

Acc  
Jilid  
007



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**PENGUJIAN PENGGUNAAN KATALISATOR BROQUET  
TERHADAP EMISI GAS BUANG MESIN  
SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH**

**TUGAS SARJANA**

**PRADANA ADITYA**

**L2E 607 042**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
SEMARANG**

**AGUSTUS 2012**

**TUGAS SARJANA**

Diberikan kepada : Nama : Pradana Aditya

NIM : L2E 607 042

Dosen Pembimbing I : Ir. Arijanto, MT

Jangka Waktu : 6 bulan

Judul : Pengujian Penggunaan Katalisator Broquet Terhadap  
Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor 4 Langkah

Isi Tugas :

1. Mengetahui perubahan kadar emisi gas buang sebelum dan sesudah menggunakan katalis *broquet* pada kadar CO, CO<sub>2</sub>, HC, dan O<sub>2</sub>
2. Mengetahui perubahan konsumsi bahan bakar premium sebelum dan sesudah menggunakan katalis *broquet*

Semarang, 9 Agustus 2012

Menyetujui,

Pembimbing



Ir. Arijanto, MT

NIP. 195301211983121001

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Pradana Aditya

NIM : L2E 607 042

Tanda Tangan : 

Tanggal : 9 Agustus 2012

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh,

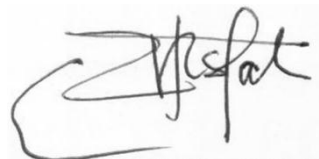
Nama : Pradana Aditya  
NIM : L2E 607 042  
Jurusan/Program Studi : Teknik/Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Pengujian Penggunaan Katalisator Broquet Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor 4 Langkah

**Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Arijanto, MT (  )  
Penguji : Dr. Gunawan Dwi Haryadi, ST, MT (  )  
Penguji : Ir. Djoeli Satridjo, MT (  )  
Penguji : Khoiri Rozi, ST, MT (  )

Semarang, 9 Agustus 2012  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



**Dr. Sulardjaka, ST, MT**  
**NIP. 197104201998021001**

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pradana Aditya  
NIM : L2E 607 042  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Nonexclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“ Pengujian Penggunaan Katalisator Broquet Terhadap Emisi Gas Buang  
Mesin Sepeda Motor 4 Langkah”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama Bapak **Ir. Arijanto, MT** sebagai pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta beserta nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal : 9 Agustus 2012

Yang menyatakan,



**(Pradana Aditya)**

## ABSTRAK

Bertambahnya jumlah kendaraan serta industri yang menggunakan bahan bakar minyak, batu bara maupun gas akan semakin mencemari lingkungan. Karena emisi gas buang mengakibatkan pemanasan global dan merusak kesehatan. Salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan tersebut adalah menggunakan katalisator *Broquet*. Katalisator ini membuat karakter bahan bakar akan beroktan lebih tinggi dan proses pembakaran lebih sempurna.

Pengujian dilakukan dengan menguji penggunaan katalisator *Broquet* pada mesin sepeda motor CS1 125cc untuk mengetahui kadar emisi gas buang, pengujian dilakukan pada putaran poros dimulai pada 8000 rpm menurun sampai putaran 5000 rpm. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan pada bahan bakar premium tanpa menggunakan *Broquet* dan dengan menggunakan *Broquet* ditinjau dari emisi gas buang.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan katalisator *Broquet* mempengaruhi kadar emisi gas buang, pada CO dan HC mengalami penurunan masing-masing 36.36 dan 22.22 %, sedangkan komposisi CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> mengalami kenaikan 9.73 % dan 17.60 %. Selain itu konsumsi bahan bakar berkurang 12.87 % dan dari hasil pengujian daya torsi mengalami kenaikan.

Kata Kunci : *Broquet*, katalisator, emisi gas buang.

