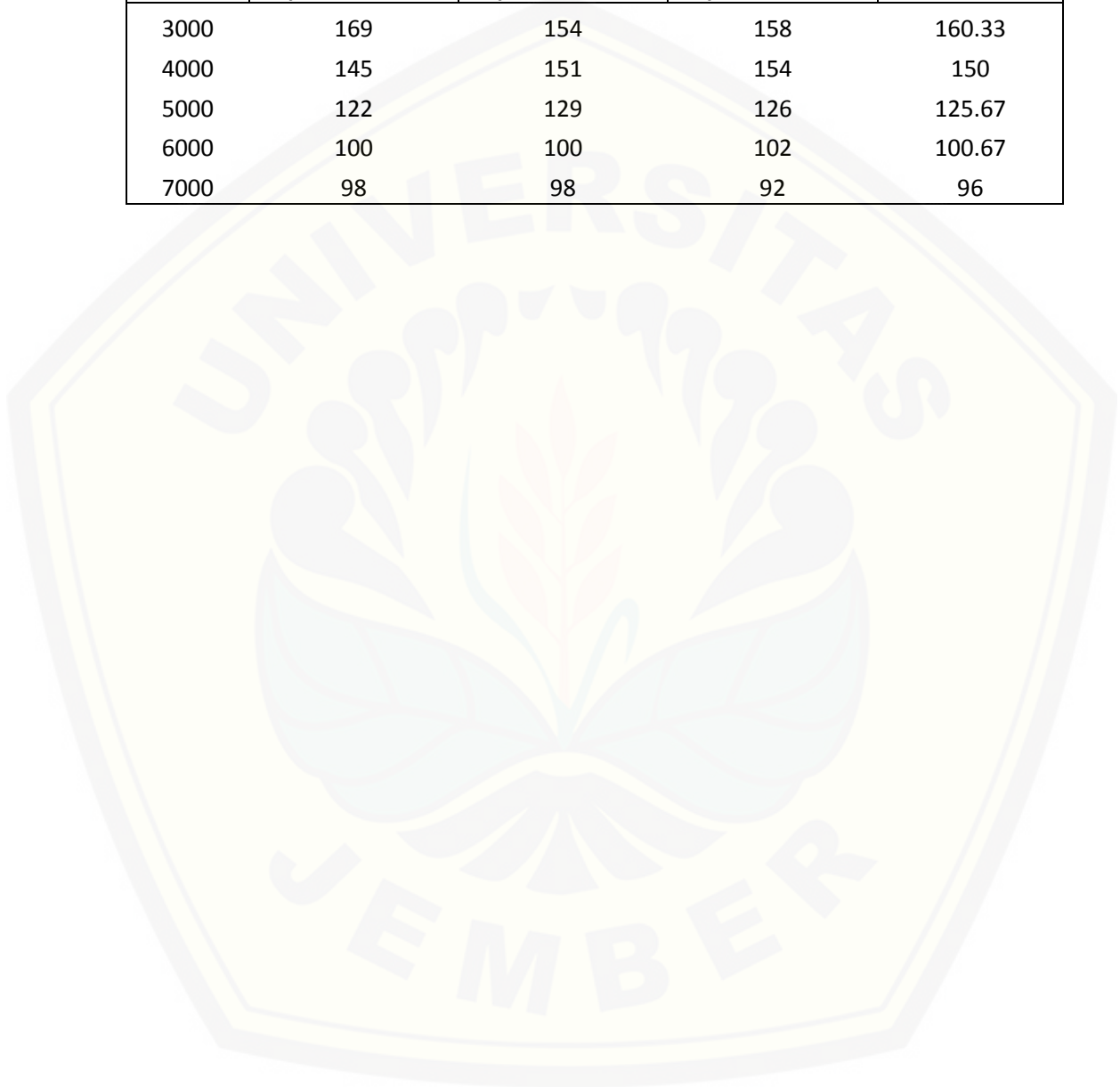
rpm	Konsumsi 100 °C (ml/detik)			
	percobaan 1	percobaan 2	percobaan 3	Rata - Rata
3000	196	194	192	194
4000	177	177	178	177.33
5000	133	134	133	133.33
6000	128	110	112	116.67
7000	106	106	102	104.67

