



**ANALISIS PENGARUH DIAMETER KAWAT JARING PADA
HCS (*Hydrocarbon Crack System*) TERHADAP UNJUK KERJA
MOTOR BENSIN EMPAT LANGKAH**

SKRIPSI

**Oleh:
AGUSTINUS BINTORO
131910101060**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**ANALISIS PENGARUH DIAMETER KAWAT JARING PADA
HCS (*Hydrocarbon Crack System*) TERHADAP UNJUK KERJA
MOTOR BENSIN EMPAT LANGKAH**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:
AGUSTINUS BINTORO
131910101060

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT, atas nikmat kesehatan, kemampuan, kemudahan, kesabaran dalam menyelesaikan skripsi ini hingga mendapatkan gelar sarjana sosial. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda tercinta Imam Soefi'i dan ibunda tercinta Marwiyah yang telah memberikan kasih sayang, doa serta dukungan kepada saya hingga saya mampu menyelesaikan study ini;
2. Kakak tercinta Apriyanis R.S dan Keponakan tercinta Jacinda O.R, serta seluruh keluarga yang telah memberikan doa, dukungan serta semangat selama ini;
3. Guru-guru saya mulai dari TK (Taman Kanak-Kanak), SD (Sekolah Dasar) hingga Perguruan Tinggi yang telah memberikan ilmu bermanfaat;
4. Seluruh dosen, staff pengajar dan administrasi Fakultas Teknik Universitas Jember;
5. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Keberhasilan Adalah Kemampuan Untuk Melewati dan Mengatasi dari Satu
Kegagalan ke Kegagalan Berikutnya Tanpa Kehilangan Semangat
(Winston Churchill)”



¹ Abu Mufidah & J. Haryadi. 2013. *Total Success*. Jakarta Selatan: Qultum Media.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agustinus Bintoro

NIM : 131910101060

Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “**Analisis Pengaruh Diameter Kawat Jaring Pada HCS (*Hydrocarbon Crack System*) Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab 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 serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 Januari 2018

Yang menyatakan,

(Agustinus Bintoro)

NIM. 131910101060

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH DIAMETER KAWAT JARING PADA
HCS (*Hydrocarbon Crack System*) TERHADAP UNJUK KERJA
MOTOR BENSIN EMPAT LANGKAH**

Oleh

Agustinus Bintoro

NIM 131910101060

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Aris Zainul Mutaqqin, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Moch. Edoward R., S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN

Karya ilmiah (skripsi) berjudul “Analisis Pengaruh Diameter Kawat Jaring Pada HCS (*Hydrocarbon Crack System*) Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik pada:

Hari/tanggal : Kamis, 18 Januari 2018

Tempat : Fakultas Teknik

Tim Penguji

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Aris Zainul Mutaqqin, S.T., M.T.

Moch. Edoward R., S.T., M.T.

NIP. 19681207 199512 1 002

NIP. 19870130 201404 1 001

Penguji I

Penguji II

Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T.

Hary Sutjahjono, S.T, M.T.

NIP. 19600812 199802 1 001

NIP. 19681205 199702 1 002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M

NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Analisis Pengaruh Diameter Kawat Jaring Pada HCS (*Hydrocarbon Crack System*) Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah

Agustinus Bintoro, 131910101060; 2018; 39 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Masyarakat Indonesia merupakan pengguna kendaraan bermotor terbesar di Asia. Sebagai mestinya yang telah diketahui dari tahun ke tahun jumlah kendaraan yang berlalu lalang terus bertambah, sedangkan persediaan minyak bumi makin menipis serta bahan bakar semakin mahal akhir-akhir ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengurangi polusi udara dan menghemat bahan bakar pada sepeda motor. Penelitian ini dilakukan untuk mengamati pengaruh diameter kawat jaring katalis terhadap daya, torsi dan emisi gas buang yang diaplikasikan pada sepeda motor menggunakan bahan bakar premium. Data yang diperoleh dari *dynamometer* dan *gas analyzer* diolah lebih lanjut sehingga dapat ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

Dari hasil penelitian, dapat diketahui pada putaran 7000 rpm – 8000 rpm disetiap variasi diameter kawat jaring katalis mengalami peningkatan yang paling tinggi terjadi pada diameter 0,8 mm dan 1,5 mm. Daya rata-rata yang terjadi pada diameter 0 mm (standard) sebesar 13,22 hp pada putaran 8000 rpm. Daya rata-rata yang terjadi pada diameter 0,8 mm sebesar 12,4 hp, terjadi kenaikan sebesar 1,39 % terhadap daya pada diameter 0 mm (standard) pada putaran 7500 rpm. Daya rata-rata yang terjadi pada diameter 0,9 mm sebesar 13,11 hp, terjadi penurunan sebesar 0,83 % terhadap daya pada diameter 0 mm (standard) pada putaran 8000 rpm. Daya rata-rata yang terjadi pada diameter 1,5 mm sebesar 13,84 hp, terjadi kenaikan sebesar 4,69 % terhadap daya pada diameter 0 mm (standard) pada putaran 8000 rpm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan katalis dapat menaikkan daya pada sepeda motor. Semakin besar ukuran diameter kawat jaring katalis, maka daya yang dihasilkan lebih tinggi. Dikarenakan campuran bahan bakar

dengan oksigen sebelum memasuki ruang bakar terjadi pemanasan oleh heater untuk menurunkan energi aktivasi pada ikatan atom hidrokarbon dengan oksigen. *Hydrogen* akan terbakar lebih cepat dan berkespansi dengan cepat ketika terjadi pembakaran yang menghasilkan perbandingan daya dan langkah mesin yang lebih efisien. Namun walaupun tidak signifikan, pembakaran yang sempurna ditandai juga seiring turunnya kadar CO dan HC sehingga dapat mengurangi polusi udara.



SUMMARY

Analysis Effect of Diameter Wire Mesh on the HCS (Hydrocarbon Crack System) Against The Performance of Motor Gasoline Four Stroke

Agustinus Bintoro, 131910101060; 2018; 39 pages; Departement of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Jember University

Indonesia society is the largest motor vehicle users in Asia. As it should be known from year to year the number of vehicles that pass by weeds keeps growing, while supplies of petroleum fuel and thinning makin more expensive lately. The purpose of this research is to reduce air pollution and save fuel on the motorcycle. This research was conducted to observe the influence of the diameter of the wire mesh of the catalyst against the power, torque and exhaust emissions which applicated on the motorcycle using premium fuel. Data obtained from the dynamometer and the gas analyzer processed further so that it can be displayed in the form of tables and graphs.

From the results of research, can be found at 7000 rpm - 8000 rpm every variation of diameter of wire net of the catalyst experience increased the diameter of 0.8 mm occurred at and 1.5 mm. Power that happens to a diameter of 0 mm (standard) of 13.22 hp at 8000 rpm. The average power that occurred at 0.8 mm diameter of 12.4 hp, going on a rise of 1.39% against power on 0 mm in diameter (standard) at 7500 rpm. The average power that occurred in diameter 0.9 mm amounted to 13.11 hp, there was a decrease of 0.83% against power on 0 mm indiameter (standard) at 8000 rpm. The average power that happens to a diameter of 1.5 mm of 13.84 hp, going on a hike of 4.69% against power on 0 mm in diameter (standard) at 8000 rpm.

The results showed that the addition of a catalyst can increase power on the bike. The larger the size of the diameter of the wire mesh of the catalyst, then the resulting higher power. Due to the fuel mixture with oxygen before it enters the combustion chamber the heating occurs by a heater to lower the activation energy of the atomic bond in hydrocarbons with oxygen. Hydrogen will burn fast

and combustion occurs rapidly when that produces power comparison and a more efficient machine. However, although not significant, the perfect combustion also marked the decline of the ini levels of CO and HC so it can reduce air pollution.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala nikmat karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Analisis Pengaruh Diameter Kawat Jaring Pada HCS (*Hydrocarbon Crack System*) Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan kepada:

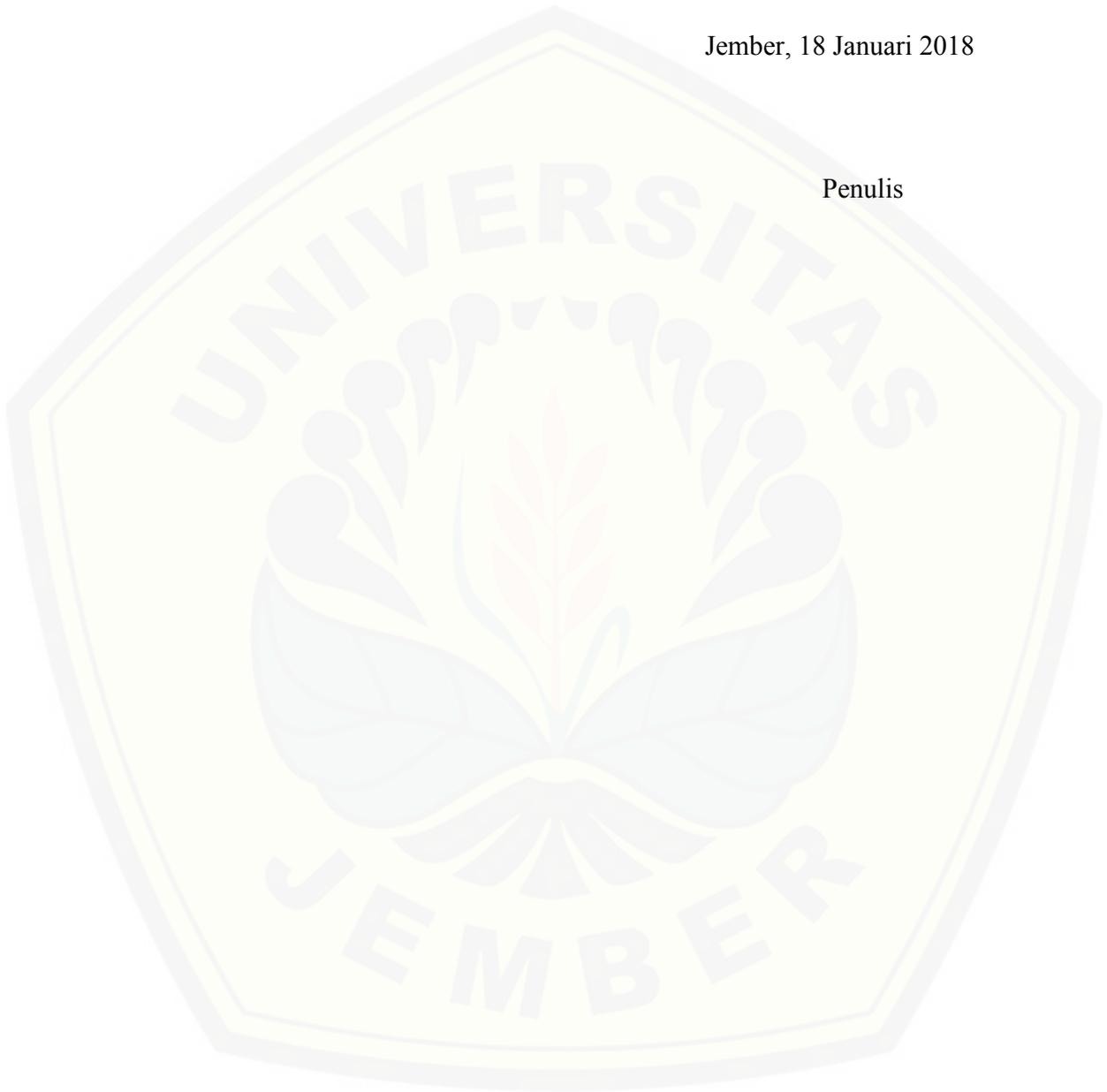
1. Kedua orang tua saya Bapak Imam Soefi'i dan Ibu Marwiyah yang telah berjuang, mendidik, memberi motivasi, kasih sayang dan doanya sampai saat ini, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
2. Kakak saya, Apriyanis Ramadhani S. yang telah memberikan semangat dan doa serta materi demi terselesaikannya skripsi ini;
3. Keponakan saya, Jacinda O.R;
4. Bapak Aris Zainul Mutaqqin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Moch. Edoward R., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
5. Bapak Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Hary Sutjahjono, S.T, M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran, sehingga skripsi ini menjadi lebih baik;
6. Bapak M. Nurkoyim K., S.T., M.T. yang telah meluangkan waktunya membimbing dan memberi tempat untuk menyelesaikan skripsi ini;
7. Teman seperjuangan Mesin 2013, Tim HCS, Teman-teman Kontrakan Sumberalam dan Evaatul Istifadah
8. Seluruh staf pengajar dan adminitrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, membimbing, dan membantu kelancaran dalam perkuliahan;
9. Jhebor dan Cong Irul yang telah membantu transportasi dan dukungannya dalam mengerjakan skripsi ini;

