



**PENGARUH *STROKE UP* TERHADAP PERFORMA
MESIN PADA SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH
YANG MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR
PERTAMAX, PERTAMAX PLUS
DAN BENSOL**

SKRIPSI

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

**oleh
Muhammad Khoirul Huda Nugroho
5201411049**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2016**



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :




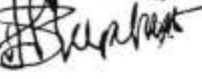
Nama : Muhammad Khoirul Huda Nugroho
NIM : 5201411049
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1
Judul Skripsi : Pengaruh *Stroke Up* terhadap Performa Mesin pada Sepeda Motor
4 Langkah yang Menggunakan Bahan Bakar Pertamina, Pertamina Plus dan Bensol

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Panitia Ujian

| | | Tanda Tangan | Tanggal |
|------------|---|---|---------|
| Ketua | : Rusiyanto, S.Pd., M.T. NIP. 197403211999031002 | () | 2/2/16 |
| Sekretaris | : Dr. Rahmat Doni W., S.T., M.T. NIP. 197509272006041002 | () | 2/2/16 |

Dewan Penguji

| | | | |
|--------------------|---|---|--------|
| Pembimbing | : Drs. Suprpto, M.Pd. NIP. 195508091982031002 | () | 2/2/16 |
| Penguji Utama I | : Drs. Suwahyo, M.Pd. NIP. 195905111984031002 | () | 2/2/16 |
| Penguji Utama II | : Dr. M. Burhan R. W., M.Pd. NIP. 196302131988031001 | () | 2/2/16 |
| Penguji Pendamping | : Drs. Suprpto, M.Pd. NIP. 195508091982031002 | () | 2/2/16 |

Ditetapkan tanggal :

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama Mahasiswa : Muhammad Khoirul Huda Nugroho
NIM : 5201411049
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Pengaruh *Stroke Up* terhadap Performa Mesin pada Sepeda Motor 4 Langkah yang Menggunakan Bahan Bakar Pertamina, Pertamina Plus dan Bensol”** ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, Januari 2016

Yang membuat pernyataan



M. Khoirul Huda Nugroho

NIM. 5201411049

ABSTRAK

Nugroho, Muhammad Khoirul Huda. 2015. Pengaruh *Stroke Up* terhadap Performa Mesin pada Sepeda Motor 4 Langkah yang Menggunakan Bahan Bakar Pertamina, Pertamina Plus dan Bensol. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Drs. Suprpto, M.Pd.

Kata Kunci : *Stroke Up*, Bahan Bakar, Performa

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui adanya perbedaan daya, torsi dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sepeda motor yang divariasikan dengan poros engkol standar dan poros engkol yang sudah dimodifikasi yang menggunakan tiga jenis bahan bakar yaitu Pertamina, Pertamina Plus dan Bensol.

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, dilakukan pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150. Data hasil penelitian dianalisis dengan cara mengamati secara langsung hasil eksperimen kemudian menyimpulkan dan menentukan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam bentuk grafik dan tabel. Pada pengujian ini digunakan alat *dynamometer* untuk mengetahui daya dan torsi yang dihasilkan, sedangkan untuk pengujian laju konsumsi bahan bakar menggunakan alat buret ukur, kemudian dilakukan perhitungan konsumsi bahan bakar.

Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan daya, torsi dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan oleh dua variasi poros engkol dan tiga jenis bahan bakar. Untuk daya maksimal dihasilkan pada poros engkol modifikasi menggunakan bensol sebesar 16,89 KW dan torsi maksimal sebesar 19,15 Nm. Sedangkan daya terendah dihasilkan pada poros engkol standar menggunakan Pertamina sebesar 4,39 KW dan torsi terendah 8,45 Nm. Untuk konsumsi bahan bakar terendah didapatkan pada poros engkol modifikasi yang memakai Pertamina Plus sebesar 0,57 kg/jam sedangkan konsumsi bahan bakar tertinggi dihasilkan pada poros engkol modifikasi yang memakai bensol sebesar 2,63 kg/jam.

Hasil penelitian menunjukkan daya dan torsi terbesar diperoleh pada penggunaan poros engkol modifikasi dengan rasio kompresi tinggi yang diikuti dengan penggunaan bahan bakar dengan angka oktan tinggi, sehingga disarankan pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150 untuk mendapatkan daya dan torsi maksimal dilakukan dengan menaikkan posisi *big end* batang torak pada poros engkol sehingga rasio kompresi menjadi lebih tinggi yang diikuti dengan pemakaian bahan bakar dengan angka oktan tinggi dalam hal ini yaitu dengan *stroke up* menggunakan bahan bakar bensol. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar terendah bisa dilakukan dengan cara menggunakan bahan bakar yang mempunyai nilai oktan yang sesuai dengan rasio kompresi mesin.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan dan hidayah Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh *Stroke Up* terhadap Performa Mesin pada Sepeda Motor 4 Langkah yang Menggunakan Bahan Bakar Pertamina, Pertamina Plus dan Bensol”.

Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan Studi Strata 1 yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesai dan tersusunnya skripsi ini bukan merupakan hasil dari segelintir orang, karena setiap keberhasilan manusia tidak akan lepas dari bantuan orang lain. Oleh karena itu, ijinkanlah penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Dr. Nur Qudus, M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto, S.Pd., M.T. Ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Suprpto, M.Pd. Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
4. Drs. Suwahyo, M.Pd. Penguji I yang telah memberi saran dan masukan dalam memperbaiki skripsi.
5. Dr. M. Burhan R.W., M.Pd. Penguji II yang telah memberi saran dan masukan dalam menyempurnakan skripsi.

6. Kedua Orang tuaku dan kakak ku yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi.
7. Bengkel Hyperspeed dan EAC Maqom yang menjadi tempat penelitian dalam penyusunan skripsi.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi sempurnanya skripsi ini. Akhir kata, dengan tangan terbuka dan tanpa mengurangi makna serta isi skripsi ini, semoga apa yang ada dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Semarang, Januari 2016



M. Khoirul Huda Nugroho

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| ABSTRAK | iv |
| PRAKATA..... | v |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiii |
| BAB I. PENDAHULUAN | |
| A. Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| B. Identifikasi Masalah | 4 |
| C. Pembatasan Masalah | 5 |
| D. Rumusan Masalah | 5 |
| E. Tujuan Penelitian..... | 5 |
| F. Manfaat Penelitian | 6 |
| BAB II. KAJIAN PUSTAKA | |
| A. Kajian Teori | |
| 1. Motor Bakar..... | 7 |
| 2. Kemampuan Mesin..... | 7 |
| 3. Perbandingan Kompresi | 8 |
| 4. Bahan Bakar | 11 |
| 5. Bahan Bakar Bensin | 12 |
| 6. Sifat-Sifat Fisik Bahan Bakar Cair | 16 |
| 7. Proses Pembakaran | 17 |
| 8. Perhitungan Daya Motor | 22 |
| 9. Chassis <i>Dynamometer</i> | 24 |
| B. Kajian Penelitian yang Relevan | 25 |

| | |
|--|-----------|
| C. Kerangka Pikir Penelitian..... | 26 |
| BAB III. METODE PENELITIAN | |
| A. Bahan Penelitian..... | 28 |
| B. Alat dan Skema Peralatan Penelitian | 28 |
| C. Prosedur Penelitian | |
| 1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian..... | 30 |
| 2. Proses Penelitian..... | 31 |
| 3. Data Penelitian..... | 33 |
| 4. Analisis data | 34 |
| BAB IV. HASIL PENELITIAN | |
| A. Hasil Penelitian | 35 |
| B. Pembahasan..... | 47 |
| C. Keterbatasan Penelitian | 50 |
| BAB V. PENUTUP | |
| A. Simpulan..... | 52 |
| B. Saran Pemanfaatan Hasil Penelitian..... | 53 |
| DAFTAR PUSTAKA | 54 |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN..... | 56 |

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

| Simbol | Arti |
|------------------|--|
| F | Gaya (N) |
| N | putaran mesin (<i>rpm</i>) |
| P | Daya Poros (KW) |
| <i>r</i> | <i>Compression ratio</i> (perbandingan kompresi) |
| r | jarak benda ke pusat rotasi (m) |
| T | Torsi (Nm) |
| ω | Kecepatan Sudut (rad/s) |
| Singkatan | Arti |
| Ditjen Migas | Direktorat Jendral Minyak dan Gas |
| HP | <i>Horse Power</i> (tenaga kuda) |
| MON | <i>Motor Octane Number</i> (angka oktan dengan metode uji motor) |
| ON | <i>Octane Number</i> (angka oktan) |
| PK | Perbandingan kompresi |
| RON | <i>Research Octane Number</i> (angka oktan riset) |
| Rpm | <i>Revolution per minute</i> (putaran per menit) |
| TMA | Titik Mati Atas |
| TMB | Titik Mati Bawah |
| V _c | Volume kompresi (cm) |
| V _s | Volume Silinder (cm ³) |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1 Batasan sifat bahan bakar bensin jenis 88 menurut Ditjen Migas | 14 |
| Tabel 2.2 Batasan sifat bahan bakar bensin jenis 91 menurut Ditjen Migas | 14 |
| Tabel 2.3 Batasan sifat bahan bakar bensin jenis 95 menurut Ditjen Migas | 15 |
| Tabel 2.4 Spesifikasi bahan bakar bensol | 16 |
| Tabel 3.1 Lembar Pengambilan data penelitian poros engkol standar | 33 |
| Tabel 3.2 Lembar Pengambilan data penelitian poros engkol modifikasi | 34 |
| Tabel 4.1 Daya yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar pertamax | 35 |
| Tabel 4.2 Daya yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar pertamax plus | 36 |
| Tabel 4.3 Daya yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar bensol | 38 |
| Tabel 4.4 Torsi yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar pertamax | 39 |
| Tabel 4.5 Torsi yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar pertamax plus | 40 |
| Tabel 4.6 Torsi yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar bensol | 42 |
| Tabel 4.7 Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar pada motor yang memakai pertamax pada variasi 2 poros engkol | 43 |
| Tabel 4.8 Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar pada motor yang memakai pertamax plus pada variasi 2 poros engkol | 44 |
| Tabel 4.9 Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar pada motor yang memakai bensol pada variasi 2 poros engkol | 45 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1 Poros engkol yang sudah dimodifikasi | 9 |
| Gambar 2.2 Perubahan panjang langkah setelah poros engkol di modifikasi | 10 |
| Gambar 2.3 Proses pembakaran normal | 18 |
| Gambar 2.4 Proses Detonasi | 20 |
| Gambar 2.5 Proses <i>preignition</i> | 21 |
| Gambar 2.6 <i>Dynamometer</i> | 25 |
| Gambar 3.1 Skema instalasi pengujian daya dan torsi | 28 |
| Gambar 3.2 Alur proses penelitian | 30 |
| Gambar 4.1 Grafik perbandingan daya terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar pertamax | 36 |
| Gambar 4.2 Grafik perbandingan daya terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar pertamax plus | 37 |
| Gambar 4.3 Grafik perbandingan daya terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar bensol | 38 |
| Gambar 4.4 Grafik perbandingan torsi terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar pertamax | 40 |
| Gambar 4.5 Grafik perbandingan torsi terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar pertamax plus | 41 |
| Gambar 4.6 Grafik perbandingan torsi terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar bensol | 42 |
| Gambar 4.7 Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar pertamax | 44 |
| Gambar 4.8 Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar pertamax plus | 45 |

Gambar 4.9 Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar bensol

46

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1. Hasil Penelitian | 56 |
| Lampiran 2. Perhitungan Peningkatan Kapasitas Mesin | 77 |
| Lampiran 3. Perhitungan Analisis Perbedaan Daya, Torsi dan Konsumsi Bahan Bakar | 79 |
| Lampiran 4. Grafik Daya, Torsi dan Konsumsi Bahan Bakar | 88 |
| Lampiran 5. Hasil uji sampel bensol | 91 |
| Lampiran 6. Dokumentasi penelitian | 92 |
| Lampiran 7. Surat izin penelitian | 95 |
| Lampiran 8. Surat keterangan selesai melaksanakan penelitian | 96 |
| Lampiran 9. SK Pembimbing skripsi | 97 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi pada saat ini yang semakin pesat, mendorong manusia untuk selalu menciptakan inovasi. Inovasi teknologi dibidang otomotif makin pesat, khususnya pada motor bakar. Motor bakar merupakan salah satu mesin pembakaran dalam atau sering disebut dengan istilah *internal combustion engine* yaitu mesin yang mengubah energi panas menjadi energi mekanik, energi itu sendiri dapat diperoleh dari proses pembakaran. Salah satu alat transportasi kendaraan bermesin yang sederhana yang banyak digunakan masyarakat pada saat ini adalah sepeda motor.

Kemampuan sepeda motor dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: Kualitas bahan bakar dan perbandingan kompresi. Penggunaan bahan bakar yang berkualitas kurang baik, dapat berakibat pada turunnya performa mesin sepeda motor. Pemilihan bahan bakar yang tepat mengacu pada perbandingan kompresi masing-masing sepeda motor. Semakin tinggi perbandingan kompresi suatu sepeda motor maka harus menggunakan bahan bakar yang berkualitas semakin baik.

Kualitas bahan bakar ditunjukkan dengan angka oktan, semakin tinggi angka oktannya semakin baik kualitasnya, dan harga per liternya pun umumnya semakin mahal. Mesin sepeda motor memerlukan jenis bahan bakar yang sesuai dengan desain mesin itu sendiri agar dapat bekerja dengan baik dan menghasilkan kinerja yang optimal, untuk pemakaian sepeda motor tentunya tidak lepas dari

pemakaian jenis bahan bakar yang digunakan untuk memperoleh kinerja mesin yang optimal diantaranya daya dan torsi.

Semakin rendah angka oktannya memungkinkan bahan bakar untuk berdetonasi. Bahan bakar yang mudah berdetonasi akan menurunkan performa motor karena akan mengalami kerugian daya yang disebabkan bahan bakar terbakar terlebih dahulu sebelum waktunya dan menjadikan konsumsi bahan bakar menjadi lebih boros karena pembakarannya tidak sempurna, sedangkan semakin tinggi angka oktan memungkinkan bahan bakar untuk tidak berdetonasi sehingga dapat meningkatkan performa motor dan menjadikan pembakaran lebih sempurna sehingga konsumsi bahan bakar menjadi lebih irit. Daya yang dihasilkan oleh suatu mesin tergantung dari hasil pembakaran dari campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar, hal ini berarti bahwa semakin baik kualitas bahan bakar maka unjuk kerja yang dihasilkan semakin baik pula.

Perbandingan kompresi merupakan suatu harga perbandingan antara besarnya volume total silinder dengan volume ruang bakar. Volume total silinder adalah penjumlahan dari volume ruang bakar dan volume langkah. Volume ruang bakar adalah volume di atas torak pada saat torak berada di titik mati atas (TMA). Volume langkah adalah volume di atas torak sewaktu torak berada pada titik mati bawah (TMB) sampai garis titik mati atas (TMA). Volume langkah merupakan hasil perkalian dari luas permukaan torak dan panjang langkah torak. Semakin besar diameter torak dan panjang langkah dari suatu mesin sepeda motor maka semakin besar volume langkahnya. Hal ini akan mempengaruhi nilai perbandingan kompresi menjadi lebih tinggi. Tingginya perbandingan kompresi

menentukan besarnya tekanan pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder.

Masa sekarang ini sepeda motor selain digunakan untuk transportasi juga digunakan sebagai sarana olahraga otomotif. Untuk perlombaan, seringkali seorang mekanik melakukan perubahan pada mesin sepeda motor agar didapat unjuk kerja mesin yang prima. Salah satu caranya adalah memperpanjang langkah torak dengan cara memindahkan kedudukan *pin* poros engkol menjadi lebih tinggi (*stroke up*)

Stroke up artinya menaikkan panjang langkah piston. *Stroke up* dilakukan dengan mengubah posisi poros piston di poros engkol (*big end*) menjadi lebih jauh atau menggeser *big end* standar menjadi lebih dekat ke tepi daun poros engkol. Hal ini dilakukan agar jarak naik turun piston dari titik mati atas ke titik mati bawah menjadi lebih jauh, kemudian berpengaruh pada panjang langkah menjadi lebih panjang. Suyanto (1989:35) menyatakan bahwa “dengan langkah yang panjang akan menghasilkan momen yang lebih besar.”