Lampiran B.3 Tabel hasil rata – rata pengujian laju konsumsi bahan bakar pada pipa katalis suhu 125 °C dan bahan bakar pertalite 30 ml.

rpm	Konsumsi 125 °C (ml/detik)			
	percobaan 1	percobaan 2	percobaan 3	Rata - Rata
3000	166	160	164	163.33
4000	163	156	154	157.67
5000	136	138	135	136.33
6000	106	110	110	108.67
7000	94	98	100	97.33

Lampiran B.4 Tabel hasil rata – rata pengujian laju konsumsi bahan bakar pada pipa katalis suhu 150 °C dan bahan bakar pertalite 30 ml.

rpm	Konsumsi 150 °C (ml/detik)			
	percobaan 1	percobaan 2	percobaan 3	Rata - Rata
3000	169	154	158	160.33
4000	145	151	154	150
5000	122	129	126	125.67
6000	100	100	102	100.67
7000	98	98	92	96



## Lampiran C. Tabel Data Pengujian Daya dan Torsi

Lampiran C.1 Tabel hasil rata – rata pengujian torsi kendaraan standart (tanpa katalis).

rpm	Torsi Standart		
	percobaan 1	percobaan 2	percobaan 3
3000	4.45	3.85	3.73
4000	8.97	8.85	8.73
5000	8.97	8.85	8.73
6000	8.97	8.85	8.73
7000	8.97	8.85	8.73

Lampiran C.2 Tabel hasil rata – rata pengujian torsi pengujian suhu 100 °C.

rpm	Torsi 100 °C		
	percobaan 1	percobaan 2	percobaan 3
3000	3.26	4.2	5.72
4000	8.77	8.89	8.67
5000	8.77	8.89	8.67
6000	8.77	8.89	8.67
7000	8.77	8.89	8.67

Lampiran C.3 Tabel hasil rata – rata pengujian torsi pengujian suhu 125 °C

rpm	Torsi 125 °C		
	percobaan 1	percobaan 2	percobaan 3
3000	3.21	8.55	2.55
4000	8.76	8.56	8.74
5000	8.76	8.56	8.74
6000	8.76	8.56	8.74
7000	8.76	8.56	8.74

Lampiran C.4 Tabel hasil rata – rata pengujian torsi pengujian suhu 150 °C

rpm	Torsi 150 °C		
	percobaan 1	percobaan 2	percobaan 3
3000	8.34	3.85	8.53
4000	8.61	8.67	8.6
5000	8.73	8.67	8.6
6000	8.73	8.67	8.6
7000	8.73	8.67	8.6

Lampiran C.5 Tabel hasil rata – rata pengujian torsi kendaraan standart (tanpa katalis).

rpm	Daya Standart		
	percobaan 1	percobaan 2	percobaan 3
3000	1.05	2.64	0.75
4000	3.64	3.64	3.37
5000	4.37	4.6	4.23
6000	5.37	5.26	6.3
7000	6.14	5.79	6.3

Lampiran C.6 Tabel hasil rata – rata pengujian torsi pengujian suhu 100 °C

rpm	Daya 100 °C		
	percobaan 1	percobaan 2	percobaan 3
3000	1.04	1.3	1.85
4000	3.61	3.37	3.51
5000	4.56	4.48	4.26
6000	5.32	5.23	5.12
7000	6.07	5.78	5.7