10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Jember, 18 Januari 2018

Penulis

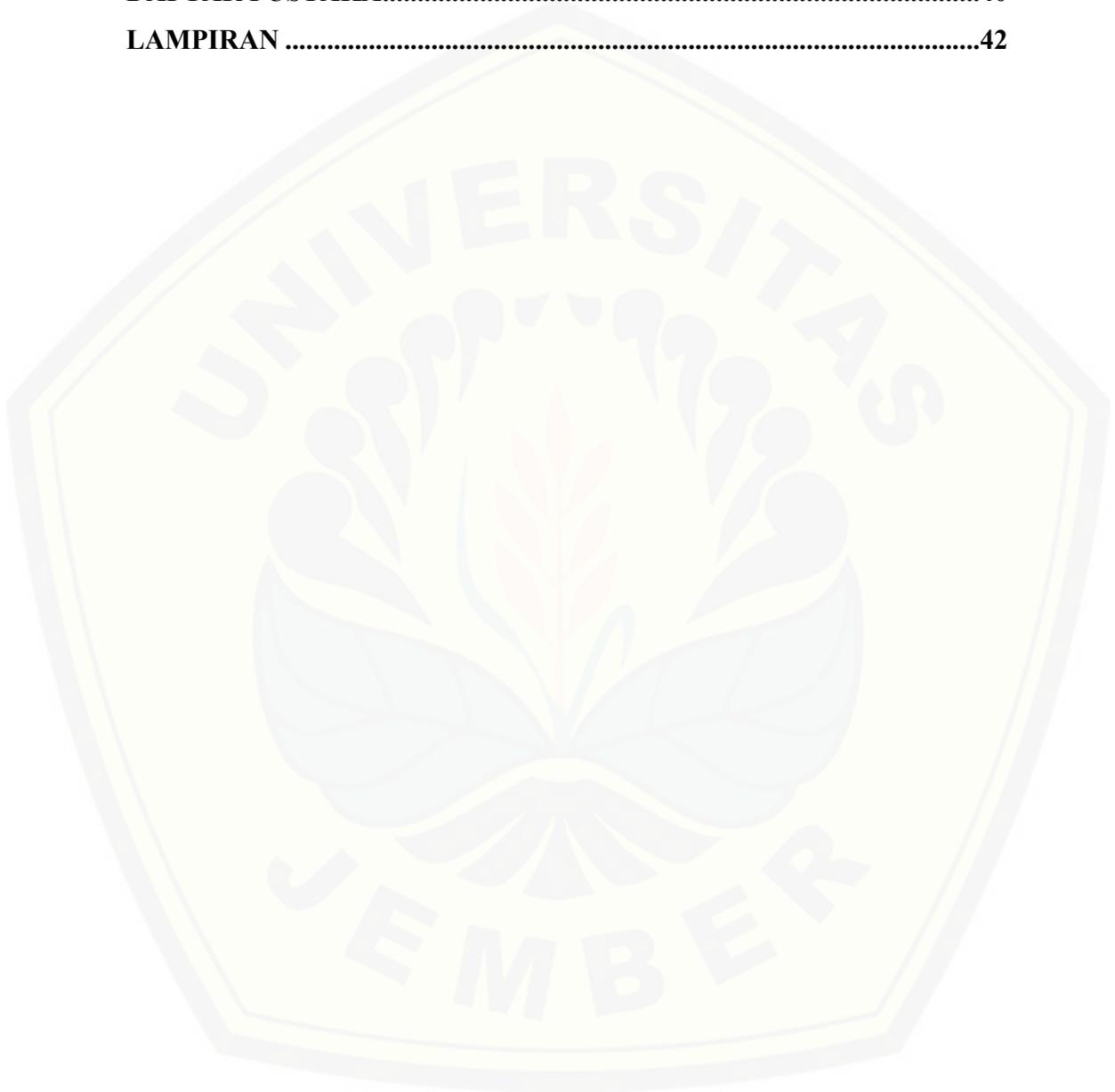


DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN (<i>SUMMARY</i>)	vii
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian yang Telah Dilakukan	5
2.1.1 Solechan (2014)	5
2.1.2 Rubijanto JP dan M.Amin (2013)	6
2.2 Potensi Minyak Bumi di Indonesia	7
2.3 Motor Bakar.....	7
2.3.1 Berdasarkan Langkah dan Toraknya	7
2.3.2 Siklus Otto	8
2.3.3 Prinsip Kerja Motor Bakar Empat Langkah	8
2.4 Pembakaran yang Terjadi Pada Motor Bensin	10
2.4.1 Pembakaran Sempurna	10

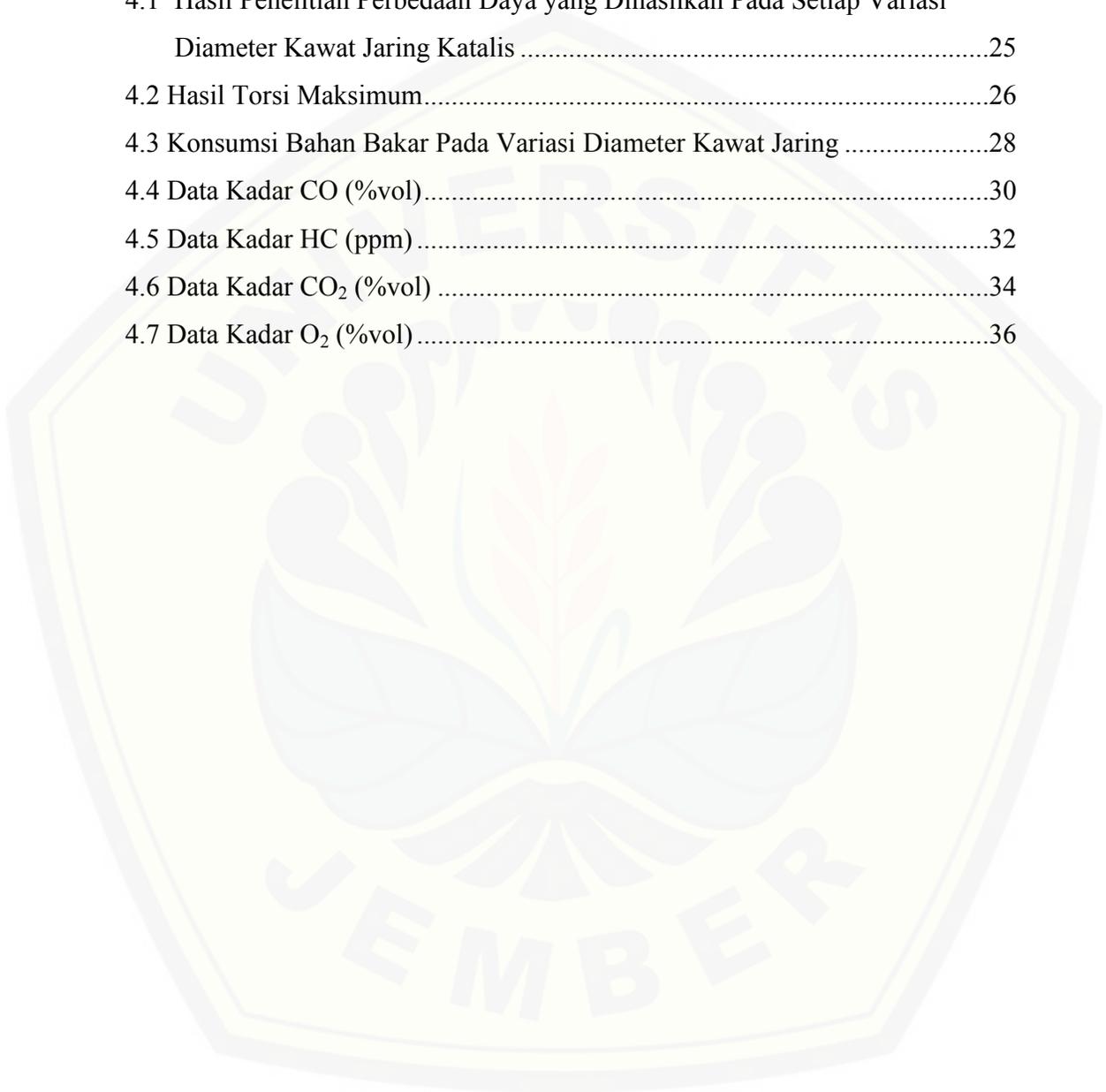
2.4.2 Pembakaran Tidak Sempurna.....	11
2.5 Sistem Bahan Bakar pada Mesin Otto	12
2.6 Karakteristik Bahan Bakar Cair	12
2.7 Bahan Bakar Premium	13
2.8 HCS (<i>Hydrocarbon Crack System</i>).....	13
2.9 Pipa Katalis	15
2.10 Hipotesa	15
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1 Metode Penelitian	16
3.2 Waktu dan Tempat.....	16
3.3 Alat dan Bahan	16
3.3.1 Alat	16
3.3.2 Bahan	17
3.4 Variabel Penelitian	18
3.4.1 Variabel Bebas.....	18
3.4.2 Variabel Terikat.....	18
3.5 Prosedur Penelitian	18
3.5.1 Tahap Persiapan Alat.....	18
3.5.2 Tahap Penelitian	19
3.6 Diagram Alir Penelitian	22
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Hasil Penelitian	23
4.2 Analisa Pengaruh Diameter Kawat Jaring Katalis Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 4 Langkah	23
4.2.1 Analisa Daya dan Torsi Terhadap Putaran Mesin dengan Variasi Diameter Kawat Jaring	23
4.2.2 Analisa <i>Fuel Consumption</i> Terhadap Putaran Mesin dengan Variasi Diameter Kawat Jaring	27
4.2.3 Analisa Emisi Gas Buang Terhadap Putaran Mesin dengan Variasi Diameter Kawat Jaring	29