Penulis tertarik untuk mengetahui hasil unjuk kerja mesin sepeda motor yaitu daya, torsi dan konsumsi bahan bakar dari sepeda motor yang dimodifikasi kedudukan pin poros engkolnya yang menggunakan bahan bakar pertamax, pertamax plus dan bensol. Berdasarkan uraian di atas peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh *Stroke Up* terhadap Performa Mesin pada Sepeda Motor 4 Langkah yang Menggunakan Bahan Bakar Pertamax, Pertamax Plus dan Bensol ”.

B. Identifikasi Masalah

Banyak masalah yang timbul diakibatkan oleh cadangan bahan bakar minyak yang terbatas. Dengan adanya masalah ini tentunya masyarakat dihimbau untuk melakukan penghematan terhadap penggunaan bahan bakar minyak terutama penggunaannya pada sepeda motor. Hal ini mendorong produsen sepeda motor untuk membuat suatu inovasi atau perubahan untuk membuat sepeda motor keluaran terbaru menjadi lebih efisien bahan bakar dan performa mesin menjadi lebih baik.

Sepeda motor keluaran terbaru memiliki perbandingan kompresi yang tinggi seharusnya bahan bakar yang digunakan berkualitas baik. Penggunaan bahan bakar berkualitas rendah dapat mengakibatkan *knocking* atau detonasi pada sepeda motor, dan jika hal ini dibiarkan dalam waktu yang lama dapat mengakibatkan kerusakan pada mesin sepeda motor. Produsen sepeda motor sendiri sudah menganjurkan pemakaian bahan bakar yang berkualitas bagus, karena penggunaan bahan bakar yang berkualitas buruk dapat menurunkan performa sepeda motor.

Berdasarkan masalah ini peneliti ingin memberikan gambaran nyata kepada masyarakat bahwa sepeda motor yang memiliki perbandingan kompresi yang tinggi seharusnya menggunakan bahan bakar yang berkualitas bagus pula, dalam hal ini yaitu bahan bakar yang memiliki oktan yang sesuai. Karena selain performa mesin sepeda motor yang semakin baik, konsumsi bahan bakar juga semakin irit.

C. Pembatasan Masalah

Untuk penelitian ini permasalahan dibatasi pada :

1. Motor yang digunakan yaitu jenis Suzuki Satria FU 150.
2. Parameter yang akan diteliti yaitu daya, torsi dan konsumsi bahan bakar.
3. Variasi poros engkol yaitu menggunakan poros engkol standar dan poros engkol yang sudah dimodifikasi (posisi *big end* digeser 3 mm).
4. Bahan bakar yang digunakan yaitu jenis pertamax, pertamax plus, dan bensol.
5. Pengambilan data pada putaran 5000, 7000, dan 9000.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, maka permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah :

“Seberapa besar perbedaan daya, torsi dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sepeda motor yang menggunakan bahan bakar pertamax, pertamax plus dan bensol dengan poros engkol standar dan poros engkol yang sudah dimodifikasi ?”.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

“Mengetahui seberapa besar perbedaan daya, torsi dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sepeda motor yang divariasikan dengan poros engkol standar dan poros engkol yang sudah dimodifikasi yang menggunakan bahan bakar pertamax, pertamax plus dan bensol”.

F. Manfaat Penelitian

Kegiatan penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi dunia akademik dapat membuktikan pengetahuan tentang penggunaan jenis bahan bakar yang sesuai dengan rasio kompresi mesin terhadap unjuk kerja dan konsumsi bahan bakar motor 4 langkah.
2. Bagi dunia akademik dapat membuktikan pengetahuan tentang perbedaan panjang langkah torak (*stroke*) terhadap unjuk kerja dan konsumsi bahan bakar motor 4 langkah.
3. Masyarakat memperoleh informasi tentang perbedaan unjuk kerja motor bensin berdasarkan nilai oktan yang lebih tinggi. Sehingga masyarakat menggunakan bahan bakar sesuai dengan rasio kompresi sepeda motor yang digunakan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Motor Bakar

Motor bakar adalah suatu mesin yang mengkonversi energi dari energi kimia yang terkandung pada bahan bakar menjadi energi mekanik pada poros motor bakar, jadi daya yang berguna akan langsung dimanfaatkan sebagai penggerak adalah daya pada poros (Raharjo dan Karnowo, 2008:93).

Motor (atau kadang-kadang sering disebut juga mesin) adalah bagian utama dari suatu alat atau kendaraan yang menggunakan mesin penggerak (Suyanto, 1989:1). Menurut Boentarto (2005:1) Sepeda motor adalah alat transportasi yang digerakkan oleh mesin (motor). Jenis ini banyak digunakan karena harganya yang relatif murah. Umumnya sepeda motor menggunakan bahan bakar bensin, sehingga prinsip kerjanya tidak berbeda motor bensin pada mobil.

2. Kemampuan Mesin

a. Diameter silinder dan langkah torak

Diameter silinder (d), adalah ukuran melebar dari silinder. Panjang langkah (L), adalah jarak terjauh piston bergerak di dalam silinder, atau jarak gerakan piston dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) (Raharjo dan Karnowo, 2008:95). Menurut Suyanto (1989:31) Diameter silinder adalah diameter dimana torak atau piston akan berada untuk bergerak bolak-balik sedangkan langkah torak adalah jarak antara titik mati atas dengan titik mati bawah, yang kadang-kadang antara diameter silinder dan langkah torak digunakan untuk membedakan jenis perbandingan yang dipakai (atau dipakai sebagai ciri

motor itu sendiri) oleh motor tersebut yang dalam pelaksanaannya dibagi menjadi tiga kategori yaitu : (1) *long stroke*, (2) *square*, dan (3) *over square*.

b. Volume silinder

Menurut Suyanto (1989:32) Besarnya volume silinder adalah sama dengan volume udara yang berada di dalam ruangan antara titik mati atas dengan titik mati bawah yang kadang-kadang disebut dengan "*piston displacement*". Untuk menghitung volume silinder dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$V_s = 0,785 \cdot D^2 \cdot L \cdot i$$

Dimana : V_s : Volume silinder

L : Panjang langkah torak

D : Diameter silinder

i : Jumlah silinder

3. Perbandingan kompresi

Rasio kompresi didefinisikan sebagai perbandingan antara volume silinder dibagi dengan volume ruang bakar (Raharjo dan Karnowo, 2008:89). Menurut Suyanto (1989:33) Perbandingan kompresi menggambarkan berapa banyak campuran bahan bakar dan udara yang dapat dikompresikan dalam silinder motor. Perbandingan kompresi dihitung dengan jalan membagi jumlah atau volume udara yang berada di dalam silinder di atas piston pada saat piston berada pada TMB dengan jumlah atau volume udara yang ada di dalam ruang bakar di atas piston pada saat piston berada di TMA. Dengan lebih sederhana dapat dijelaskan bahwa perbandingan kompresi adalah perbandingan volume antara volume silinder ditambah volume ruang bakar dengan volume ruang bakar yang dapat dituliskan dengan singkat sebagai berikut :

$$PK = V_{s+Vc} / V_c$$

Dimana : PK : Perbandingan kompresi

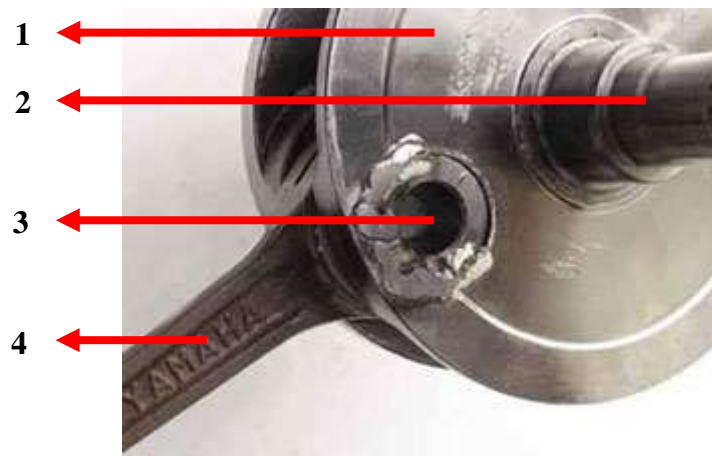
V_s : Volume silinder

V_c : Volume kompresi (ruang bakar)

Untuk memperbesar rasio kompresi dapat dilakukan dengan 2 cara antara lain sebagai berikut :

a. *Stroke up*

Stroke up artinya menaikkan panjang langkah piston. *Stroke up* dilakukan dengan mengubah posisi poros piston di poros engkol (*big end*) menjadi lebih jauh atau menggeser *big end* standar menjadi lebih dekat ke tepi daun poros engkol.

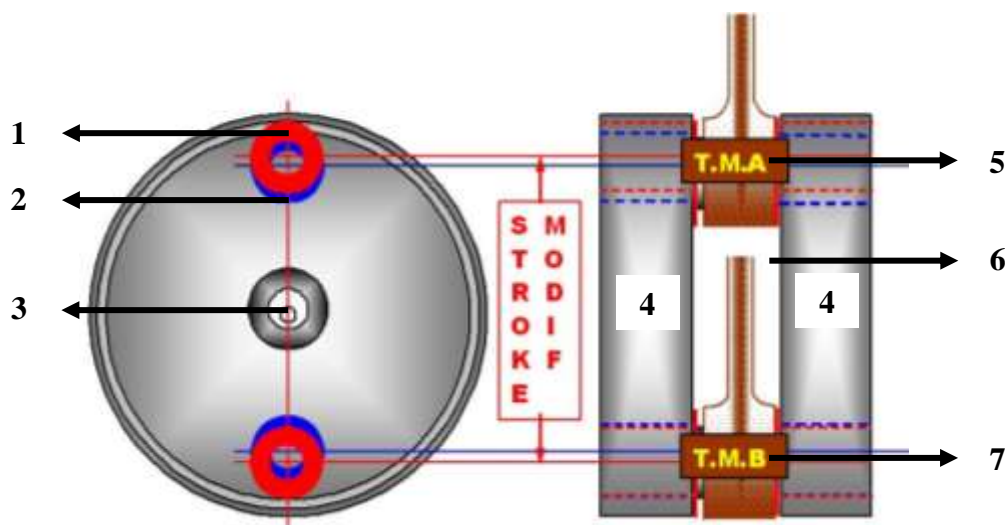


Gambar 2.1. Poros engkol yang sudah dimodifikasi (Abbas, n.d)

Keterangan gambar :

1. Bobot balance (*counterbalance weight*)
2. Jurnal (*crank journal*)
3. Pena engkol (*crank pin*)
4. Batang torak

Gambar di atas menunjukkan perubahan posisi dari pena engkol (*crank pin*) menjadi lebih tinggi dari posisi semula atau lebih dekat ke tepi bobot *balance*. Perubahan posisi pena engkol ini yang sering disebut dengan istilah *stroke up*. *Stroke up* dilakukan agar jarak naik turun piston dari titik mati atas ke titik mati bawah menjadi lebih jauh, sehingga panjang langkah piston menjadi lebih panjang. Berikut ini ditunjukkan skema perubahan panjang langkah setelah poros engkol dimodifikasi :



Gambar 2.2. Perubahan panjang langkah setelah poros engkol di modifikasi (Andreas, 2011)

Keterangan gambar :

1. Posisi pena engkol setelah di *stroke up*
2. Posisi pena engkol sebelum di *stroke up*
3. Titik tengah poros engkol
4. Dinding silinder
5. Posisi torak pada titik mati atas
6. Ruang silinder
7. Posisi torak pada titik mati bawah

b. Bore up

Bore up adalah upaya memperbesar kapasitas mesin dengan cara memperbesar diameter piston. *Bore up* dilakukan dengan cara memperbesar diameter piston yang diikuti dengan perubahan diameter dalam liner pada blok silinder. Pabrikan motor sebenarnya menyediakan piston pengganti original dengan ukuran lebih besar yang sering disebut dengan piston *Oversize* (OS). Piston *Oversize* disediakan oleh pabrikan dengan ukuran yang lebih besar sedikit dari standarnya, yaitu hanya naik 0,5 mm (OS 50) sampai ukuran 3 mm (OS 300) dari ukuran piston standarnya. Jika *oversize* belum cukup maka kita dapat mengganti piston dengan diameter yang lebih besar dengan menggunakan piston dari sepeda motor lain dengan ukuran yang lebih besar.

Bore up berdampak pada peningkatan kapasitas mesin yang cukup tinggi, dengan meningkatnya kapasitas mesin maka rasio kompresi ikut meningkat. Hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan *bore up* adalah seberapa besar kapasitas mesin akan dinaikan, karena peningkatan kapasitas mesin dengan *bore up* berpengaruh pada kondisi blok silinder mesin.

4. Bahan Bakar

Bahan bakar adalah bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembakaran. Tanpa adanya bahan bakar tersebut pembakaran tidak akan mungkin berlangsung (Suprpto, 2004:6). Bahan bakar merupakan persenyawaan hidrokarbon yang diolah dari minyak bumi. Bahan bakar yang umum digunakan pada sepeda motor adalah bahan bakar bensin. Unsur utama bensin adalah carbon (C) dan hydrogen (H). Pemilihan bensin sebagai bahan bakar berdasarkan pertimbangan dua kualitas yaitu nilai kalor (*calorific value*) yang merupakan

sejumlah energi panas yang bisa digunakan untuk menghasilkan kerja / usaha dan *volatility* yang mengukur seberapa mudah bensin akan menguap pada suhu rendah. Dua hal tadi perlu dipertimbangkan karena semakin tinggi nilai kalor, *volatility*-nya akan turun, padahal *volatility* yang rendah dapat menyebabkan bensin susah terbakar (Jama dan Wagino, 2008b: 246-247).

Jika ditinjau dari bentuknya bahan bakar digolongkan menjadi tiga, yaitu : bahan bakar padat, bahan bakar gas, bahan bakar cair. Jika dilihat dari asalnya bahan bakar diklasifikasi menjadi tiga, yaitu : bahan bakar fosil, bahan bakar mineral, dan bahan bakar nabati atau organik. Setiap bahan bakar memiliki karakteristik dan nilai pembakaran yang berbeda-beda. Karakteristik inilah yang akan menentukan sifat-sifat dalam proses pembakaran, dimana sifat yang kurang menguntungkan dapat disempurnakan dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam bahan bakar tersebut (Raharjo dan Karnowo, 2008:39).

5. Bahan Bakar Bensin

Bensin pada dasarnya adalah persenyawaan jenuh dari hidrokarbon yang diolah dari minyak bumi. Kualitas bensin dinyatakan dengan angka oktan atau (*octane number*) (Suprpto, 2004:14).

Menurut Suyanto (1989:133) angka oktan atau disebut juga bilangan oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan bertahan dari suatu bahan bakar terhadap detonasi. Maka dari itu penggunaan bahan bakar dengan oktan yang lebih tinggi akan mengurangi kemungkinan untuk terjadinya detonasi, sehingga campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan bisa optimal dan tenaga yang dihasilkan motor akan lebih besar serta konsumsi bahan bakar menjadi lebih irit.

Bensin mengandung hidrokarbon hasil sulingan dari produksi minyak mentah. Bensin mengandung gas yang mudah terbakar, umumnya bahan bakar ini dipergunakan untuk mesin dengan pengapian busi. Sifat yang dimiliki bensin antara lain : (1) Mudah menguap pada temperatur normal, (2) Tidak berwarna, tembus pandang dan berbau, (3) Titik nyala rendah (-10° sampai -15° C), (4) Berat jenis rendah (0,60 s/d 0,78), (5) Dapat melarutkan oli dan karet, (6) Menghasilkan jumlah panas yang besar (9,500 s/d 10,500 kcal/kg), dan (7) Setelah dibakar sedikit meninggalkan karbon. (Suprpto, 2004:19).

Ada tiga jenis bahan bakar bensin yang mudah ditemui di pasaran yaitu : premium, pertamax dan pertamax plus. Ketiga bahan bakar ini memiliki kualitas yang berbeda-beda. Sedangkan pada perlombaan otomotif khususnya pada balap sepeda motor ada satu bahan bakar yang sering di gunakan yaitu bensol. Bensol adalah bahan bakar yang biasa digunakan untuk pesawat terbang. Perbedaan dari keempat bahan bakar ini ditunjukkan oleh angka oktan atau ON (*octane number*). Berikut penjelasan lebih lanjut mengenai spesifikasi masing-masing bahan bakar :

a. Premium.