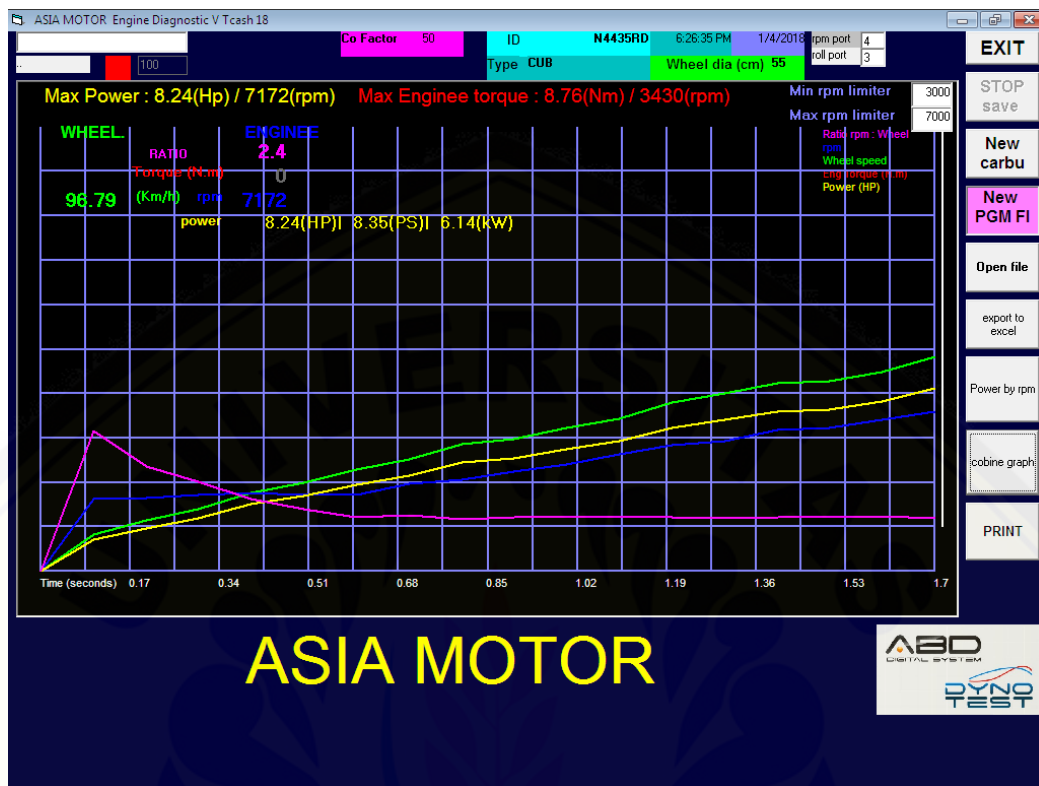
Lampiran C.7 Tabel hasil rata – rata pengujian torsi pengujian suhu 125 °C

rpm	Daya 125 °C		
	percobaan 1	percobaan 2	percobaan 3
3000	1.39	2.82	2.73
4000	3.4	4.49	3.67
5000	4.32	4.49	4.41
6000	4.14	5.41	5.31
7000	5.97	5.14	5.92

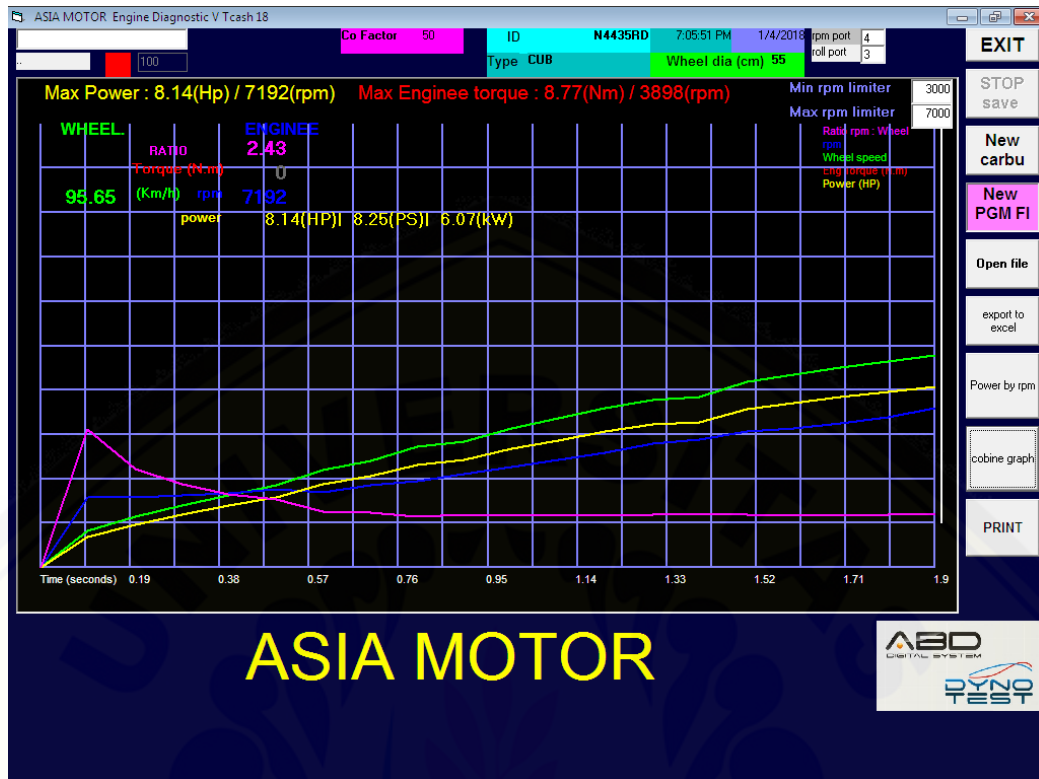
Lampiran C.8 Tabel hasil rata – rata pengujian torsi pengujian suhu 150 °C