BAB 5. PENUTUP	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN	42



DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Hasil Penelitian Perbedaan Daya yang Dihasilkan Pada Setiap Variasi Diameter Kawat Jaring Katalis	25
4.2 Hasil Torsi Maksimum.....	26
4.3 Konsumsi Bahan Bakar Pada Variasi Diameter Kawat Jaring	28
4.4 Data Kadar CO (%vol).....	30
4.5 Data Kadar HC (ppm)	32
4.6 Data Kadar CO ₂ (%vol)	34
4.7 Data Kadar O ₂ (%vol).....	36



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Desain Pipa Katalis	5
2.2 Desain Pipa Katalis	6
2.3 Siklus Otto.....	8
2.4 Skema Gerakan Torak dan Katup Motor 4 Langkah	8
2.5 Grafik Pembakaran Sempurna	10
2.6 Perlengkapan Komponen HCS Dan Skema Pemasangannya	14
3.1 Desain Pipa Katalis	17
4.1 Grafik Regresi Perbandingan Daya.....	24
4.2 Grafik Perbandingan Daya terhadap Diameter Kawat Katalis	25
4.3 Grafik Regresi Perbandingan Torsi.....	26
4.4 Grafik Konsumsi Bahan Bakar	28
4.5 Grafik Perbandingan Kadar CO pada Empat Jenis Katalis.....	30
4.6 Grafik Perbandingan Kadar HC pada Empat Jenis Katalis.....	32
4.7 Grafik Perbandingan Kadar CO ₂ pada Empat Jenis Katalis	34
4.8 Grafik Perbandingan Kadar O ₂ pada Empat Jenis Katalis	36

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masyarakat Indonesia merupakan pengguna kendaraan bermotor terbesar di Asia. Sekarang ini perkembangan didalam dunia sains dan teknologi mengalami kemajuan yang sangat pesat, khususnya dalam bidang otomotif (Sudibyo dan Rohman, 2008). Seiring dengan era globalisasi, masyarakat Indonesia banyak beralih menggunakan kendaraan bermotor karena harganya semakin terjangkau sehingga jumlah kendaraan bermotor meningkat yang menyebabkan jalan raya semakin padat atau macet. Tanpa disadari kemacetan tersebut menyebabkan bahan bakar terbuang sia-sia.

Penggunaan bahan bakar tergantung dari kompresi, karena berbanding lurus dengan angka oktan (otomotif.kompas., 2013). Angka oktan tinggi cocok untuk perbandingan kompresi yang tinggi untuk memperoleh efisiensi tinggi tanpa detonasi. Angka oktan yang tinggi hendak digunakan pada motor kompresi rendah, karena tidak akan terlihat adanya perbaikan pada efisiensi dan daya yang dihasilkan (Arismunandar, W., 2005). Dari penjelasan tersebut, dapat diketahui bahwa angka oktan yang rendah (premium) perlu penambahan katalis pada kendaraan bermotor. Fungsinya untuk menurunkan *energy aktivasi* pada ikatan hidrokarbon sehingga *energy* reaksi yang dibutuhkan untuk memulai pembakaran pada ruang bakar menjadi lebih rendah dan mencegah terjadinya detonasi. Sebagaimana mestinya terdapat banyak cara untuk meningkatkan nilai oktan atau nilai *kalor* dalam bahan bakar yang berkaitan dengan penghematan bahan bakar, seperti metode *booster*, *coil*, *magnetik* dan *power* arus. Kekurangannya disebabkan terlalu memacu kinerja mesin yang menyebabkan mesin *overheating*, *overvibration*, *overnoise* dan yang paling parah bisa mengakibatkan mesin pecah (Suzuki Indonesia, 2012).

Berkaitan dengan hal tersebut, masing-masing alat penghemat bahan bakar mempunyai kelebihan dan kekurangan. Dengan perkembangan teknologi muncul alat yang dinamakan HCS (*Hydrocarbon Crack System*). Prinsip kerja dari alat tersebut adalah dengan menggunakan pipa katalis tembaga. Katalis yang

dipanaskan oleh *heater* bertujuan untuk menurunkan *energy aktivasi* agar ikatan rantai hidrokarbon lebih mudah putus. Rantai hidrokarbon yang dipecah akan menjadi atom *hydrogen* dan *carbon*. Setelah menjadi atom *hydrogen* dan *carbon* maka akan lebih cepat bereaksi dengan oksigen.

Menurut Solechan (2014) Bertambahnya panjang pipa katalis dan menurunnya *volume* premium dapat meningkatkan waktu performa mesin yang disebabkan oleh meningkatnya kadar oktan. Daya mesin yang dihasilkan lebih besar dan konsumsi bahan bakar rendah sehingga berpengaruh terhadap temperatur mesin, *noise* (kebisingan), juga mengurangi kandungan HC dan CO pada gas buang.

Rubijanto dan Amin (2013) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa dengan pengaplikasian sistem HCS pada mesin kijang 1500 cc dapat menurunkan konsumsi bahan bakar yang digunakan, yaitu pertamax. Hasil yang diperoleh *hydrogen* akan terbakar lebih cepat dan berekspansi dengan cepat ketika terjadi pembakaran yang menghasilkan perbandingan daya dan langkah mesin yang lebih efisien. Namun walaupun demikian, hasil yang didapatkan kadar HC tidak menurun dengan signifikan dan kadar CO berkurang.

Dari penelitian diatas terdapat berbagai macam variasi atau parameter yang digunakan. Diantaranya parameter bentuk katalis yang digunakan pada HCS (*Hidrokarbon Crack Sistem*) dan pengaplikasiannya. Pada penelitian kali ini, penulis ingin melanjutkan penelitian tentang HCS (*Hidrokarbon Crack Sistem*) yang menggunakan katalis dengan bahan tembaga. Untuk memperoleh hasil yang diinginkan dari penelitian ini peneliti juga meninjau dari bentuk katalis dengan bentuk jaring-jaring, ukuran jaring-jaring yang digunakan berdasarkan besar kecilnya diameter kawat tembaga yang ada didalam pipa katalis tembaga.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh diameter kawat tembaga pada katalis HCS (*Hidrokarbon Crack Sistem*) terhadap unjuk kerja motor bensin 4 langkah?
2. Bagaimana pengaruh diameter kawat tembaga pada katalis HCS (*Hidrokarbon Crack Sistem*) terhadap *fuel consumption* motor bensin 4 langkah?
3. Bagaimana hasil emisi gas buang yang dihasilkan akibat pengaruh HCS (*Hidrokarbon Crack Sistem*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh diameter kawat tembaga pada katalis HCS (*Hidrokarbon Crack Sistem*) terhadap unjuk kerja motor bensin 4 langkah.
2. Mengetahui pengaruh diameter kawat tembaga pada katalis HCS (*Hidrokarbon Crack Sistem*) terhadap *fuel consumption* kerja motor bensin 4 langkah.
3. Mengetahui hasil emisi yang dihasilkan akibat pengaruh HCS (*Hidrokarbon Crack Sistem*).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memperoleh unjuk kerja motor bakar yang optimal baik dilihat dari torsi, daya, *fuel consumption* dan emisi gas buang.
2. Meningkatkan hasil pembakaran yang lebih sempurna.
3. Bagi kalangan luas dapat digunakan atau diaplikasikan terhadap kendaraan bermotor yang dimilikinya.
4. Menambah pengetahuan tentang penghematan bahan bakar menggunakan alat HCS (*Hidrokarbon Crack Sistem*)

1.5 Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan dan menghindari meluasnya permasalahan yang ada, maka dalam penelitian ini akan diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Kelembaban udara dianggap konstan dan sepeda motor dianggap standard.
2. Panas yang dihasilkan oleh *heater* dianggap konstan.
3. Kondisi pipa katalis dianggap tanpa kebocoran.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

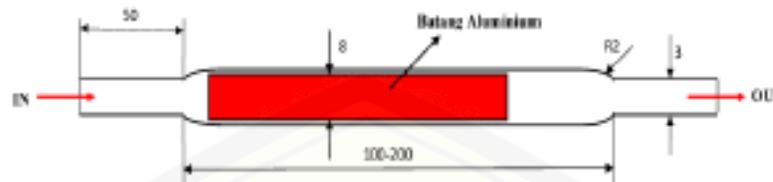
2.1 Penelitian Terdahulu

Dibawah ini adalah hasil-hasil penelitian terdahulu yang dapat membantu peneliti untuk mendapatkan kajian baru dari penelitian yang akan dilaksanakan.

2.1.1 Jurnal oleh Solechan 2014. “Analisa Penambahan Pipa Katalis HCS dengan Memanfaatkan Uap Tangki Terhadap penghematan Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Jupiter Z”.