Premium merupakan bahan bakar jenis bensin produk Pertamina yang berwarna kuning dan bernilai oktan 88. Bensin premium biasanya digunakan pada mesin motor dengan perbandingan kompresi 7:1 sampai dengan 9:1, namun tidak baik jika digunakan pada motor bensin dengan kompresi tinggi karena dapat menyebabkan detonasi. Detonasi disebabkan karena angka oktan yang rendah dan jika dipakai terus menerus dapat menyebabkan kerusakan pada komponen sepeda motor. Menurut peraturan Direktorat Jendral Minyak dan Gas (Ditjen Migas)

No.3674.K/24/DJM/2006, tanggal 17 Maret 2006 tentang spesifikasi bahan bakar minyak jenis bensin 88 adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Batasan sifat bahan bakar bensin jenis 88 menurut Ditjen Migas.

| Karakteristik | Batasan | | Satuan |
|----------------------------|---------|-----|-------------------|
| | Min | Max | |
| RON | 88 | - | RON |
| Destilasi | | | |
| 10% vol.penguapan | - | 74 | °C |
| 50% vol.penguapan | 88 | 125 | °C |
| 90% vol.penguapan | 130 | 180 | °C |
| Titik didih akhir | - | 215 | °C |
| Berat jenis pada suhu 15°C | 715 | 780 | kg/m ³ |

b. Pertamax

Pertamax merupakan bahan bakar jenis bensin produk Pertamina yang berwarna biru tua dan bernilai oktan 91. Bensin pertamax dianjurkan untuk kendaraan bahan bakar bensin yang mempunyai perbandingan kompresi 9:1 sampai dengan 10:1. Menurut peraturan Direktorat Jendral Minyak dan Gas (Ditjen Migas) No.3674.K/24/DJM/2006, tanggal 17 Maret 2006 tentang spesifikasi bahan bakar minyak jenis bensin 91 adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2. Batasan sifat bahan bakar bensin jenis 91 menurut Ditjen Migas.

| Karakteristik | Batasan | | Satuan |
|----------------------------|---------|-----|-------------------|
| | Min | Max | |
| RON | 92 | - | RON |
| Destilasi | | | |
| 10% vol.penguapan | - | 70 | °C |
| 50% vol.penguapan | 77 | 110 | °C |
| 90% vol.penguapan | 130 | 180 | °C |
| Titik didih akhir | - | 215 | °C |
| Berat jenis pada suhu 15°C | 715 | 770 | kg/m ³ |

c. Pertamax plus

Pertamax plus merupakan bahan bakar jenis bensin produk Pertamina yang berwarna merah tua dan beroktan 95. Bensin jenis pertamax plus dianjurkan untuk kendaraan motor bensin yang mempunyai perbandingan kompresi 10:1 sampai dengan 11:1. Menurut peraturan Direktorat Jendral Minyak dan Gas (Ditjen

Migas) No.3674.K/24/DJM/2006, tanggal 17 Maret 2006 tentang spesifikasi bahan bakar minyak jenis bensin 95 adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3. Batasan sifat bahan bakar bensin jenis 95 menurut Ditjen Migas.

| Karakteristik | Batasan | | Satuan |
|----------------------------|---------|-----|-------------------|
| | Min | Max | |
| RON | 95 | - | RON |
| Destilasi | | | |
| 10% vol.penguapan | - | 70 | °C |
| 50% vol.penguapan | 77 | 110 | °C |
| 90% vol.penguapan | 130 | 180 | °C |
| Titik didih akhir | - | 205 | °C |
| Berat jenis pada suhu 15°C | 715 | 770 | kg/m ³ |

d. Bensol

Bensol adalah bahan bakar hasil tambahan daripada industri gas batu bara dan pabrik kokas. Bensol dapat diperoleh dengan cara mencuci gas yang keluar dari dapur ter yang ringan. Bahan bakar minyak ini sangat baik digunakan pada kendaraan bermotor, karena sangat tahan terhadap knocking atau dentuman, sehingga memenuhi syarat pada motor dengan kompresi tekanan yang tinggi (Suprpto, 2004:16).

Bensol jarang dipakai untuk sepeda motor yang digunakan sehari-hari, bensol biasa digunakan pada perlombaan otomotif khususnya pada balap sepeda motor. Bensol yang biasa digunakan untuk balap sepeda motor adalah bensol biru dengan nilai oktan 101. Bensol bisa digunakan secara maksimal pada sepeda motor yang mempunyai perbandingan kompresi lebih dari 11:1. Berikut hasil uji sampel bensol di Laboratorium Minyak Bumi dan Batu Bara Universitas Gadjah Mada.

Tabel 2.4. Spesifikasi bahan bakar bensol

| No | Jenis pemeriksaan | Satuan | Hasil pemeriksaan | Metode pemeriksaan |
|----|---------------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|
| 1 | Specific gravity at 60 ⁰ F | - | 0,7095 | ASTM D 1298 |
| 2 | Reid vapour pressure | kPa | 36,7 | ASTM D 323 |
| 3 | Destilasi ASTM | | | ASTM D 86 |
| | IBP | ⁰ C | 48 | |
| | 10 % vol. evap. | ⁰ C | 74 | |
| | 20 % vol. evap. | ⁰ C | 83 | |
| | 30 % vol. evap. | ⁰ C | 92 | |
| | 40 % vol. evap. | ⁰ C | 98 | |
| | 50 % vol. evap. | ⁰ C | 102 | |
| | 60 % vol. evap. | ⁰ C | 104 | |
| | 70 % vol. evap. | ⁰ C | 106 | |
| | 80 % vol. evap. | ⁰ C | 108 | |
| | 90 % vol. evap. | ⁰ C | 110 | |
| | FBP | ⁰ C | 138 | |
| | Recovery | % vol | 98,2 | |
| | Residue | % vol | 1,0 | |
| | Total Recovery | % vol | 99,2 | |
| | Loss | % vol | 0,8 | |

6. Sifat Fisik Bahan Bakar Cair

Sifat - sifat fisik bahan bakar menurut Suprptono (2004:26-28) yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :

a. Berat Jenis

Berat jenis adalah suatu perbandingan berat dari bahan bakar minyak dengan berat dari air dengan volume yang sama dan suhu yang sama pula. Bahan bakar minyak umumnya memiliki berat jenis antara 0,82-0,96.

b. Viskositas

Viskositas adalah suatu ukuran dari besar perlawanan zat cair untuk mengalir.

c. Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah panas yang dihasilkan jika 1 kg bahan bakar terbakar secara sempurna.

d. Titik Didih

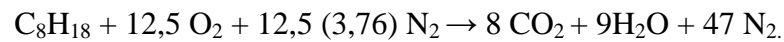
Titik didih minyak berbeda-beda sesuai dengan grafitasinya. Untuk wilayah dengan grafitasi API-nya rendah, maka titik didihnya tinggi karena mempunyai berat jenis yang tinggi. Sedangkan untuk grafitasinya API-nya tinggi maka titik didihnya rendah.

e. Titik Nyala

Titik nyala adalah suhu terendah dari bahan bakar minyak yang dapat menimbulkan nyala api dalam sekejap apabila pada permukaan bahan bakar tersebut dipercikan api.

7. Proses Pembakaran

Menurut Soenarta dan Furuhamma (1995:8) dalam proses pembakaran maka tiap macam bahan bakar selalu membutuhkan sejumlah udara tertentu agar bahan bakar tadi dapat terbakar sempurna. Ini dapat ditelusuri dari persamaan reaksi kimia pada pembakaran iso oktan (C_8H_{18}).

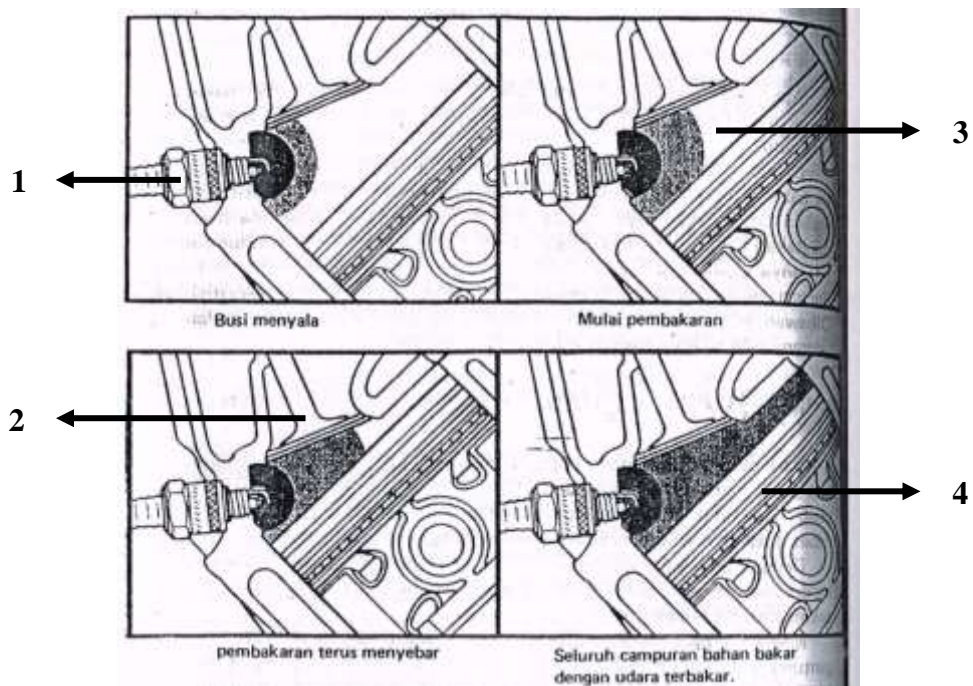


Pembakaran diawali dengan loncatan bunga api dari busi pada akhir langkah kompresi. Loncatan bunga api terjadi sesaat torak mencapai titik mati atas (TMA) sewaktu langkah kompresi. Saat loncatan bunga api biasanya dinyatakan dalam derajat sudut engkol sebelum torak mencapai titik mati atas (Soenarta dan Furuhamma, 1995:26).

Ada dua kemungkinan yang terjadi pada pembakaran motor bensin yaitu :

a. Pembakaran normal

Pembakaran normal terjadi apabila bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan keadaan yang dikehendaki. Berikut ini ditunjukkan gambar proses pembakaran normal :



Gambar 2.3. Proses pembakaran normal (Suyanto, 1989:252)

Keterangan gambar :

1. Busi
2. Katup
3. Ruang bakar
4. Torak

Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi beberapa derajat sebelum TMA, kemudian api membakar gas bakar yang berada di sekitarnya sehingga semua partikelnya terbakar habis. Dengan timbulnya energi panas, maka tekanan dan temperatur naik secara mendadak, sehingga torak terdorong bergerak menuju TMB.

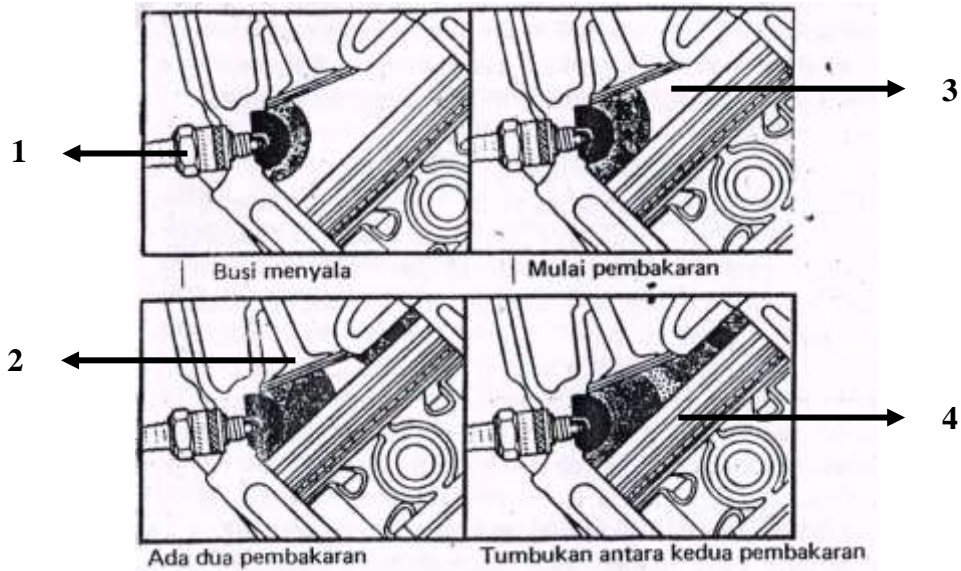
b. Pembakaran tidak normal

Menurut Suyanto (1989:257) yang dimaksud pembakaran tidak normal adalah pembakaran yang terjadi di dalam silinder dimana nyala api dari pembakaran ini tidak menyebar dengan teratur dan merata sehingga menimbulkan masalah atau bahkan kerusakan pada bagian-bagian dari motor dapat terjadi akibat pembakaran yang tidak sempurna ini. Ada 3 macam pembakaran tidak normal, yaitu detonasi atau *knocking*, *preignition* dan *dieseling*.

1) Detonasi (*knocking*)

Pada motor bensin dengan perbandingan kompresi yang tinggi, efisiensi dan hasil yang tinggi akan cenderung menyebabkan knock (Soenarta dan Furuham, 1995:28). Detonasi atau *knocking* terjadi diantaranya karena perbandingan kompresi yang terlalu tinggi dan kualitas bahan bakar yang tidak sesuai dengan kapasitas mesin. Perbandingan kompresi yang terlalu tinggi menyebabkan suhu dan tekanan dari campuran udara dan bahan bakar cukup tinggi untuk dapat menyala dengan sendirinya. Kualitas bahan bakar dengan nilai oktan yang rendah akan cenderung meningkatkan terjadinya detonasi.

Proses detonasi terjadi ketika busi memercikan api mengakibatkan pembakaran yang cepat didekat busi, sedangkan di sisi lainnya campuran bahan bakar juga sudah terbakar karena tekanan yang naik. Kedua nyala api ini akhirnya akan bertemu dan terjadi tumbukan antara dua nyala api yang menimbulkan getaran yang cukup hebat sehingga menghasilkan suara *knocking* (pukulan). Berikut digambarkan proses terjadinya detonasi :



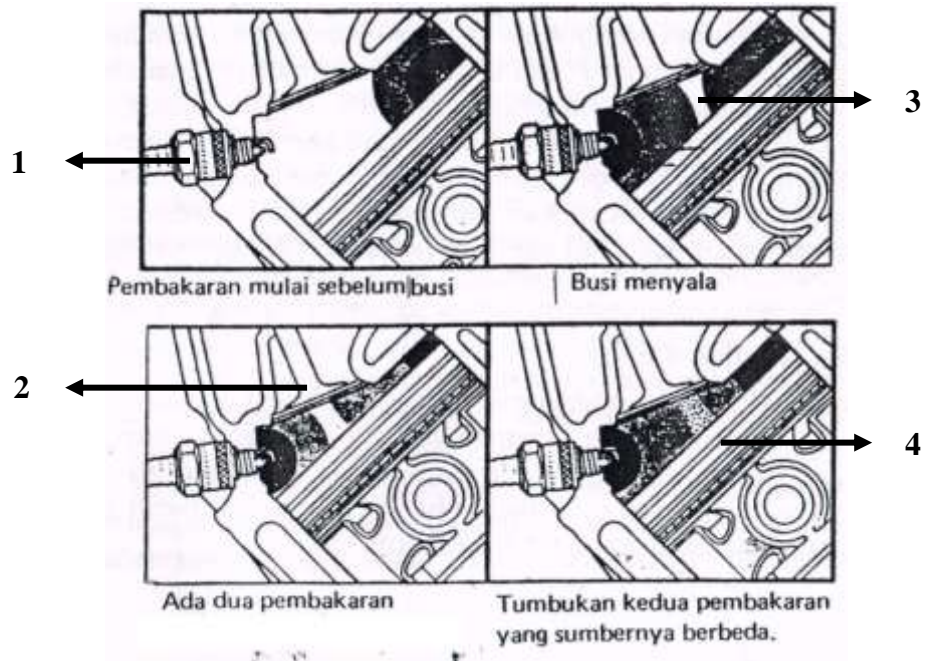
Gambar 2.4. Proses Detonasi (Suyanto, 1989:258)

Keterangan gambar :

1. Busi
2. Katup
3. Ruang bakar
4. Torak

2) *Preignition*

Preignition adalah kejadian dimana campuran bahan bakar dengan udara terbakar bukan karena nyala api yang ditimbulkan oleh busi (Suyanto, 1989:260). Berikut ini akan digambarkan proses *preignition* :



Gambar 2.5. Proses *preignition* (Suyanto, 1989:258)

Keterangan gambar :

1. Busi
2. Katup
3. Ruang bakar
4. Torak

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa proses *preignition* terjadi ketika pembakaran bahan bakar dengan udara dimulai sebelum busi mengeluarkan bunga apinya. Kejadian seperti ini juga akan berakibat pada detonasi karena dua buah sumber api yang masing-masing membakar campuran bahan bakar dengan udara yang berada dalam satu silinder yang sama-sama memiliki kecepatan akan bertabrakan. Kejadian seperti ini sudah termasuk kategori detonasi yang akibatnya cukup bahaya apabila tumbukan yang terjadi cukup keras

3) *Dieseling*

Menurut Suyanto (1989:261) yang dimaksud *dieseling* adalah suatu kejadian pembakaran bahan bakar di dalam silinder yang terjadi seperti pada motor diesel. Kejadian *dieseling* terjadi pada saat kunci kontak sudah mati sehingga busi sudah tidak mengeluarkan bunga api.

