



UNIVERSITAS INDONESIA

**Analisa Kinerja Motor Bakar Empat Langkah Menggunakan  
*Sequential Dual Ignition* dengan Variasi Jeda  
-3 Sampai +3 Derajat**

SKRIPSI

Fariz Muriyadi

0806330094

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

DEPOK

JUNI 2012



UNIVERSITAS INDONESIA

**Analisa Kinerja Motor Bakar Empat Langkah Menggunakan  
*Sequential Dual Ignition* dengan Variasi Jeda  
-3 Sampai +3 Derajat**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Fariz Muriyadi

0806330094

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

DEPOK

JUNI 2012

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk

Telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Fariz Muriyadi

NPM : 0806330094

Tanda Tangan :

Tanggal : 4 Juni 2012

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Fariz Muriyadi  
NPM : 0806330094  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa Kinerja Motor Bakar Empat Langkah  
Menggunakan *Sequential Dual Ignition* dengan Variasi  
Jeda -3 sampai +3 Derajat

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. R. Danardono Agus Sumarsono DEA. PE

Penguji : Prof. Dr.Ir. Bambang Sugiarto M.Eng

Penguji : Dr. Jos Istiyanto S.T.,M.T.,PhD

Penguji : Dr. Ir. Gatot Prayogo M.Eng

Penguji : Ridho Irwansyah S.T.,M.T

Ditetapkan di : Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok

Tanggal : 19 Juli 2012.

## KATA PENGANTAR

Saya sangat bersyukur kepada Tuhan yang terus membimbing hidup saya dan selalu memberikan berkatnya kepada saya. Karena penyertaan dan keajaibannya juga saya akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu. Penulisan skripsi ini didedikasikan khusus untuk riset tim SEM UI, semoga perkembangan mesin dan mobil SEM UI semakin pesat dan bisa bersaing di tingkat Asia khususnya di kelas mobil prototype serta juga sebagai salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Indonesia, serta juga secara umum saya sumbangkan kepada ilmu pengetahuan dunia otomotif yang saya cintai.

Secara khusus saya mengucapkan terima kasih kepada orang-orang luar biasa di belakang saya yang terus mendukung saya menyelesaikan skripsi ini.

1. Dr. Ir. R. Danardono Agus Sumarsono DEA. PE sebagai dosen pembimbing saya baik di skripsi maupun di ajang Shell Eco Marathon Asia yang selalu menginspirasi saya dan membantu di saat saya mengalami kebuntuan riset
2. Prof. Dr. Ir. Bambang Sugiarto, M.Eng yang sudah membantu menyemangati dan turut memberi bantuan bimbingan pada saya saat mengerjakan skripsi
3. Bapak, ibuk, dan kakak tercinta, natas dukungan doa dan semangat dari kalian, saya bisa terus berjuang menyelesaikan skripsi ini.
4. Mas Syarif, Mas Yasin, Mas Supri selaku laboran DTM FTUI yang membantu saya dalam penyediaan alat uji.
5. Julius Antoni, Muhammad Indiono Indarto, dan Fajardo Yoshia yang memberikan tumpangan sepeda motor di saat-saat terakhir.
6. Mas Kris dan PT Khatulistiwa Surya Nusa yang membantu dalam proses dynotest
7. Mas Miftah Solih di Hiar Lima Pandawa sebagai konsultan praktisi.

8. Teman-teman tim Nakoela SEM UI yang memberikan perhatian untuk saya menyelesaikan skripsi di tengah padatnya kegiatan *development* kendaraan.
9. Teman terdekat yang selalu menemani saya saat sakit dan stres menyelesaikan skripsi, terima kasih Apriliani Siburian.
10. Teman-teman anak mesin 2008 yang menjadi rekan seperjuangan
11. Sahabat-sahabat saya Andrew, Rahardika, dan teman-teman lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu

Semoga Tuhan memberkati kalian semua. Amin

Depok, Juni 2012



FARIZ M.

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**  
**TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fariz Muriyadi

NPM : 0806330094

Program Studi : Teknik Mesin

Departemen : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Rights*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Analisa Kinerja Motor Bakar Empat Langkah Menggunakan *Sequential Dual Ignition* dengan Variasi Jeda -3 Sampai +3 Derajat”**


Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti noneksklusif ini, Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Tanggal : 1 Juni 2012

Yang menyatakan,

Fariz Muriyadi



## Abstrak

Nama : Fariz Muriyadi  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul : Analisa Kinerja Motor Bakar Empat Langkah  
Menggunakan *Sequential Dual Ignition* dengan Variasi  
Jeda -3 Sampai +3 Derajat

*Ignition* merupakan salah satu faktor agar motor bakar mempunyai efisiensi yang tinggi. *Ignition* yang baik diberikan pada *timing* yang tepat agar pembakaran campuran bahan bakar dan udara di ruang bakar berlangsung sempurna. Penelitian ini memberikan salah satu solusi peningkatan efisiensi motor bakar dengan menerapkan *sequential dual ignition* pada satu ruang bakar. *Ignition timing* dua buah busi diatur secara mandiri untuk dibandingkan hasil pembakarannya. Busi primer dipertahankan pada *ignition timing* 16° sebelum TMA, sementara busi sekunder divariasikan pada *ignition timing* 13°, 14°, 15°, 16°, 17°, 18°, 19° sebelum TMA yang nantinya akan disebut sebagai variasi 1 hingga 7. Variasi ini menghasilkan kadar emisi sebagai berikut : 1,67%, 1,86%, 1,99%, 2%, 2%, 2%, 2%, 1,56% CO, 2,16%, 2,13%, 2,36%, 2,25%, 2,46%, 2,57%, 2,61% CO<sub>2</sub>, 260 ppm, 235 ppm, 317 ppm, 246 ppm, 264 ppm, 241 ppm, 184 ppm HC, serta 16,58%, 16,37%, 16,43%, 16,26%, 16,2%, 16,1%, 16,25% O<sub>2</sub>. Jika dibandingkan dengan emisi busi tunggal yang berkadar 1,65% CO, 2,1% CO<sub>2</sub>, 178 ppm HC, dan 16,5% O<sub>2</sub>, maka *sequential dual ignition* menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna karena menghasilkan CO<sub>2</sub> yang lebih banyak dan O<sub>2</sub> yang lebih sedikit. Sementara perubahan power kendaraan jika dibandingkan busi tunggal adalah sebagai berikut : -0,41%, -0,43 %, -0,41%, 0%, -0,84%, +0,37%, 0%. Maka disimpulkan kinerja motor bakar empat langkah yang diberikan *sequential dual ignition* menjadi lebih baik dalam segi emisi dan power serta mencapai optimal pada pengaturan 16° sebelum TMA pada busi primer dan 18° sebelum TMA pada busi kanan.

Kata kunci : peningkatan efisiensi, *dual ignition*, power, kandungan emisi



## *Abstract*

Name : Fariz Muriyadi  
Study Program : Mechanical Engineering  
Title : Performance Analysis of Four Stroke Engine Using Dual Ignition With Delay Variations -3 to +3 Degrees

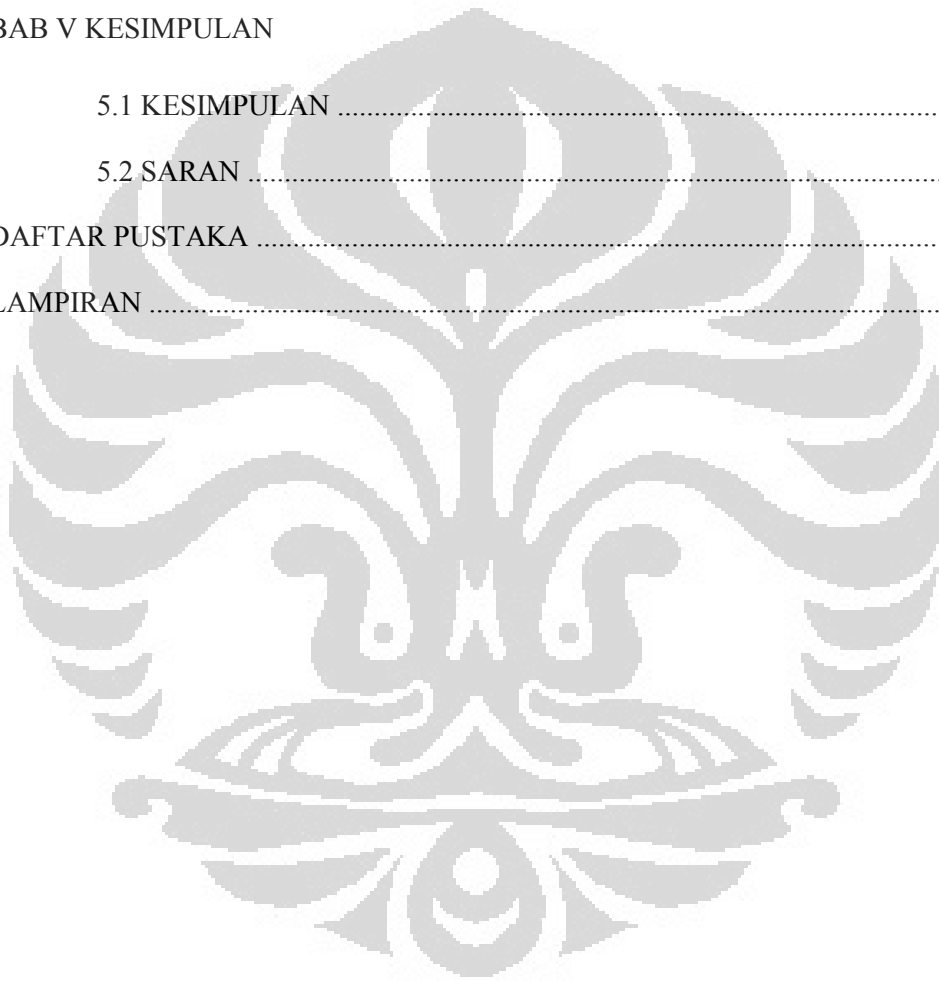
Ignition is one factor that has a combustion efficiency. Ignition timing is good given the right to burn the fuel and air mixture in the combustion chamber is complete. This study provides one solution to increase combustion efficiency by implementing a dual sequential ignition in a combustion chamber. Ignition timing is set two plugs independently to compare the results of combustion. The primary spark plug ignition timing is maintained at  $16^\circ$  before TDC, while the secondary spark ignition timing was varied at  $13^\circ$ ,  $14^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $16^\circ$ ,  $17^\circ$ ,  $18^\circ$ ,  $19^\circ$  before TDC which will be referred to as a variation of 1 to 7. These variations result in emission levels as follows: 1.67%, 1.86%, 1.99%, 2%, 2%, 2%, 2%, 1.56% CO, 2.16%, 2.13%, 2.36%, 2.25%, 2.46%, 2.57%, 2.61% CO<sub>2</sub>, 260 ppm, 235 ppm, 317 ppm, 246 ppm, 264 ppm, 241 ppm, 184 ppm HC, and 16.58%, 16.37%, 16.43%, 16.26%, 16.2%, 16.1%, 16.25% O<sub>2</sub>. When compared with single spark emission yield of 1.65% CO, 2.1% CO<sub>2</sub>, 178 ppm HC, and 16.5% O<sub>2</sub>, then the dual sequential ignition combustion is more complete because it produces more CO<sub>2</sub> and more O<sub>2</sub> slightly. While the change in vehicle power when compared to a single spark plug is as follows: -0.41%, -0.43%, -0.41%, 0%, -0.84%, +0.37%, 0%. Performance of four stroke internal combustion engine, we conclude that given sequential dual ignition for the better in terms of emissions and achieve the optimal power settings and  $16^\circ$  before TDC on the primary spark plugs and spark plug  $18^\circ$  before TDC on the right.

Key words: increase efficiency, dual ignition, power, levels of emissions

## DAFTAR ISI

	halaman
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GRAFIK .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG .....	01
1.2 PERUMUSAN MASALAH .....	02
1.3 TUJUAN PENELITIAN .....	02
1.4 BATASAN MASALAH .....	03
1.5 METODE PENELITIAN .....	03
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN .....	04
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 PROSES PEMBAKARAN .....	05
2.2 DETONASI DAN DEFLAGRASI .....	05
2.3 SISTEM PENGAPIAN .....	06
2.4 PERFORMA MOTOR OTTO .....	11
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 PENELITIAN .....	14
3.2 ALAT UJI .....	20

3.3 PROSEDUR PENGGUNAAN ALAT UJI .....	23
3.4 PROSEDUR PENGAMBILAN DATA .....	24
BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA	
4.1 HASIL PENGUKURAN <i>DYNOTEST</i> DAN <i>EXHAUST GAS ANALYZER</i> .....	26
4.2 ANALISA HASIL PENGUKURAN .....	32
BAB V KESIMPULAN	
5.1 KESIMPULAN .....	39
5.2 SARAN .....	39
DAFTAR PUSTAKA .....	40
LAMPIRAN .....	41

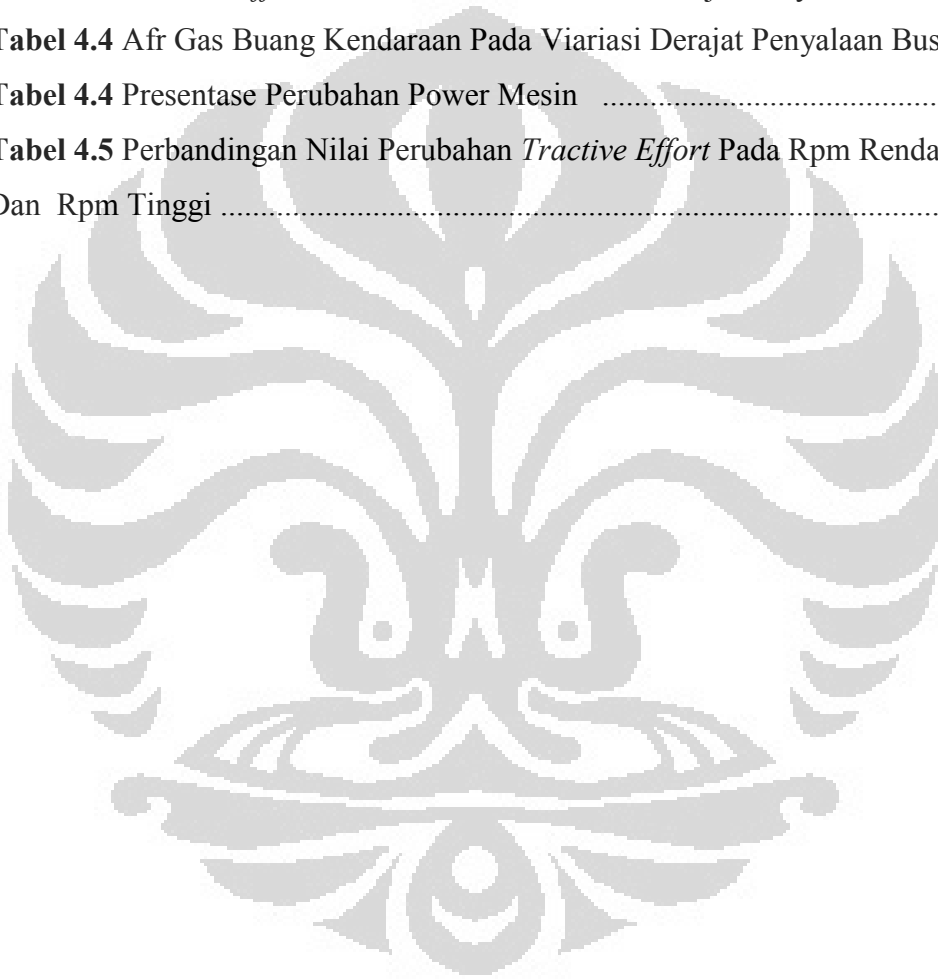


## DAFTAR GAMBAR

	halaman
<b>Gambar 2.1.</b> Mesin 4 Langkah Konvensional dan Mesin 2 Percikan Api .....	8
<b>Gambar 2.2.</b> Konfigurasi Penempatan Pulser dan Sinyal Yang Terbaca.....	9
<b>Gambar 2.3.</b> Skema Sistem Pengapian (Cdi) (Sumber : <i>Cdi Programmable</i> .....	10
<b>Gambar 2.4.</b> Diagram CDI AC .....	11
<b>Gambar 2.5.</b> Gambar Diagram CDI DC .....	13
<b>Gambar 3.1</b> Mapping CDI Standar .....	17
<b>Gambar 3.2</b> P-V Diagram Motor Bakar Empat Langkah Dan Lokasi <i>Ignition</i> ..	19
<b>Gambar 3.3</b> Modifikasi Silinder Head .....	20
<b>Gambar 3.4</b> Modifikasi Silinder Head Tampak Samping .....	20
<b>Gambar 3.5</b> CDI Programmable .....	20
<b>Gambar 3.6</b> <i>Wiring Diagram</i> .....	21
<b>Gambar 3.7.</b> Pengambilan Data Dyno Test .....	24
<b>Gambar 3.8.</b> Instalasi Timing Light .....	25

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 1.1</b> Mapping CDI Masing-Masing Busi .....	17
<b>Tabel 4.1</b> Variasi Pengukuran .....	28
<b>Tabel 4.2</b> Power Kendaraan Pada Variasi Derajat Penyalaan Busi .....	29
<b>Tabel 4.3</b> <i>Tractive Effort</i> Kendaraan Pada Viarasi Derajat Penyalaan Busi ..	30
<b>Tabel 4.4</b> Afr Gas Buang Kendaraan Pada Viarasi Derajat Penyalaan Busi ..	31
<b>Tabel 4.4</b> Presentase Perubahan Power Mesin .....	34
<b>Tabel 4.5</b> Perbandingan Nilai Perubahan <i>Tractive Effort</i> Pada Rpm Rendah Dan Rpm Tinggi .....	37



## DAFTAR GRAFIK

	halaman
Grafik 4.1 Jeda Nyala Masing-Masing Busi .....	29
Grafik 4.2 Power Kendaraan Pada Variasi Derajat Penyalaan Busi .....	30
Grafik 4.3 <i>Tractive Effort</i> Kendaraan Pada Variasi Derajat Penyalaan Busi..	31
Grafik4.4 Perbandingan Produksi CO Pada Variasi Derajat Penyalaan Busi .	32
Grafik4.5 Prbandingan Produksi CO <sub>2</sub> Pada Variasi Derajat Penyalaan Busi .	32
Grafik4.6 Perbandingan Produksi HC Pada Variasi Derajat Penyalaan Busi .	33
Grafik4.7 Perbandingan Produksi O <sub>2</sub> Pada Variasi Derajat Penyalaan Busi .	33
Grafik 4.8 Root Mean Square Daya Kendaraan .....	34
Grafik 4.9 Perbandingan Variasi 6 Dengan Single Spark Dan Dua Busi Menyala Bersama .....	35
Grafik 4.10 Root Mean Square <i>Tractive Effort</i> Kendaraan .....	35
Grafik 4.11 <i>Rms Tractive Effort</i> Kendaraan Pada Rpm <5922 .....	36
Grafik 4.12 <i>Rms Tractive Effort</i> Kendaraan Pada Rpm >5922 .....	36
Grafik 4.13 Perbandingan AFR Pada Rpm Rendah Dan Rpm Tinggi .....	37
Grafik 4.15 Perbandingan Kadar CO Dalam Gas Buang .....	38
Grafik 4.16 Perbandingan Kadar CO <sub>2</sub> Dalam Gas Buang .....	39
Grafik 4.17 Perbandingan Kadar HC Dalam Gas Buang .....	39
Grafik 4.18 Perbandingan Kadar O <sub>2</sub> Dalam Gas Buang .....	40

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Bahan bakar fosil merupakan sumber energi utama yang diandalkan seluruh manusia di bumi saat ini. Hampir di seluruh pembangkitan energi menggunakan bahan bakar fosil. Padahal, seperti kita tahu bahwa bahan bakar fosil terbentuk dalam jangka waktu yang sangat lama, pembentukan bahan bakar fosil ini tentu tidak sebanding dengan laju konsumsi manusia hingga akhirnya bahan bakar ini akan habis. Saat ini bahkan beberapa pertambangan minyak telah memakai teknik-teknik tertentu seperti EOR (Enhanced Oil Recovery) untuk mendapatkan sisa-sisa minyak yang ada di sumur karena minyak itu sudah tidak bisa lagi diambil dengan cara dipompa seperti biasa.