Dalam penelitiannya media uji menggunakan pipa katalis tembaga yang diaplikasikan pada sepeda motor Jupiter Z 113,7 cc tahun 2006 dengan rasio konsumsi bahan bakar 1: 47,5 artinya dalam 1 liter BBM mampu menempuh jarak 47,5 km. Pipa katalis terbuat dari pipa tembaga bekas kondensor AC dengan

diameter pipa 8 mm. Bagian dalam pipa katalis diisi batang aluminium berdiameter 7 mm.. Desain pipa katalis HCS ditunjukkan pada gambar 2.1

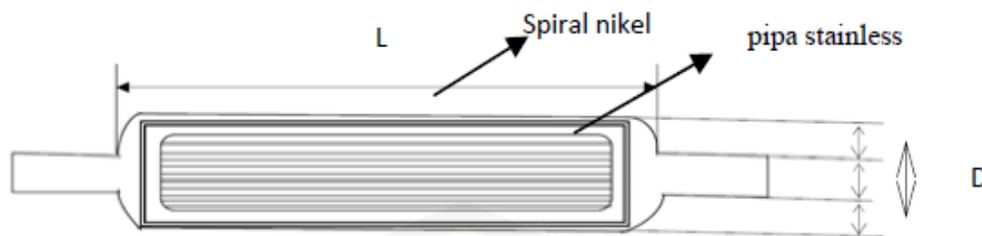


Gambar 2.1 Desain pipa katalis HCS (Solechan.,2014)

Dari data yang diperoleh dari hasil pengujian bahwa terjadi perbedaan signifikan antara sebelum dan sesudah terpasang pipa katalis. Pada pengujian waktu performa mesin dengan tanpa menggunakan katalis pada putaran 900 rpm diperoleh waktu performa mesin 3:37 menit, setelah dipasang pipa katalis panjang 100 mm mengalami peningkatan 18%, pipa katalis dengan panjang 150 mm mengalami peningkatan menjadi 33% dan pada pipa katalis panjang 200 mm terjadi kenaikan maksimal yaitu 35% dengan volume bahan bakar premium yang digunakan 1 liter. Panjang pipa katalis tembaga memberikan pengaruh yang besar. Semakin panjang pipa katalis yang digunakan maka, dapat menaikkan angka oktan didalam ruang bakar sehingga daya mesin meningkat dan konsumsi bahan bakar menjadi sedikit.

2.1.2 Jurnal oleh Rubijanto J.P dan M.Amin 2013. “Desain dan Pembuatan Penghemat Bahan Bakar dengan Metode *Hydrogen Crack System* pada Mobil dengan Memanfaatkan Limbah Pipa Tembaga Kondensor *Air Conditioner* sebagai Katalis”.

Dalam penelitiannya kendaraan yang digunakan pada saat pengujian adalah Toyota Kijang Super 1500 cc tahun 1998. Pembuatan sistem tabung katalis dengan menggunakan pipa tembaga bekas kondensor AC ditunjukkan pada Gambar 2.2. Variasi diameter pipa katalis adalah 12 mm dan 14 mm sedangkan panjangnya adalah 100 mm, 150 mm dan 200 mm. Pengujian dilakukan pada kondisi mesin menggunakan dan tanpa menggunakan sistem HCS dengan putaran *idle* (700 rpm) dan 2500 rpm. Volume bahan bakar pertamax yang digunakan pada saat pengujian yaitu 1000 ml dan 1500 ml.



Gambar 2.2 Desain pipa katalis (Rubijanto, J.P. & M, Amin., 2013)

Dari data yang diperoleh dapat disimpulkan semakin besar ukuran volume katalis maka berbanding lurus dengan menurunnya konsumsi bahan bakar. Dapat diambil sampel pada pengujian 2500 rpm dengan volume bahan bakar 1 liter, panjang katalis 200 mm dengan diameter 14 mm mengkonsumsi bahan bakar dengan durasi 358 detik dan pada kondisi standard mengkonsumsi bahan bakar dengan durasi 298 detik. Hal ini disebabkan pemasangan alat HCS pada mobil Toyota Kijang terjadi penguraian hidrogen sebelum memasuki ruang bakar. Hidrogen yang sudah terurai akan lebih mudah terbakar ketika terjadi pembakaran sehingga menghasilkan daya dan torsi yang lebih efisien. Meskipun tidak terjadi perubahan yang signifikan, hasil uji emisi secara keseluruhan menunjukkan peningkatan kualitas gas buang diiringi dengan menurunnya kadar persentase gas CO dan HC.

2.2 Potensi Minyak Bumi di Indonesia

Cadangan dan produksi bahan bakar minyak bumi (fosil) di Indonesia mengalami penurunan 10% setiap tahunnya (Bambang, 2006) sedangkan tingkat konsumsi minyak rata-rata naik 6% per tahun (Suroso, 2005). Produksi bahan bakar minyak bumi yang ada di Indonesia tidak dapat memenuhi besarnya konsumsi bahan bakar yang digunakan oleh masyarakat. Kenaikan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia adalah salah satu penyebab terbesar meningkatnya konsumsi bahan bakar. Indonesia adalah salah satu pengimpor minyak bumi untuk memenuhi kebutuhan energi bahan bakar dalam setiap harinya. Hal tersebut dikarenakan produksi pada kilang minyak terjadi penurunan dan tidak menemukan sumur minyak yang baru.

2.3 Motor Bakar

Motor bakar torak merupakan salah satu jenis penggerak mula yang mengubah *energy thermal* menjadi *energy mekanik*. *Energy thermal* tersebut diperoleh dari proses pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen dari udara. Bila tenaga panas pembakaran penghasil kerja berasal dari luar mesin itu sendiri seperti mesin uap, turbin uap disebut motor bakar pembakaran luar (*External Combustion Engine*). Bila tenaga panas pembakaran penghasil kerja berasal dari dalam mesin disebut mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*).

2.3.1 Berdasarkan Langkah Toraknya

a. Motor Bakar Dua Langkah

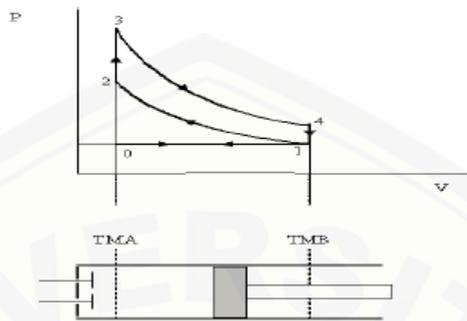
Yaitu motor bakar dimana untuk memperoleh satu kali langkah kerja diperlukan dua langkah torak atau satu kali putaran poros engkol

b. Motor Bakar Empat Langkah

Yaitu motor bakar dimana untuk memperoleh satu kali langkah kerja diperlukan empat langkah torak atau dua kali putaran poros engkol. (Sunarta, 2002)

2.3.2 Siklus Otto

Siklus ini dapat digambarkan dengan diagram P dengan V seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



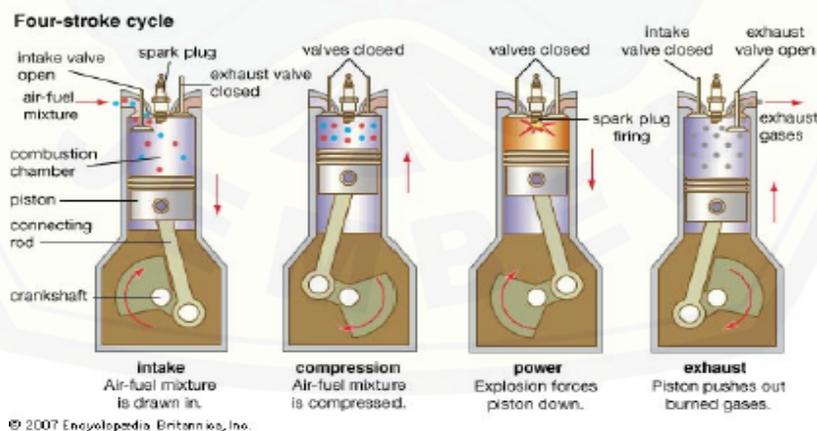
Gambar 2.3 Siklus otto

Sumber: Arismunandar, W., Penggerak Mula Motor Bakar Torak, ITB, Bandung, 1994.

Proses yang terjadi adalah :

- 1-2 : Kompresi adiabatik
- 2-3 : Pembakaran isokhorik
- 3-4 : Ekspansi / langkah kerja adiabatik
- 4-1 : Langkah buang isokhorik

2.3.3 Prinsip Kerja Motor Bakar Empat Langkah



Gambar 2.4 Skema gerakan torak dan katup motor 4 langkah

Sumber: Arismunandar W., Penggerak Mula Motor Bakar Torak, ITB, Bandung, 1994.

Keterangan dari gambar 2.4 sebagai berikut :

1. Langkah hisap (*induction*) : A
 - a. Piston bergerak dari titik mati atas menuju titik mati bawah.
 - b. Sehingga katup masuk terbuka dan katup buang tertutup.
 - c. Kemudian campuran bahan bakar antara premium dan udara yang telah tercampur didalam karburator masuk kedalam silinder ruang bakar melalui katup masuk.
 - d. Saat torak berada di titik mati bawah maka katup masuk akan tertutup.
2. Langkah kompresi (*compression*) : B
 - a. Piston bergerak dari titik mati bawah menuju titik mati atas .
 - b. Kemudian katup masuk dan katup buang menjadi tertutup secara bersamaan sehingga gas yang telah dihisap tidak akan keluar pada saat ditekan oleh piston yang menuju titik mati atas mengakibatkan tekanan gas akan naik pada silinder ruang bakar.
 - c. Beberapa saat sebelum piston mencapai titik mati atas busi mengeluarkan loncatan bunga api listrik.
 - d. Sehingga campuran gas bahan bakar yang telah mencapai tekanan tinggi seketika terbakar.
 - e. Akibat pembakaran bahan bakar, tekanannya akan naik menjadi kira-kira tiga kali lipat.
3. Langkah pembakaran (*ignition*) : C
 - a. Pada langkah ini kedua katup masih dalam keadaan tertutup.
 - b. Gas terbakar dengan tekanan yang tinggi akan mengembang kemudian menekan piston turun kebawah dari titik mati atas menuju titik mati bawah.
 - c. Tenaga yang dihasilkan oleh pembakaran tersebut kemudian disalurkan melalui *connecting rod*, dan selanjutnya oleh poros engkol atau *crankshaft* diubah menjadi gerak rotasi.

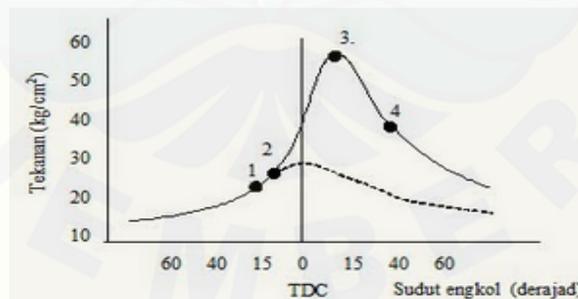
4. Langkah pembuangan (*exhaust*) : D
- Katup buang terbuka dan katup masuk tertutup.
 - Kemudian piston bergerak dari titik mati bawah menuju titik mati atas.
 - Setelah itu gas sisa pembakaran yang terdorong oleh piston, keluar melalui katup buang.