Pada saat kunci kontak sudah mati maka motor masih berputar karena adanya sisa tenaga. Putaran motor ini juga akan menyebabkan silinder menghisap bahan bakar sehingga didalam silinder terisi campuran udara dan bahan bakar. Karena temperatur silinder yang masih panas maka campuran udara dan bahan bakar yang dimampatkan di dalam silinder oleh tenaga sisa dari motor akan terbakar dengan sendirinya. Terbakarnya campuran bahan bakar dan udara ini membuat tekanan di dalam silinder naik tak terkontrol sehingga pada saat torak sedang bergerak ke atas terjadi tumbukan antara gerakan torak dengan tekanan yang timbul akibat pembakaran yang tidak terkontrol ini, akibatnya seperti kejadian detonasi.

Kejadian *dieseling* ini biasanya tidak berlangsung lama karena motor akan segera mati. Walaupun demikian bisa juga terjadi *dieseling* yang cukup lama dan akibatnya akan merusak bagian-bagian dari motor.

8. Perhitungan daya motor

a. Daya

Yang dimaksud dengan daya motor adalah besarnya kerja motor tadi selama waktu tertentu (Arends dan Berenschot, 1980:18). Satuan daya yaitu KW (KiloWatt). Daya pada sepeda motor dapat diukur dengan menggunakan alat

dynamometer, sehingga untuk menghitung daya poros dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

$$N_e = T \times \omega$$

Dimana :

N_e : daya poros (watt)

T : torsi (N.m)

ω : kecepatan sudut putar (rad/s) (Raharjo dan Karnowo, 2008:111)

1HP : 0,746 KW dan 1KW = 1,36 HP

b. Torsi

Gaya tekan putar pada bagian yang berputar disebut torsi, sepeda motor digerakkan oleh torsi dari *crankshaft* (Jama dan Wagino, 2008a:23). Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya (Raharjo dan Karnowo, 2008:98). Satuan torsi biasanya dinyatakan dalam N.m (Newton meter). Adapun perumusannya adalah sebagai berikut :

$$T = F \times b$$

Dimana :

T : torsi (N.m)

F : gaya (N)

b : jarak benda ke pusat rotasi (m)

c. Konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan bakar adalah jumlah bahan bakar yang dipergunakan dalam satuan waktu tertentu untuk menghasilkan tenaga mekanis, laju pemakaian

bahan bakar tiap detik dapat ditentukan dengan rumus (Muku dan Sukadana, 2009: 29).

$$mf = Mb/t \text{ [kg/detik]}$$

Keterangan:

mf :laju pemakaian bahan bakar,

Mb :massa bahan bakar

Sedangkan untuk massa bahan bakar dihitung dengan rumus :

$$Mb = Vb \cdot \rho b / 1000 \text{ [kg]} \text{ (Muku dan Sukadana, 2009: 29)}$$

Untuk bensin, dimana Vb adalah volume bahan bakar dalam ml dan (ρb) adalah massa jenis bahan bakar bensin $0,986 \text{ [kg/l]}$.

9. Chassis dynamometer

Chasis dynamometer atau *dynotest* adalah sebuah alat yang mampu mengukur nilai torsi, putaran mesin dan daya keluaran dari sebuah mesin sepeda motor. Informasinya diolah dari putaran mesin yang dilanjutkan pada proses transfer data putaran yang kemudian dikonversi pada nilai angka daya dan torsi yang hasilnya dapat dilihat pada sebuah layar monitor yang terhubung pada alat *dynamometer*.



Gambar 2.6. *dynamometer*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Muku dan Sukadana (2009) yang berjudul Pengaruh rasio kompresi terhadap unjuk kerja mesin empat langkah menggunakan arak bali sebagai bahan bakar bahwa dengan arak bali sebagai bahan bakar alternatif seperti ethanol yang mempunyai angka oktan 108. Angka oktan yang lebih besar dapat mengatasi detonasi dan dapat bekerja pada rasio kompresi lebih tinggi. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh dari variasi rasio kompresi terhadap unjuk kerja mesin empat langkah dengan bahan bakar arak bali. Penelitian ini dilaksanakan dengan merubah rasio kompresi seperti 8,8 : 1, 8,9 : 1, 9 : 1 dan 9,3 : 1. Perubahan dilakukan dengan mengurangi ruang bakar dengan mensekrap kepala silinder. Dihasilkan penggunaan bahan bakar arak bali pada kendaraan, jika rasio kompresi mesin dibesarkan dapat berpengaruh pada unjuk kerja mesin meningkat dan konsumsi bahan bakar mesin

menurun. Untuk premium, jika rasio kompresi mesin dibesarkan dapat berpengaruh pada unjuk kerja mesin menurun dan konsumsi bahan bakar mesin meningkat.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Simanungkalit dan Sitorus (2013) yang berjudul Performansi mesin sepeda motor satu silinder berbahan bakar premium dan pertamax plus dengan modifikasi rasio kompresi. Pengujian secara langsung adalah cara paling efektif untuk mengetahui performa sebuah mesin, dalam hal ini mesin otto empat langkah berkapasitas 109,1 cc diuji menggunakan hidrolis dinamometer. Pada penelitian ini digunakan bahan bakar premium dan pertamax plus. Rasio kompresi mesin dimodifikasi menjadi 11:1 agar mendapat data perbandingan sebelum dan setelah modifikasi rasio kompresi. Efisiensi terbaik dari mesin diperoleh pada saat sebelum modifikasi rasio kompresi pada kecepatan 30 km/jam beban 60 kg menggunakan bahan bakar premium dimana konsumsi spesifik 224,28 gr/kWh dan efisiensi termalnya mencapai 37,27%.

C. Kerangka Berfikir Penelitian

Performa motor banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu volume silinder, perbandingan kompresi dan jenis bahan bakar yang digunakan. Secara garis besar semakin besar volume silinder akan semakin besar pula daya mesin, namun demikian bukan berarti semua mesin yang mempunyai volume silinder sama juga mempunyai daya yang sama, karena ada faktor yang lain yang mempengaruhi daya motor misalnya perbandingan kompresi dan jenis bahan bakar yang digunakan. Perbedaan perbandingan kompresi dan penggunaan jenis bahan bakar pertamax, pertamax plus dan bensol pada motor bensin dapat

mempengaruhi performa motor yaitu meliputi besarnya daya, torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik. Bahan bakar jenis pertamax, pertamax plus dan bensol memiliki angka oktan yang berbeda-beda. Perbandingan kompresi dan angka oktan pada bahan bakar akan menentukan performa motor karena hal ini berhubungan dengan proses pembakaran di dalam silinder. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana perbedaan daya, torsi dan konsumsi bahan bakar pada motor Suzuki Satria FU 150 yang menggunakan variasi poros engkol dengan menggunakan bahan bakar pertamax, pertamax plus dan bensol.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

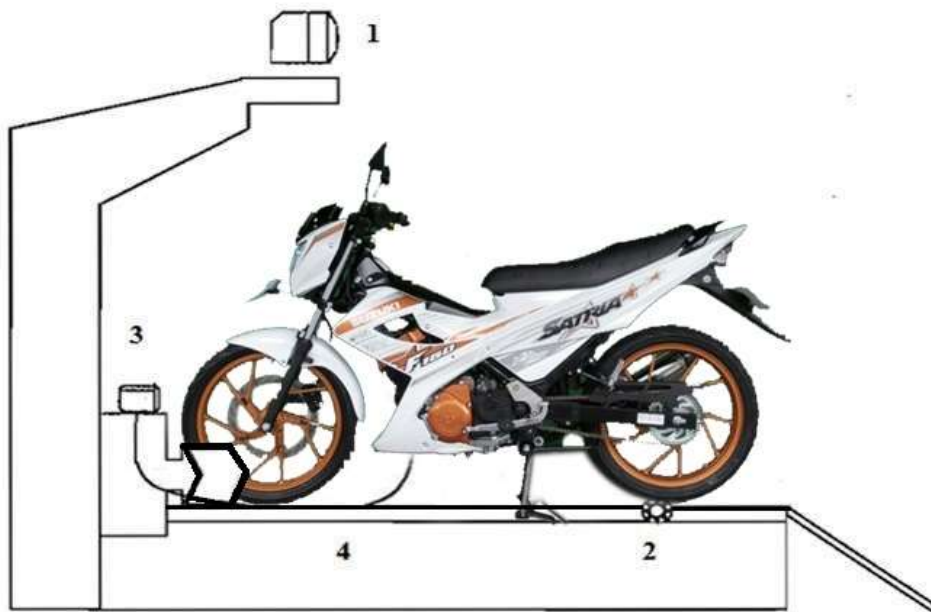
Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Satu unit sepeda motor Suzuki Satria FU 150 yang sudah di *tune up* agar sepeda motor kembali ke kondisi prima saat diteliti.
2. Tiga jenis bahan bakar yaitu pertamax, pertamax plus dan bensol
3. Dua jenis poros engkol yaitu poros engkol standar bawaan sepeda motor Suzuki Satria FU 150 dan poros engkol yang sudah dimodifikasi dengan cara *stroke up* sejauh 3 mm.

B. Alat dan Skema Penelitian

Alat yang digunakan untuk mengukur daya dan torsi adalah dynamometer, dengan beberapa peralatan pendukung seperti : *stopwatch*, buret ukur dan tool set.

Skema penelitian ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1. Skema instalasi pengujian daya dan torsi.

Keterangan gambar :

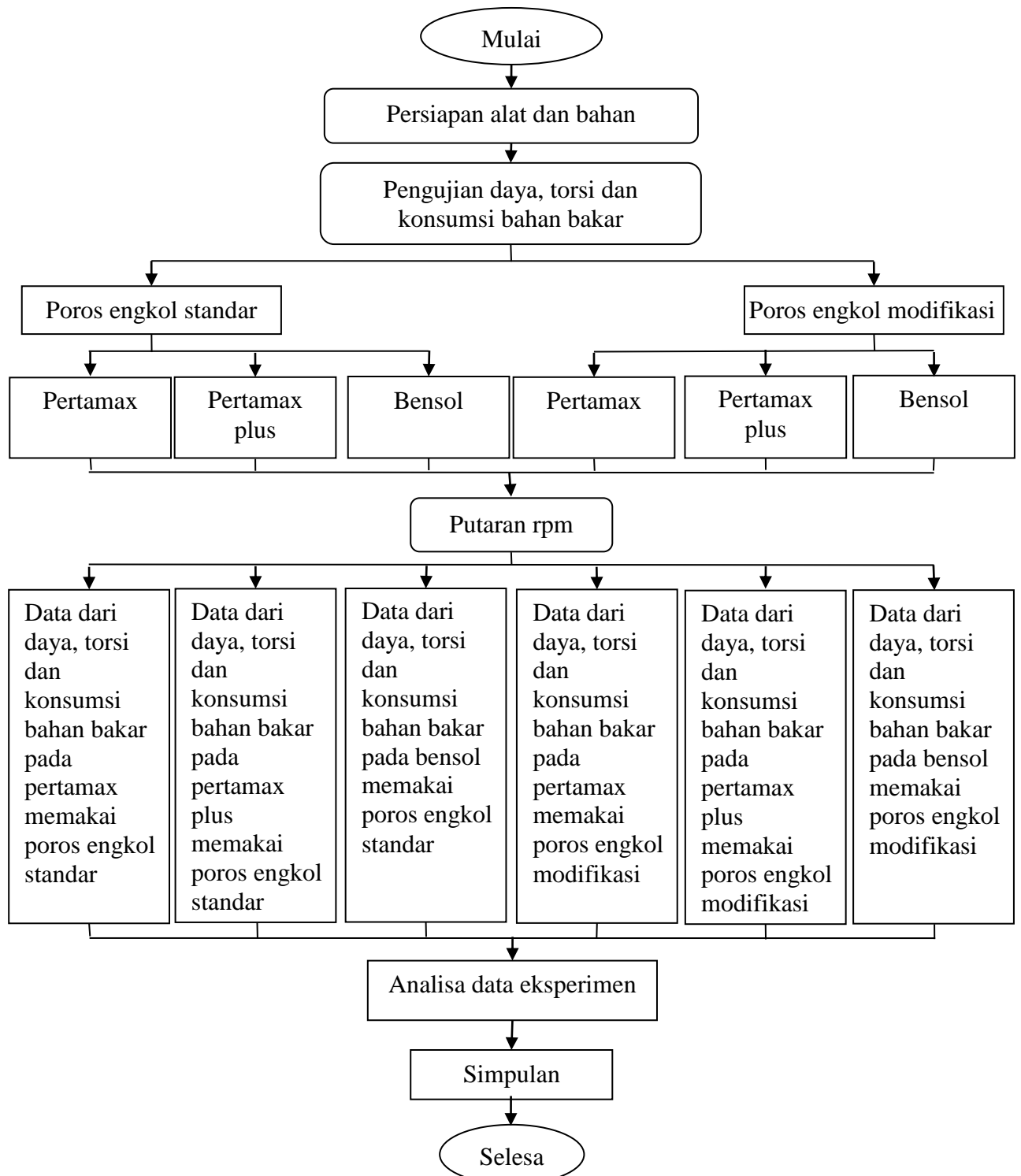
1. Monitor komputer.
2. Roller dynamometer.
3. Konsul GUI (*Grafik User Interface*).
4. Kabel tachometer.

Gambar di atas merupakan skema pengujian daya dan torsi. Mesin sepeda motor yang akan diuji dinaikkan di atas mesin alat dynamometer dengan posisi roda belakang bertumpu pada sebuah *roller dynamometer*. Data informasi perubahan daya dan torsi pada setiap putaran mesin akan ditampilkan pada sebuah layar monitor komputer.

Sedangkan untuk pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan dengan cara memperhatikan perubahan jumlah konsumsi bahan bakar pada buret ukur dibagi dengan berapa lama waktu yang dibutuhkan agar bahan bakar tersebut habis terbakar. Pencatatan waktu dilakukan dengan bantuan *stopwatch*.

C. Prosedur Penelitian

1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian



Gambar 3.2. Alur proses penelitian

2. Proses Penelitian

a. Persiapan pengujian

Sebelum melakukan pengujian kita perlu mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian. Alat yang akan digunakan yaitu *tool set*, buret ukur, *stopwatch* dan *dynamometer*. Bahan yang digunakan yaitu dua jenis poros engkol (standar dan modifikasi), tiga jenis bahan bakar (pertamax, pertamax plus dan bensol) dan satu unit sepeda motor Suzuki Satria FU 150.

Setelah alat dan bahan dipersiapkan selanjutnya lakukan pengecekan kondisi sepeda motor yang akan diuji diantaranya pengecekan kondisi minyak pelumas, busi dan kabel-kabel sistem kelistrikan. Setelah pengecekan kondisi sepeda motor selesai kemudian lakukan *tune up* pada sepeda motor agar performa sepeda motor prima.

Untuk penggunaan poros engkol modifikasi ada beberapa perubahan yang dilakukan pada mesin diantaranya adalah membubut kepala piston sedalam 2 mm, tujuannya agar piston tidak menabrak blok silinder karena perubahan panjang langkah efek dari modifikasi *stroke* sejauh 3 mm. Karena perubahan ini otomatis kapasitas mesin dan rasio kompresi berubah. Untuk hitungannya dapat dilihat pada lampiran 2 halaman 77.

Langkah terakhir setelah melakukan *tune up* yaitu menaikan sepeda motor yang akan diuji pada alat *dynamometer*, pasang kabel *tachometer* pada kabel busi, lepas selang dari tangki bahan bakar pada karburator kemudian pasang selang buret pada karburator. Setelah semuanya dipersiapkan maka pengujian siap dilakukan.

b. Langkah-langkah pengujian.