Bahan bakar fosil digunakan dalam proses pembakaran untuk didapatkan energinya, dan proses pembakaran selalu akan menghasilkan emisi dan polutan. Pembakaran yang sempurna akan menghasilkan CO<sub>2</sub> yang mengakibatkan pemanasan global, sementara pembakaran tidak sempurna akan menghasilkan CO, SO<sub>x</sub>, dan NO<sub>x</sub> yang sangat berbahaya bagi manusia dan lingkungan karena dapat mengakibatkan kematian karena sesak napas dan hujan asam yang merusak hutan. Intinya, setiap proses pembakaran menghasilkan emisi yang tidak diharapkan, entah itu pembakaran sempurna maupun pembakaran tidak sempurna.

Karena pembakaran merupakan proses pembangkitan energi yang sangat mahal, terbatas, dan merugikan lingkungan, kita harus menggunakannya dengan sangat bijak. Efisiensi merupakan kata kunci lanjutan dari bijak penggunaan bahan bakar fosil ini. Setiap konsekuensi yang diberikan dari hasil penggunaan bahan bakar ini harus dimanfaatkan dengan sebaik mungkin, jangan sampai kerugian besar yang ditimbulkan hanya memberikan manfaat yang kecil. Untuk menghasilkan efisiensi yang besar diperlukan pembakaran yang sempurna. Pembakaran yang sempurna ini tentunya akan menghasilkan CO<sub>2</sub> yang lebih banyak dari pembakaran yang

tidak sempurna, akan tetapi hal itu bisa diimbangi dengan penghijauan agar CO<sub>2</sub> itu bisa diserap oleh tanaman.

Pembakaran yang sempurna membutuhkan campuran bahan bakar dan udara yang tepat atau stoikiometrik, disamping itu, diperlukan juga ignition dalam waktu yang tepat dan besar energi yang cukup terlebih ketika kita membahas pembakaran ini dalam suatu motor bakar. Ketika tidak diberikan ignition yang tepat, maka akan dihasilkan emisi berupa hidrokarbon yang berarti pemborosan bahan bakar. Oleh karena itu, ketika masalah percampuran bahan bakar dan gas sudah diteliti dan dikembangkan, maka poin ignition ini juga perlu mendapat perhatian khusus agar dihasilkan suatu pembakaran yang benar-benar mendekati sempurna, dan didapatkan efisiensi yang setinggi-tingginya.

Melalui Riset ini, diharapkan kita dapat mengerti secara kualitatif dan kuantitatif sisi peningkatan efisiensi kerja mesin dengan menggunakan sistem dual spark yang meskipun saat ini sudah diaplikasikan tetapi belum disertai dengan publikasi hasil penelitiannya kepada publik yang masih mempertanyakan efisiensi teknologi ini.

## **1.2 PERUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan paparan di atas maka permasalahan yang dapat diambil yaitu :

- a. Bagaimana pengaruh aplikasi *dual ignition* pada motor bakar empat langkah.
- b. Bagaimana hubungan jeda nyala busi dengan peningkatan efisiensi pembakaran motor bakar.

## **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan data perbandingan perubahan efisiensi pembakaran yang diukur melalui power kendaraan dengan jedawaktu penyalaan busi ganda, serta mendapatkan nilai optimal untuk diaplikasikan pada motor bakar.



#### 1.4 BATASAN MASALAH

Penelitian ini dibatasi hanya untuk *timing ignition* primer yang diatur pada kondisi standar pabrikan, variasi hanya dilakukan pada jeda nyala busi ganda saja. Bahan bakar yang dipakai adalah bahan bakar dengan nilai oktan 85 dan parameter ukur yang dipakai menggunakan analisa gas buang dan power mesin.

#### 1.5 METODE PENELITIAN

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis melakukan beberapa metode dalam penulisan, yaitu:

1. Konsultasi dengan dosen pembimbing disertai dengan studi literatur

Konsultasi dengan dosen pembimbing merupakan suatu media untuk merumuskan tema yang akan dibahas dalam skripsi serta alat uji yang harus dibuat untuk mendukung penelitian pada tema skripsi tersebut dan memperoleh informasi mengenai dasar teori yang digunakan dalam pengolahan data yang akan dilakukan serta hasil yang hendak diperoleh dari penelitian tersebut.

Sebagai bahan penunjang dalam hal penulisan, penulisan tugas akhir ini berdasarkan pada literatur-literatur yang mendukung dan mempunyai relevansi serta korelasi dengan permasalahan yang ada. Pengumpulan bahan referensi penunjang yang dapat membantu penulis dapat melalui jurnal, paper, buku-buku, *e-mail*, *e-book*, dan *e-news*.

2. Membuat alat uji di laboratorium

Membuat alat uji laboratorium sesuai dengan rancangan awal yang telah dikonsultasikan dengan dosen pembimbing serta mengenai bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian tersebut.

3. Pengumpulan data

Data-data yang diperoleh dari penelitian dengan menggunakan alat uji laboratorium selanjutnya dibandingkan dengan dasar teori yang telah dijelaskan oleh dosen pembimbing, data-data dan keterangan didapat dari studi percobaan (data percobaan), studi literature (dari sumber-sumber yang berhubungan dengan penelitian) serta melakukan diskusi dengan team skripsi dan dosen pembimbing.

#### 4. Analisa data

Data-data yang didapat diubah ke dalam bentuk tabel untuk tujuan perbandingan data terbaik untuk selanjutnya dianalisa sesuai dengan teori yang ada

### 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan tugas akhir ini meliputi beberapa bab, yaitu:

**BAB I** : Bab ini membahas mengenai latar belakang permasalahan, tujuan penelitian, metode penelitian, batasan permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini, metode penulisan dalam hal ini bagaimana penulis mendapatkan informasi mengenai penelitian ini serta sistematika penulisan.

**BAB II** : Bab ini menjelaskan mengenai landasan teori yang berhubungan dan digunakan dalam menyelesaikan masalah yang dibahas.

**BAB III** : Bab ini menjelaskan mengenai rancangan alat uji, peralatan-peralatan pendukung dalam pengujian, kondisi dalam pengujian serta prosedur pengujian dan pengambilan data.

**BAB IV** : Bab ini menjelaskan mengenai pengolahan data, menampilkan data penelitian, grafik yang didapat dari pengujian, hasil dari pengujian serta analisis dari hasil penelitian.

**BAB V** : Bab ini merupakan bab penutup, pada bab ini diberikan kesimpulan serta saran seandainya penelitian ini akan dilanjutkan suatu saat sehingga memperoleh hasil yang lebih akurat.

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 PROSES PEMBAKARAN**

Pembakaran (*combustion*) juga disebut sebagai reaksi kimia (*chemical reaction*) antara bahan bakar dan oksidator. Walaupun ada proses pencampuran bahan bakar dengan oksigen, reaksi kimia tidak serta merta terjadi, untuk bisa terjadinya proses pembakaran, maka ada 3 syarat yang harus dipenuhi (syarat utama), yaitu :

1. Bahan bakar
2. Oksidator
3. Pemantik/*ignition*

Proses reaksi kimia termasuk di dalamnya pembakaran membutuhkan energi inisiasi (*initial energy/activation energy*) untuk memicu reaksi kimia itu sendiri. Jika proses reaksi kimia sudah terjadi, maka proses reaksi kimia itu akan menghasilkan kalor/panas yang akan digunakan sebagai pemicu proses reaksi kimia selanjutnya dari campuran bahan bakar dan oksidiser yang belum terbakar. (Sumber : *Motor Bakar, Yanto Budi Prasetya*)

#### **2.2 DETONASI DAN DEFLAGRASI**

Detonasi dan deflagrasi adalah bagian dari ilmu tentang pembakaran yang dibedakan/didasarkan pada kecepatan rambat pembakaran itu. Dari kecepatan rambat pembakaran tersebut, maka yang terjadi adalah apa yang disebut deflagrasi dan detonasi, keduanya dibatasi oleh kecepatan suara (*sonic speed*) sesaat (*local*) dari media campuran bahan bakar dan oksidiser. Misal bahan bakarnya adalah gas LPG dan oksidisernya adalah udara, maka kecepatan suara tersebut didasarkan dari campuran LPG + udara. (Sumber : *Motor Bakar, Yanto Budi Prasetya*)

Jika kecepatan rambat pembakarannya dibawah kecepatan suara (*subsonic*) maka proses pembakarannya disebut deflagrasi. Ciri-ciri utamanya adalah tekanan pada saat proses pembakaran tersebut sedikit lebih rendah dari tekanan awalnya biasanya 2 % lebih rendah. Misal tekanan awalnya adalah

tekanan atmosfer (101 kPa) maka pada saat proses pembakaran deflagrasi katakanlah tekanannya menjadi 99 kPa. (Sumber : *Motor Bakar, Yanto Budi Prasetya*)

Dan jika kecepatan rambat pembakaran diatas kecepatan suara (*supersonic*), maka proses pembakaran disebut detonasi. Ciri-cirinya adaah terjadinya peningkatan tekanan yang drastic (*discontinuity*) pada saat proses pembakaran. Diskontinuity tekanan tersebut disebut *shock wave* (gelombang kejut electromagnet). (Sumber : *Motor Bakar, Yanto Budi Prasetya*). Kecepatan rambat pembakaran deflagrasi yang akan beralih ke detonasi mencapai 150m/s. (Sumber : *Basic Phenomenology Of Deflagration, Ddt And Detonation, Helen James* )

## 2.3 SISTEM PENGAPIAN

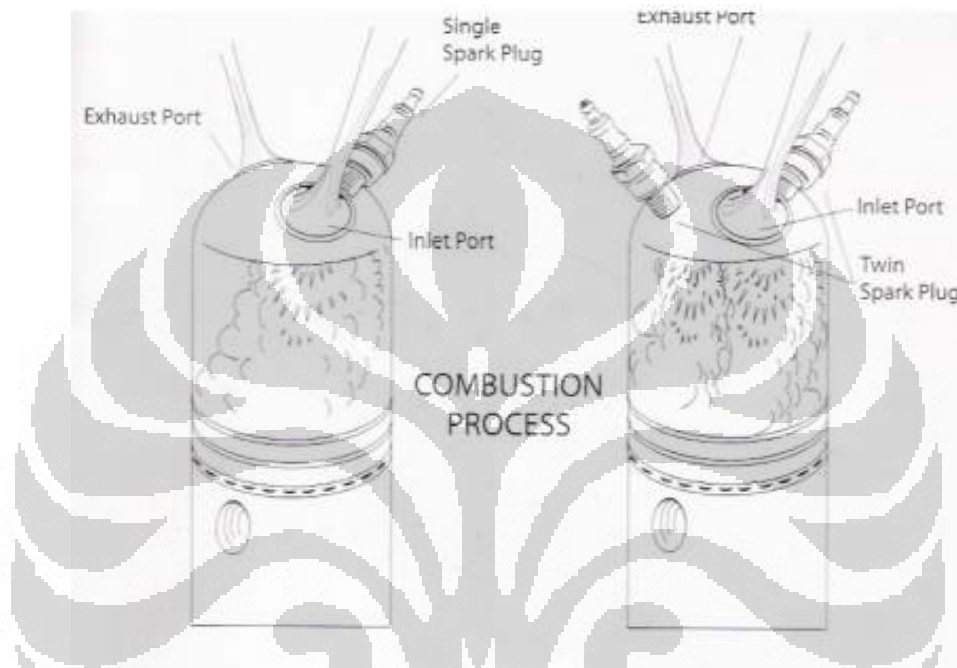
### 2.3.1 Twin Spark Ignition

Mesin twin spark ignition memiliki dua busi terletak di ujung-ujung ruang pembakaran dan menghasilkan pembakaran cepat dan efisien. Manfaat dari proses pembakaran efisien ini dapat dirasakan dari segi efisiensi bahan bakar yang lebih baik dan menurunkan emisi. (sumber : *A New Revolution of Twin Spark in I.C. Engine, Noorani Tufel*)

Pengapian 2 busi merupakan alternative pemecahan masalah pembakaran yang lambat pada penggunaan 1 busi. Kepala silinder dilengkapi dengan dua busi, berbeda dengan yang biasa. Dengan menghasilkan dua percikan di salah satu ujung ruang pembakaran, (sekitar 90° sumbu katup) udara-bahan bakar campuran akan dinyalakan dengan menciptakan dua percikan api, dan oleh karena itu, pengurangan perambatan api sebesar 40 persen dapat dicapai. Tingkat yang cepat dari pembakaran dicapai menuju lebih cepat peningkatan tekanan. Hasil yang jelas ini adalah peningkatan torsi, efisiensi bahan bakar yang lebih baik dan menurunkan emisi. Perangkat CDI (Capacitive Discharge Ignition) programmable mengontrol urutan percikan kedua busi. (sumber : *Digital Twin Spark – Ignition & Its Advances, S.Ijaz Ahamed*).

Campuran bahan bakar-udara yang memasuki silinder selama stroke hisap dikompresi selama stroke kompresi. Kemudian percikan akan dinyalakan oleh salah satu busi dan percikan api mulai memperluas seperti balon inflating.

Sementara percikan lain akan dinyalakan oleh busi lain sesuai kontrol CDI programmable. Percikan api juga mulai memperluas seperti balon inflating. Oleh karena itu wilayah yang tidak tercakup oleh front api pertama akan dilindungi oleh kedua api depan mengakibatkan pembakaran bahan bakar yang sempurna dan cepat. (sumber : *Digital Twin Spark – Ignition & Its Advances*, S.Ijaz Ahamed).



Gambar 2.1. Mesin 4 Langkah Konvensional dan Mesin 2 Percikan Api (sumber : *Digital Twin Spark – Ignition & Its Advances*, S.Ijaz Ahamed).

### 2.3.2 CDI (*Capacitive Discharge Ignition*)

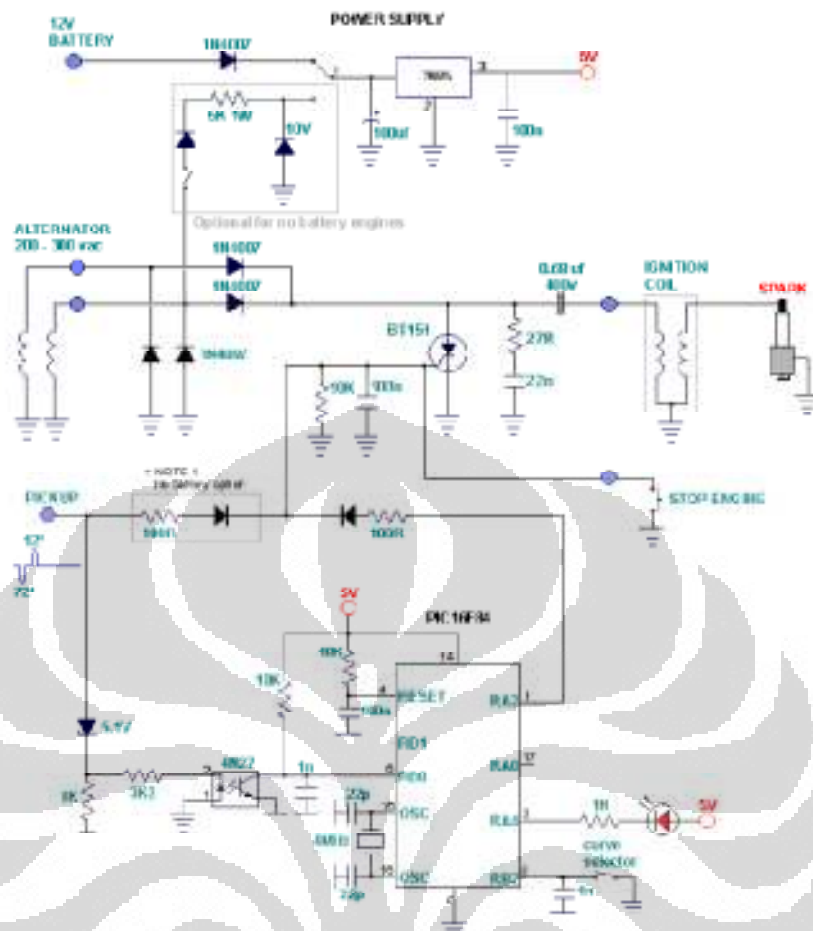
CDI (*Capacitive Discharge Ignition*) merupakan sebuah perangkat pengatur pengapian (*ignition*) dan kelistrikan (*electricity*) yang terdapat pada sebuah sepeda motor. Sepeda motor produksi sekarang telah dijejali berbagai perangkat elektronik yang mendukung kinerja mesin dan kelistrikan membutuhkan sebuah unit pengatur yang *compact* dan *simple*, dimana semua input dari berbagai sensor diolah dalam sebuah *processing unit*. Disinilah peran sebuah CDI dalam mengatur berbagai perangkat kelistrikan yang terdapat pada sebuah sepeda motor.