2.4 Pembakaran yang Terjadi Pada Motor Bensin

Pembakaran yang terjadi pada ruang bakar merupakan reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen dan disertai timbulnya panas. Sehingga panas yang dihasilkan dari pembakaran tersebut menjadi energi mekanik (daya). Hasil pembakaran yang baik adalah karbondioksida dan uap air tanpa menimbulkan jelaga. Semisal hasil pembakaran menimbulkan jelaga kemungkinan terjadi *premixture* antara molekul *hydrogen* dengan atom oksigen tidak tercampur dengan sempurna sehingga terjadi *cracking* dimana saat pembakaran pada nyalanya timbul asap. Hal ini merupakan pembakaran tidak sempurna. Pembakaran yang terjadi pada motor bensin ada dua macam, yaitu pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna. Penjelasannya dapat diuraikan dibawah ini, yaitu :

2.4.1 Pembakaran Sempurna

Grafik pembakaran sempurna dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.5 Grafik pembakaran sempurna

Pada gambar 2.5 dapat dilihat bahwa, grafik diatas menunjukkan adanya suatu hubungan antara tekanan dengan sudut engkol yang dihasilkan dari pergerakan piston, dimulai dari langkah hisap sampai akhir pembakaran. Persamaan kimia dari hasil pembakaran sempurna adalah $C_n H_{2n+2} + O_2 = CO_2 + H_2O$.

Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai dari langkah hisap. Kemudian campuran antara bensin dan udara yang telah tercampur didalam karburator, dihisap masuk kedalam ruang bakar. Selanjutnya piston bergerak menuju titik mati atas, saat gas bahan bakar dikompresikan oleh piston disertai naiknya suhu dan tekanan sehingga terjadi reaksi kimia antar molekul yang saling bertumbukan. Gas bahan bakar yang terdapat didalam ruang bakar terjadi aliran *turbulensi* pada gas tersebut sehingga gas bercampur secara *homogen*. Setelah itu terjadi loncatan bunga api pada busi dan membakar campuran gas yang berada di sekelilingnya dan terus menjalar ke seluruh ruangan silinder sampai semua partikel gas bakar terbakar habis.

2.4.2 Pembakaran tidak sempurna

Pembakaran tidak sempurna merupakan proses pembakaran dimana sebagian bahan bakar tidak ikut terbakar, atau tidak teroksidasi oleh oksigen secara sempurna, persamaan kimianya adalah $C_nH_{2n} + O_2 = CO_2 + CO + H_2O$. Pembakaran tidak sempurna menghasilkan kadar gas hidrokarbon dan karbonmonoksida yang tinggi. Salah satu penyebabnya adalah terlalu kaya campuran bahan bakar dibandingkan dengan oksigen yang masuk. Sehingga atom karbon tidak semuanya teroksidasi oleh oksigen. Pembakaran tidak sempurna dibedakan menjadi dua, yaitu *knocking* dan *pre-ignition*.

Pada sistem pembakaran motor bensin, api menyebar ke seluruh bagian ruang bakar dengan kecepatan konstan. Busi berfungsi sebagai pemercik loncatan bunga api sehingga menjadi pusat penyebaran pembakaran. Gas baru yang masuk belum terbakar dan terdesak oleh gas yang telah terbakar, sehingga tekanan dan suhunya naik dalam keadaan hampir terbakar. Jika pada saat ini gas tadi terbakar dengan sendirinya maka akan timbul ledakan (*detonasi*) yang menghasilkan gelombang kejutan berupa suara ketukan (*knocking noise*). Sedangkan *pre-ignition* terjadi pada saat busi belum memercikkan api. Bahan bakar terbakar dengan sendirinya sebagai akibat dari kenaikan tekanan dan suhu yang tinggi sebelum busi menyala atau kompresi yang dihasilkan terlalu besar.

2.5 Sistem Bahan Bakar Pada Mesin Bensin

Pada mesin bensin terdapat sistem bahan bakar yang terdiri dari sistem suplai bahan bakar dan sistem penakar bahan bakar. Sistem suplai bahan bakar berfungsi mengalirkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke sistem penakar bahan bakar. Sistem penakar bahan bakar pada mesin bensin dibagi menjadi dua, ada yang menggunakan karburator dan dalam teknologi yang baru menggunakan sistem injeksi. Sistem penakar bahan bakar berfungsi sebagai berikut :

1. Penakar campuran bahan bakar dengan udara agar dapat terbakar dengan cepat dan sempurna.
2. Atomisasi dan penyebar bahan bakar didalam aliran udara atau dikenal dengan *Air Fuel Ratio* (AFR).

Air Fuel Ratio (AFR) yaitu perbandingan jumlah udara terhadap bahan bakar dalam satuan berat. Nilai perbandingan teoritis untuk proses pembakaran sempurna atau AFR stokiometri untuk mesin bensin sekitar 14,7 (Arifuddin, 1999). Sistem bahan bakar yang ada pada mesin bensin dapat mengatur suplai bahan bakar yang dibutuhkan pada ruang bakar dengan perbandingan udara yang sesuai. Jika terjadi kerusakan pada sistem pengatur bahan bakar maka menyebabkan pembakaran tidak sempurna karena perbandingan antara udara dan bahan bakar menjadi tidak sesuai dengan operasi mesin.

2.6 Karakteristik Bahan Bakar Cair

Unjuk kerja dari mesin berpengapian busi sangat dipengaruhi oleh bahan bakar yang diinjeksikan kedalam ruang bakar mesin. Bahan bakar yang digunakan pada pengoprasian mesin berpengapian busi harus memenuhi beberapa karakteristik penting dari bahan bakar meliputi:

- Angka oktan
- Kemudahan menguap
- Titik beku
- Titik nyala
- Berat jenis
- Keseimbangan kimia, kenetralan dan keamanan

2.7 Bahan Bakar Premium (*Gasoline*)

Bahan bakar premium adalah senyawa hidrokarbon yang terdiri dari hidrogen dan atom karbon. Pada mesin bensin yang normal agar terjadi pembakaran sempurna, oksigen mengubah semua *hydrogen* yang ada dalam bahan bakar menjadi air dan juga mengubah semua karbon menjadi karbondioksida. Premium didapat dari hasil dan proses destilasi minyak bumi menjadi fraksi-fraksi yang diinginkan. Jangkauan titik didih senyawa ini antara lain 40 °C sampai 220 °C yang terdiri dari senyawa karbon C₅ sampai C₁₂. Jenis ini yang diproduksi dan dipasarkan oleh Pertamina dengan nama premium saat ini memiliki angka oktan 88 dengan kandungan timbal maksimum 3 g/l dan kadar belerang maksimum 2 % bobot (Permana, 2010). Disamping itu, premium menjadi bahan bakar favorit bagi masyarakat Indonesia dikarenakan harganya yang terjangkau dan cocok untuk mesin bensin yang masih berkompresi rendah.

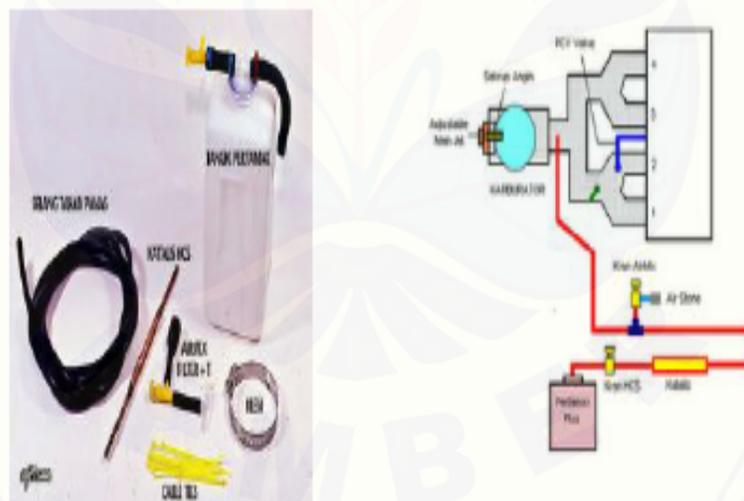
Karakteristik umum yang perlu diketahui untuk menilai kinerja dari bahan bakar bensin antara lain:

1. Bensin (*gasoline*) C₈H₁₈
2. Mudah menguap pada *temperature* normal
3. Tidak berwarna, tembus pandang, dan berbau
4. Mempunyai Nilai Oktan 88
5. Dapat melarutkan oli dan karet
6. Mempunyai titik nyala rendah (-10 °C sampai -15 °C)
7. Mempunyai berat jenis yang rendah (0,6 - 0,78 g/mm³)

2.8 HCS (*Hydrocarbon Crack System*)

Hydrocarbon Crack System (HCS) merupakan alat penghemat bahan bakar yang baru populer dikalangan penemu teknologi terbaru. Prinsip kerja dari HCS yaitu alat yang digunakan untuk memecah rantai atom hidrokarbon pada bahan bakar menjadi atom hidrogen (H₂) dan karbon (C) dengan media pipa katalis yang dipanaskan untuk menyuplai proses pembakaran mesin sebelum memasuki ruang bakar, yang ditunjukkan pada Gambar 2.6. Panas yang digunakan yaitu panas luar dari mesin *internal combustion*. Mulai dari blok mesin sampai

exhaust knalpot dengan temperatur mencapai hingga 400 °C (Tirtoatmodjo, 2009). Premium rumus kimianya C_8H_{18} dan Pertamina rumus kimianya $C_{10}H_{24}$. C_8H_{18} dicrack atau diurai menjadi 8 atom carbon dan 18 atom hidrogen (H_2), sedangkan $C_{10}H_{24}$ jika dicrack atau diurai menjadi 10 atom karbon dan 24 atom hidrogen (H_2). Fungsi utama dari katalis adalah untuk menurunkan *energy aktivasi* pada ikatan rantai atom hidrokarbon sehingga pada saat terjadi tumbukan antar atom, memudahkan untuk bereaksi dengan oksigen (beroksidasi). Gas hidrogen merupakan gas yang paling ringan, tidak berwarna dan tidak berbau, dan bersifat mudah terbakar dengan adanya oksigen, hasil pembakaran sempurna antara hidrogen dan oksigen adalah uap air. Gas hidrogen membantu menyempurnakan sistem pembakaran pada kendaraan bermotor agar diperoleh daya mesin yang lebih besar. Semakin tinggi nilai oktan yang digunakan, semakin besar tenaga kendaraan yang akan dihasilkan (Suprpto, 2004). Nilai oktan yang tinggi pada bahan bakar harus diimbangi dengan kompresi mesin yang tinggi sehingga memperoleh daya dan torsi maksimal.