## **ABSTRAC**

*The Increasing number of vehicles and industries that use fuel oil, coal and gas will further pollute the environment because emissions cause global warming and harmful for health. One effort might be taken to reduce pollution is to use a catalyst Broquet. The catalyst will enhance fuel to has higher octane and improve combustion process to be more efficient.*

*Experiment is done by testing the use of a catalyst Broquet on CSI 125cc motorcycle engines to determine levels of emissions from exhaust. Experiment is done on a round shaft starts at 8000 rpm and gradually down to 5000 rpm. The purpose of this study to determine the difference in premium fuel without using Broquet and using Broquet based from exhaust emissions.*

*The test results showed the use of a catalyst Broquet affect exhaust emissions levels. The CO and HC decrease respectively 36.36 and 22.22%, while the composition of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> increased 9.73% and 17.60%. Furthermore, fuel consumption reduced 12.87% and experiment results increased torque power.*

*Keywords: Broquet, catalysts, exhaust gas emissions.*

## **MOTTO**

*”Man jadda wajada”*

Barang siapa yang berusaha dengan sungguh-sungguh, maka ia akan berhasil

*“Sebaik – baiknya manusia adalah yang paling bermanfaat bagi yang lain” (Hadist)*

## **PERSEMBAHAN**

Laporan Tugas Sarjana ini saya persembahkan untuk:

- ❖ Orang Tua, Bapak (Sulistiyono) dan Ibu (Tri Suci, S.Pd) yang selalu mendidik, menyayangi dan mendo’akan sampai saya menjadi seperti ini
- ❖ Adik, Satya Gading Pradipta da Nindya Pramesti yang selalu mendukung saya

Terima kasih atas segalanya



## **KATA PENGANTAR**

Segala puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat anugerah-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Efek Katalisator (Broquet) Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Bensin”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi pada program strata satu (S-1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bimbingan, bantuan, serta dukungan kepada:

1. Ir. Arijanto, MT, selaku Dosen Pembimbing
2. Pak Broto, selaku Teknisi Laboratorium Thremofluid.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis menyadari banyak kekurangan. Oleh karena itu segala kritik yang bersifat membangun akan diterima dengan senang hati untuk kemajuan bersama. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada siapa saja yang membutuhkan data maupun referensi yang ada dalam laporan ini.

Terima kasih.

Semarang, Agustus 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL.....   | i    |
| HALAMAN TUGAS SARJANA .....  | ii   |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....   | iii  |
| HALAMAN PENGESAHAN.....  | iv   |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR<br>UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS ..... | v    |
| ABSTRAK .....  | vi   |
| <i>ABSTRACT</i> .....  | vii  |
| HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....   | vii  |
| KATA PENGANTAR .....   | ix   |
| DAFTAR ISI .....   | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....  | xiii |
| DAFTAR TABEL.....  | xv   |
| NOMENKLATUR.....   | xvi  |
| <br>   |      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>   |      |
| 1.1 Latar Belakang .....   | 1    |
| 1.2 Tujuan .....   | 2    |
| 1.3 Batasan Masalah.....   | 2    |
| 1.4 Metode Penelitian.....   | 3    |
| 1.5 Sistematika Penulisan.....   | 5    |
| <br>   |      |
| <b>BAB II DASAR TEORI</b>  |      |
| Motor Bakar Torak.....   | 6    |
| 2.1 Prinsip Kerja Motor Bensin .....   | 7    |
| 2.1.1 Mesin 4 Langkah.....   | 8    |
| 2.2 Siklus Ideal.....  | 9    |
| 2.3.1 Siklus Udara Volume konstan.....   | 9    |
| 2.3.2 Siklus Aktual Motor Bensin.....  | 10   |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 2.3     | Teori Pembakaran .....                             | 12 |
| 2.4.1   | Bahan Bakar .....                                  | 12 |
| 2.4.1.1 | Premium.....                                       | 13 |
| 2.4.2   | Konsep Reaksi Pembakaran.....                      | 14 |
| 2.4.3   | Proses Pembakaran.....                             | 16 |
| 2.4.4   | Persamaan Reaksi Pembakaran.....                   | 18 |
| 2.4.5   | Fenomena Pembakaran .....                          | 20 |
| 2.4.5.1 | Pembakaran Normal.....                             | 20 |
| 2.4.6   | Pebandingan Antara Udara dengan Bahan Bakar .....  | 21 |
| 2.4.7   | Konsumsi Bahan Bakar.....                          | 22 |
| 2.4     | Katalis .....                                      | 22 |
| 2.5.1   | Tipe Katalis.....                                  | 23 |
| 2.5.2   | Broquet .....                                      | 25 |
| 2.5.3   | Cara Kerja Broquet .....                           | 25 |
| 2.5.1   | Sifat Fisis Penyusun Broquet .....                 | 27 |
| 2.5     | Emisi Gas Buang.....                               | 28 |
| 2.6.1   | Pembentukan Karbon Monoksida ( CO ).....           | 39 |
| 2.6.2   | Pembentukan Hidrokarbon ( HC ) .....               | 30 |
| 2.6     | Pengaruh Emisi Gas Buang Terhadap Lingkungan ..... | 31 |