Sensor pengatur *timing* pengapian terdapat pada bagian ruang magnet sebuah mesin. Sensor berupa pulser (*pick-up coil*) akan membaca tonjolan (*pulse*) yang terdapat pada sisi luar pelat dudukan (*sitting*) magnet. Magnet yang terhubung dengan *crankshaft* akan berputar sesuai dengan putaran mesin, semakin tinggi putaran mesin maka semakin tinggi pula putaran magnet yang akan berpengaruh terhadap pembacaan pulser terhadap tonjolan sisi luar *sitting plate* magnet. (Sumber : *Cdi Programmable Untuk Kendaraan Sepeda Motor Produksi Massal Di Indonesia, Mochamad Yuga Pratama*)



Gambar 2.2. Konfigurasi Penempatan Pulser dan Sinyal Yang Terbaca (Sumber : *Cdi Programmable Untuk Kendaraan Sepeda Motor Produksi Massal Di Indonesia, Mochamad Yuga Pratama*)

Gambar di atas menunjukkan konfigurasi penempatan pulser (*pick-up coil*) yang terdapat pada bagian luar lingkaran plat *sitting* magnet. Pada skema di atas pulser diidentifikasi dengan huruf B. Pulser akan membaca tonjolan (*pulse*) yang digambarkan dengan warna abu-abu. Gambar sebelah kanan merupakan sinyal yang terbaca menggunakan osiloskop pada output pulser setelah satu putaran magnet ( $360^\circ$ ) yang akan dibaca oleh CDI.



Gambar 2.3. Skema Sistem Pengapian (Cdi) (Sumber : *Cdi Programmable Untuk Kendaraan Sepeda Motor Produksi Massal Di Indonesia, Mochamad Yuga Pratama*)

Secara garis besar, jenis *CDI programmable* tergantung pada sistem kelistrikan sepeda motor terbagi menjadi 2, yaitu AC Programmable CDI dan DC Programmable CDI.

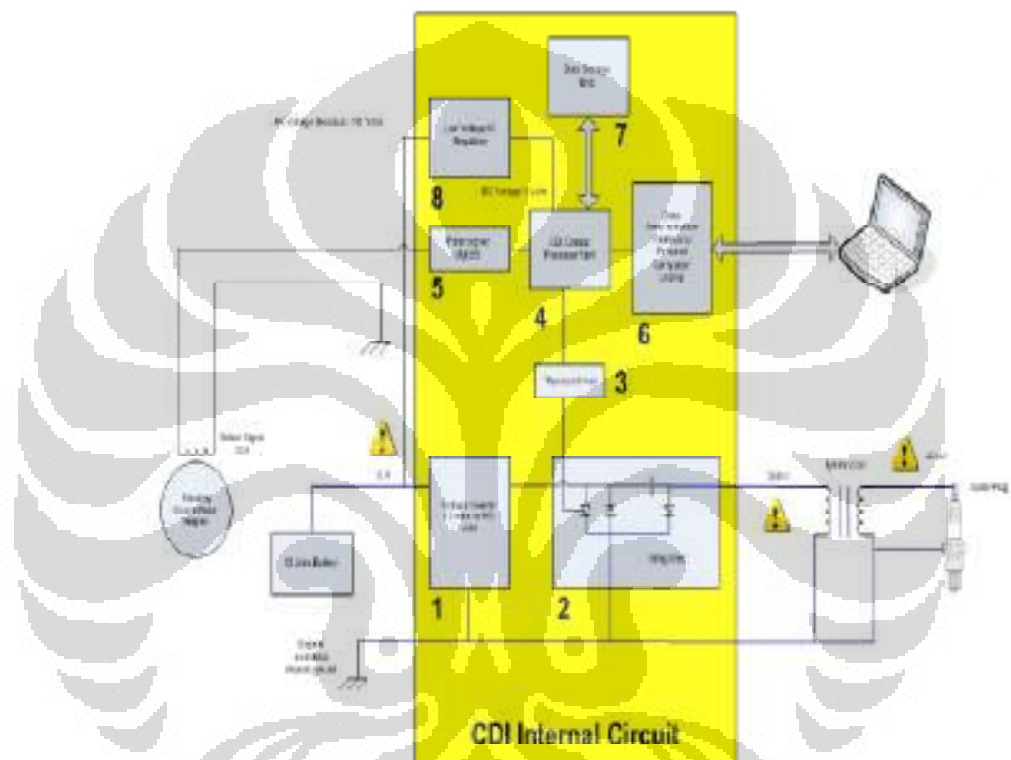
#### 1. AC (Alternate Current) Programmable CDI

Sistem kelistrikan AC pada sepeda motor berarti kelistrikan yang dihasilkan oleh sepul semuanya akan digunakan untuk perangkat kelistrikan dan pengapian pada sepeda motor. Sistem kelistrikan AC akan menghasilkan tegangan yang naik turun tergantung putaran mesin. Tegangan yang dihasilkan akan melalui filter berupa regulator yang akan membatasi tegangan jika melebihi tegangan yang seharusnya. Akumulator hanya menjadi penyimpan tegangan sementara jika sistem kelistrikan kekurangan tegangan untuk menghidupkan





tegangan jika melebihi tegangan yang seharusnya dan mengubah tegangan yang dihasilkan sepul yang berupa AC menjadi DC agar bisa digunakan untuk sistem pengisian tegangan untuk akumulator (battery). Akumulator menjadi perangkat yang penting dalam sistem kelistrikan DC karena digunakan untuk menghidupkan perangkat kelistrikan yang terdapat pada sepeda motor, sehingga sepeda motor tidak akan dapat dihidupkan jika akumulator (battery) dalam keadaan tidak baik / optimal.



Gambar 2.5. Gambar Diagram CDI DC

(sumber : *Digital Twin Spark – Ignition & Its Advances*, S.Ijaz Ahamed).

## 2.4 PERFORMA MOTOR OTTO

### 2.4.1 Brake Horse Power

Brake Horse Power,  $W_b$ , digunakan untuk menunjukkan bahwa daya yang diukur adalah daya pada poros mesin. Daya ini merupakan daya yang dihasilkan mesin kepada beban-beban (inersia mobil, gesekan udara, dll.). Nilai dari Brake Horse Power lebih sedikit dari daya yang dibangkitkan oleh gas

pembakaran didalam silinder. Hal ini dikarenakan terjadinya gesekan mekanik dan bebanbeban tambahan, seperti pompa oli.

Salah satu cara untuk mengukur Brake Horse Power (Wb) adalah dengan meletakkan suatu alat ukur pada poros mesin. Alat yang digunakan adalah elektrik dinamometer, atau brake. Dinamometer mengukur torsi (T), yang dihasilkan oleh mesin pada putaran tertentu. Torsi merupakan besaran yang menyatakan kemampuan mesin untuk melakukan kerja, sedangkan Daya adalah nilai dimana kerja dapat dilakukan. (Sumber : *Analisa Kinerja Mesin Otto Berbahan Bakar Premium Dengan Penambahan Aditif Oksigenat Dan Aditif Pasaran, Bambang Sugiarto*)

#### **2.4.2 Specific Fuel Consumption**

Specific Fuel Consumption (SFC) merupakan parameter yang biasa digunakan pada motor pembakaran dalam untuk menggambarkan pemakaian bahan bakar. Specific Fuel Consumption didefinisikan sebagai perbandingan antara laju aliran massa bahan bakar terhadap daya yang dihasilkan (output). Dapat pula dikatakan bahwa Specific Fuel Consumption (SFC) menyatakan seberapa efisien bahan bakar yang disuplai ke mesin untuk dijadikan daya output. Satuan dalam Sistem Internasional (SI) adalah kg/kWh.

SFC disebut Brake Specific Fuel Consumption (BSFC) jika menggunakan brake horse power, dan jika menggunakan indicated power maka disebut Indicated Specific Fuel Consumption (ISFC). Nilai SFC yang rendah mengindikasikan pemakaian bahan bakar yang irit, oleh sebab itu, nilai SFC yang rendah sangat diinginkan untuk mencapai efisiensi bahan bakar. Brake Specific Fuel Consumption (BSFC) juga merupakan suatu parameter yang tepat untuk membandingkan kinerja mesin (Sumber : *Analisa Kinerja Mesin Otto Berbahan Bakar Premium Dengan Penambahan Aditif Oksigenat Dan Aditif Pasaran, Bambang Sugi*)

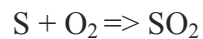
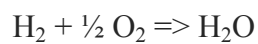
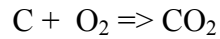
#### **2.4.3 Emisi Gas Buang**

Proses pembakaran yang terjadi didalam ruang bakar merupakan serangkaian proses kimia yang melibatkan campuran bahan bakar berupa HC dengan oksigen. Proses pembakaran ini menghasilkan empat macam gas buang,

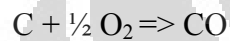
berupa CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> dan HC. Keempat macam gas buang ini terbentuk pada proses pembakaran sempurna dan tidak sempurna. (Sumber : *Analisa Kinerja Mesin Otto Berbahan Bakar Premium Dengan Penambahan Aditif Oksigenat Dan Aditif Pasaran, Bambang Sugiarto*)

Pembakaran yang sempurna akan menghasilkan laju reaksi sebagai berikut

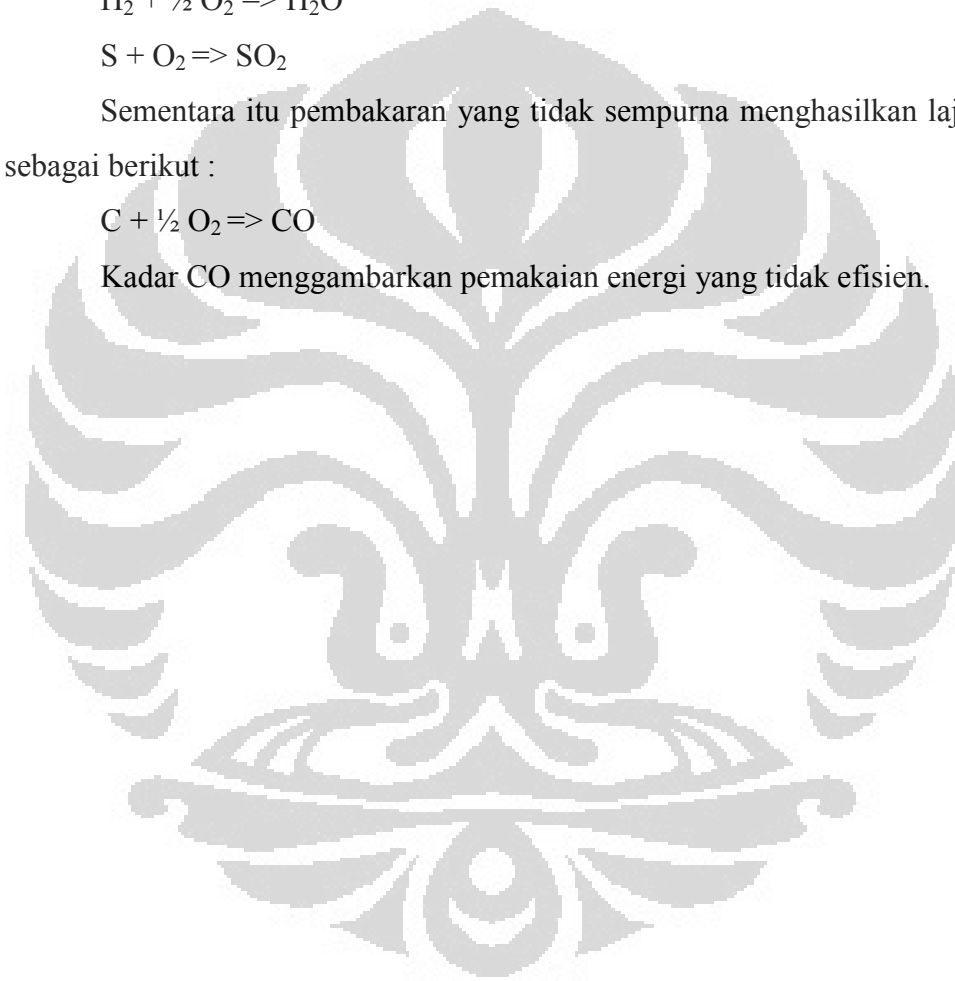
:



Sementara itu pembakaran yang tidak sempurna menghasilkan laju reaksi sebagai berikut :



Kadar CO menggambarkan pemakaian energi yang tidak efisien.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

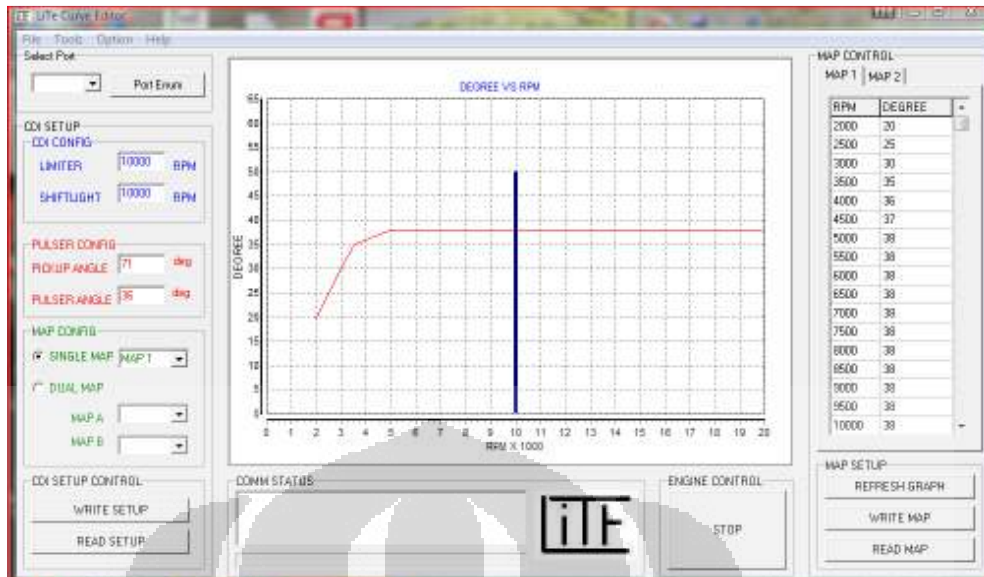
#### 3.1 PENELITIAN

Riset ini bertujuan meneliti efisiensi kerja yang dihasilkan dual spark engine pada beberapa variasi jeda *ignition timing*. Penelitian ini dalam lingkup kondisi sepeda motor tidak dilakukan perubahan lain selain dari busi itu sendiri. Komponen parameter penilaian perbandingannya adalah hasil uji emisi kendaraan serta engine dynotest.

Pengujian dilakukan dengan melakukan variasi jeda antara mapping standar pada busi primer dengan mapping advance ataupun retard pada busi sekunder. Mapping adalah pemetaan waktu ignition berdasarkan putaran mesin, semakin tinggi putaran mesin maka dibutuhkan pengapian yang semakin advance atau menyala lebih awal. Mapping pengapian dapat dilakukan pada CDI programmable.

Pembakaran yang efisien tentunya akan menghasilkan daya yang lebih besar dengan konsumsi bahan bakar yang sama serta menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna (rendah CO, dan hidrokarbon). PTS-I (*Programmable Twin Spark-Ignition*) berfungsi untuk memaksimalkan pembakaran di ruang bakar, busi sekunder akan membakar sisa bahan bakar yang tidak terbakar oleh busi primer sehingga diharapkan tidak ada bahan bakar yang tidak terbakar terbuang ke atmosfer.

Mapping dalam pengujian ini dibuat flat atau rata dari RPM awal hingga akhir, hal itu dikarenakan di saat pengujian dan diberikan mapping bertingkat kendaraan justru tidak beroperasi maksimal.