Langkah pengujian daya dan torsi yaitu :

1. Melakukan pengisian bahan bakar pertamax pada buret.
2. Melakukan pemanasan mesin dengan menghidupkan mesin sepeda motor sekitar 2-3 menit agar suhu kerja mesin dapat ideal.
3. Memulai membuka *throttle* gas sampai putaran penuh. Perubahan putaran mesin dapat dilihat pada layar monitor pada komputer yang terhubung pada *dynamometer*.
4. Data operasi meliputi daya, torsi, putaran mesin pada setiap putaran akan langsung terbaca pada layar monitor pada komputer.
5. Mencetak hasil pengujian berupa data daya dan torsi. Data yang dapat diperoleh berupa tabel dan grafik perubahan daya (hp) dan torsi (Nm) pada setiap putaran mesin tertentu.
6. Prosedur yang sama seperti di atas dilakukan untuk masing-masing pengujian data daya dan torsi pada bahan bakar pertamax plus dan bensol yang menggunakan poros engkol yang sudah dimodifikasi. Agar di dapatkan data yang valid untuk setiap pengujian daya dan torsi dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap jenis bahan bakar.

Langkah-langkah pengujian konsumsi bahan bakar yaitu :

1. Melakukan pengisian bahan bakar pertamax pada buret.
2. Mesin sepeda motor dihidupkan hingga putaran mesin stasioner.
3. Setelah itu atur putaran mesin sampai 5000 rpm hingga putaran mesin dapat stabil.

Tabel 3.2. Lembar Pengambilan data penelitian poros engkol modifikasi
Poros engkol modifikasi

| Putaran (rpm) | Pertamax | | | Pertamax plus | | | Bensol | | |
|------------------|--------------|---------------|-------------------------|---------------|---------------|-------------------------|--------------|---------------|-------------------------|
| | Daya (KW) | Torsi (Nm) | Konsumsi BB (kg/jam) | Daya (KW) | Torsi (Nm) | Konsumsi BB (kg/jam) | Daya (KW) | Torsi (Nm) | Konsumsi BB (kg/jam) |
| 5000 | | | | | | | | | |
| 7000 | | | | | | | | | |
| 9000 | | | | | | | | | |

Keterangan : Agar di dapatkan data yang valid untuk setiap langkah pengambilan data daya, torsi dan konsumsi bahan bakar pada setiap poros engkol dan setiap bahan bakar dilakukan sebanyak 3 kali kemudian di ambil nilai rata-ratanya.

4. Analisis data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif yaitu mengamati dan mencatat secara langsung hasil eksperimen kemudian menyajikan data dan menyimpulkan hasil penelitian yang telah dilakukan. Data yang dihasilkan yaitu meliputi tabel/grafik besarnya daya, torsi dan konsumsi bahan bakar.

Data yang diperoleh dari hasil penelitian yang berbentuk tabel kemudian ditampilkan ke dalam bentuk grafik yang akan dianalisa dan ditarik kesimpulan sehingga dapat diketahui perbedaan daya, torsi dan konsumsi bahan bakar pada motor Suzuki Satria FU 150 yang menggunakan bahan bakar pertamax, pertamax plus dan bensol dan pada setiap masing-masing variasi poros engkol.

BAB IV
HASIL PENELITIAN

A. Hasil Penelitian

Berikut ini adalah data hasil penelitian daya, torsi dan konsumsi bahan bakar menggunakan alat uji dynamometer memakai mesin Suzuki Satria Fu 150 dengan variasi poros engkol standar dan modifikasi menggunakan bahan bakar jenis pertamax, pertamax plus dan bensol.

1. Daya

Contoh perhitungan daya :

$$N_e = T \times \omega$$

$$\begin{aligned} \omega &= 5000 \text{ rpm} = 5000 \times 2 \times \pi \text{ rad}/60 \text{ s} \\ &= 5000 \times 2 \times 3,14 \text{ rad}/60 \text{ s} \\ &= 523,3 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

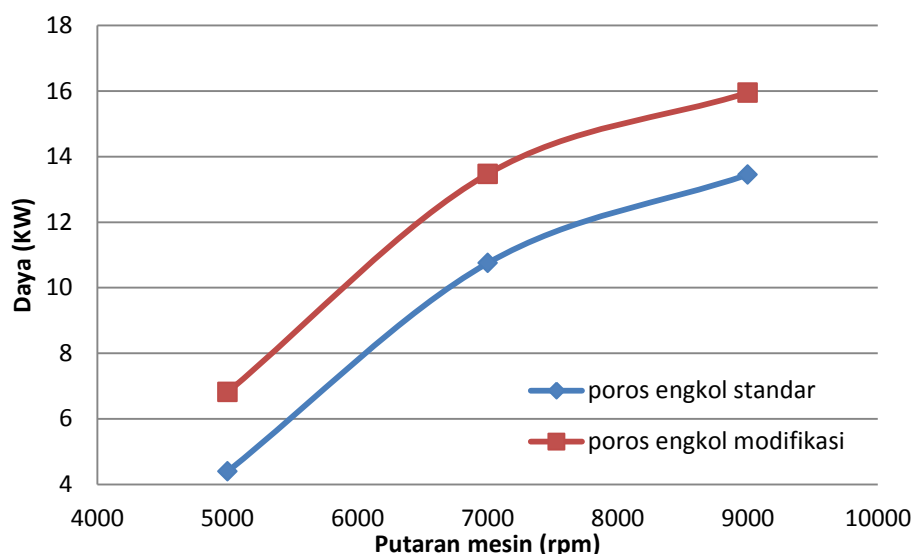
$$\begin{aligned} N_e = T \times \omega &= 8,45 \text{ Nm} \times 523,3 \text{ rad/s} \\ &= 4421,885 \text{ Watt} \\ &= \mathbf{4,4 \text{ KW pada 5000 rpm}} \text{ (tabel 4.1)} \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Daya yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi
berbahan bakar pertamax

| Putaran mesin (rpm) | Daya (KW) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol Modifikasi |
| 5000 | 4,39 | 6,81 |
| 7000 | 10,75 | 13,47 |
| 9000 | 13,45 | 15,95 |
| Rata-rata | 9,53 | 12,07 |

Tabel di atas menunjukkan perbedaan daya terjadi pada semua rentan putaran mesin. Rata-rata daya yang dihasilkan pada poros engkol modifikasi lebih besar 21% yaitu sebanyak 2,54 KW jika dibandingkan dengan rata-rata daya pada

poros engkol standar. Pada putaran mesin 5000 rpm perbedaan daya sebesar 35% yaitu sebesar 2,42 KW, pada putaran 7000 rpm perbedaan daya sebesar 20% yaitu 2,72 KW, sedangkan pada putaran mesin 9000 rpm perbedaan daya diketahui sebesar 15% yaitu sebesar 2,5 KW (Analisis lengkap lihat pada lampiran 3 halaman 79). Adapun secara grafik dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.1. Grafik perbandingan daya terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar pertamax

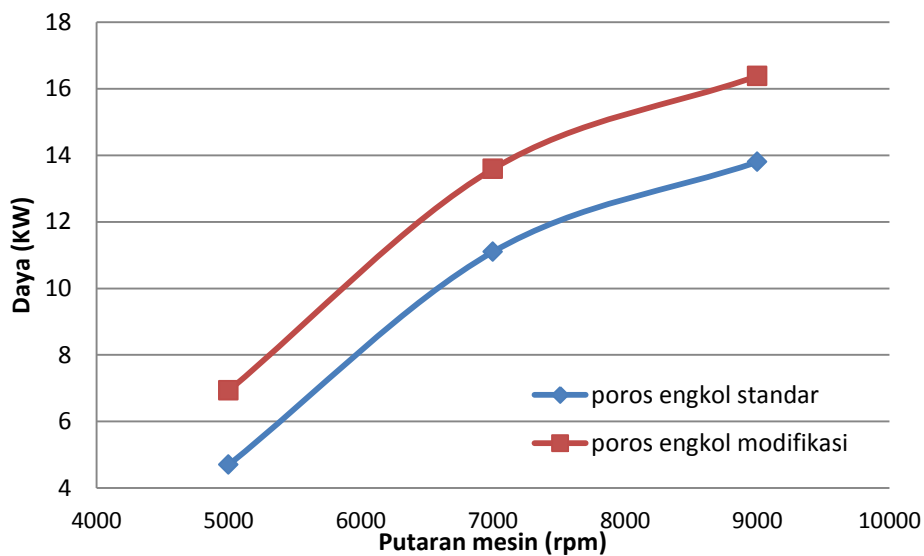
Grafik di atas menunjukkan bahwa perbedaan daya antara poros engkol standar dan modifikasi terjadi sangat signifikan dari putaran rendah, menengah sampai tinggi. Perbedaan daya paling signifikan terjadi pada putaran 5000 rpm yaitu sebesar 35%, sedangkan pada putaran 9000 rpm perbedaan daya hanya sebesar 15%.

Tabel 4.2. Daya yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar pertamax plus

| Putaran mesin (rpm) | Daya (KW) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 4,77 | 6,93 |
| 7000 | 11,1 | 13,59 |
| 9000 | 13,8 | 16,38 |
| Rata-rata | 9,89 | 12,3 |

Tabel di atas menunjukkan perbedaan daya terjadi pada semua rentan putaran mesin. Rata-rata daya yang dihasilkan pada poros engkol modifikasi lebih besar 19% yaitu sebanyak 2,41 KW jika dibandingkan dengan rata-rata daya pada poros engkol standar. Pada putaran mesin 5000 rpm perbedaan daya sebesar 31% yaitu sebesar 2,16 KW, pada putaran 7000 rpm perbedaan daya sebesar 18% yaitu 2,49 KW, sedangkan pada putaran mesin 9000 rpm perbedaan daya diketahui sebesar 15% yaitu sebesar 2,58 KW (Analisis lengkap lihat pada lampiran 3 halaman 80).

Adapun secara grafik dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.2. Grafik perbandingan daya terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar pertamax plus

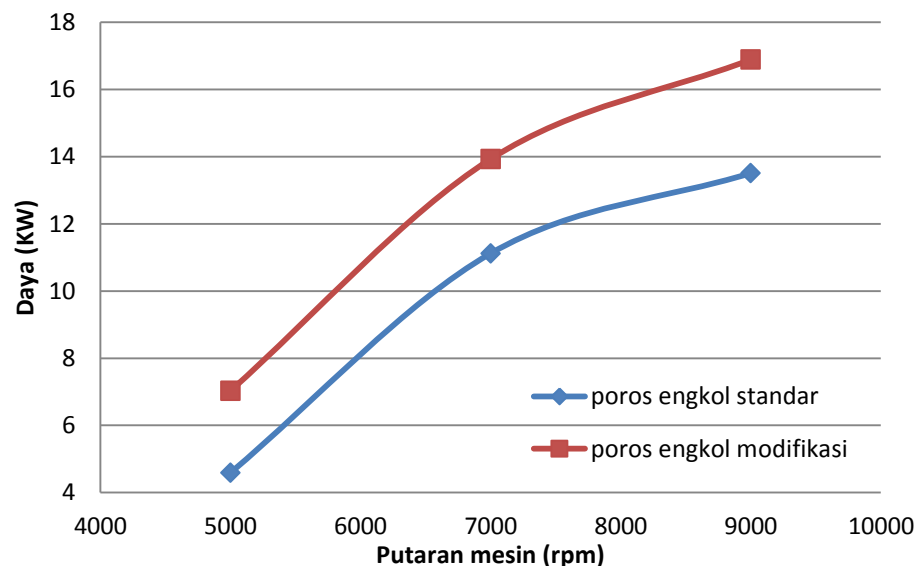
Grafik di atas menunjukkan bahwa perbedaan daya antara poros engkol standar dan modifikasi terjadi sangat signifikan dari putaran rendah, menengah sampai tinggi. Perbedaan daya paling signifikan terjadi pada putaran 5000 rpm yaitu sebesar 31%, sedangkan pada putaran 9000 rpm perbedaan daya hanya sebesar 15%.

Tabel 4.3. Daya yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar bensol

| Putaran mesin (rpm) | Daya (KW) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 4,59 | 7,03 |
| 7000 | 11,12 | 13,93 |
| 9000 | 13,51 | 16,89 |
| Rata-rata | 9,74 | 12,6 |

Tabel di atas menunjukkan perbedaan daya terjadi pada semua rentang putaran mesin. Rata-rata daya yang dihasilkan pada poros engkol modifikasi lebih besar 22% yaitu sebanyak 2,86 KW jika dibandingkan dengan rata-rata daya pada poros engkol standar. Pada putaran mesin 5000 rpm perbedaan daya sebesar 34% yaitu sebesar 2,44 KW, pada putaran 7000 rpm perbedaan daya sebesar 20% yaitu 2,81 KW, sedangkan pada putaran mesin 9000 rpm perbedaan daya diketahui sebesar 20% yaitu sebesar 3,38 KW (Analisis lengkap lihat pada lampiran 3 halaman 81).

Adapun secara grafik dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.3. Grafik perbandingan daya terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar bensol

Grafik di atas menunjukkan bahwa perbedaan daya antara poros engkol standar dan modifikasi terjadi sangat signifikan dari putaran rendah, menengah sampai

tinggi. Perbedaan daya paling signifikan terjadi pada putaran 5000 rpm yaitu sebesar 34%, sedangkan pada putaran 7000 dan 9000 rpm perbedaan daya sama sebesar 20%.

2. Torsi

Contoh perhitungan torsi :

$T = F \times b$, Tekanan 15 kg/cm^2 , $P = F/a$, $F = 15 \text{ kg}$, dimana $1 \text{ kgcm} = 0,098 \text{ Nm}$

$b = \text{langkah} + \frac{1}{2} \times \text{langkah}$

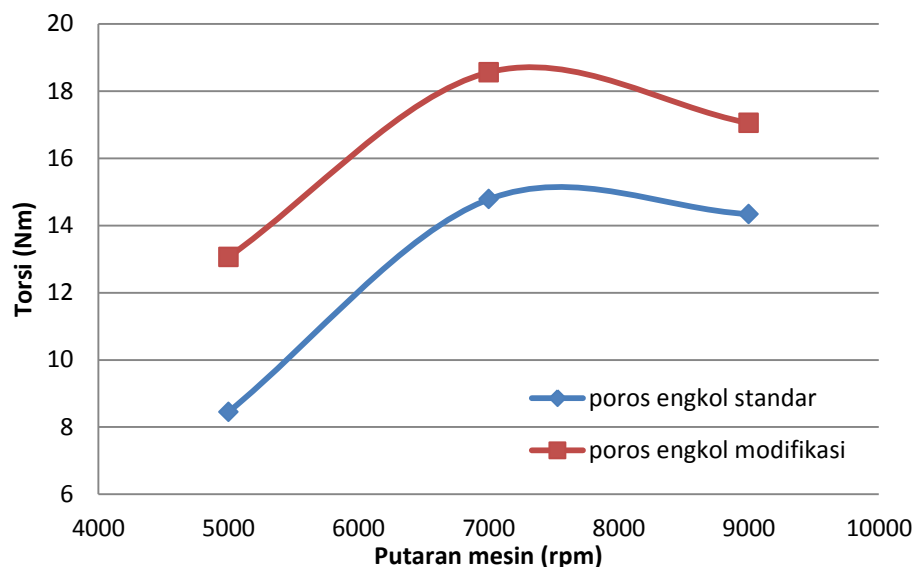
$b = 4,88 + (1/2 \times 4,88) = 7,32 \text{ cm}$

$T = 15 \text{ kg} \times 7,32 \text{ cm} = 109,8 \text{ kgcm} = \mathbf{10,7 \text{ Nm}}$

Tabel 4.4. Torsi yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar pertamax

| Putaran mesin (rpm) | Torsi (Nm) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 8,45 | 13,06 |
| 7000 | 14,78 | 18,56 |
| 9000 | 14,34 | 17,05 |
| Rata-rata | 12,52 | 16,22 |

Tabel di atas menunjukkan perbedaan torsi di seluruh rentan putaran mesin. Rata-rata torsi yang dihasilkan pada poros engkol modifikasi lebih besar 22% yaitu sebanyak 3,7 Nm jika dibandingkan dengan rata-rata torsi pada poros engkol standar. Pada putaran mesin 5000 rpm perbedaan torsi sebesar 35% yaitu sebesar 4,61 Nm. Pada putaran mesin 7000 rpm perbedaan torsi sebesar 20% yaitu sebesar 3,78 Nm, sedangkan pada putaran mesin 9000 rpm perbedaan torsi sebesar 15% yaitu sebesar 2,71 Nm (Analisis lengkap lihat pada lampiran 3 halaman 82). Adapun secara grafik dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.4. Grafik perbandingan torsi terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar pertamax

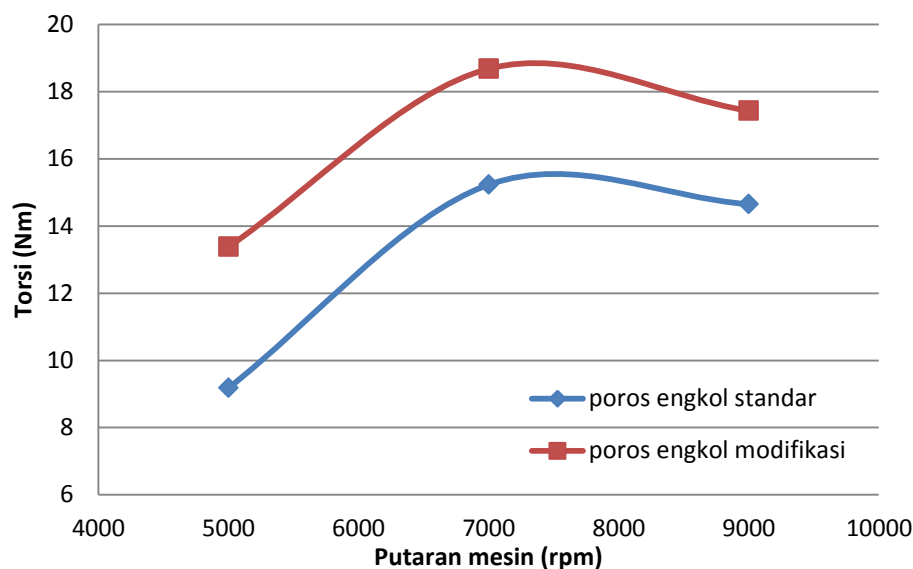
Grafik di atas menunjukkan bahwa perbedaan torsi antara poros engkol standar dan modifikasi terjadi sangat signifikan dari putaran rendah, menengah sampai tinggi. Perbedaan torsi paling signifikan terjadi pada putaran 5000 rpm yaitu sebesar 35%, sedangkan pada putaran 9000 rpm perbedaan torsi hanya sebesar 15%.