Gambar 2.6 Perlengkapan komponen HCS dan skema pemasangannya (Rubijanto, JP., & M, Amin., 2014)

2.9 Pipa Katalis

Katalis berfungsi untuk menurunkan energi aktivasi dan mempercepat reaksi pada suhu kamar sedangkan tanpa katalis reaksi dapat berlangsung pada suhu 250 °C. Katalis digunakan dalam reaksi transesterifikasi, seperti pipa katalis untuk penguraian rantai atom hidrokarbon (Ketta, 1978). 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.

2.10 Hipotesa

Hipotesa yang dibuat pada penelitian ini sebagai berikut:

- Semakin besar ukuran diameter kawat jaring pada katalis dapat bekerja lebih maksimal untuk menurunkan energi aktivasi ikatan hidrokarbon sehingga menaikkan torsi, menurunkan konsumsi bahan bakar dan mengurangi polusi udara

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu metode pengamatan langsung yang digunakan untuk menguji pengaruh diameter kawat jaring katalis terhadap unjuk kerja motor bensin 4 langkah. Dalam penelitian ini, bahan bakar premium (C_8H_{18}) dan oksigen (O_2) dari karburator disirkulasikan melewati pipa katalis. Proses penurunan energi aktivasi ikatan hidrokarbon menggunakan pipa katalis yang dipanaskan hingga suhu $135\text{ }^\circ\text{C}$.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Waktu penelitian berlangsung selama 3 bulan yaitu dimulai dari bulan Februari 2017 sampai dengan bulan April 2017.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut :

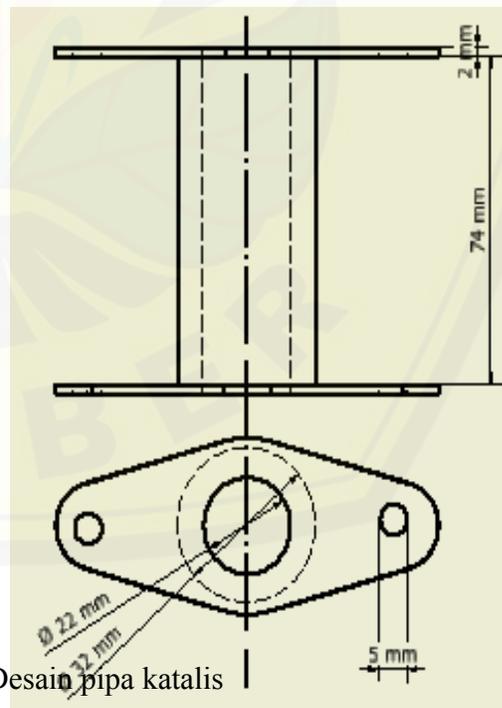
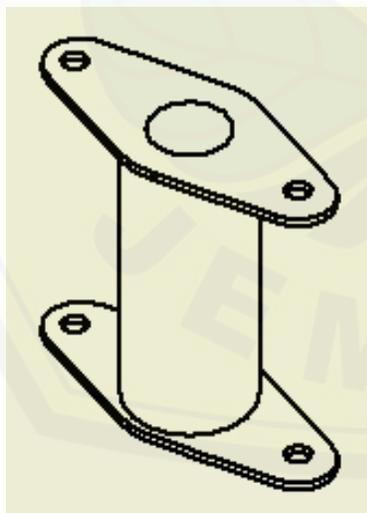
1. Motor bensin 4 langkah dengan spesifikasi sebagai berikut

- Merk Mesin : Supra X 125R
- Siklus : 4 langkah SOHC
- Diameter Langkah : 52,4 x 57,9 mm
- Volume* Silinder : 124,8 cc
- Power Max* : 9,3 PS pada putaran 7500 rpm
- Torsi Max* : 1,03 kgf.m pada putaran 4000 rpm
- Jumlah silinder : 1 silinder
- Kapasitas Oli Mesin: 800 cc
- Pengapian : CDI-AC
- Transmisi* : 4 speed (N-1-2-3-4)
- Jarak Sumbu Roda : 1242 mm
- Berat Kosong : 105 kg

- Tangki Bahan Bakar: 3,7 liter
- Tahun Pembuatan : 2010
- 2. *Tool set.*
- 3. *Tachometer.*
- 4. *Heater.*
- 5. Seperangkat komputer.
- 6. *Motor Cycle Dynamometer.*
- 7. *Gas Analyzer.*
- 8. Termokopel.
- 9. Termokontrol.

3.3.2 Bahan

1. Bahan bakar yang digunakan pada penelitian ini adalah Premium RON 88.
2. Katalis tembaga.



Gambar 3.1 Desain pipa katalis

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang dimanipulasi atau dipilih oleh peneliti untuk menentukan fenomena yang akan diamati. Variabel yang digunakan yaitu:

a. Variasi Perlakuan

Variasi perlakuan yang dilakukan pada penelitian ini adalah variasi diameter kawat katalis kondisi standard (0 mm), 0.8 mm, 0.9 mm dan 1.5 mm.

b. Putaran Mesin

Metode yang digunakan pada pengujian dengan menggunakan dinamometer menginginkan putaran *throttle gas* secara spontan, untuk pengujian emisi gas buang menginginkan putaran *throttle gas* secara konstan.

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel Terikat adalah faktor-faktor yang diamati dan diukur untuk menentukan adanya pengaruh variabel bebas. Variabel terikat yang diperoleh pada penelitian ini adalah

1. Torsi dan Daya.
2. *Fuel consumption (Sfc)*.
3. Emisi gas buang (CO, CO₂, O₂ dan HC).

3.5 Prosedur Penelitian

Pelaksanaan dari penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu:

3.5.1 Tahap Persiapan Alat

Yang dilakukan dalam mempersiapkan penelitian ini adalah:

1. Mempersiapkan alat dan bahan untuk penelitian.
2. Mempersiapkan dan mengkalibrasi alat ukur *gas analyzer* dan dinamometer.
3. Mentune-up motor agar kondisi motor sesuai dengan spesifikasi standar motor yang digunakan.
4. Merangkai komponen HCS (*Hydrocarbon Crack System*).

5. Merancang dan memasang alat *control voltase output* dari *heater* yaitu *thermocontrol* supaya kita dapat mengatur temperatur yang diinginkan untuk memanaskan HCS.
6. Melakukan pengecekan pada alat HCS (*Hydrocarbon Crack System*) sudah terpasang dengan baik pada motor sesuai dengan standard pengujian.

3.5.2 Tahap Penelitian

Penelitian dilaksanakan oleh peneliti dengan alat dan bahan yang sudah disiapkan. Urutan tahapan penelitiannya adalah sebagai berikut:

1. Tahap persiapan pengujian

Setelah proses penyusunan peralatan dan motor uji sudah terpasang dengan baik pada dinamometer maka dilakukan proses pengecekan pada kondisi pemasangan motor, pengecekan terhadap alat ukur dan sensor-sensor ukur yang terhubung pada terminal dinamometer.

2. Tahap pengujian

a. Pengujian *fuel consumption*

1. Merangkai dan mengecek kembali semua alat komponen pengujian
2. Mempersiapkan stopwatch untuk menghitung waktu yang diperlukan, jika diketahui *volume* bahan bakar yang digunakan dalam satu pengujian adalah 5 ml.
3. Menghidupkan mesin dan memposisikan gas *idle* pada putaran mesin (4000 rpm, dan 5000 rpm) dan rasio gigi yang digunakan pada pengujian adalah rasio gigi 3 dan 4.
4. Menghentikan stopwatch dan mencatat waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar 5 ml.
5. Mematikan mesin
6. Pengambilan data dilakukan 3 kali pengujian dengan variabel yang sama.
7. Mengulangi langkah 1-5, dengan mengubah variabel diameter kawat HCS dan putaran mesin.