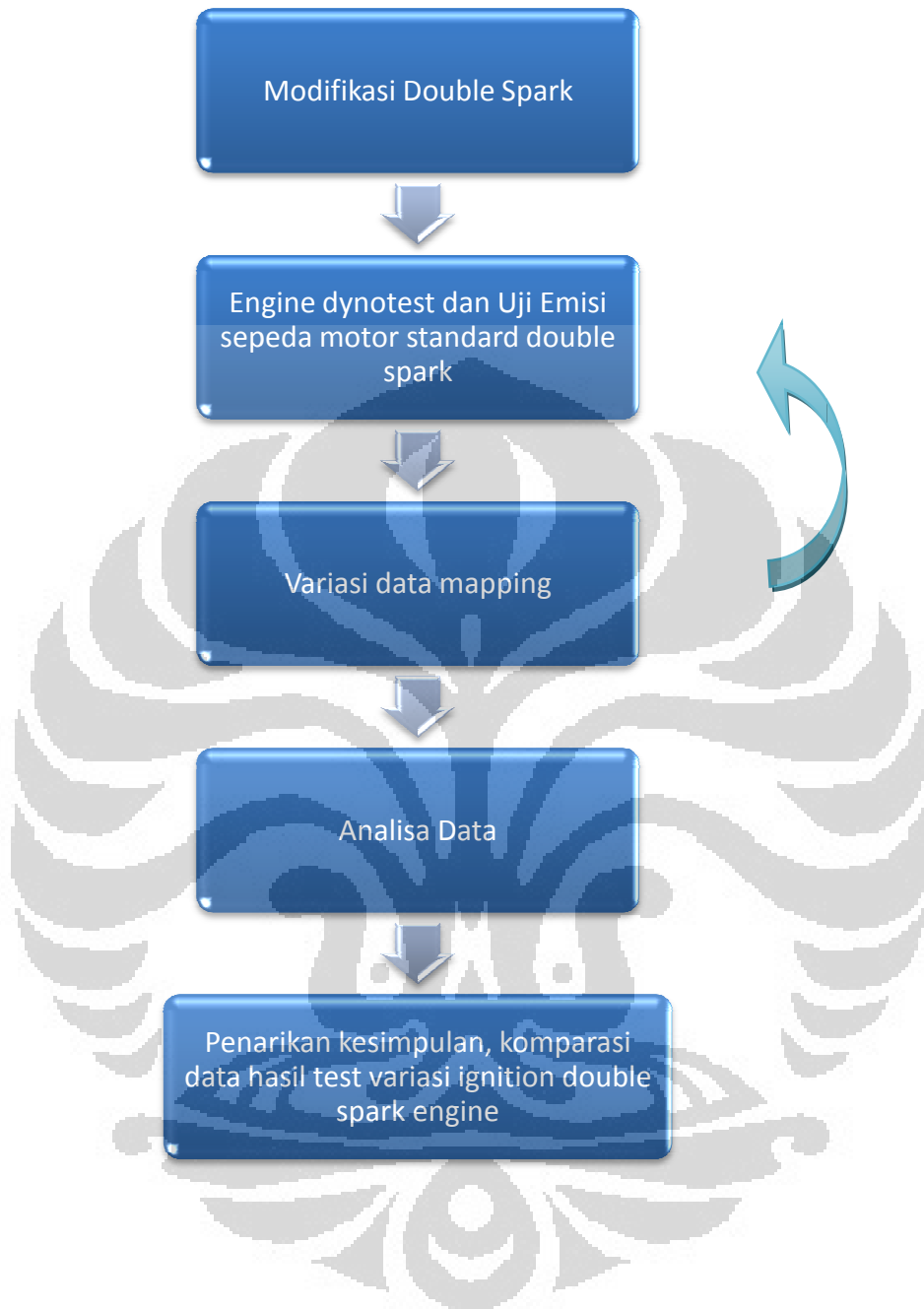
Gambar 3.1 Mapping CDI Standar

Dengan data tersebut, maka dengan variasi jeda yang akan dilakukan, akan dilakukan pengujian dengan variasi mapping sebagai berikut :

RPM	Derajat Pengapian busi primer* (°sebelum TMA)	Variasi Derajat Pengapian busi sekunder (°sebelum TMA)						
		Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4	Variasi 5	Variasi 6	Variasi 7
2000	16	13	14	15	16	17	18	19
2500	16	13	14	15	16	17	18	19
3000	16	13	14	15	16	17	18	19
3500	16	13	14	15	16	17	18	19
4000	16	13	14	15	16	17	18	19
4500	16	13	14	15	16	17	18	19
5000	16	13	14	15	16	17	18	19
5500	16	13	14	15	16	17	18	19
6000	16	13	14	15	16	17	18	19
6500	16	13	14	15	16	17	18	19
7000	16	13	14	15	16	17	18	19
7500	16	13	14	15	16	17	18	19
8000	16	13	14	15	16	17	18	19

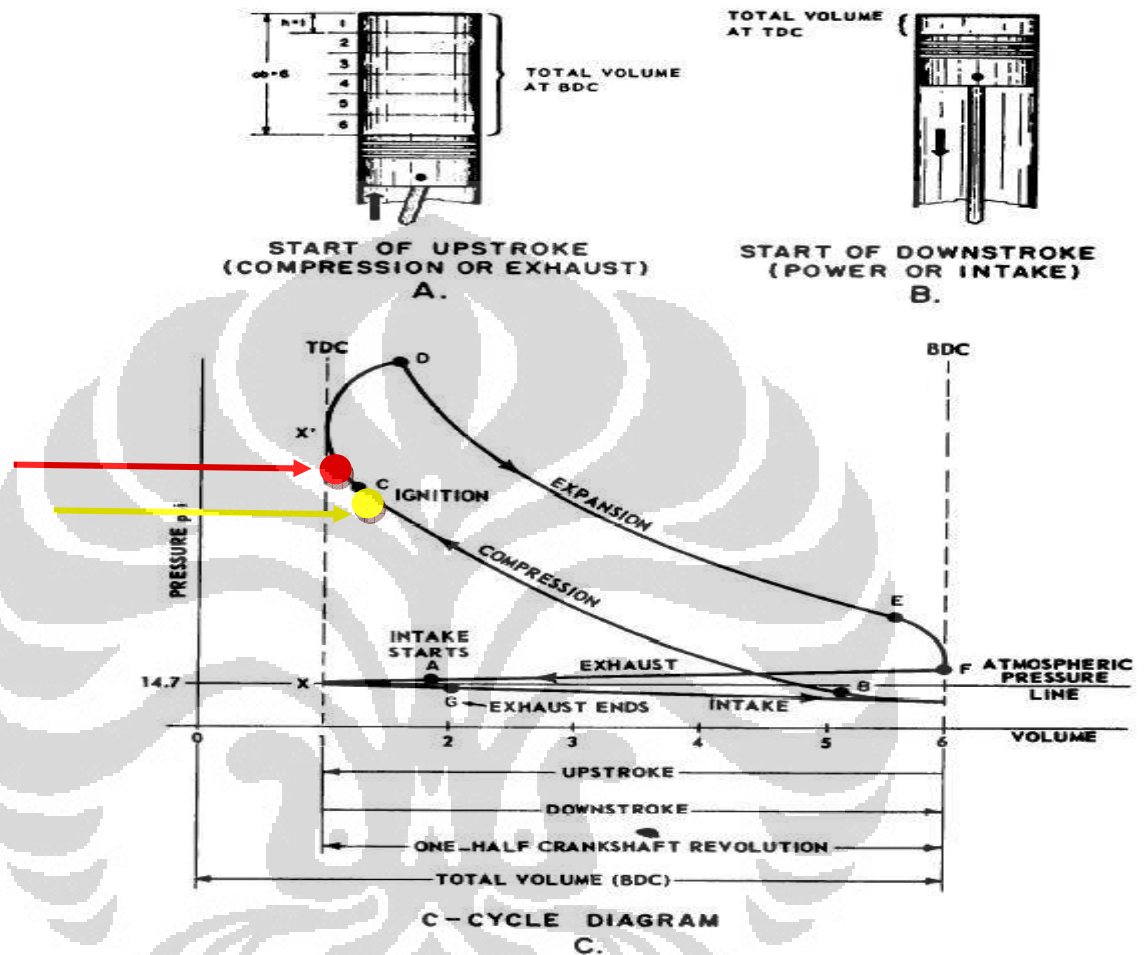
Tabel 1.1 Mapping CDI Masing-Masing Busi

Berikut ini flowchart riset PTS-I engine



## Skematik PTS-I

### a. P-V diagram



Gambar 3.2 P-V Diagram Motor Bakar Empat Langkah Dan Lokasi Ignition

(sumber : *Digital Twin Spark – Ignition & Its Advances*, S.Ijaz Ahamed).

Keterangan :   
● First spark ignite   
● Second spark ignite

- b. Aplikasi pada mesin
  - i. Lokasi pemasangan *second spark*

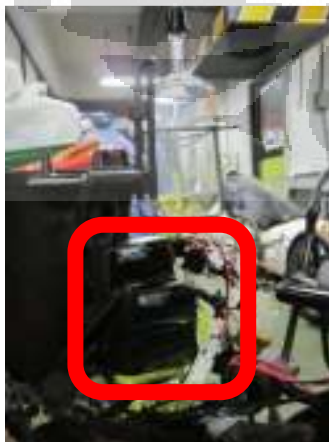


Gambar 3.3 Modifikasi Silinder Head  
Tanda merah menunjukkan tempat akan dipasang *second spark*



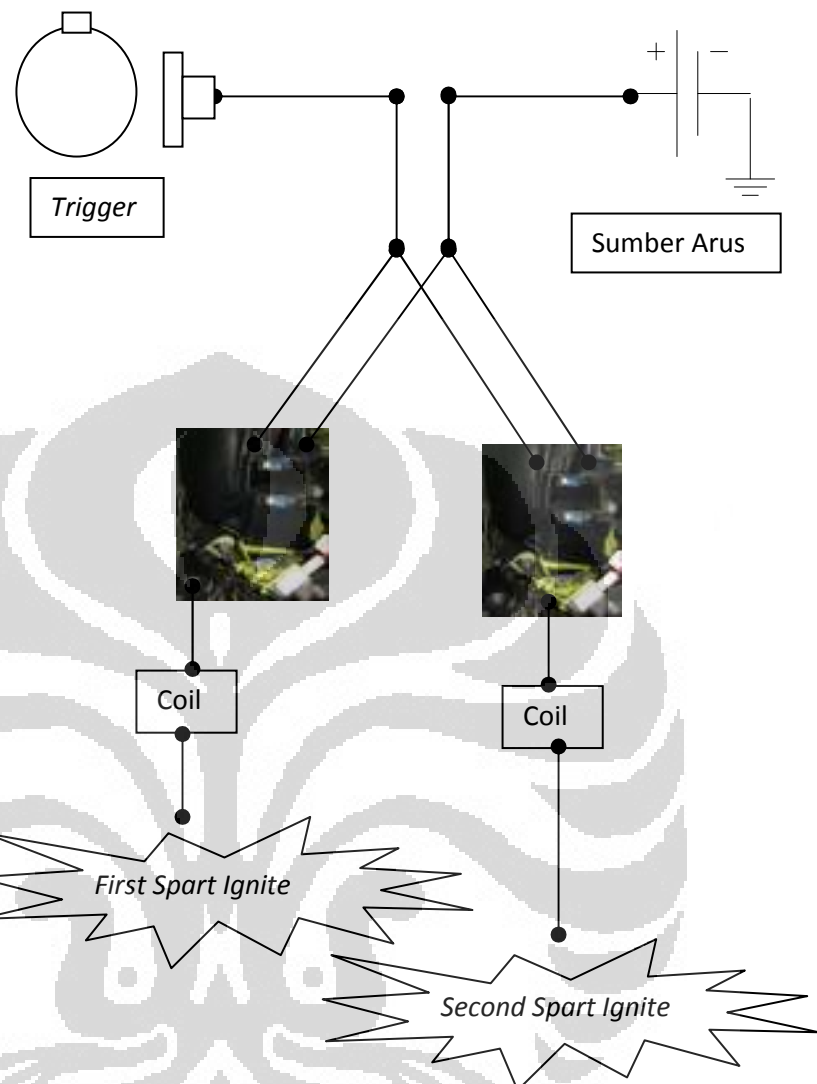
Gambar 3.4 Modifikasi Silinder Head Tampak Samping  
Lokasi *second spark* dipandang dari samping silinder head

- ii. *CDI Programmable*



Gambar 3.5 *CDI Programmable*



iii. *Wiring diagram*Gambar 3.6 *Wiring Diagram*

### 3.2. ALAT UJI

Pada percobaan ini alat uji yang digunakan adalah:

1. Sepeda motor 100 cc 4 tak

Sepeda motor yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Panjang x lebar x tinggi	: 1.907x702x1.069 mm
Jarak sumbu roda	: 1.234 mm
Jarak terendah ke tanah	: 147 mm
Berat kosong	: 99.4 kg
Tipe rangka	: Tulang punggung
Tipe suspensi depan	: Teleskopik
Tipe suspensi belakang ganda	: Lengan ayun dan peredam kejut
Ukuran ban depan	: 70/90 - 17M/C 38P
Ukuran ban belakang	: 80/90 - 17M/C 44P
Rem depan	: Cakram Hidrolik, Piston ganda
Rem belakang	: Tromol
Kapasitas tangki bahan bakar	: 3,7 liter
Tipe mesin udara	: 4 langkah, SOHC, pendinginan
Diameter x langkah	: 50 x 49,5 mm
Volume langkah	: 97,1 cc
Perbandingan kompresi	: 9,0 : 1
Daya maksimum	: 7,29 PS / 8000 rpm
Torsi maksimum	: 0,74 kgf.m / 6.000 RPM
Kapasitas minyak pelumas mesin	: 0,7 Liter pada penggantian periodik
Kopling Otomatis basah	: Ganda, otomatis sentrifugal, tipe
Gigi transmisi	: 4 kecepatan, bertautan tetap
Pola pengoperan gigi	: N-1-2-3-4-N (rotari)
Starter	: Pedal dan elektrik
Aki	: 12 V; 3,5 Ah

Busi : ND U20FS, U22FS-U ; NGK  
 C6HSA, C7HSA  
 Sistem pengapian : Twin Spark AC-CDI  
 Programmable, Magnet

## 2. Blok head twin spark

Pada percobaan ini ada perbedaan blok head dari motor standar. Blok head yang diujikan yaitu blok head yang telah dimodifikasi di bagian sebelah kiri blok head. Beberapa proses manufaktur untuk membuat dudukan busi sekunder dilakukan pada blok head ini yaitu proses pengeboran dan proses pembuatan ulir. Berikut ini spesifikasi dari blok head yang digunakan :

Katup intake : 23 mm  
 Katup exhaust : 20 mm  
 Diameter lubang busi : 10 mm

## 3. Dynamometer

Dynometer yang digunakan dengan merek dyno-dynamic dengan jenis chassis dynometer. Pada alat ini dapat melakukan pengambilan data yang berkaitan tentang daya motor dan konsumsi bahan bakar. Berikut ini adalah gambar proses pengetesan:



Gambar 3.7. Pengambilan Data Dyno Test

#### 4. Gas analyzer

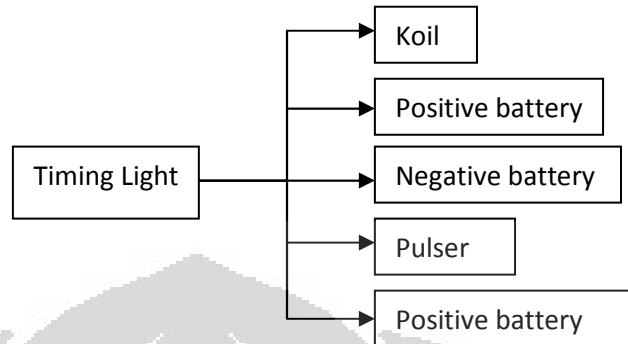
Alat uji emisi yang digunakan adalah tipe 488 plus dari *technotest*.

Spesifikasi *gas analyzer* yang digunakan adalah:

Mains power supply	110/220/240 V ( $\pm 15\%$ )
	50÷60 Hz ( $\pm 3\%$ )
Measuring range	CO 0÷99,9% Vol (res. 0.01)
	CO <sub>2</sub> 0÷19,9% Vol (res. 0.1)
	HC 0÷9999 ppm Vol (res.1)
	O <sub>2</sub> 0÷4% Vol. (res.0.01)
	O <sub>2</sub> 4÷25,0% Vol (res. 0.1)
	Nox 0÷2000 ppm Vol (res.5)
	Lambda 0.5÷2,000(res. 0,001)
Induction rpm counter	0÷9990 rpm (res. 10)
Electronic Lambda test	YES
Operating temperature (°C)	5÷40
Measuring gas induction	8 l/min (approx)
Response time	<10sec (probe length 3mt)
Zero setting	Electronic and automatic
Condensate drain	Continuous and automatic
Warm up time	Max 15 min
Serial output	RS232
Dimension	400x180x420 mm
Weight	13.5 kg

### 3.3. PROSEDUR PENGGUNAAN ALAT UJI

#### 3.3.1. Prosedur pengukuran waktu derajat pengapian



Gambar 3.8. Instalasi Timing Light

Sebelum melakukan pengujian pada motor bakar, perlu didapatkan posisi derajat pengapian sepeda motor pada saat aktual ketika sepeda motor menyala. Untuk mengukur posisinya yaitu dengan Timing light. Timing light adalah alat untuk mengukur waktu pengapian dan akan menyala sesuai dengan RPM

#### Prosedur pengukuran posisi derajat waktu pengapian

1. Memasang kabel sesuai part yang ditunjuk dengan gambar 3.2
2. Mengatur posisi derajat pengapian pada alat timing light
3. Menyalakan motor yang diujikan
4. Mengarahkan timing light ke rotor magnet
5. Memperhatikan rpm pada layar dan posisi rotor magnet pada keadaan top.

#### 3.3.2. Prosedur penggunaan dynotest

Pada pengujian performa mesin ini menggunakan alat dynometer untuk bisa melihat performa mesin pada berbagai tingkat kecepatan. Pada pengujian ini juga didapat data konsumsi bahan bakar berdasarkan tingkat kecepatan tersebut. Tahapan pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menaikan sepeda motor ke atas alat uji
2. Mengunci roda depan pada alat uji dan roda belakang tepat berada diatas roller

3. Melakukan pengecekan tekanan ban belakang
4. Meletakkan beban pengendara di setting seberat 60 Kg
5. Mengkondisikan transmisi motor yang digunakan saat dilakukan pengujian pada gear 1st.
6. Sepeda motor siap untuk dilakukan pengujian.