Tabel 4.5. Torsi yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar pertamax plus

| Putaran mesin (rpm) | Torsi (Nm) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 9,18 | 13,38 |
| 7000 | 15,23 | 18,68 |
| 9000 | 14,65 | 17,43 |
| Rata-rata | 13,02 | 16,49 |

Tabel di atas menunjukkan perbedaan torsi di seluruh rentan putaran mesin. Rata-rata torsi yang dihasilkan pada poros engkol modifikasi lebih besar 21% yaitu sebanyak 3,47 Nm jika dibandingkan dengan rata-rata torsi pada poros engkol standar. Pada putaran mesin 5000 rpm perbedaan torsi sebesar 31% yaitu

sebesar 4,2 Nm. Pada putaran mesin 7000 rpm perbedaan torsi sebesar 18% yaitu sebesar 3,45 Nm, sedangkan pada putaran mesin 9000 rpm perbedaan torsi sebesar 15% yaitu sebesar 2,78 Nm (Analisis lengkap lihat pada lampiran 3 halaman 83). Adapun secara grafik dapat dilihat sebagai berikut:



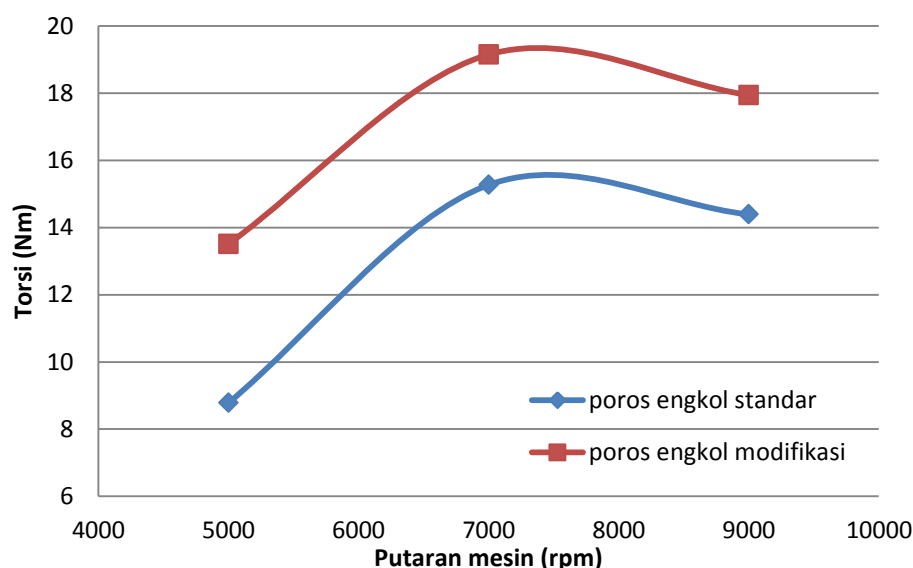
Gambar 4.5. Grafik perbandingan torsi terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar pertamax plus

Grafik di atas menunjukkan bahwa perbedaan torsi antara poros engkol standar dan modifikasi terjadi sangat signifikan dari putaran rendah, menengah sampai tinggi. Perbedaan torsi paling signifikan terjadi pada putaran 5000 rpm yaitu sebesar 31%, sedangkan pada putaran 9000 rpm perbedaan torsi hanya sebesar 15%.

Tabel 4.6. Torsi yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar bensol

| Putaran mesin (rpm) | Torsi (Nm) | |
|---------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 8,78 | 13,51 |
| 7000 | 15,27 | 19,15 |
| 9000 | 14,39 | 17,94 |
| Rata-rata | 12,81 | 16,86 |

Tabel di atas menunjukkan perbedaan torsi di seluruh rentan putaran mesin. Rata-rata torsi yang dihasilkan pada poros engkol modifikasi lebih besar 24% yaitu sebanyak 4,05 Nm jika dibandingkan dengan rata-rata torsi pada poros engkol standar. Pada putaran mesin 5000 rpm perbedaan torsi sebesar 35% yaitu sebesar 4,73 Nm. Pada putaran mesin 7000 rpm perbedaan torsi sebesar 20% yaitu sebesar 3,88 Nm, sedangkan pada putaran mesin 9000 rpm perbedaan torsi sebesar 19% yaitu sebesar 3,55 Nm (Analisis lengkap lihat pada lampiran 3 halaman 84). Adapun secara grafik dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.6. Grafik perbandingan torsi terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar bensol

Grafik di atas menunjukkan bahwa perbedaan torsi antara poros engkol standar dan modifikasi terjadi sangat signifikan dari putaran rendah, menengah sampai tinggi. Perbedaan torsi paling signifikan terjadi pada putaran 5000 rpm yaitu sebesar 35%, sedangkan pada putaran 9000 rpm perbedaan torsi hanya sebesar 19%.

3. Konsumsi bahan bakar

Berikut contoh perhitungan konsumsi bahan bakar :

Berat jenis (ρ) bahan bakar pertamax $742,5 \text{ kg/m}^3 = 0,742 \text{ kg/l} = 0,0007425 \text{ kg/ml}$

Jumlah bahan bakar = $0,0007425 \text{ kg/ml} \times 10 \text{ ml} = 0,007425 \text{ kg}$

Waktu konsumsi 10 ml bahan bakar pertamax = $38,86 / 3600 \text{ s} = 0,011 \text{ jam}$

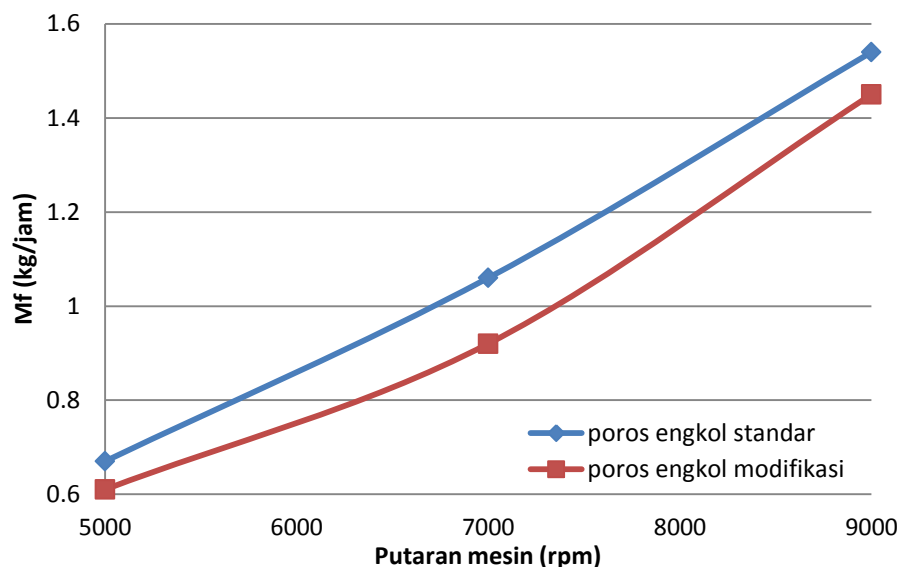
$M_f = v \times \rho$ bahan bakar / t

$M_f = 0,007425 \text{ kg} / 0,011 \text{ jam}$ **$M_f = 0,67 \text{ kg/jam}$ pada 5000 rpm** (tabel 4.7)

Tabel 4.7. Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar pada motor yang memakai pertamax pada variasi 2 poros engkol.

| Putaran mesin (rpm) | M_f (kg/jam) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 0,67 | 0,61 |
| 7000 | 1,06 | 0,92 |
| 9000 | 1,54 | 1,45 |
| Rata-rata | 1,09 | 0,99 |

Tabel di atas menunjukkan rata-rata konsumsi bahan bakar pada poros engkol standar lebih besar 9% yaitu sebanyak 0,1 kg/jam jika dibandingkan rata-rata konsumsi bahan bakar pada poros engkol modifikasi. Pada putaran mesin 5000 rpm perbedaan konsumsi bahan bakar sebanyak 8% yaitu sebesar 0,06 kg/jam. Pada putaran mesin 7000 rpm perbedaan konsumsi bahan bakar sebanyak 13% yaitu sebesar 0,14 kg/jam. Sedangkan pada putaran mesin 9000 rpm perbedaan konsumsi bahan bakar sebanyak 5% yaitu sebesar 0,09 kg/jam (Analisis lengkap lihat pada lampiran 3 halaman 85). Adapun secara grafik dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.7. Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar pertamax

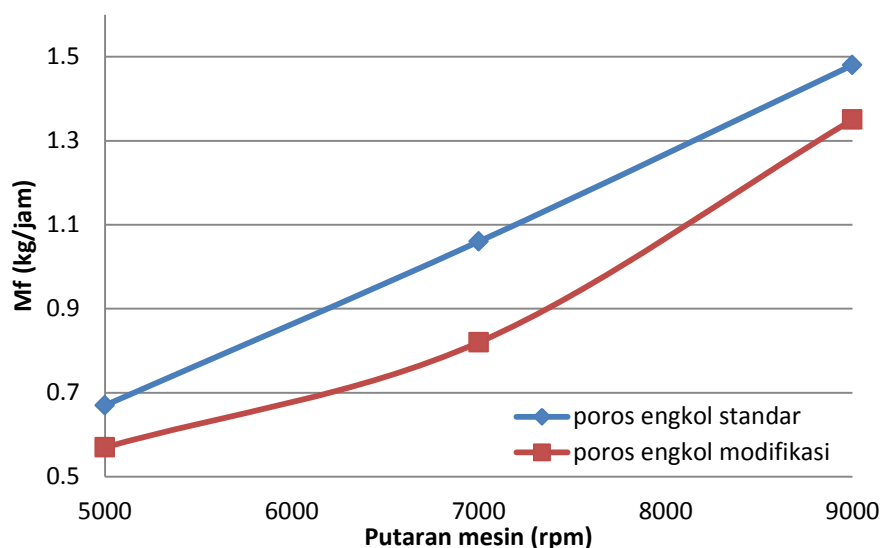
Grafik di atas menunjukkan bahwa perbedaan konsumsi bahan bakar antara poros engkol standar dan modifikasi terjadi pada putaran rendah, menengah sampai tinggi. Perbedaan konsumsi bahan bakar paling besar terjadi pada putaran 7000 rpm yaitu sebesar 13%, sedangkan pada putaran 9000 rpm perbedaan konsumsi bahan bakar hanya sebesar 5%.

Tabel 4.8. Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar pada motor yang memakai pertamax plus pada variasi 2 poros engkol.

| Putaran mesin (rpm) | M_f (kg/jam) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 0,67 | 0,57 |
| 7000 | 1,06 | 0,82 |
| 9000 | 1,48 | 1,35 |
| Rata-rata | 1,07 | 0,91 |

Tabel di atas menunjukkan rata-rata konsumsi bahan bakar pada poros engkol standar lebih besar 14% yaitu sebanyak 0,16 kg/jam jika dibandingkan rata-rata konsumsi bahan bakar pada poros engkol modifikasi. Pada putaran mesin 5000 rpm perbedaan konsumsi bahan bakar sebanyak 14% yaitu sebesar 0,1 kg/jam.

Pada putaran mesin 7000 rpm perbedaan konsumsi bahan bakar sebanyak 22% yaitu sebesar 0,24 kg/jam. Sedangkan pada putaran mesin 9000 rpm perbedaan konsumsi bahan bakar sebanyak 8% yaitu sebesar 0,13 kg/jam (Analisis lengkap lihat pada lampiran 3 halaman 86). Adapun secara grafik dapat dilihat sebagai berikut:



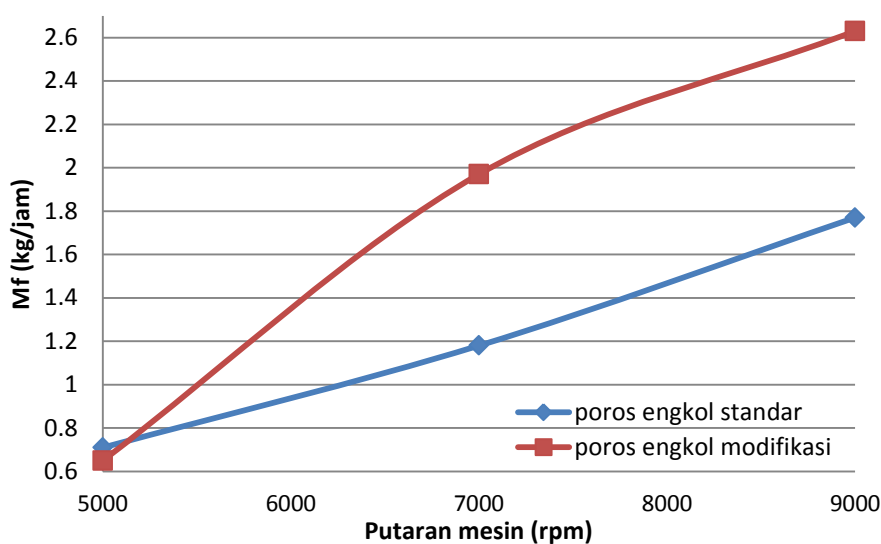
Gambar 4.8. Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar pertamax plus

Grafik di atas menunjukkan bahwa perbedaan konsumsi bahan bakar antara poros engkol standar dan modifikasi terjadi pada putaran rendah, menengah sampai tinggi. Perbedaan konsumsi bahan bakar paling besar terjadi pada putaran 7000 rpm yaitu sebesar 22%, sedangkan pada putaran 9000 rpm perbedaan konsumsi bahan bakar hanya sebesar 8%.

Tabel 4.9. Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar pada motor yang memakai bensol pada variasi 2 poros engkol.

| Putaran mesin (rpm) | M_f (kg/jam) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 0,71 | 0,65 |
| 7000 | 1,18 | 1,97 |
| 9000 | 1,77 | 2,63 |
| Rata-rata | 1,22 | 1,75 |

Tabel di atas menunjukkan rata-rata konsumsi bahan bakar pada poros engkol modifikasi lebih besar 30% yaitu sebanyak 0,53 kg/jam jika dibandingkan rata-rata konsumsi bahan bakar pada poros engkol standar. Pada putaran mesin 5000 rpm perbedaan konsumsi bahan bakar sebanyak 8% yaitu sebesar 0,06 kg/jam. Pada putaran mesin 7000 rpm perbedaan konsumsi bahan bakar sebanyak 40% yaitu sebesar 0,79 kg/jam. Sedangkan pada putaran mesin 9000 rpm perbedaan konsumsi bahan bakar sebanyak 32% yaitu sebesar 0,86 kg/jam (Analisis lengkap lihat pada lampiran 3 halaman 87). Adapun secara grafik dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.9. Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin poros engkol standar dan modifikasi dengan bahan bakar bensol

Grafik di atas menunjukkan bahwa perbedaan konsumsi bahan bakar antara poros engkol standar dan modifikasi terjadi pada putaran rendah, menengah sampai tinggi. Perbedaan konsumsi bahan bakar paling besar terjadi pada putaran 7000 rpm yaitu sebesar 40%, sedangkan pada putaran 5000 rpm perbedaan konsumsi bahan bakar hanya sebesar 8%.