b. Pengujian Emisi Gas Buang

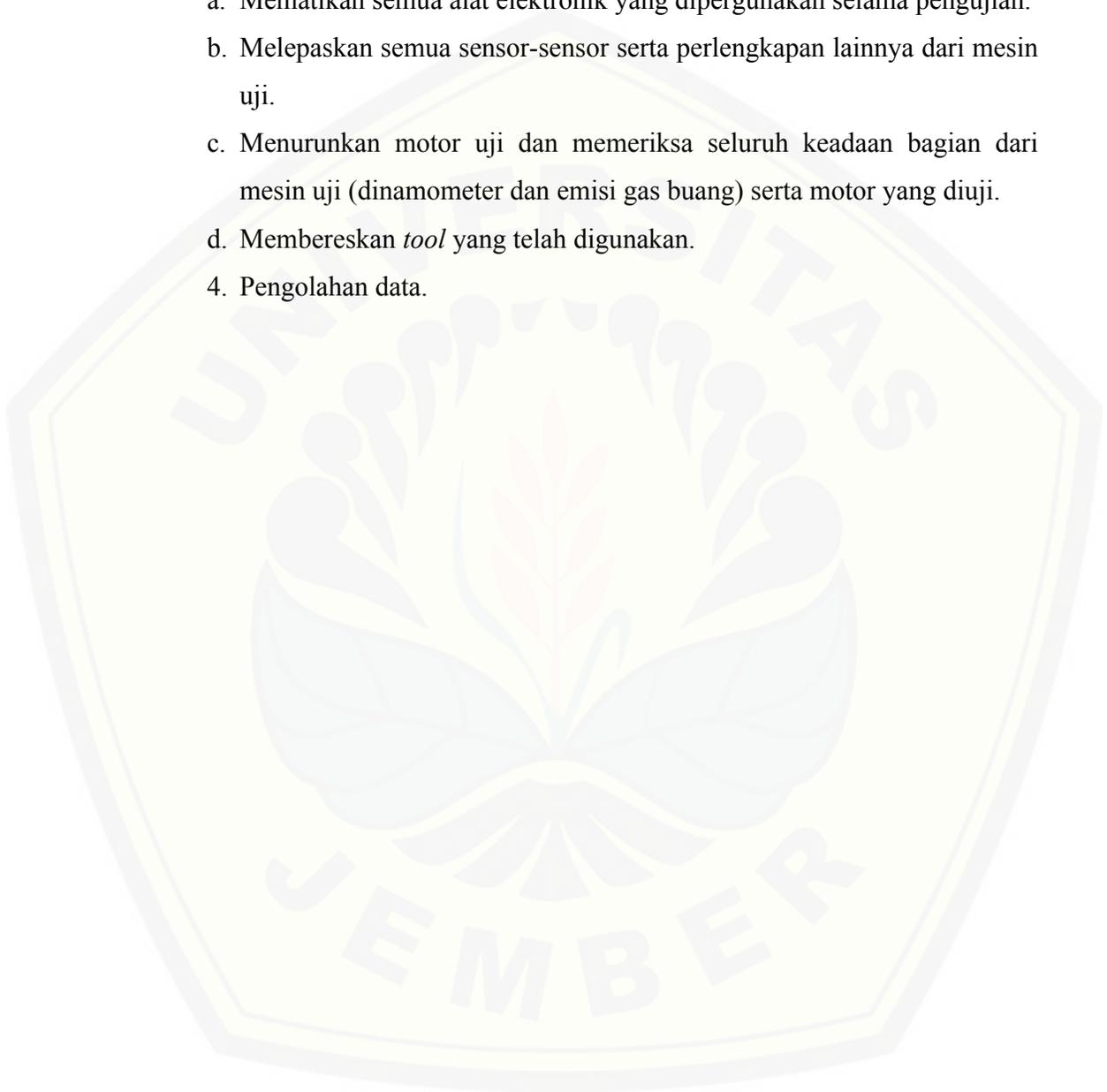
1. Merangkai dan mengecek kembali semua alat komponen pengujian.
 2. Mengisi bahan bakar.
 3. Menghidupkan mesin dan memposisikan gas *idle* pada putaran mesin (4000 rpm, dan 5000 rpm) dan rasio gigi yang digunakan pada pengujian adalah rasio gigi 3 dan 4.
 4. Menghidupkan mesin dan memposisikan gas *idle* pada putaran tertentu dengan waktu pengujian selama 15 detik.
 5. Pengambilan data hasil pengujian emisi gas buang.
 6. Mematikan mesin.
 7. Pengambilan data dilakukan 3 kali pengujian dengan variabel yang sama.
 8. Mengulangi langkah 1-6, dengan mengubah variabel diameter kawat HCS dan putaran mesin.
- c. Pengujian Dinamometer
1. Mengatur *volume* bahan bakar (premium).
 2. Menghidupkan mesin dan memposisikan pada rasio gigi 4.
 3. Mengatur bukaan *throttle valve* hingga mencapai putaran 3000 rpm.
 4. Menstar pengujian atau proses pengambilan data oleh mesin dinamometer dengan range putaran 3000-8000 rpm. Pengujian dilakukan dengan membuka *throttle valve* hingga mencapai putaran 3000 selanjutnya *throttle* dibuka secara cepat hingga *throttle valve* terbuka penuh dan mencapai putaran maksimal, selanjutnya ditahan hingga dicapai putaran mesin maksimal dan pengujian selesai.
 5. Setelah mencapai putaran 8000 rpm pengambilan data selesai (memberhentikan proses pengambilan data pada mesin dinamometer).
 6. Menghentikan mesin sepeda motor sampai keadaan mesin dingin.
 7. Mengulangi langkah 1 sampai 6 dengan variasi diameter kawat jaring katalis.

3. Akhir pengujian

Setelah proses pengujian atau pengambilan data selesai, langkah yang selanjutnya adalah

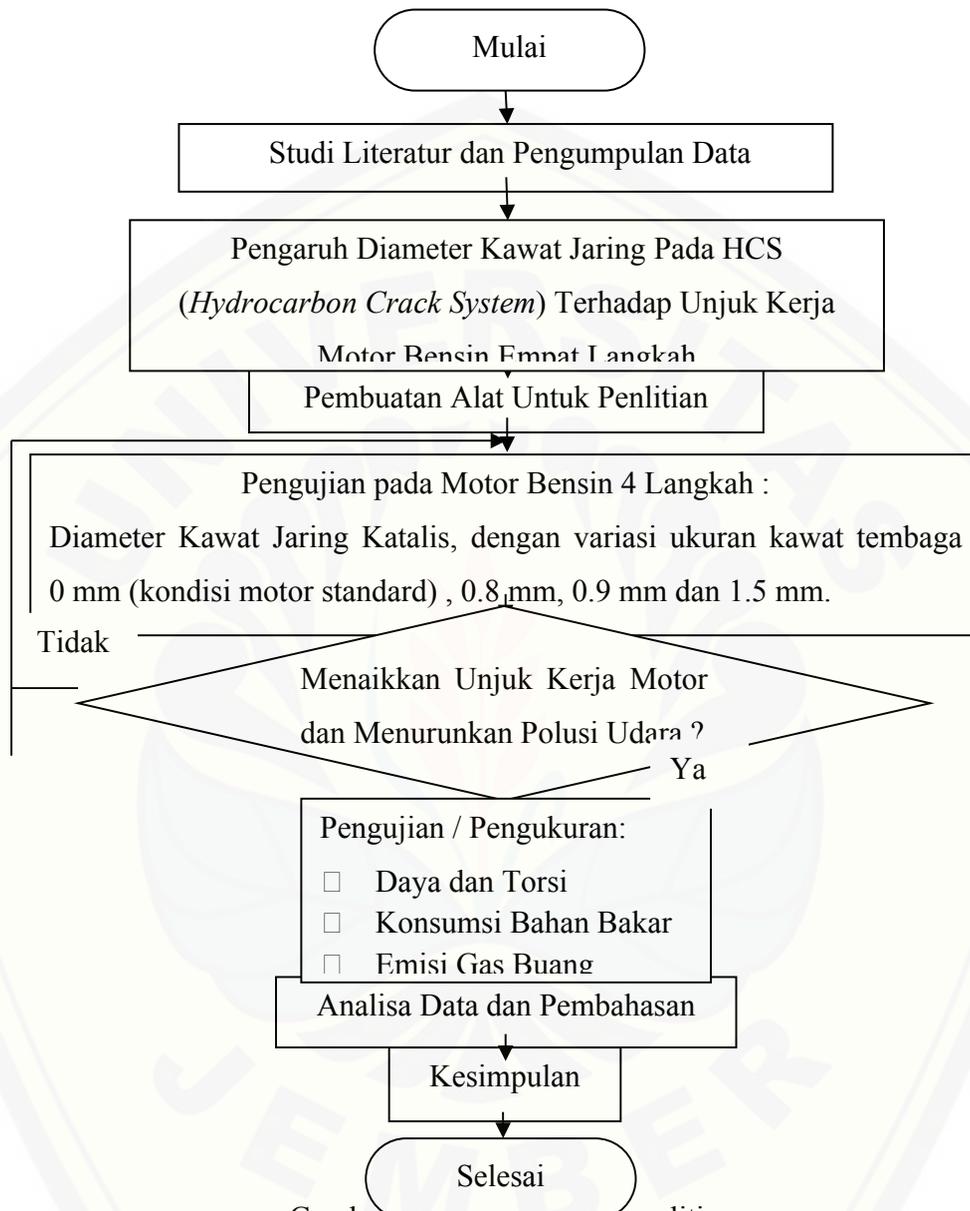
- a. Mematikan semua alat elektronik yang dipergunakan selama pengujian.
- b. Melepaskan semua sensor-sensor serta perlengkapan lainnya dari mesin uji.
- c. Menurunkan motor uji dan memeriksa seluruh keadaan bagian dari mesin uji (dinamometer dan emisi gas buang) serta motor yang diuji.
- d. Membereskan *tool* yang telah digunakan.

4. Pengolahan data.



3.6 Diagram alir penelitian

Alur penelitian ini adalah seperti gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

oksigen yang masuk kedalam ruang bakar sedikit, maka menghasilkan kadar CO dan HC yang besar diakibatkan oleh pembakaran yang tidak sempurna.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar diameter kawat jaring katalis dapat menaikkan torsi, daya serta mengurangi konsumsi bahan bakar. Hal tersebut disebabkan oleh campuran bahan bakar yang melewati pipa katalis telah dipanaskan oleh *heater*, sehingga ikatan hidrokarbon mengalami penurunan *energy aktivasi*. Dengan semakin besar ukuran diameter kawat jaring katalis dapat menurunkan *energy aktivasi* suatu ikatan hidrokarbon lebih maksimal dikarenakan luasan kontak pada kawat jaring katalis yang mengenai aliran campuran bahan bakar lebih banyak. Hal ini ditunjukkan dengan nilai persentase kenaikan daya pada variasi diameter kawat jaring katalis 0,8 mm adalah sebesar 1,39 % dan pada diameter 1,5 mm sebesar 4,69 %.

Dapat diambil sampel, dengan pemberian katalis 0,8 mm, 0,9 mm dan 1,5 mm pada putaran 4000 rpm dan 5000 rpm kandungan CO₂ pada gas buangnya mengalami kenaikan dibandingkan dengan motor dalam kondisi standard. Putaran mesin juga berpengaruh terhadap komposisi kadar CO₂ pada gas buang. Kadar persentase CO₂ pada 4000 rpm lebih rendah dibandingkan 5000 rpm karena dipengaruhi oleh proses pembakaran yang lebih cepat, dengan kandungan gas buang CO₂ pada kondisi standar 4000 rpm sebesar 3,9 % dan 5000 rpm sebesar 4,5 % sedangkan dengan katalis 1,5 mm pada 4000 rpm sebesar 5,0 % dan 5000 rpm sebesar 5,7 %.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa hal yang harus diperbaiki untuk penelitian berikutnya yaitu :

1. Diperlukan penambahan sensor tekanan pada *intake manifold* agar tekanan katalis dapat terkontrol.
2. Dalam pengujian variasi diameter kawat katalis pada *heater* harus diatur tingkat lebih tinggi dari suhu yang diinginkan karena pada saat terjadi aliran campuran bahan bakar seketika suhu pada katalis turun berkisar 10 - 20 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifuddin. 1999. *Penggerak Motor Bakar Torak*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Arismunandar, W. 1994. *Penggerak Motor Bakar Torak*. Bandung: ITB.
- David Icke. 2012. *Hydrocarbon Crack System (HCS)*. Diakses di: <http://www.baligifter.org/blog>. Diakses pada (20 Desember 2017).
- Holman, J.P. 1986. *Heat Transfer*. Singapore: Mc Graw – Hill Book Company.
- Ketta Mc, J.J. 1988. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. vol 1. New York: Marcell Dekker.
- Permana, Agus. 2010. *Pengaruh Penambahan Metanol Terhadap Angka Oktan pada Bensin Premium*. Skripsi. Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
- Rahardjo, Tirtoatmodjo. 2009. *Pemanfaatan Energi Gas Buang Motor Diesel Stasioner untuk Pemanas Air*. Jurnal. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra.
- Roy Union. 2004. *Technical Perspective Hydrogen Boosted Engine Operation (SAE Technical Paper Series 972664)*. Diakses di: <http://www.hydrogenboost.com> diakses pada tanggal (30 Desember 2017).
- Rubijanto, J.P. dan M.Amin. 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*. Jurnal. Teknik Mesin.
- Solechan. 2014. *Analisa Penambahan Pipa Katalis Hydrocarbon Crack System dengan Memanfaatkan Uap Tangki Terhadap Penghematan Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Jupiter Z*. Jurnal. Teknik Mesin.
- Suprpto, 2004. *Bahan Bakar dan Pelumas*. Jurnal. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