### **3.3.3. Prosedur penggunaan gas analyzer**

Tahapan penggunaan alat uji gas analyzer tipe techno test 488 plus adalah sebagai berikut:

1. Menekan tombol on pada bagian belakang alat uji yang kemudian akan muncul angka 01 pada layar RPM
2. Menunggu beberapa saat untuk alat uji melakukan warming up sebelum pengujian.
3. Setelah mesin telah selesai melakukan warming up dan muncul angka 21 pada layar yang merupakan autozero setting,
4. Setelah proses autozero setting selesai, semua layar pada alat uji akan menyala. Jika semua layar telah menyala maka inilah tanda alat uji siap digunakan
5. Memasukkan probe gas analyzer pada lubang exhaust motor
6. Memasang clamp pada selang busi untuk mengetahui RPM pada mesin
7. Membaca dan mencatat hasil pengukuran yang tertera pada layar.

## **3.4. PROSEDUR PENGAMBILAN DATA**

### **3.4.1. Prosedur pengambilan data dynotest**

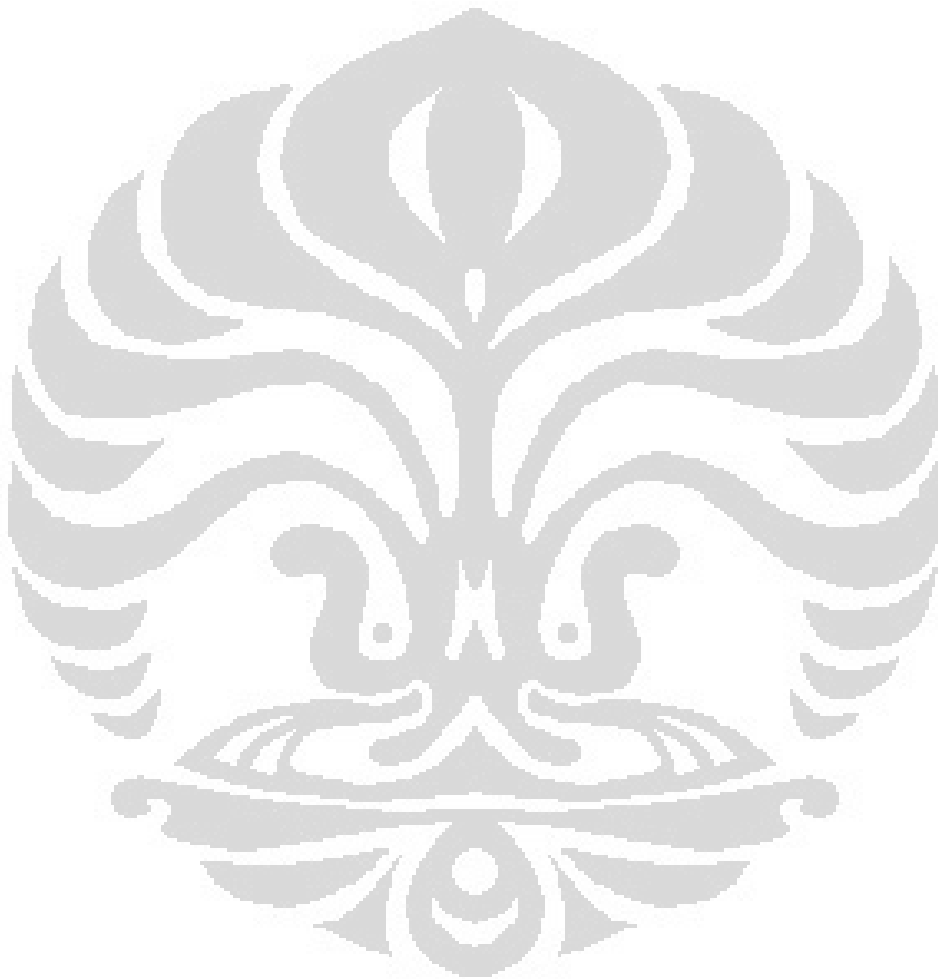
Proses pengambilan data dynotest dilakukan pada satu tingkat kecepatan saja, pengujian dilakukan sebanyak 4 kali dan dipilih data yang paling optimal.

### **3.4.2. Prosedur pengambilan data gas analyzer**

Pada proses pengambilan data untuk emisi gas buang adalah setelah probe untuk gas analyzer dimasukkan kedalam kemudia pada layar alat uji akan muncul nilai dari setiap data yang akan diambil. Kemudia gas mulai dibuka agar tercapai

kondisi RPM yang diinginkan. Setelah nilai RPM tercapai dan stabil kemudian dilakukan proses pengambilan data.

Pengujian dengan menggunakan dynamometer dilakukan pada netral gear dengan RPM 1500 sampai 7000 RPM. Dari pengujian ini dapat diketahui emisi gas buang.



## BAB 4

### PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

#### 4.1 HASIL PENGUKURAN *DYNOTEST* DAN *EXHAUST GAS ANALYZER*

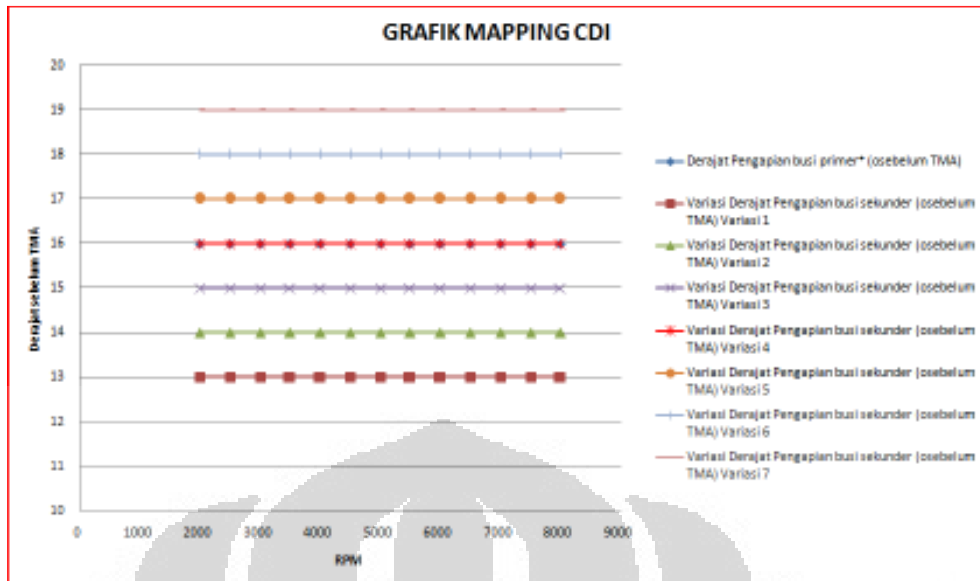
Berikut ini akan disajikan grafik *Scatter* yang diolah menggunakan *software Microsoft Excel*. Data yang didapat didasarkan atas variasi busi tunggal dan busi ganda dengan variasi jeda waktu nyala.

Variasi pengujian digambarkan dalam tabel dan grafik berikut ini :

RPM	Derajat Pengapian busi primer* (°sebelum TMA)	Variasi Derajat Pengapian busi sekunder (°sebelum TMA)						
		Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4	Variasi 5	Variasi 6	Variasi 7
2000	16	13	14	15	16	17	18	19
2500	16	13	14	15	16	17	18	19
3000	16	13	14	15	16	17	18	19
3500	16	13	14	15	16	17	18	19
4000	16	13	14	15	16	17	18	19
4500	16	13	14	15	16	17	18	19
5000	16	13	14	15	16	17	18	19
5500	16	13	14	15	16	17	18	19
6000	16	13	14	15	16	17	18	19
6500	16	13	14	15	16	17	18	19
7000	16	13	14	15	16	17	18	19
7500	16	13	14	15	16	17	18	19
8000	16	13	14	15	16	17	18	19

Tabel 4.1 Variasi Pengukuran





Grafik 4.1 Jeda Nyala Masing-Masing Busi

4.1.1 Hasil Pengukuran Dynotest

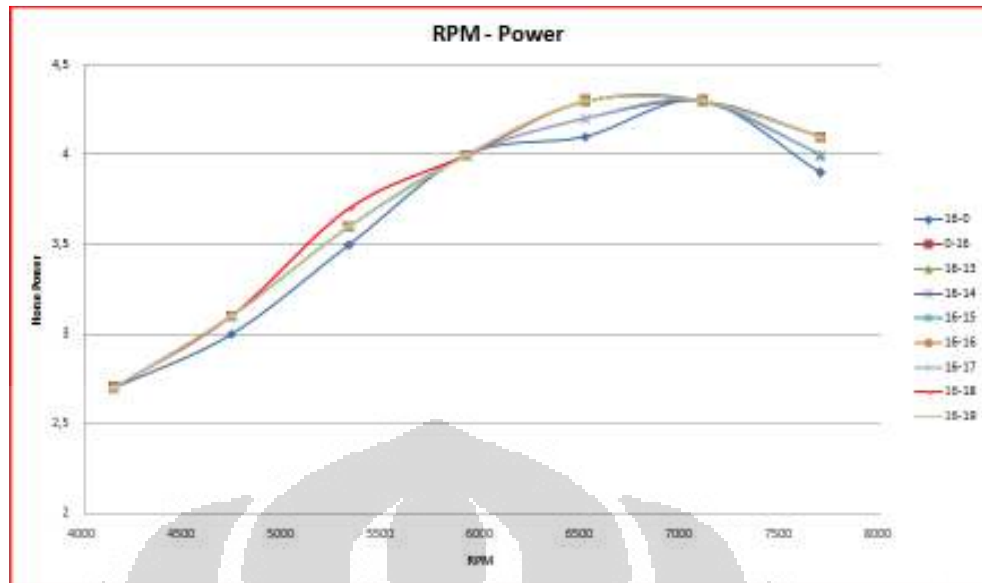
Dynotest Dyno Dynamic menghasilkan 3 data sebagai berikut :

a. Data Power Kendaraan

RPM	POWER (HP) (derajat kiri-derajat kanan)									
	16-0	0-16	16-13	16-14	16-15	16-16	16-17	16-18	16-19	
4146	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
4738	3	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
5330	3,5	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,7	3,6
5922	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6514	4,1	4,3	4,3	4,2	4,3	4,3	4,2	4,3	4,3	4,3
7107	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
7699	3,9	4,1	4	4,1	4	4,1	4	4,1	4,1	4,1
RMS	3,6849113	3,773024554	3,757659	3,756898	3,757659	3,773025	3,741466	3,786819	3,773025	

Tabel 4.2 Power Kendaraan Pada Variasi Derajat Penyalan Busi

Tabel di atas menjelaskan bahwa pada variasi waktu penyalan busi primer dan sekunder menghasilkan *power* yang berbeda. Pada penyalan busi tunggal didapatkan hasil maksimal pada konfigurasi busi kanan menyala dan busi kiri mati. Data menunjukkan bahwa konfigurasi penyalan busi kiri menyala 16° sebelum TMA dan busi kanan menyala 18° sebelum TMA. Ketika kedua busi dinyalakan bersamaan (serentak) pada 16° sebelum TMA didapatkan daya yang sama dengan busi tunggal, artinya penyalan serempak kedua busi tidak memberikan keuntungan di sisi produksi daya mesin. Secara lebih jelas, perbedaan daya yang dihasilkan akan digambarkan dalam grafik berikut:



Grafik 4.2 Power Kendaraan Pada Variasi Derajat Penyalaan Busi

Melalui grafik tersebut terlihat jelas bahwa daya mesin mengalami kenaikan pada RPM 5000-6000 sebesar 0,1 hp atau senilai 74,5699 watt pada konfigurasi penyalaan busi kiri  $16^\circ$  sebelum TMA dan busi kanan  $18^\circ$  sebelum TMA.

#### b. Data Torsi Kendaraan

Data torsi kendaraan akan digambarkan dalam *tractive effort* untuk mendapatkan perbandingan yang lebih halus dikarenakan cukup sulit membandingkan torsi kendaraan yang berkisar 2 sampai 3 Ftlb, tetapi akan lebih mudah jika membandingkan *tractive effort* yang berkisar 90 – 120 lb.

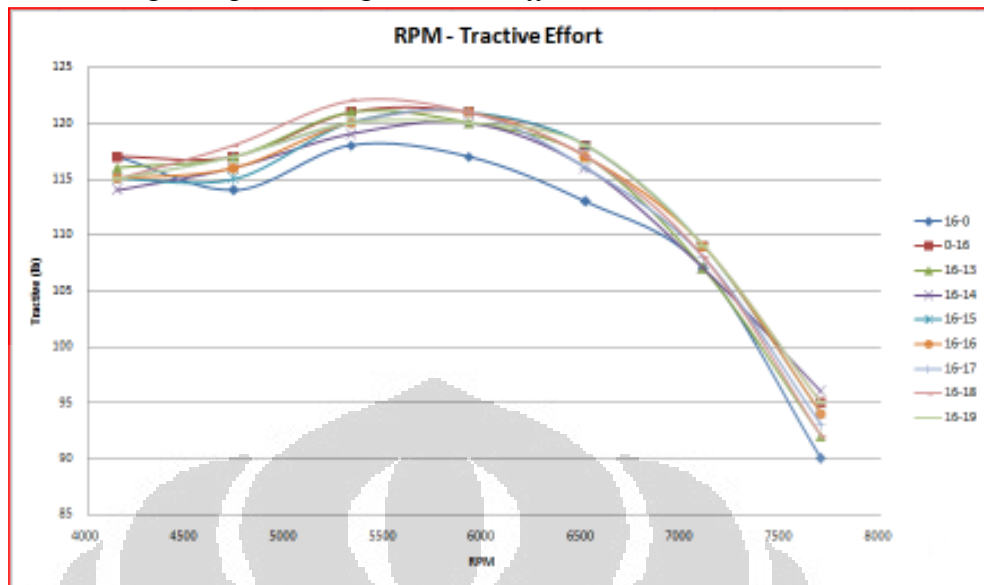
Berikut tabel data hasil pengukuran:

RPM	Tractive(Lb) (derajat kiri-derajat kanan)								
	16-0	0-16	16-13	16-14	16-15	16-16	16-17	16-18	16-19
4146	117	117	116	114	115	115	115	115	115
4738	114	117	117	116	115	116	117	118	117
5330	118	121	121	119	120	120	120	122	120
5922	117	121	120	120	121	121	121	121	120
6514	113	118	117	116	118	117	116	117	118
7107	107	109	107	107	109	109	108	108	109
7699	90	95	92	96	94	94	93	92	95
RMS	111,2372	114,3241007	113,2557	112,8425	113,4725	113,4699	113,2153	113,6982	113,7315

Tabel 4.3 *Tractive Effort* Kendaraan Pada Viariasi Derajat Penyalaan Busi

Pada data di atas dihasilkan bahwa derajat penyalan busi kiri-kanan pada 16-18 terbaik pada RPM 4738 hingga 5330, di luar itu akan sama dengan penyalaan single spark di sisi kanan (0-16). Secara keseluruhan busi tunggal lebih baik dalam produksi *tractive effort*.

Berikut grafik perbandingan *tractive effort* :



Grafik 4.3 *Tractive Effort* Kendaraan Pada Variasi Derajat Penyalaan Busi

c. Data AFR Gas Buang

Pengujian AFR dilakukan bersamaan dengan pengambilan data power dan torsi kendaraan dengan AFR meter. Berikut tabel data hasil pengukuran:

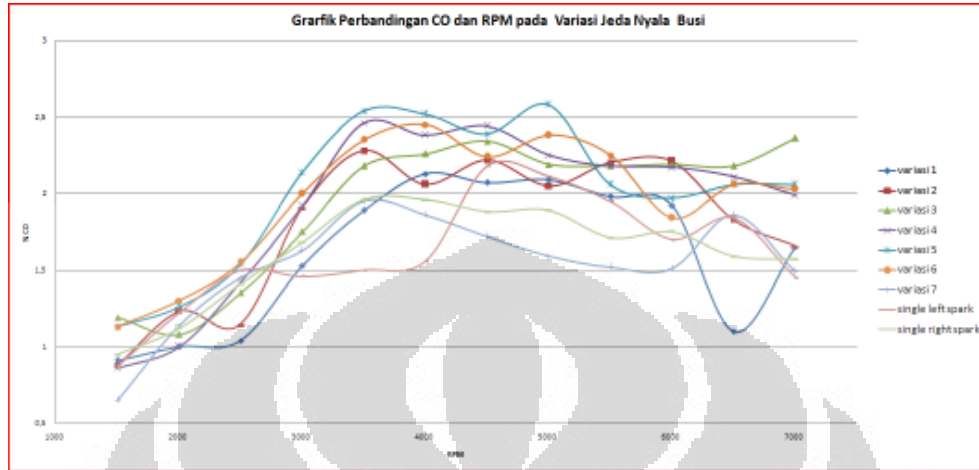
RPM	AFR (derajat kiri-derajat kanan)								
	16-0	0-16	16-13	16-14	16-15	16-16	16-17	16-18	16-19
4146	14,3	14	14,2	14	13,8	13,6	13,4	13,4	13,8
4738	13,5	13,3	13,4	13,2	13,1	13,2	13,2	13,2	13,1
5330	13,2	13,4	13,5	13,1	13,2	13,3	13	13,4	13,2
5922	13	13	13,2	12,9	13,1	12,9	13	13	13
6514	12,5	12,6	12,7	12,4	12,6	12,5	12,3	12,5	12,6
7107	12,6	12,4	12,5	12,3	12,3	12,5	12,5	12,5	12,4
7699	12,5	12,4	12,3	12,4	12,2	12,2	12,2	12,3	12,2
RMS	13,09983642	13,02596	13,12859	12,91218	12,91063	12,8943	12,80725	12,90709	12,90985

Tabel 4.4 Afr Gas Buang Kendaraan Pada Viariasi Derajat Penyalaan Busi

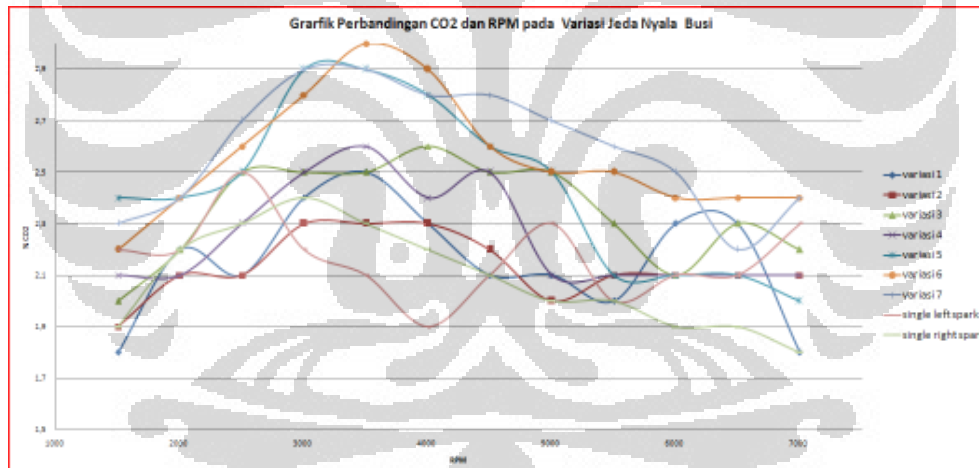
Berdasarkan tabel hasil pengukuran, didapatkan bahwa secara keseluruhan RPM, konfigurasi busi ganda dengan derajat penyalaan 16-13 menghasilkan lambda terukur paling *lean*. Data di atas dilakukan tanpa melakukan setting ulang karburator, sehingga murni menggambarkan laju pembakaran di dalam ruang bakar. Ketika didapatkan hasil pembakaran yang *lean*, maka produksi gas CO sedikit atau bisa disimpulkan bahwa pembakaran lebih sempurna.