B. Pembahasan

Analisa perbandingan daya, torsi dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan pada sepeda motor yang divariasikan poros engkol standar dan modifikasi yang menggunakan bahan bakar pertamax, pertamax plus dan bensol.

1. Daya

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data perbedaan daya yang dihasilkan pada masing-masing poros engkol dan penggunaan jenis bahan bakar. Pada grafik 4.1, 4.2 dan 4.3 di atas menunjukkan rata-rata daya lebih besar didapatkan pada poros engkol modifikasi.

Perbedaan daya yang dihasilkan karena adanya perubahan pada panjang langkah yang dilakukan pada poros engkol dengan menggeser posisi *big end* batang torak menjadi lebih tinggi. Hal ini akan membuat rasio kompresi menjadi lebih tinggi. Bila rasio kompresi dipertinggi, tekanan pembakaran akan bertambah dan dari mesin akan diperoleh output yang besar (Muku dan Sukadana, 2009:28). Selain rasio kompresi yang tinggi, nilai oktan bahan bakar juga hal yang mempengaruhi perbedaan daya yang dihasilkan. Agar motor tetap menghasilkan tenaga yang besar tetapi tidak menimbulkan detonasi maka sebaiknya menggunakan bahan bakar yang nilai oktannya tinggi sehingga tahan terhadap tekanan kompresi yang tinggi (Suyanto, 1989:265).

Setelah dilakukan beberapa kali pengujian, bahan bakar bensol menghasilkan daya tertinggi yaitu sebesar 16,89 KW pada putaran 9000 rpm pada poros engkol modifikasi, sedangkan daya terkecil didapat pada poros engkol standar yang memakai bahan bakar pertamax yaitu hanya sebesar 4,39 KW pada putaran 5000 rpm.

Dapat disimpulkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150 bahwa daya yang dihasilkan pada poros engkol modifikasi dan penggunaan bahan bakar bensol lebih besar dibanding dengan poros engkol standar dengan penggunaan bahan bakar pertamax maupun pertamax plus.

2. Torsi

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data perbedaan torsi yang dihasilkan pada masing-masing poros engkol dan penggunaan jenis bahan bakar. Pada grafik 4.4, 4.5 dan 4.6 di atas menunjukkan rata-rata torsi lebih besar didapatkan pada poros engkol modifikasi yang menggunakan bahan bakar bensol dibandingkan dengan poros engkol standar yang menggunakan bahan bakar pertamax dan pertamax plus.

Perbedaan torsi yang dihasilkan karena adanya perbedaan rasio kompresi dan angka oktan dari bahan bakar yang digunakan. Rasio kompresi menjadi lebih tinggi karena adanya perubahan posisi *big end* batang torak pada poros engkol menjadi lebih tinggi. Oleh karena itulah maka motor yang lingkaran engkolnya besar tenaga yang dihasilkan akan lebih besar dibanding motor yang berdiameter atau radius engkol kecil, yang berarti pula motor dengan langkah yang panjang akan menghasilkan momen yang lebih besar (Suyanto, 1989:35). Bahan bakar yang sulit terbakar di kategorikan bahwa bahan bakar bermutu baik. Dengan demikian torsi dan daya yang dihasilkan semakin besar (Putra, dkk, 2014:8).

Penggunaan bahan bakar bensol pada poros engkol modifikasi menghasilkan torsi paling besar 19,15 Nm pada putaran 7000 rpm. Sedangkan torsi terendah diperoleh dari penggunaan bahan bakar pertamax pada poros engkol standar

yaitu hanya sebesar 8,45 Nm pada putaran 5000 rpm. Angka oktan dari pertamax lebih rendah jika dibandingkan dengan bensol, maka hasil pembakaran pada saat memakai poros engkol modifikasi dan bahan bakar bensol lebih baik karena mempunyai rasio kompresi yang tinggi dan angka oktan yang tinggi sehingga mampu menghasilkan torsi yang lebih besar.

Dapat disimpulkan, penelitian yang dilakukan pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150 diperoleh hasil bahwa torsi yang dihasilkan pada penggunaan poros engkol modifikasi dan bahan bakar bensol lebih besar dibandingkan dengan poros engkol standar dengan bahan bakar pertamax maupun pertamax plus.

3. Konsumsi bahan bakar

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data perbedaan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan pada masing-masing poros engkol dan penggunaan jenis bahan bakar. Pada grafik 4.7, 4.8 dan 4.9 di atas menunjukkan rata-rata konsumsi bahan bakar lebih rendah didapatkan pada poros engkol modifikasi yang menggunakan bahan bakar pertamax plus.

Adanya perbedaan konsumsi bahan bakar dikarenakan adanya perbedaan rasio kompresi dan perbedaan angka oktan bahan bakar. Rasio kompresi yang tinggi akan menghasilkan tekanan kompresi yang tinggi, sehingga diperlukan bahan bakar dengan angka oktan yang tinggi agar hasil pembakarannya sempurna. Sehingga selain rasio kompresi yang tinggi, nilai oktan bahan bakar juga hal yang mempengaruhi perbedaan konsumsi bahan bakar (Muku dan Sukadana, 2009:30). Pemakaian bahan bakar bensin yang ber angka oktan tinggi akan menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah/irit. Konsumsi bahan

bakar rendah karena proses pembakaran yang sempurna dan tidak terjadi detonasi (Rajagukguk, 2012:10).

Setelah dilakukan beberapa kali pengujian, konsumsi bahan bakar terendah diperoleh pada penggunaan poros engkol modifikasi bahan bakar pertamax plus yaitu sebesar 0,57 kg/jam pada putaran 5000 rpm, sedangkan konsumsi bahan bakar terbesar didapat pada penggunaan poros engkol modifikasi bahan bakar bensol yaitu sebesar 2,63 kg/jam pada putaran 9000 rpm.

Dapat disimpulkan bahwa penelitian yang telah dilakukan pada sepeda motor Suzuki Satria FU 150 bahwa konsumsi bahan bakar yang dihasilkan pada poros engkol modifikasi mempunyai rasio kompresi yang tinggi dan penggunaan bahan bakar yang sesuai lebih rendah dibanding dengan penggunaan bahan bakar yang nilai oktannya tidak sesuai dengan rasio kompresi mesin.

C. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah :

1. Pengukuran konsumsi bahan bakar tidak bisa dilakukan secara langsung, artinya dalam pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan secara terpisah dengan pengukuran daya dan torsi, karena *dynamometer* yang digunakan tidak dapat mengukur daya dan torsi pada rpm tertentu, tetapi harus dilakukan pada putaran penuh, sedangkan pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan pada pembebanan yang sama.
2. Suhu lingkungan tempat pengujian tidak dapat dikontrol karena tempat pengujian berada ditempat terbuka bukan laboratorium tertutup yang suhu lingkungannya dapat dikontrol secara manual.

3. Spesifikasi *dynamometer* yang digunakan menggunakan komputer dengan spek yang masih rendah sehingga sering terjadi *error* atau *hang* dan harus menunggu beberapa saat untuk melakukan *restart* komputer.
4. Kabel tachometer sangat sensitif, pada saat melakukan pengukuran diusahakan kabel tachometer terutama didekat *probe* terminal yang terhubung dengan kabel busi jangan sampai tersenggol.
5. Massa piston saat pemakaian poros engkol standar dan poros engkol modifikasi tidak dilakukan penimbangan.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perbedaan daya dan torsi yang dihasilkan karena perbedaan panjang langkah dari poros engkol yang membuat rasio kompresi semakin tinggi dan diikuti dengan penggunaan angka oktan bahan bakar yang tinggi.
2. Perbedaan daya terbesar yang dihasilkan pada putaran 5000 rpm terjadi pada penggunaan bahan bakar pertamax yaitu sebesar 35%, pada putaran 7000 rpm perbedaan daya terbesar terjadi pada penggunaan bahan bakar pertamax dan bensol masing-masing sebesar 20%, sedangkan pada putaran 9000 rpm perbedaan daya terbesar terjadi pada penggunaan bahan bakar bensol yaitu sebesar 20%.
3. Perbedaan torsi terbesar yang dihasilkan pada putaran 5000 rpm terjadi pada penggunaan bahan bakar pertamax dan bensol masing-masing sebesar 35%, pada putaran 7000 rpm perbedaan torsi terbesar terjadi pada penggunaan bahan bakar pertamax dan bensol masing-masing sebesar 20%, sedangkan pada putaran 9000 rpm perbedaan torsi terbesar terjadi pada penggunaan bahan bakar bensol yaitu sebesar 19%.
4. Perbedaan konsumsi bahan bakar yang terjadi dikarenakan penggunaan bahan bakar yang angka oktannya sesuai dengan rasio kompresi mesin.
5. Perbedaan konsumsi bahan bakar terbesar yang dihasilkan pada putaran 5000 rpm terjadi pada penggunaan bahan bakar pertamax plus yaitu sebesar 14%,

pada putaran 7000 rpm perbedaan konsumsi bahan bakar terbesar terjadi pada penggunaan bahan bakar bensol yaitu sebesar 40%, sedangkan pada putaran 9000 rpm perbedaan konsumsi bahan bakar terbesar terjadi pada penggunaan bahan bakar bensol yaitu sebesar 32%.

B. Saran Pemanfaatan Hasil Penelitian

1. Penggunaan poros engkol modifikasi dapat meningkatkan daya dan torsi secara signifikan dengan menggunakan bahan bakar bensol. Hal ini dapat dimanfaatkan pada sepeda motor yang digunakan dalam olahraga otomotif seperti balap motor.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh *stroke up* pada sepeda motor terhadap performa dan emisi gas buang yang menggunakan bahan bakar pertalite, pertamax dan pertamax plus.
3. Perlu di tambah variasi *stroke up* poros engkol yang diteliti, misalnya *stroke up* sebesar 6 mm, 7 mm dan 8 mm.
4. Perlu diteliti lebih lanjut tentang perubahan geometri mesin akibat poros engkol yang dimodifikasi dengan cara *stroke up*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas. n.d. *Fenomena Pembesaran Kapasitas Mesin*. Online <http://www.tgpstore.co.id/main.php?ke=5&aid=20> (diakses tanggal 11 Juli 2015 pukul 22.43)
- Andreas. 2011. *How to modify n tune Bajaj Pulsar*. Online <http://bintangandalanmotorbanter.blogspot.co.id/2011/05/howtomodifyntu nebajajpulsar.html> (diakses tanggal 11 Juli 2015 pukul 21.05)
- Arends, BPM dan H. Berenschot. 1980. *Motor Bensin*. Jakarta: Erlangga.
- Boentarto. 2005. *Cara Pemeriksaan, Penyetelan dan Perawatan Sepeda Motor*. Yogyakarta: Andi.
- Jama, Jalius dan Wagino. 2008a. *Teknik Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- _____. 2008b. *Teknik Sepeda Motor Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Keputusan Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor: 3674K/24/DJM/2006. Tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin yang Dipasarkan di dalam Negeri.
- Muku, I Dewa M. K. dan I Gusti Ketut Sukadana. 2009. Pengaruh Rasio Kompresi terhadap Unjuk Kerja Mesin Empat Langkah Menggunakan Arak Bali sebagai Bahan Bakar. *Jurnal CakraM*. 3 No. 1: 26-32.
- Putra, Nurliansyah, Husin Bugis dan Ranto. 2014. Pengaruh Jenis Bahan Bakar Bensin dan Variasi Rasio Kompresi pada Sepeda Motor Suzuki Shogun FL 125 SP Tahun 2007. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Mesin Nosal*, Vol. 2, No. 3.
- Raharjo, Winarno Dwi dan Karnowo. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Rajagukguk, Jenniria. 2012. Analisis Performa Mesin Bensin Dengan Pengujian Angka Oktan Berbeda. *Jurnal Teknokr*. 10/1: 4-11.
- Simanungkalit, Robertus dan Tulus B. Sitorus. 2013. Performansi Mesin Sepeda Motor Satu Silinder Berbahan Bakar Premium dan Pertamina Plus dengan Modifikasi Rasio Kompresi. *Jurnal e-Dinamis*. Volume 5 Nomor 1: 29-36.
- Soenarta, Nakoela dan Sochi Furuhamu. 1995. *Motor Serba Guna*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Suprpto. 2004. *Bahan Bakar dan Pelumas*. Buku Ajar. Jurusan Teknik Mesin UNNES: Semarang.

Suyanto, Wardan. 1989. *Teori Motor Bensin*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.

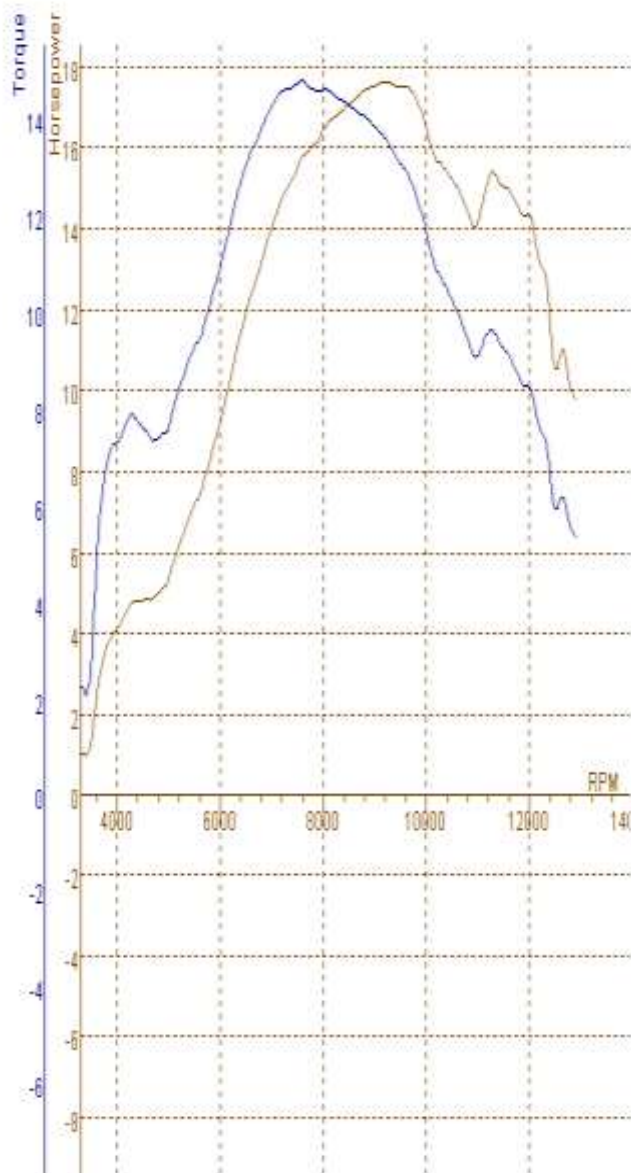
LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Penelitian

SPORTIVO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|------------------------------|--------------------|----------------------|----------|------------|-------------|-------|-----------------------|
| SATRIA FU STROKE TEST 01 002 | 17.6 (17.6) / 9201 | 14.80 (14.80) / 7576 | 32.5 °C | 60 % | 1000.0 mbar | 116.4 | 11/13/2015 9:41:56 AM |