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.1   | Diagram Alir Metodologi Pengujian ..... | 35 |
| 3.2   | Deskripsi Alat - alat Uji .....         | 36 |
| 3.2.1 | Mesin Uji .....                         | 37 |
| 3.2.2 | Alat Uji Gas Buang .....                | 38 |
| 3.2.3 | Dinamometer .....                       | 39 |
| 3.2.4 | Gelas Ukur (Buret) .....                | 41 |
| 3.2.5 | <i>Stopwatch</i> .....                  | 41 |
| 3.2.6 | Kipas Pendingin.....                    | 42 |
| 3.2.7 | <i>Proximity Sensor</i> .....           | 42 |
| 3.2.8 | <i>Termokopel</i> .....                 | 43 |

|       |                          |    |
|-------|--------------------------|----|
| 3.2.9 | Anemometer .....         | 44 |
| 3.3   | Prosedur Pengujian ..... | 45 |
| 3.3.1 | Persiapan Pengujian..... | 45 |
| 3.3.2 | Langkah Pengujian .....  | 46 |

#### BAB IV DATA DAN ANALISA HASIL PENGUJIAN

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 4.1.   | Data Hasil Pengujian .....   | 48 |
| 4.1.1. | Data Pengujian Mesin Bahan Bakar Premium.....                            | 49 |
| 4.1.2. | Data Pengujian Mesin Campuran Bahan Bakar Premium<br>dengan Broquet..... | 50 |
| 4.2.   | Pengolahan dan Perhitungan Data .....                                    | 51 |
| 4.2.1. | Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar .....                                   | 51 |
| 4.3.   | Grafik dan Analisa.....  | 52 |
| 4.3.1. | Perbandingan Kadar CO Terhadap Putaran Mesin .....                       | 52 |
| 4.3.2. | Perbandingan Kadar CO <sub>2</sub> Terhadap Putaran Mesin .....          | 53 |
| 4.3.3. | Perbandingan Kadar HC Terhadap Putaran Mesin .....                       | 55 |
| 4.3.4. | Perbandingan Kadar O <sub>2</sub> Terhadap Putaran Mesin .....           | 56 |
| 4.3.5. | Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar .....                                  | 58 |
| 4.4.   | Analisa Perbandingan Reaksi Kimia Pembakaran .....                       | 59 |
| 4.4.1. | Analisa Reaksi Kimia Pembakaran Premium .....                            | 59 |
| 4.4.2. | Analisa Reaksi Kimia Pembakaran Premium Dengan<br>Broquet .....          | 61 |

#### BAB V PENUTUP

|     |                  |    |
|-----|------------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan ..... | 64 |
| 5.2 | Saran .....      | 64 |