#### 4.1.2 Hasil Pengukuran *Exhaust Gas Analyzer*

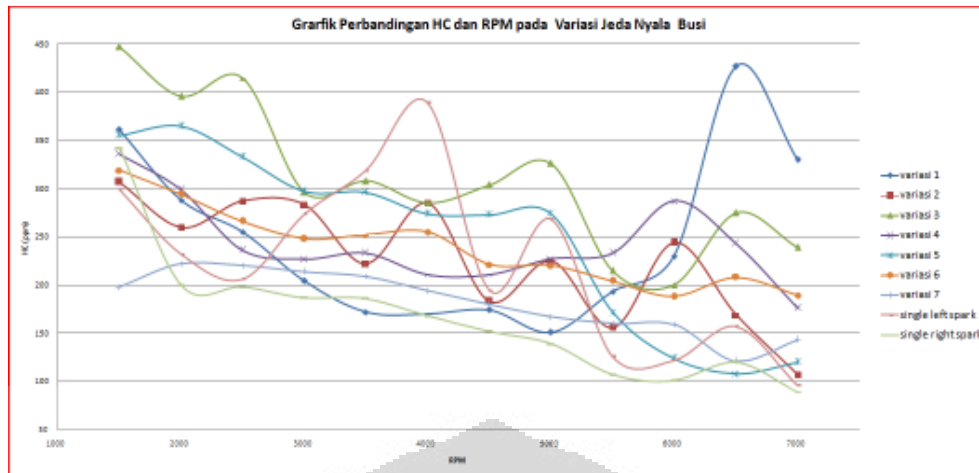
Berikut ini data hasil pengukuran dengan menggunakan *Exhaust Gas Analyzer*



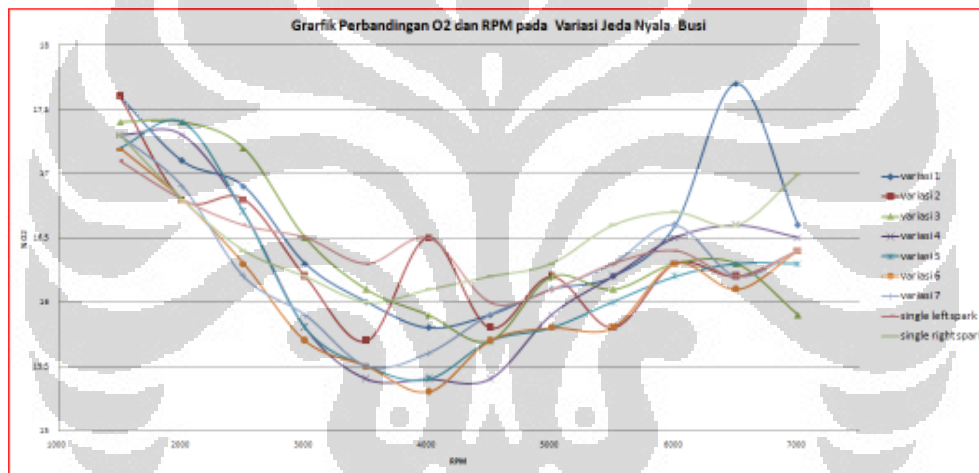
Grafik4.4 Perbandingan Produksi CO Pada Variasi Derajat Penyalaan Busi



Grafik4.5 Perbandingan Produksi CO<sub>2</sub> Pada Variasi Derajat Penyalaan Busi



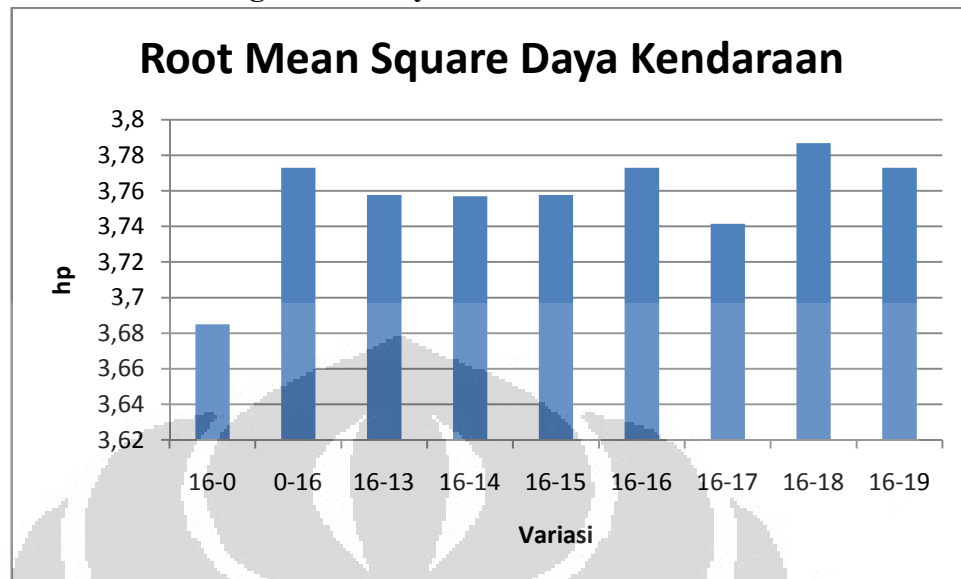
Grafik4.6 Perbandingan Produksi HC Pada Variasi Derajat Penyalaan Busi



Grafik4.7 Perbandingan Produksi O2 Pada Variasi Derajat Penyalaan Busi

## 4.2 ANALISA HASIL PENGUKURAN

### 4.2.1 Analisa Hasil Pengukuran Daya



Grafik 4.8 Root Mean Square Daya Kendaraan

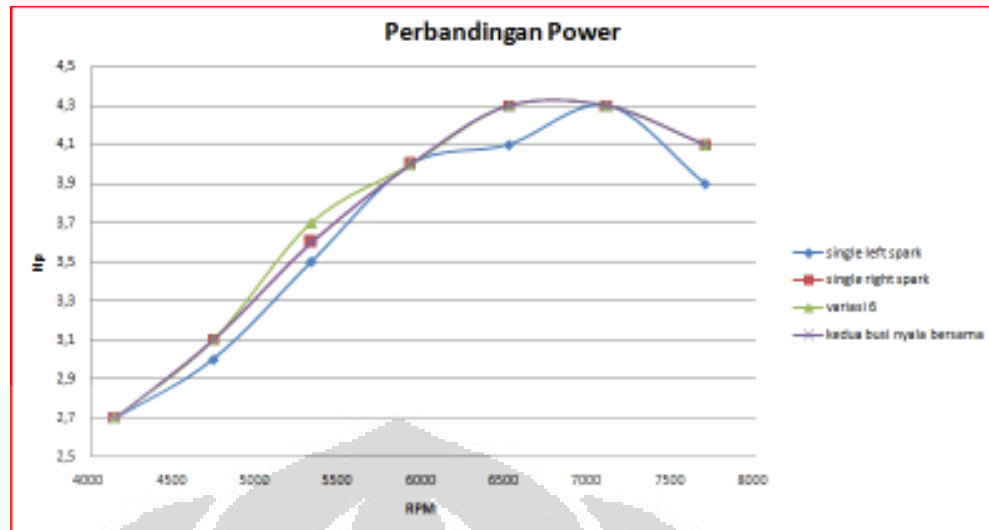
Berdasarkan grafik di atas digambarkan bahwa derajat penyalaan busi yang paling bagus adalah di  $16^{\circ}$  sebelum TMA untuk busi kiri dan  $18^{\circ}$  sebelum TMA untuk busi kanan. Jika dibandingkan dengan single spark baik sisi kiri maupun sisi kanan, dual spark dengan jeda penyalaan  $2^{\circ}$  menghasilkan daya yang lebih baik. Lain halnya jika kedua busi dinyalakan secara serempak (16-16) daya yang dihasilkan tidak berbeda signifikan dengan busi tunggal sisi kanan.

Berikut ini persentase perubahan power terhadap variasi perubahan derajat penyalaan:

POWER (HP) (derajat kiri-derajat kanan)								
16-0	0-16	16-13	16-14	16-15	16-16	16-17	16-18	16-19
-2,34%	0,00%	-0,41%	-0,43%	-0,41%	0,00%	-0,84%	0,37%	0,00%

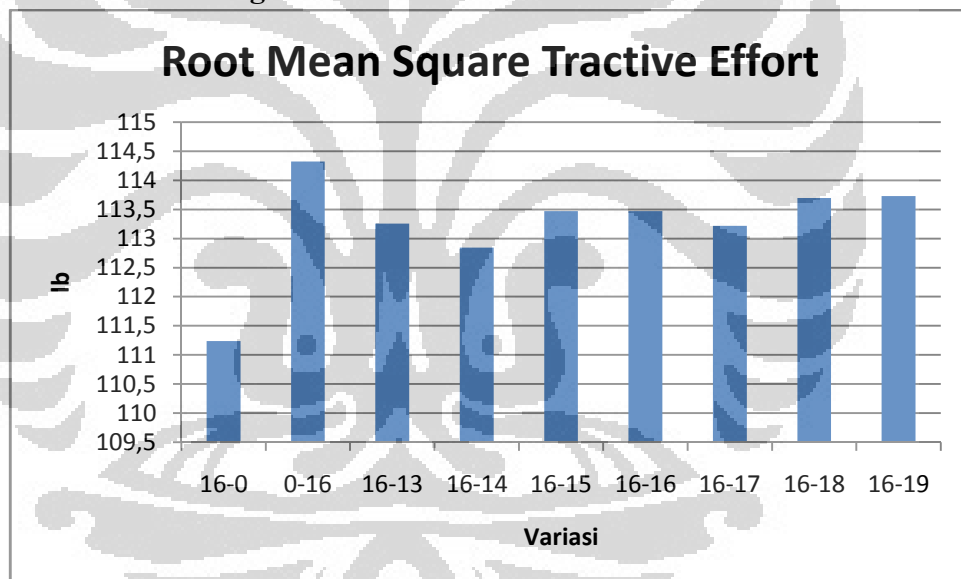
Tabel 4.5 Presentase Perubahan Power Mesin

Variasi 6 atau konfigurasi (16-18) memberikan hasil yang terbaik yang dalam grafik digambarkan sebagai berikut:



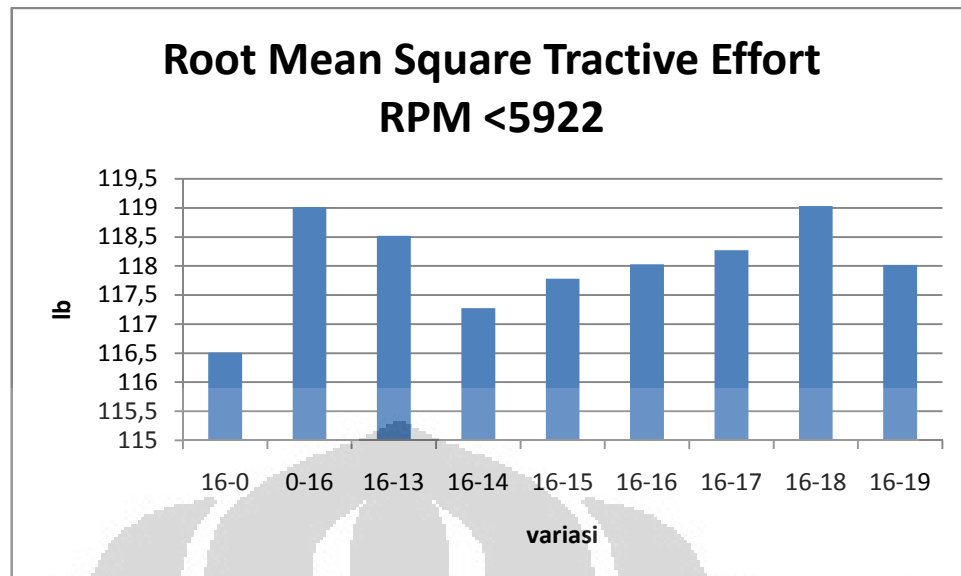
Grafik 4.9 Perbandingan Variasi 6 Dengan Single Spark Dan Dua Busi Menyala Bersama

#### 4.2.2 Analisa Hasil Pengukuran Tractive Effort

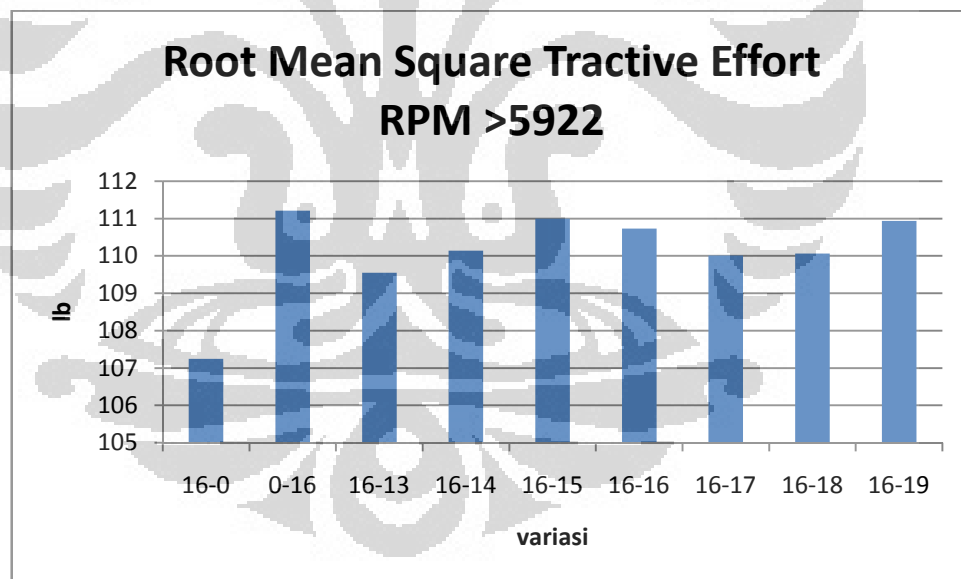


Grafik 4.10 Root Mean Square Tractive Effort Kendaraan

Grafik diatas menunjukkan bahwa busi primer menghasilkan tractive effort terbesar, akan tetapi ketika tractive effort dibagi dalam dua segmen yakni pada RPM >5922 dan <5922 maka akan terlihat sebagai berikut:



Grafik 4.11 *Rms Tractive Effort* Kendaraan Pada Rpm <5922



Grafik 4.12 *Rms Tractive Effort* Kendaraan Pada Rpm >5922

Grafik di atas menunjukkan bahwa pada RPM rendah dibawah 6000 rpm, busi ganda memberikan peningkatan *tractive effort* terutama pada variasi 6 (16-18). Akan tetapi pada RPM tinggi diatas 6000 rpm, busi tunggal justru menghasilkan *tractive effort* yang lebih besar. Maka desain busi ganda ini disimpulkan efektif di RPM <6000 rpm atau pada putaran mesin rendah.