rpm	Daya 150 °C		
	percobaan 1	percobaan 2	percobaan 3
3000	3.32	1.18	2.74
4000	3.58	3.54	3.52
5000	4.33	4.37	4.3
6000	5.32	5.11	5.33
7000	6.11	6.13	6.19

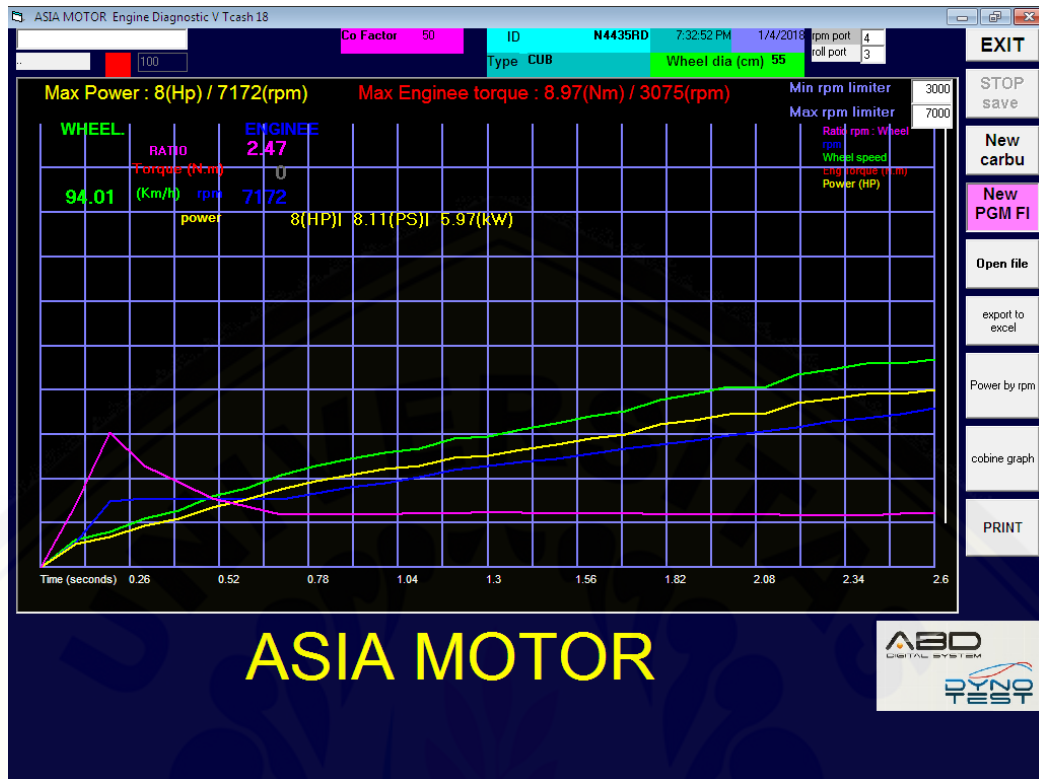
Lampiran D Hasil pengujian *Dynotest*



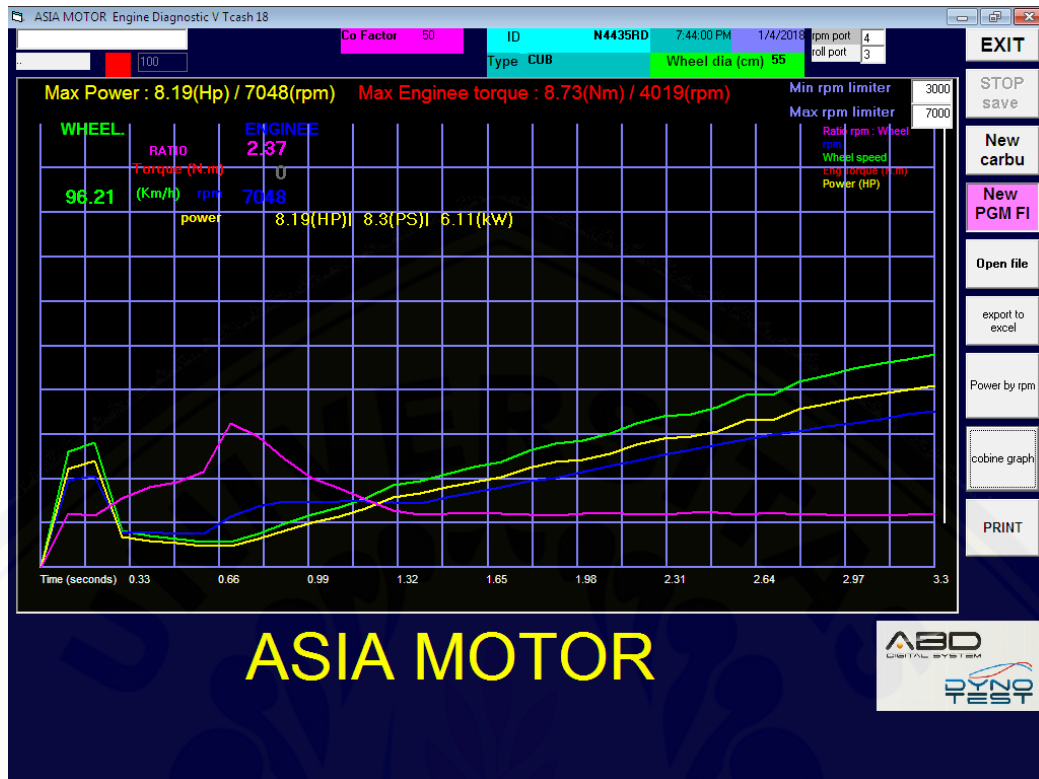
Gambar D.1 Pengujian Standart (tanpa katalis)



Gambar D.2 Pengujian Suhu 100 °C



Gambar D.3 Pengujian Suhu 125 °C



Gambar D.4 Pengujian Suhu 150 °C

Lampiran E. Proses Pengujian



Gambar E.1 Pengambilan data Daya dan Torsi.





Gambar E.2 pengambilan data konsumsi bahan bakar.