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 1.1  | Skema alat pengujian .....   | 4  |
| Gambar 2.1  | Siklus motor bakar pada mesin 4 langkah.....                                   | 9  |
| Gambar 2.2  | Diagram P – V Siklus Otto (siklus Volume Konstan) .....                        | 10 |
| Gambar 2.3  | Diagram P – V Siklus Aktual Motor Bensin.....                                  | 12 |
| Gambar 2.4  | Struktur kimiawi ikatan hidrokarbon<br>heptana normal dan iso-oktana.....      | 14 |
| Gambar 2.5  | Grafik pengaruh penggunaan katalis terhadap energi pengaktifan<br>reaksi ..... | 24 |
| Gambar 2.6  | Broquet.....   | 25 |
| Gambar 2.7  | Cara kerja Broquet pada bahan bakar bensin .....                               | 26 |
| Gambar 2.8  | Sumber emisi gas buang pada kendaraan bermotor.....                            | 29 |
| Gambar 3.1  | Diagram alir metodologi penelitian .....                                       | 35 |
| Gambar 3.2  | Skema pemasangan alat uji .....  | 36 |
| Gambar 3.3  | Mesin uji.....   | 37 |
| Gambar 3.4  | Alat uji gas buang.....  | 38 |
| Gambar 3.5  | Dinamometer.....   | 39 |
| Gambar 3.6  | <i>Load cell</i> .....   | 40 |
| Gambar 3.7  | <i>Load Display</i> .....  | 40 |
| Gambar 3.8  | Gelas ukur .....   | 41 |
| Gambar 3.9  | <i>Stopwatch</i> .....   | 42 |
| Gambar 3.10 | Kipas pendingin .....  | 42 |
| Gambar 3.11 | <i>Proximity sensor</i> .....  | 43 |
| Gambar 3.12 | <i>Display proximity sensor</i> .....  | 43 |
| Gambar 3.13 | Termokopel tipe K .....  | 44 |
| Gambar 3.14 | <i>Display temperature controller</i> .....                                    | 44 |
| Gambar 3.15 | Anemometer.....  | 45 |
| Gambar 4.1  | Display gas analyzer Stargas mod 898.....                                      | 48 |
| Gambar 4.2  | Grafik perbandingan kadar CO .....   | 52 |
| Gambar 4.3  | Grafik perbandingan kadar CO <sub>2</sub> .....                                | 54 |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Gambar 4.4 | Grafik perbandingan kadar HC .....             | 55 |
| Gambar 4.5 | Grafik perbandingan kadar O <sub>2</sub> ..... | 57 |
| Gambar 4.6 | Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar.....  | 58 |

## DAFTAR TABEL

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabel 2.1 | Komposisi Udara.....                              | 16 |
| Tabel 2.2 | Sifat Fisis Zat Penyusun <i>Broquet</i> .....     | 28 |
| Tabel 3.1 | Spesifikasi Alat Uji Gas Buang.....               | 38 |
| Tabel 4.1 | Data Pengujian premium murni .....                | 49 |
| Tabel 4.2 | Dara Pengujian dengan <i>Broquet</i> .....        | 50 |
| Tabel 4.3 | Perbandingan penurunan kadar CO .....             | 52 |
| Tabel 4.4 | Perbandingan kenaikan kadar CO <sub>2</sub> ..... | 53 |
| Tabel 4.5 | Perbandingan penurunan kadar HC .....             | 55 |
| Tabel 4.6 | Perbandingan penurunan kadar O <sub>2</sub> ..... | 56 |
| Tabel 4.7 | Perbandingan konsumsi bahan bakar .....           | 58 |

## NOMENKLATUR

| Simbol                     | Keterangan                           | Satuan |
|----------------------------|--------------------------------------|--------|
| $\alpha$                   | koefisien kelebihan udara            | -      |
| x                          | jumlah mol pada sisa oksigen         | -      |
| $\lambda$                  | AFR reative                          | -      |
| $m_a$                      | laju aliran massa udara              | -      |
| $m_f$                      | laju aliran massa bahan bakar        | -      |
| Q                          | konsumsi bahan bakar                 | ml/s   |
| t                          | waktu untuk menghabiskan bahan bakar | s      |
| v                          | volume bahan bakar yang dikonsumsi   | ml     |
| $\left(\frac{F}{A}\right)$ | <i>Fuel air ratio</i>                | -      |
| T                          | Temperatur                           | °C     |
| Q <sub>HV</sub>            | Harga panas dari bahan bakar         | kJ/kg  |