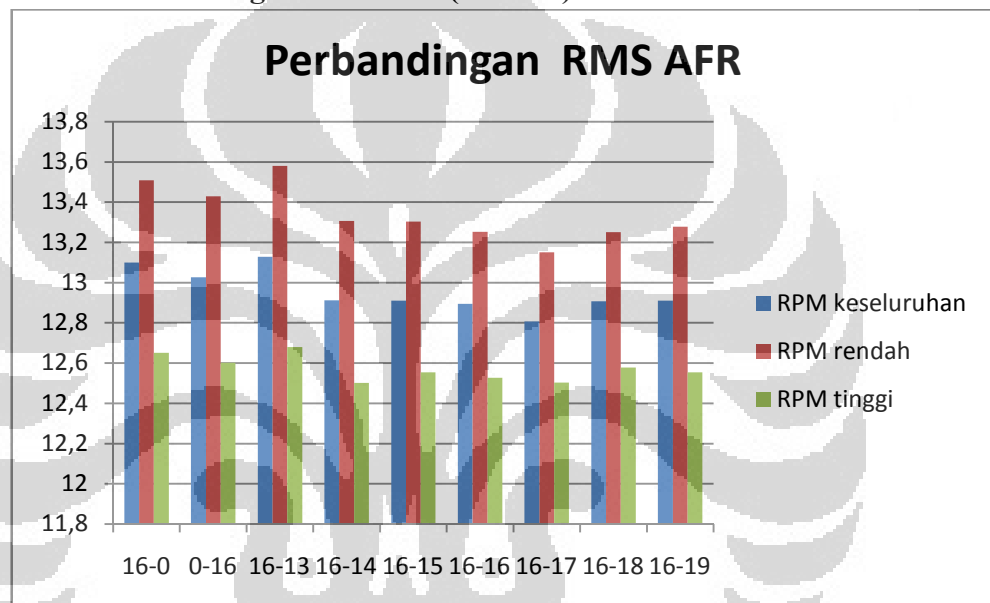
Secara jelas perbedaan nilainya akan tergambar dalam tabel berikut:

	Tractive(Lb) (derajat kiri-derajat kanan)								
	16-0	0-16	16-13	16-14	16-15	16-16	16-17	16-18	16-19
RPM rendah	-2,11%	0,00%	-0,42%	-1,46%	-1,04%	-0,83%	-0,62%	0,01%	-0,84%
RPM tinggi	-3,56%	0,00%	-1,50%	-0,96%	-0,19%	-0,43%	-1,08%	-1,03%	-0,24%

Tabel 4.6 Perbandingan Nilai Perubahan *Tractive Effort* Pada Rpm Rendah Dan Rpm Tinggi

Pada RPM rendah dua busi 16-18 memberikan peningkatan 0,01%, akan tetapi pada RPM tinggi tidak ada yang lebih baik dari busi tunggal.

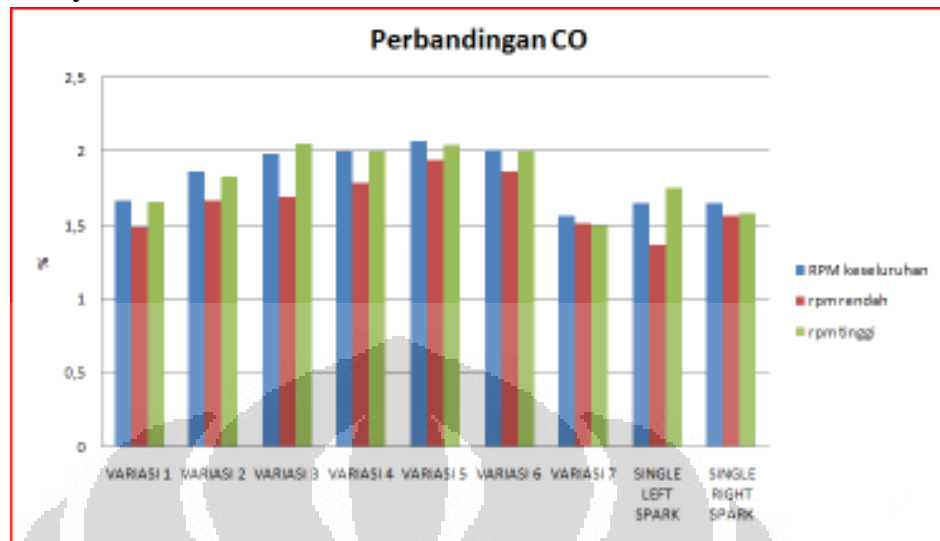
#### 4.2.3 Analisa Hasil Pengukuran AFR (lambda)



Grafik 4.13 Perbandingan AFR Pada Rpm Rendah Dan Rpm Tinggi

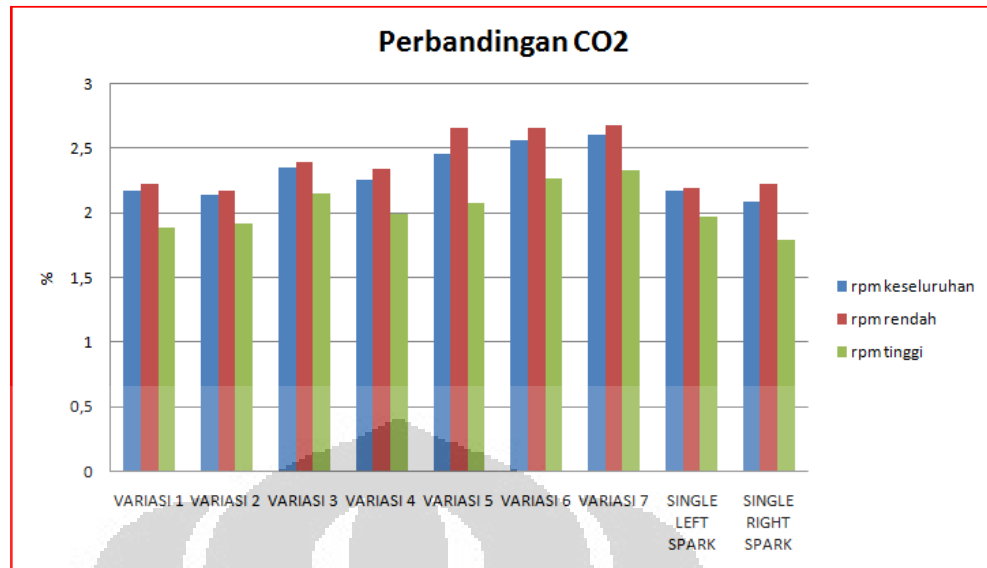
Grafik di atas menunjukkan bahwa AFR paling lean terdapat pada setting konfigurasi penyalaan busi 16-13 sebelum TMA. AFR ini didapatkan dari perhitungan kadar CO yang terukur di gas buang, dengan besarnya nilai AFR maka kadar CO yang terukur semakin sedikit. Pada grafik di atas menunjukkan bahwa pembakaran paling sempurna berdasarkan emisi gas buang terukur pada AFR meter adalah variasi 1 (16-13) jeda penyalaan busi sebesar  $3^\circ$ .

#### 4.2.4 Analisa Hasil Pengukuran CO, CO<sub>2</sub>, HC, dan O<sub>2</sub> dengan Gas Analyzer



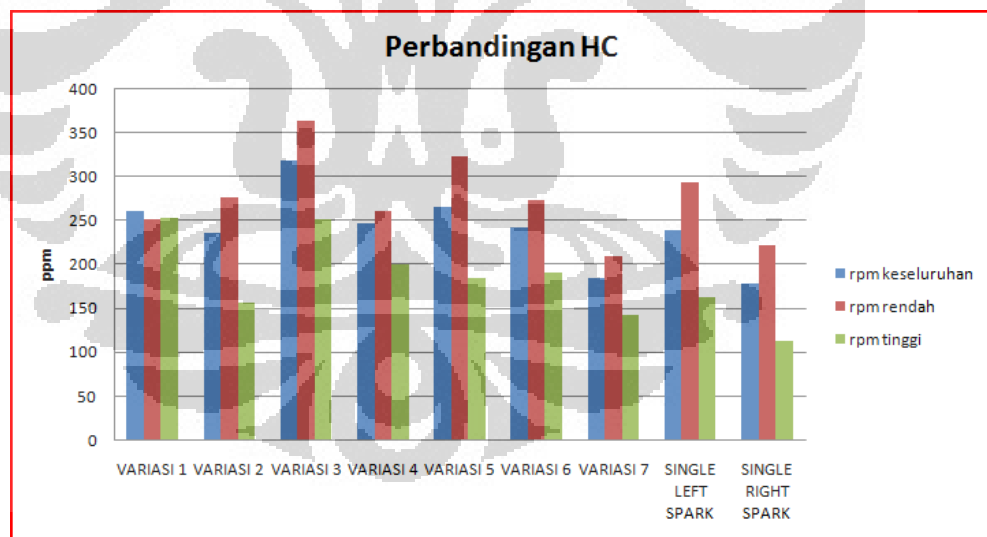
Grafik 4.15 Perbandingan Kadar CO Dalam Gas Buang

Grafik di atas menggambarkan bahwa produksi CO setting variasi 7 paling rendah. Dengan rendahnya kadar CO, maka dapat disimpulkan bahwa pembakaran berlangsung sempurna. Akan tetapi kesesuaian data masih belum dapat diterima karena bertentangan dengan data CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> yang dihasilkan. Seharusnya dengan peningkatan emisi CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> menghasilkan kadar CO yang semakin rendah, akan tetapi tidak terjadi demikian. Dimungkinkan masih ada faktor luar yang mempengaruhi peningkatan kadar CO selain faktor stoikiometrik pembakaran, sangat dimungkinkan adalah faktor panas mesin yang semakin meningkat karena trend yang dihasilkan sesuai dengan urutan pengujian, semakin tinggi panas mesin semakin banyak CO yang dihasilkan. Pengujian dilakukan dengan menguji single spark terlebih dahulu, kemudian disusul variasi 1 hingga 7. Terlihat semakin lama mesin dinyalakan semakin tinggi kadar CO yang dihasilkan. Demikian juga hasil yang didapatkan pada AFR meter, semakin lama mesin dinyalakan semakin rich AFR yang terukur menandakan semakin banyak CO yang dihasilkan.



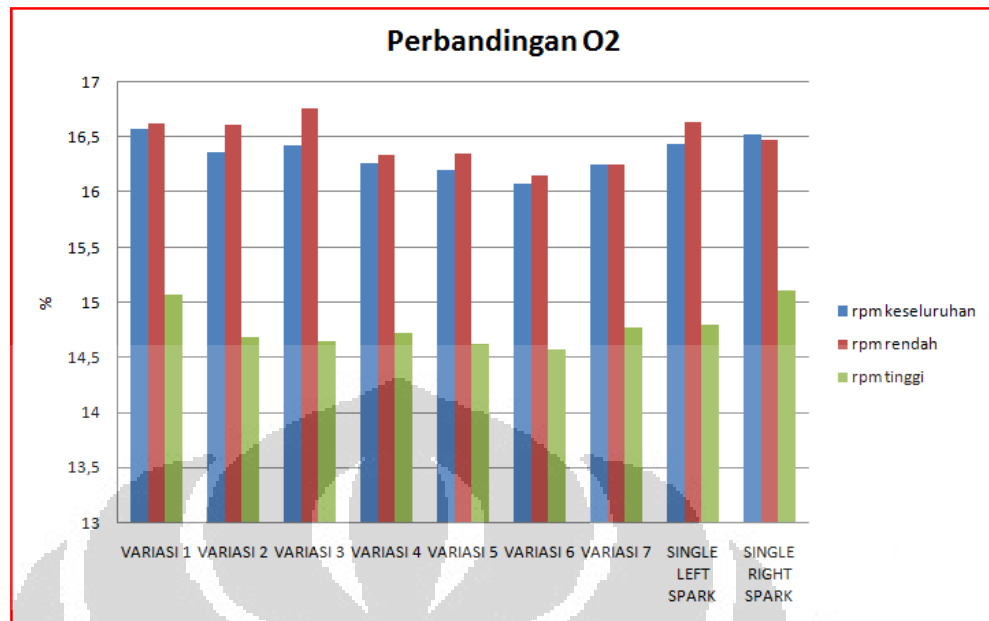
Grafik 4.16 Perbandingan Kadar CO<sub>2</sub> Dalam Gas Buang

Grafik di atas menggambarkan bahwa produksi CO<sub>2</sub> setting variasi 5, 6, dan 7 menghasilkan nilai yang paling besar. CO<sub>2</sub> adalah produk dari pembakaran yang sempurna, maka disimpulkan bahwa pembakaran di variasi 5, 6 dan 7 berlangsung lebih baik dibanding variasi 1 sampai 4 dan busi tunggal.



Grafik 4.17 Perbandingan Kadar HC Dalam Gas Buang

Hidrokarbon yang tidak terbakar akan dibuang ke lingkungan melalui gas buang, kadar hidrokarbon terukur menunjukkan tingkat tidak sempurnanya pembakaran, semakin besar hidrokarbon yang terbuang, pembakaran semakin tidak sempurna. Variasi 3 menunjukkan nilai yang paling besar dan berarti menghasilkan pembakaran yang paling tidak sempurna.



Grafik 4.18 Perbandingan Kadar O<sub>2</sub> Dalam Gas Buang

Pembakaran yang sempurna akan menghabiskan oksigen yang lebih banyak, sehingga ketika jumlah oksigen yang dibuang masih cukup besar, dimungkinkan tidak terjadi pembakaran yang sempurna dan menyeluruh dalam ruang bakar. Variasi 1 hingga ke 7 trennya semakin menurun, akan tetapi optimal di variasi 6.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Setelah melalui proses pengambilan dan analisa data, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan dua busi (*dual ignition*) memberikan dampak positif terhadap kinerja motor bakar, akan tetapi perlu dilakukan pengaturan jeda waktu penyalaan antara busi primer dan busi sekunder. Jika kedua busi dinyalakan serentak (bersamaan) pada  $16^\circ$  sebelum TMA maka dampak kenaikan tenaganya tidak menjadi signifikan walaupun dari sisi emisi terjadi penurunan kadar  $O_2$  sebesar 1,5% dan kenaikan kadar  $CO_2$  sebesar 7,9% dibandingkan dengan jika busi primer saja yang menyala.

Waktu penyalaan yang optimal adalah  $16^\circ$  sebelum TMA pada busi kiri dan  $18^\circ$  sebelum TMA pada busi kanan (jeda penyalaan busi kiri dan kanan sebesar  $2^\circ$ ). Konfigurasi penyalaan ini menghasilkan penurunan kadar  $O_2$  sebesar 2,65% dan kenaikan kadar  $CO_2$  sebesar 22,79% serta kenaikan power sebesar 0,1 hp pada putaran mesin 5000-6000 rpm.

Pada putaran mesin tinggi, konfigurasi busi tunggal memberikan produksi *tractive effort* yang terbaik, disusul dengan konfigurasi busi ganda dengan jeda penyalaan  $1^\circ$  yakni  $15^\circ$  busi kiri dan  $16^\circ$  busi kanan

#### 5.2 SARAN

Melalui penelitian ini saya mengajukan saran kepada tim SEM UI untuk mengaplikasikan delay penyalaan pada busi ganda yang sudah diterapkan di mobil tipe prototipe dan *urban concept*. Kompetisi ini menggunakan setting mesin yang dominan di putaran mesin rendah, sehingga diharapkan delay penyalaan busi ganda ini dapat memberikan power dan *tractive effort* yang lebih besar dan dengan konsumsi bahan bakar yang sama.

Pada penelitian selanjutnya alangkah lebih baik jika motor bakar serta bahan bakar yang diuji dan diteliti identik dengan yang diaplikasikan di kendaraan SEM UI agar didapat pengaturan yang lebih tepat dan sesuai. Selain itu diharapkan Departemen Teknik Mesin segera memiliki alat uji dinamometer agar mahasiswa tidak kesulitan ketika hendak melakukan pengujian karena saat ini masih harus tergantung dengan bengkel di luar kampus.

## DAFTAR PUSTAKA

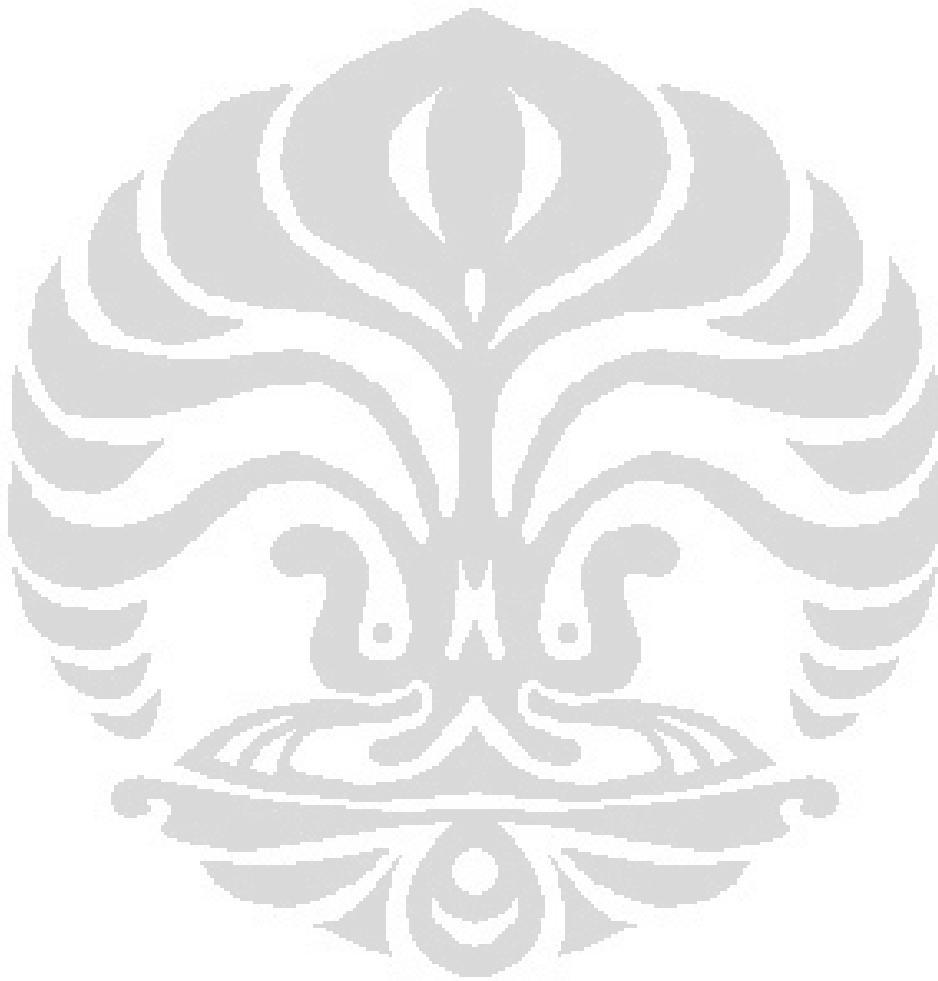
- Altin, Ismail.2007. *A parametric study on the performance parameters of a twin-spark SI engine.*
- Ahamed. S Ijaz. *Digital Twin Spark – Ignition & Its Advances*
- Data spesifikasi mutigas analyzer. :  
<http://www.tecnotest.com/tcn/ENG/home.asp>
- James, Helen. *Basic Phenomenology Of Deflagration, Ddt And Detonation.*  
*Health and Safety Executive, Bootle*
- Narutomo. Arandityo. *Analisis Penggunaan Gas Hidrogen Hasil Elektrolisis Air Pada Motor Bakar 4 Langkah Yang Diinjeksikan Setelah Karburator Dengan Variasi Derajat Timing Pengapian.* Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik UI, Depok, 2007/2008, hal. 28-36
- Spesifikasi fit x.2009.  
<http://www.bintangmotor.com/index.php/spec/new-megapro/75-spesifikasi-fitx>
- Sugiarto, Bambang. *Motor Pembakaran Dalam.* Jakarta: Universitas Indonesia
- Tufel, Noorani. *Digital Twin Spark Ignition (Dtsi)*
- W. Pulkrabek, Willard. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine.* University of Wisconsin-• .. Platteville
- Harinaldi. *Reaksi Dasar dan Stoikiometri Pembakaran.* UI