Lampiran F Alat dan Bahan Penelitian



Gambar F.1 Termokontrol Dengan Variasi Kontrol Suhu 100 °C



Gambar F.2 Termokontrol Dengan Variasi Kontrol Suhu 125 °C

JEMBER

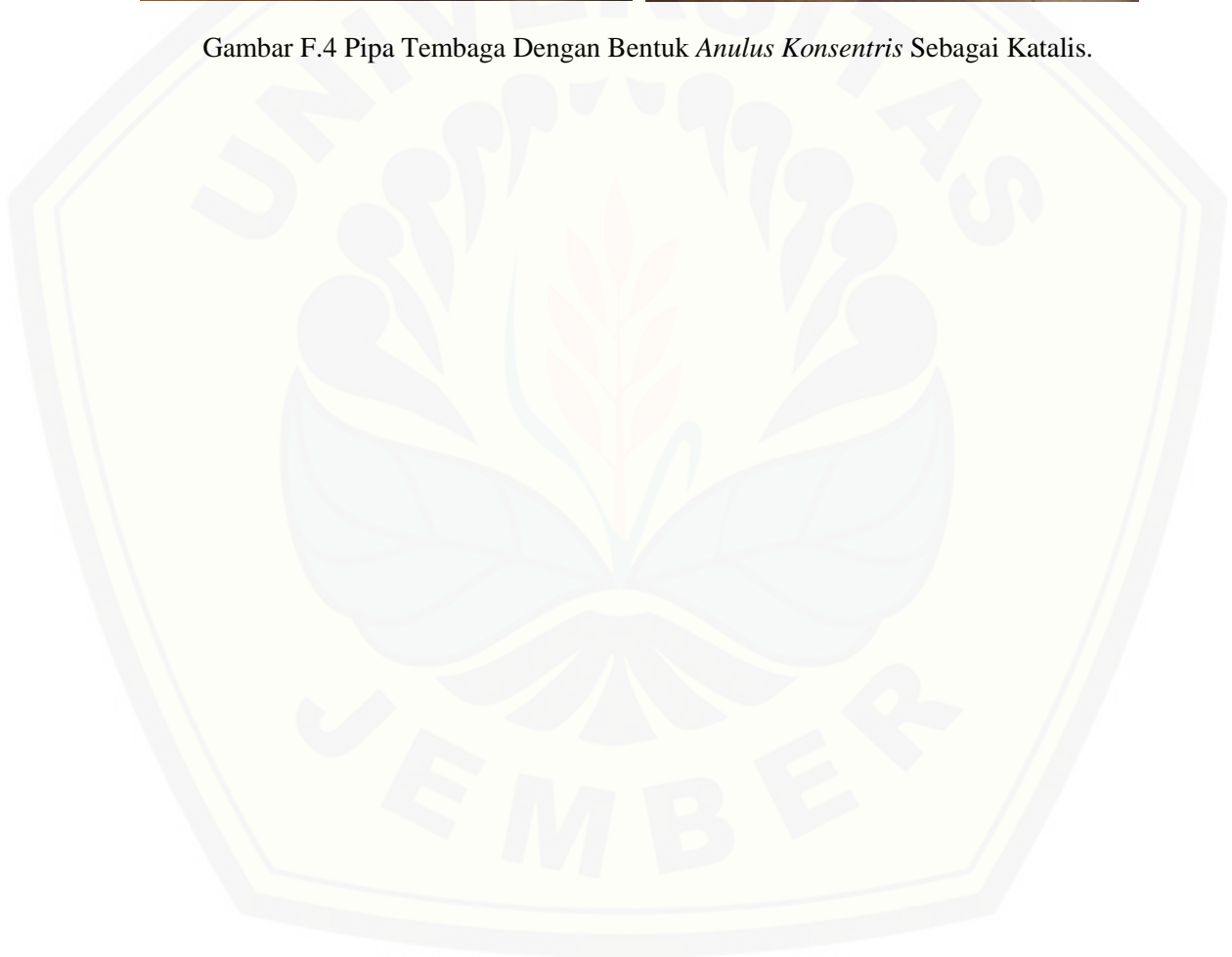




Gambar F.3 Termokontrol Dengan Variasi Kontrol Suhu 150 °C



Gambar F.4 Pipa Tembaga Dengan Bentuk *Anulus Konsentris* Sebagai Katalis.



Lampiran G Alat dan Bahan Penelitian



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)





(g)



(h)

Keterangan :

- a). Blower
- b). Thermokontrol
- c). Kawat Nikelin
- d). Kertas Teflon
- e). Thermokopel
- f). Gas Analyzer
- g). Pertalite
- h). Buret