LAMPIRAN

Tabel 4.1 Data Konsumsi Bahan Bakar (kg/ hp.s) 5000 rpm

Katalis	Perc 1 (s)	Perc 2 (s)	Perc 3 (s)	Rata-rata (s)	m_f (kg/s) 1×10^{-4}	Sfc (kg/ hp.s) 1×10^{-4}
0 mm	22	18	22	20	6.62	0.83
0.8 mm	19	20	20	19	6.96	0.77
0.9 mm	31	33	35	33	4.15	0.49
1.5 mm	29	30	34	31	4.41	0.51

Tabel 4.2 Data Konsumsi Bahan Bakar (kg/ hp.s) 4000 rpm

Katalis	Perc 1(s)	Perc 2(s)	Perc 3(s)	Rata-rata (s)	m_f (kg/s) 1×10^{-4}	Sfc (kg/ hp.s) 1×10^{-4}
0 mm	27	27	27	27	5.07	0.48
0.8 mm	28	31	31	30	4.56	0.43
0.9 mm	35	36	35	35	3.87	0.36
1.5 mm	40	37	38	38	3.57	0.33

Tabel 4.3 Data Kadar CO₂ (%vol)

Katalis	4000 rpm			Rata - rata	5000 rpm			Rata - rata
	Perc.1	Perc.2	Perc.3		Perc.1	Perc.2	Perc.3	
0 mm	4.3	3.4	4.2	3.9	4.7	4.6	4.4	4.5
0.8 mm	4.5	4.8	3.7	4.3	3.3	4.5	4.8	4.2
0.9 mm	4.9	6.3	5.9	5.7	5.9	6.5	6.7	6.3
1.5 mm	4.5	5.6	5.0	5.0	5.5	5.8	5.8	5.7

Tabel 4.4 Data Kadar CO (%vol)

Katalis	4000 rpm			Rata - rata	5000 rpm			Rata - rata
	Perc.1	Perc.2	Perc.3		Perc.1	Perc.2	Perc.3	
0 mm	4.73	3.64	4.87	4.41	5.17	5.36	5.03	5.18
0.8 mm	3.36	3.46	2.56	3.12	3.40	4.23	4.29	3.97
0.9 mm	0.27	0.50	0.50	0.42	1.45	1.21	1.17	1.27
1.5 mm	1.34	1.81	1.42	1.52	2.60	2.68	2.60	2.62

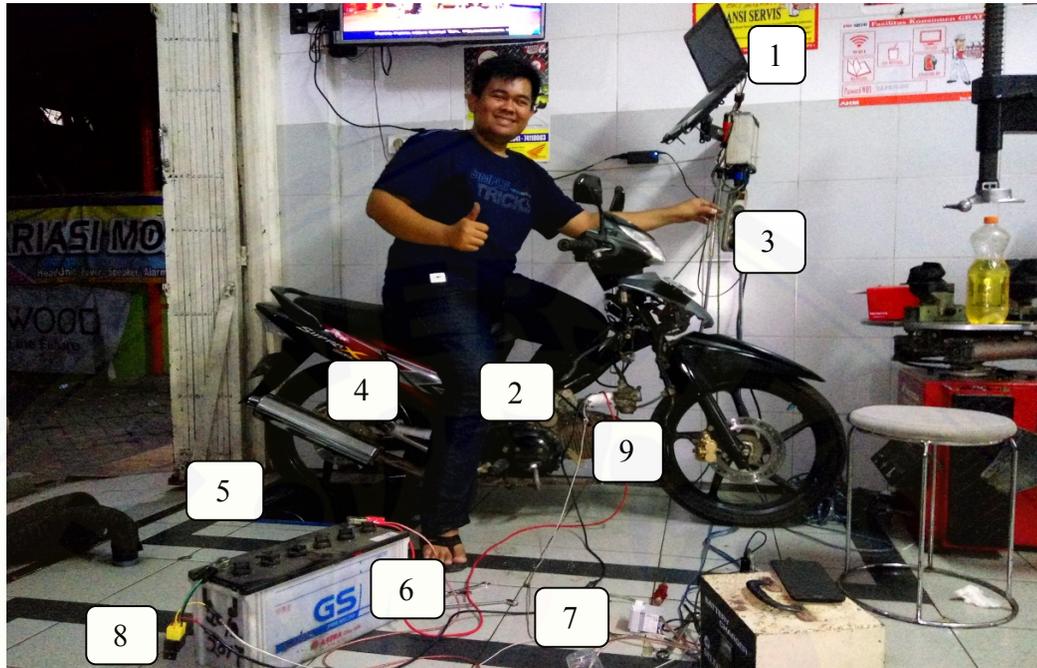
Tabel 4.5 Data Kadar HC (ppm)

Katalis	4000 rpm			Rata - rata	5000 rpm			Rata - rata
	Perc.1	Perc.2	Perc.3		Perc.1	Perc.2	Perc.3	
0 mm	414	426	501	447	393	377	414	394
0.8 mm	229	258	221	236	249	239	236	241
0.9 mm	156	146	134	145	106	121	93	106
1.5 mm	107	119	156	127	156	173	141	156

Tabel 4.6 Data Kadar O₂ (%vol)

Katalis	4000 rpm			Rata - rata	5000 rpm			Rata - rata
	Perc.1	Perc.2	Perc.3		Perc.1	Perc.2	Perc.3	
0 mm	10.5	12.7	10.5	11.23	9.6	9.42	10.1	9.7
0.8 mm	11.2	10.8	12.8	11.6	12.5	10.8	10.1	11.13
0.9 mm	13.7	11.6	12.4	12.56	11.6	10.6	10.5	10.9
1.5 mm	13.3	11.3	13.2	12.6	10.8	10.3	10.6	10.56

4.7 Skema Pemasangan Alat Dinamometer



Gambar 4.1 Skema Alat Uji

1. Laptop
2. Terminal Dinamometer
3. Buret
4. Motor Uji
5. Roller Dinamometer
6. Aki
7. Termokontrol
8. Rellay
9. Katalis

4.8 Gambar Proses Penelitian



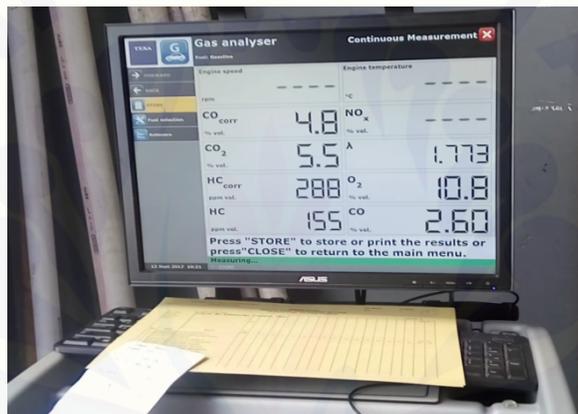
Gambar 4.2 Pemasangan Katalis



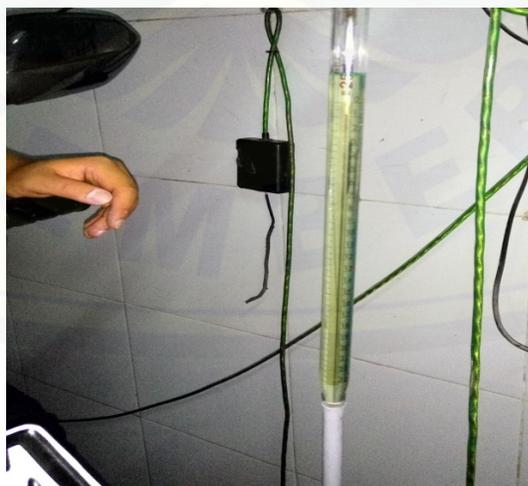
Gambar 4.3 Alat *Gas Analyzer*



Gambar 4.4 Pemasangan Sensor *Gas Analyzer*



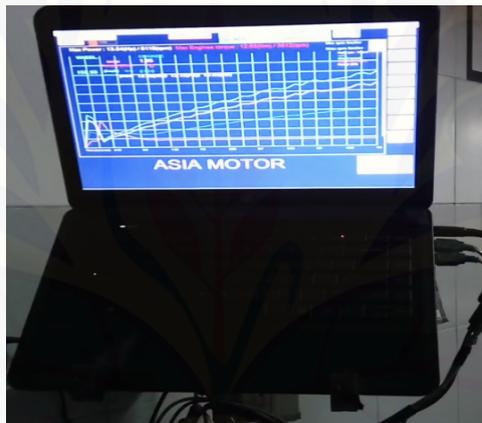
Gambar 4.5 Pengambilan Data *Gas Analyzer*



Gambar 4.6 Buret



Gambar 4.7 Pengambilan Data Dinamometer



Gambar 4.8 Hasil Pengujian Dinamometer

4.9 Tabel Konduktivitas Termal Bahan

Material	Thermal conductivity <i>k</i>	
	W/m · °C	Btu/h · ft · °F
Metals:		
Silver (pure)	410	237
Copper (pure)	385	223
Aluminum (pure)	202	117
Nickel (pure)	93	54
Iron (pure)	73	42
Carbon steel, 1% C	43	25
Lead (pure)	35	20.3
Chrome-nickel steel (18% Cr, 8% Ni)	16.3	9.4
Nonmetallic solids:		
Quartz, parallel to axis	41.6	24
Magnesite	4.15	2.4
Marble	2.08–2.94	1.2–1.7
Sandstone	1.83	1.06
Glass, window	0.78	0.45
Maple or oak	0.17	0.096
Sawdust	0.059	0.034
Glass wool	0.038	0.022
Liquids:		
Mercury	8.21	4.74
Water	0.556	0.327
Ammonia	0.540	0.312
Lubricating oil, SAE 50	0.147	0.085
Freon 12, CCl ₂ F ₂	0.073	0.042
Gases:		
Hydrogen	0.175	0.101
Helium	0.141	0.081
Air	0.024	0.0139
Water vapor (saturated)	0.0206	0.0119
Carbon dioxide	0.0146	0.00844

4.10 Gambar Katalis