## LAMPIRAN

Data hasil pengukuran dengan menggunakan Gas Analyzer

Data hasil pengukuran dengan menggunakan Engine Dyno : Dyno Dynamic

berupa grafik Power dan AFR, Torsi, dan Tabel Data



## Data hasil pengukuran dengan menggunakan Gas Analyzer

VARIASI 1				
RPM	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)
1500	0,91	1,8	361	17,6
2000	1	2,2	288	17,1
2500	1,04	2,1	255	16,9
3000	1,53	2,4	204	16,3
3500	1,89	2,5	172	16
4000	2,13	2,3	170	15,8
4500	2,07	2,1	174	15,9
5000	2,09	2,1	151	16,1
5500	1,98	2	193	16,2
6000	1,92	2,3	230	16,6
6500	1,1	2,3	427	17,7
7000	1,65	1,8	330	16,6
RMS	1,672122	2,168525	260,2635	16,57805

VARIASI 2				
RPM	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)
1500	0,88	1,9	307	17,6
2000	1,23	2,1	260	16,8
2500	1,15	2,1	287	16,8
3000	1,91	2,3	283	16,2
3500	2,28	2,3	222	15,7
4000	2,06	2,3	285	16,5
4500	2,22	2,2	183	15,8
5000	2,05	2	225	16,2
5500	2,2	2,1	156	15,8
6000	2,21	2,1	244	16,3
6500	1,83	2,1	169	16,2
7000	1,66	2,1	107	16,4
RMS	1,863227	2,136586	235,0199	16,3662

VARIASI 3				
RPM	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)
1500	1,19	2	447	17,4
2000	1,08	2,2	396	17,4
2500	1,35	2,5	415	17,2
3000	1,75	2,5	296	16,5
3500	2,18	2,5	308	16,1
4000	2,26	2,6	285	15,9
4500	2,34	2,5	304	15,7



5000	2,19	2,5	326	16,2
5500	2,18	2,3	215	16,1
6000	2,19	2,1	200	16,3
6500	2,18	2,3	275	16,3
7000	2,36	2,2	239	15,9
RMS	1,988921	2,357258	317,5713	16,4265

VARIASI 4				
RPM	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)
1500	0,86	2,1	336	17,3
2000	1	2,1	299	17,3
2500	1,42	2,3	236	16,7
3000	1,92	2,5	227	15,8
3500	2,46	2,6	233	15,4
4000	2,38	2,4	211	15,4
4500	2,44	2,5	211	15,4
5000	2,25	2,1	227	15,9
5500	2,18	2,1	233	16,2
6000	2,17	2,1	287	16,5
6500	2,11	2,1	243	16,6
7000	1,99	2,1	176	16,5
RMS	2,001	2,257949	246,824	16,2632

VARIASI 5				
RPM	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)
1500	1,13	2,4	355	17,2
2000	1,26	2,4	365	17,4
2500	1,54	2,5	333	16,7
3000	2,14	2,9	297	15,8
3500	2,54	2,9	296	15,5
4000	2,52	2,8	274	15,4
4500	2,39	2,6	273	15,7
5000	2,58	2,5	274	15,8
5500	2,06	2,1	172	16
6000	1,97	2,1	124	16,2
6500	2,06	2,1	108	16,3
7000	2,06	2	120	16,3
RMS	2,073602	2,46086	264,8378	16,20311

VARIASI 6				
RPM	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)
1500	1,13	2,2	319	17,2
2000	1,3	2,4	294	16,8

2500	1,55	2,6	266	16,3
3000	2	2,8	248	15,7
3500	2,35	3	252	15,5
4000	2,45	2,9	255	15,3
4500	2,24	2,6	221	15,7
5000	2,38	2,5	220	15,8
5500	2,25	2,5	204	15,8
6000	1,84	2,4	188	16,3
6500	2,06	2,4	208	16,1
7000	2,03	2,4	189	16,4

RMS 2,008088 2,568235 241,8974 16,08371

VARIASI 7				
RPM	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)
1500	0,65	2,3	198	17,3
2000	1,14	2,4	222	16,9
2500	1,45	2,7	220	16,2
3000	1,63	2,9	214	15,9
3500	1,95	2,9	209	15,5
4000	1,86	2,8	194	15,6
4500	1,72	2,8	180	15,9
5000	1,59	2,7	167	16,1
5500	1,52	2,6	160	16,3
6000	1,51	2,5	159	16,6
6500	1,86	2,2	121	16,2
7000	1,49	2,4	143	16,4

RMS 1,567915 2,609917 184,9011 16,24918

SINGLE LEFT SPARK				
RPM	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)
1500	0,87	2,2	299	17,1
2000	1,22	2,2	232	16,8
2500	1,5	2,5	206	16,6
3000	1,46	2,2	274	16,5
3500	1,5	2,1	319	16,3
4000	1,56	1,9	389	16,5
4500	2,18	2,1	194	16
5000	2,11	2,3	268	16,1
5500	1,95	2	126	16,3
6000	1,7	2,1	122	16,4
6500	1,84	2,1	157	16,2
7000	1,45	2,3	96	16,4

RMS 1,650646 2,171789 239,4271 16,43589

SINGLE RIGHT SPARK				
RPM	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	O2 (%)
1500	0,95	1,9	342	17,3
2000	1,12	2,2	200	16,8
2500	1,41	2,3	198	16,4
3000	1,68	2,4	187	16,2
3500	1,96	2,3	186	16
4000	1,96	2,2	168	16,1
4500	1,88	2,1	152	16,2
5000	1,89	2	139	16,3
5500	1,71	2	107	16,6
6000	1,75	1,9	101	16,7
6500	1,59	1,9	120	16,6
7000	1,57	1,8	89	17
RMS	1,651683	2,09165	178,0339	16,5209

Data hasil pengukuran dengan menggunakan Engine Dyno : Dyno Dynamic berupa grafik Power dan AFR, Torsi, dan Tabel Data

Customer : Fariz  
 Details : Mesin 1 100cc  
 I.D. : B6977THD  
 Vehicle Type : 2WD Rear  
 Inertia : 15.0 kg  
 15-04-2012 21:40:19

Variasi 7  
 Graph File: B6977THD.114 Description: Mesin 1 100cc  
 15-04-2012 21:45:55 Gear Ratio = 296.111 A-1.U54

Speed KPH	Gear	RPM	Power HP	Traction Lb	Temp °C	Air/Fuel Petrol	Lambda Petrol	VacBoost (Atmos)
Ramp-Up : Rate = 20								
14		4146	2.7	115 (31.7)	13.8	0.95	-1.4	kPa
18		4738	3.1	117 (31.8)	13.1	0.90	-1.5	kPa
20		5330	3.6	120 (31.7)	13.2	0.91	-1.5	kPa
26		5922	4.0	120 (31.7)	13.0	0.89	-1.5	kPa
22		6514	4.3	118 (31.7)	12.6	0.87	-1.6	kPa
24		7107	4.3	109 (31.7)	12.4	0.85	-1.5	kPa
26		7699	4.1	95 (31.6)	12.2	0.84	-1.5	kPa

Customer : Fariz  
 Details : Mesin 1 100cc  
 I.D. : B6977HO  
 Vehicle Type : 2WD Rear  
 Inertia : 15.0 KG  
 15-06-2012 21:40:19

Variasi 8  
 Graph File: B6977HO.110 Description: Mesin 1 100cc  
 15-06-2012 21:41:26 Gear Ratio = 296.1:1 A:1.054

Speed RPM	Gear	RPM	Power HP	Tractive ID	Temp Air/Fuel °C	Lambda Petrol	VacBoost (Atmos)
Ramp-Up : Rate = 20							
14		4146	2.7	115 [31.8]	13.4	0.92	-1.7 kPa
16		4798	3.1	118 [31.8]	13.2	0.91	-1.7 kPa
18		5335	3.7	122 [31.8]	13.4	0.92	-1.7 kPa
20		5972	4.0	121 [31.8]	13.0	0.89	-1.7 kPa
22		6514	4.3	117 [31.8]	12.8	0.86	-1.7 kPa
24		7107	4.3	108 [31.9]	12.5	0.86	-1.7 kPa
26		7689	4.0	92 [32.4]	12.1	0.84	-1.7 kPa

Customer : Paris  
 Details : Mesin 1 100cc  
 I.D. : BE977THD  
 Vehicle Type : 2WD Gear  
 Inertia : 15.0 kg  
 15-06-2012 21:34:55

Variasi 1  
 Graph File: BE977THD.106 Description: Mesin 1 100cc  
 15-06-2012 21:35:56 Gear Ratio = 396.1:1 A:1.054

Speed KPH	Gear RPM	RPM HP	Power HP	Traction lb	Temp °C	Air/Fuel Petrol	Lambda Petrol	Vacuum (Atmos)
Ramp-Up : Rate = 20								
14	4145	2.7	115	[32.0]	13.4	0.92	-1.7	kPa
16	4718	3.1	117	[32.0]	13.2	0.90	-1.7	kPa
18	5390	3.6	120	[31.8]	13.0	0.89	-1.7	kPa
20	5922	4.0	121	[31.9]	12.9	0.89	-1.7	kPa
22	6518	4.2	116	[31.8]	12.8	0.85	-1.7	kPa
24	7107	4.3	108	[31.9]	12.5	0.86	-1.7	kPa
26	7699	4.0	93	[31.8]	12.3	0.84	-1.7	kPa

Customer : Fariz  
 Details : Mesin 1 100cc  
 I.D. : 8697THO  
 Vehicle Type : 2WD Rear  
 Inertia : 15.0 kg  
 15-06-2012 21:31:24

Variasi 4  
 Graph File: 8697THO.102 Description: Mesin 1 100cc  
 15-06-2012 21:32:24 Gear Ratio = 296.1:1 A:1.054

Speed KPH	Gear KPM	Power HP	Tractive LB	Temp Air/Fuel °C	Lambda Petrol	VarBoost Petrol (Ateos)
Ramp-Up : Rate = 20						
14	4146	2.7	115 [31.7]	13.6	0.93	-1.4 kPa
16	4730	3.1	116 [31.7]	13.7	0.91	-1.5 kPa
18	5330	3.6	120 [31.8]	13.9	0.91	-1.5 kPa
20	5922	4.0	121 [31.9]	13.9	0.89	-1.5 kPa
22	6514	4.3	117 [31.8]	12.5	0.88	-1.5 kPa
24	7107	4.3	109 [31.7]	12.5	0.96	-1.4 kPa
26	7699	4.1	94 [31.4]	12.1	0.94	-1.5 kPa

Customer : Fariz  
 Details : Mesin 1 100cc  
 I.D. : B6977THO  
 Vehicle Type : 2WD Rear  
 Inertia : 15.0 kg  
 15-06-2012 21:25:39

Variasi 3  
 Graph File: B6977THO.098 Description: Mesin 1 100cc  
 15-06-2012 21:26:47 Gear Ratio = 296:1:1 A:1:054

Speed KPH	Gear RPM	RPM RPM	Power HP	Tractive Lb	Temp °C	Air/Fuel Petrol	Lambda Petrol	VacBoost (Atmos)	
Ramp-Up : Rate = 20									
12		3553	2.4	120 [31.7]		16.3	1.12	-1.5	kPa
14		4146	2.7	115 [31.7]		13.8	0.95	-1.5	kPa
16		4736	3.1	115 [31.8]		13.1	0.90	-1.5	kPa
18		5330	3.6	120 [31.8]		13.2	0.91	-1.5	kPa
20		5922	4.0	121 [31.6]		13.1	0.90	-1.5	kPa
22		6514	4.3	118 [31.8]		12.6	0.87	-1.5	kPa
24		7107	4.3	109 [31.8]		12.3	0.85	-1.5	kPa
26		7699	4.0	94 [31.7]		12.2	0.84	-1.5	kPa



Customer : Fariz  
 Details : Mesin 1 100cc  
 I.D. : B6977THD  
 Vehicle Type : 2WD Rear  
 Inertia : 15.0 kg  
 15-06-2012 21:19:53

Variasi 2  
 Graph File: B6977THD.054 Description: Mesin 1 100cc  
 15-06-2012 21:21:01 Gear Ratio = 296.1:1 A:1.054

Speed KPH	Gear	RPM RPM	Power HP	Tractive Lb	Temp Air/Fuel °C	Lambda Petrol	VacBoost (Atmos)
Ramp-Up : Rate = 20							
14		4146	2.7	114 [31.9]	14.0	0.96	-1.3 kPa
16		4518	3.1	116 [31.9]	13.9	0.91	-1.4 kPa
18		5330	3.6	119 [31.9]	13.1	0.90	-1.4 kPa
20		5922	4.0	120 [31.8]	12.9	0.88	-1.4 kPa
22		6514	4.2	116 [31.8]	12.4	0.85	-1.3 kPa
24		7107	4.3	107 [31.7]	12.3	0.84	-1.4 kPa
26		7699	4.1	96 [31.9]	12.4	0.85	-1.3 kPa

Customer : Fariz  
 Details : Mesin 1 100cc  
 I.D. : 86877THO  
 Vehicle Type : 2WD Rear  
 Inertia : 15.0 kg  
 15-06-2012 21:14:40

Variasi 1  
 Graph File: 86877THO.090 Description: Mesin 1 100cc  
 15-06-2012 21:14:11 Gear Ratio = 296.1:1 A:1.054

Speed KPH	Gear RPM	Power HP	Tractive Lb	Temp Air/Fuel °C	Lambda Petrol	VacBoost (Atmos)
Ramp-Up : Rate = 20						
14	4146	2.7	116 [31.9]	14.2	0.98	-1.4 kPa
16	4736	3.1	117 [31.8]	13.4	0.92	-1.3 kPa
18	5330	3.6	121 [31.8]	13.0	0.93	-1.4 kPa
20	5922	4.0	120 [31.7]	13.2	0.91	-1.4 kPa
22	6514	4.3	117 [31.8]	12.7	0.87	-1.3 kPa
24	7107	4.3	107 [31.7]	12.5	0.86	-1.4 kPa
26	7699	4.0	92 [31.8]	12.3	0.85	-1.3 kPa

Customer : Fariz  
 Details : Mesin 1 100cc  
 I.D. : B6977THO  
 Vehicle Type : 2WD Rear  
 Inertia : 15.0 kg  
 15-06-2012 20:33:47

Single Kanan  
 Graph File: B6977THO.085 Description: Mesin 1 100cc  
 15-06-2012 20:34:54 Gear Ratio = 296.1:1 A:1.054

Speed KPH	Gear RPM	RPM RPM	Power HP	Tractive Lb	Temp °C	Air/Fuel Petrol	Lambda Petrol	VacBoost (Atmos)	
Ramp-Up : Rate = 20									
14	4145	4145	2.7	117	[32.2]	14.0	0.96	-1.4	kPa
16	4738	4738	3.1	117	[32.1]	13.3	0.91	-1.4	kPa
18	5310	5310	3.6	121	[32.1]	13.4	0.92	-1.4	kPa
20	5922	5922	4.0	121	[32.2]	13.0	0.89	-1.4	kPa
22	6514	6514	4.3	118	[32.2]	12.6	0.87	-1.5	kPa
24	7107	7107	4.3	109	[32.0]	12.4	0.85	-1.4	kPa
26	7699	7699	4.1	95	[32.0]	12.4	0.85	-1.4	kPa

Customer : Fariz  
 Details : Mesin 1 100cc  
 I.D. : B6577THO  
 Vehicle Type : 2ND Gear  
 Inertia : 15.8 Kg  
 15-06-2012 20:07:48

Single Kiri  
 Graph File: B6577THO.081 Description: Mesin 1 100cc  
 15-06-2012 20:27:49 Gear Ratio = 296.1:1 A:1.054

Speed KPH	Gear RPM	RPM RPM	Power HP	Tractive Lb	Temp °C	Air/Fuel Petrol	Lambda Petrol	Vacboost (Atmos)
Ramp-Up : Rate = 20								
14	4144		2.7	117 [31.9]		14.3	0.98	-1.7 kPa
16	4538		3.0	114 [31.9]		13.5	0.93	-1.7 kPa
18	5110		3.5	118 [31.9]		13.2	0.91	-1.7 kPa
20	5922		3.9	119 [31.9]		13.0	0.89	-1.7 kPa
22	6514		4.1	113 [31.8]		12.5	0.86	-1.7 kPa
24	7107		4.3	107 [31.9]		12.6	0.86	-1.7 kPa
26	7699		3.9	90 [31.8]		12.5	0.86	-1.7 kPa