DATA FOR TEST: SATRIA FU STROKE TEST 01 002

Comments

STROKE STANDART BB PERTAMA

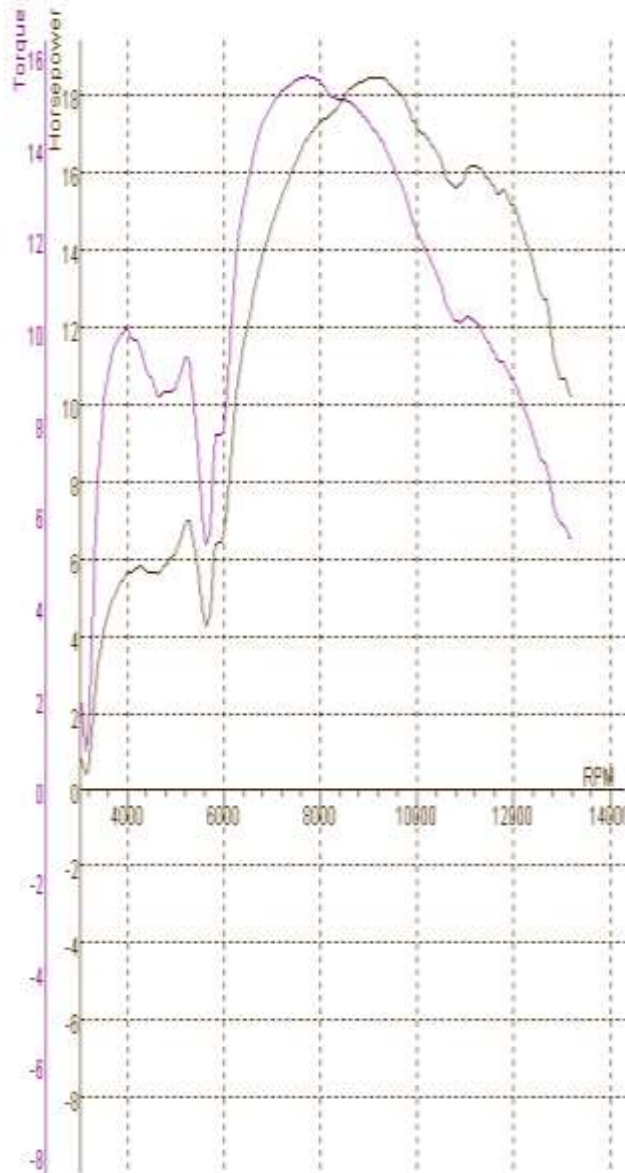
| RPM | HP (HEQ) (N*M/M) | T | |
|-------|------------------|-------|------|
| 4000 | 4.1 | 7.32 | 1.36 |
| 4500 | 4.8 | 7.59 | 1.82 |
| 5000 | 5.4 | 7.64 | 2.26 |
| 5500 | 7.2 | 9.32 | 2.64 |
| 6000 | 9.3 | 11.02 | 2.94 |
| 6500 | 12.0 | 13.13 | 3.20 |
| 7000 | 14.1 | 14.33 | 3.44 |
| 7500 | 15.6 | 14.79 | 3.68 |
| 7576 | 15.7 | 14.80 | 3.70 |
| 8000 | 16.4 | 14.61 | 3.90 |
| 8500 | 17.1 | 14.26 | 4.16 |
| 9000 | 17.5 | 13.82 | 4.40 |
| 9201 | 17.6 | 13.61 | 4.50 |
| 9500 | 17.5 | 13.02 | 4.68 |
| 10000 | 16.4 | 11.58 | 4.98 |
| 10500 | 15.2 | 10.21 | 5.32 |
| 11000 | 14.2 | 9.11 | 5.68 |
| 11500 | 15.0 | 9.23 | 6.06 |
| 12000 | 14.4 | 8.46 | 6.46 |
| 12500 | 10.5 | 5.94 | 7.00 |

LOSSES: 0.0 HP 0.00 N*M/M
 TOTAL ENGINE: 17.6 HP 14.80 N*M/M

SPORIDINO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|------------------------------|--------------------|----------------------|----------|------------|-------------|-------|-----------------------|
| SATRIA FU STROKE TEST 01 003 | 18.5 (18.5) / 9207 | 15.56 (15.56) / 7717 | 32.5 °C | 60 % | 1000.0 mbar | 120.5 | 11/13/2015 9:42:23 AM |



DATA FOR TEST: SATRIA FU STROKE TEST 01 003

Comments

STROKE STANDART BB PERTAMAX

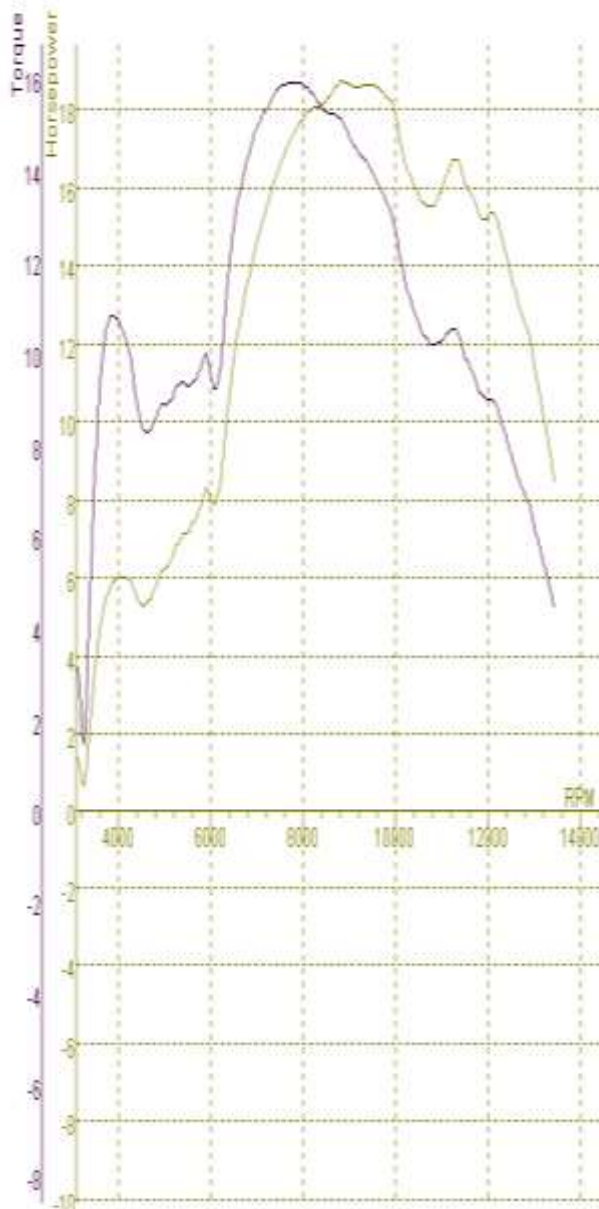
| RPM | HP (HPQ) (N*M/M) | T |
|-------|------------------|-------|
| 3500 | 4.2 | 8.49 |
| 4000 | 5.6 | 9.98 |
| 4500 | 5.7 | 8.96 |
| 5000 | 6.2 | 8.85 |
| 5500 | 5.3 | 6.85 |
| 6000 | 6.9 | 8.18 |
| 6500 | 12.1 | 13.30 |
| 7000 | 14.7 | 14.98 |
| 7500 | 16.3 | 15.48 |
| 7717 | 16.9 | 15.56 |
| 8000 | 17.3 | 15.40 |
| 8500 | 18.0 | 15.05 |
| 9000 | 18.4 | 14.54 |
| 9207 | 18.5 | 14.26 |
| 9500 | 18.2 | 13.60 |
| 10000 | 17.1 | 12.14 |
| 10500 | 16.3 | 10.98 |
| 11000 | 16.0 | 10.30 |
| 11500 | 15.8 | 9.71 |
| 12000 | 15.1 | 8.90 |
| 12500 | 13.1 | 7.37 |
| 13000 | 10.7 | 5.79 |

LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
 TOTAL ENGINE: 18.5HP 15.56N*M*M

SPORIDINO V13
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|------------------------------|-----------|----------------------|----------|------------|-------------|-------|-----------------------|
| SATRIA FU STROKE TEST 01 004 | 18.7 | 15.93 (15.93) / 7809 | 32.5 °C | 60 % | 1000.0 mbar | 122.9 | 11/03/2015 9:42:48 AM |



DATA FOR TEST: SATRIA FU STROKE TEST 01 004

Comments
 STROKE STANDART BB PERTAMAX

| RPM | HP (BHP) | (N·M·M) | T |
|-------------|-------------|--------------|------|
| 3500 | 4.0 | 8.30 | 0.92 |
| 4000 | 6.0 | 10.65 | 1.26 |
| 4500 | 5.3 | 8.37 | 1.66 |
| 5000 | 6.2 | 8.87 | 2.06 |
| 5500 | 7.2 | 9.27 | 2.44 |
| 6000 | 7.9 | 9.40 | 2.82 |
| 6500 | 11.9 | 13.01 | 3.08 |
| 7000 | 14.8 | 15.03 | 3.32 |
| 7500 | 16.8 | 15.84 | 3.54 |
| 7809 | 18.7 | 15.93 | 3.66 |
| 8000 | 17.8 | 15.83 | 3.76 |
| 8500 | 18.3 | 15.25 | 4.00 |
| 8879 | 18.7 | 15.03 | 4.16 |
| 9000 | 18.6 | 14.67 | 4.24 |
| 9500 | 18.6 | 13.90 | 4.50 |
| 10000 | 17.7 | 12.51 | 4.80 |
| 10500 | 15.7 | 10.62 | 5.12 |
| 11000 | 16.0 | 10.31 | 5.48 |
| 11500 | 16.1 | 9.87 | 5.84 |
| 12000 | 15.3 | 9.01 | 6.22 |
| 12500 | 13.7 | 7.72 | 6.68 |
| 13000 | 11.3 | 6.11 | 7.24 |

LOSSES: 0.0 HP 0.08*N*M*M
 TOTAL ENGINE: 18.7HP 15.93*N*M*M

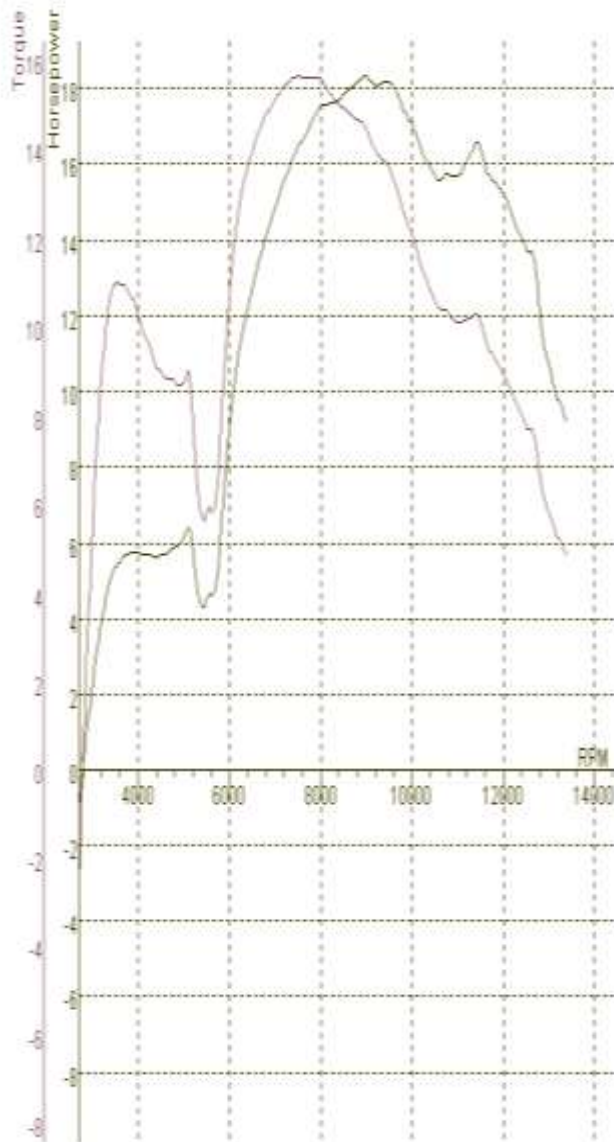
SPORTIVO V1.3
 DYNAMOMETER: SD925
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|-----------------------------|--------------------|----------------------|----------|------------|-------------|-------|------------------------|
| SATRA FU STROKE TEST 01 005 | 18.3 (18.5) / 8983 | 15.64 (16.18) / 7523 | 32.5 °C | 60 % | 1000.0 mbar | 121.9 | 11/03/2015 10:04:53 AM |

DATA FOR TEST: SATRA FU STROKE TEST 01 005

Comments
 STROKE STANDART 88 PERTAMAX PLUS



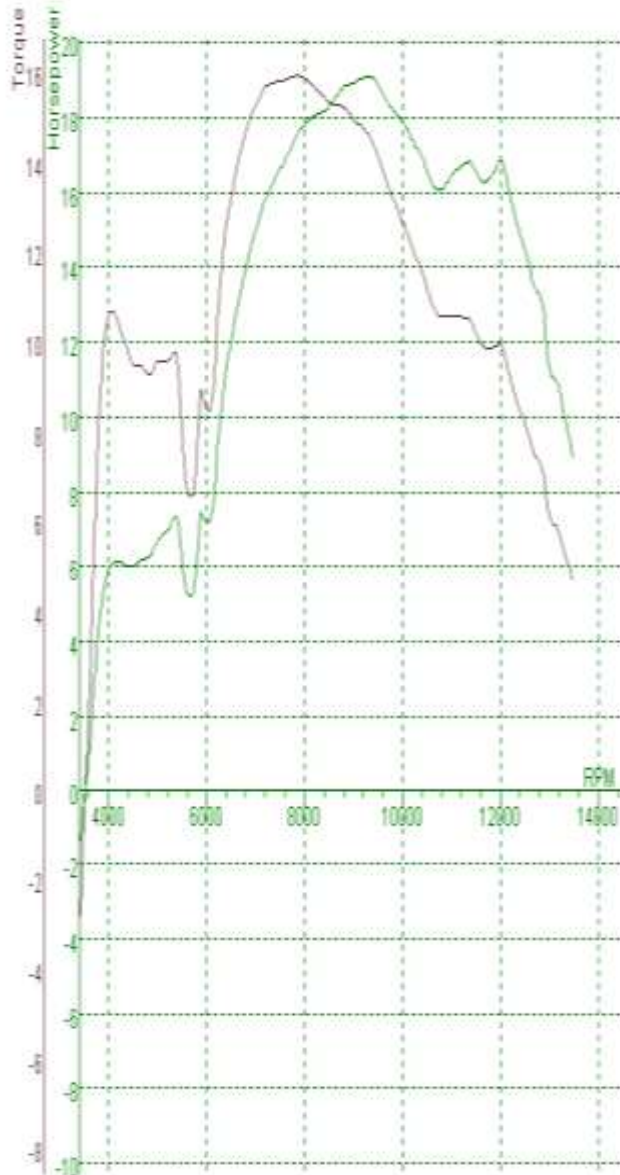
| RPM | HP (HP) | (N·M·M) | T |
|-------------|-------------|--------------|-------------|
| 3000 | 2.3 | 5.57 | 0.80 |
| 3500 | 5.4 | 10.98 | 1.14 |
| 4000 | 5.7 | 10.19 | 1.48 |
| 4500 | 5.7 | 8.99 | 1.86 |
| 5000 | 6.2 | 8.81 | 2.26 |
| 5500 | 4.6 | 5.96 | 2.86 |
| 6000 | 9.2 | 10.97 | 3.18 |
| 6500 | 12.8 | 13.98 | 3.42 |
| 7000 | 15.0 | 15.17 | 3.66 |
| 7500 | 16.5 | 15.64 | 3.88 |
| 7523 | 16.5 | 15.64 | 3.88 |
| 8000 | 17.5 | 15.52 | 4.12 |
| 8500 | 17.8 | 14.90 | 4.34 |
| 8983 | 18.3 | 14.47 | 4.58 |
| 9000 | 18.3 | 14.40 | 4.60 |
| 9500 | 18.2 | 13.55 | 4.86 |
| 10000 | 17.0 | 12.03 | 5.16 |
| 10500 | 15.6 | 10.52 | 5.50 |
| 11000 | 15.7 | 10.10 | 5.84 |
| 11500 | 16.5 | 10.13 | 6.18 |
| 12000 | 15.2 | 8.95 | 6.58 |
| 12500 | 13.7 | 7.72 | 7.04 |
| 13000 | 10.6 | 5.77 | 7.60 |

LOSSES: -0.2 HP -0.5N*M*M
 TOTAL ENGINE: 18.5HP 16.18N*M*M

SPORTDINO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|----------|------------|--------------|-------|------------------------|
| SATRIA FU STROKE TEST 01 006 | 19.1 (19.5) / 92.8 | 15.92 (16.39) / 78.52 | 32.5 °C | 60 % | 1000.0 mbars | 123.1 | 11/03/2015 10:05:20 AM |



DATA FOR TEST: SATRIA FU STROKE TEST 01 006

Comments

STROKE STANDART 88 PERTAMAX PLUS

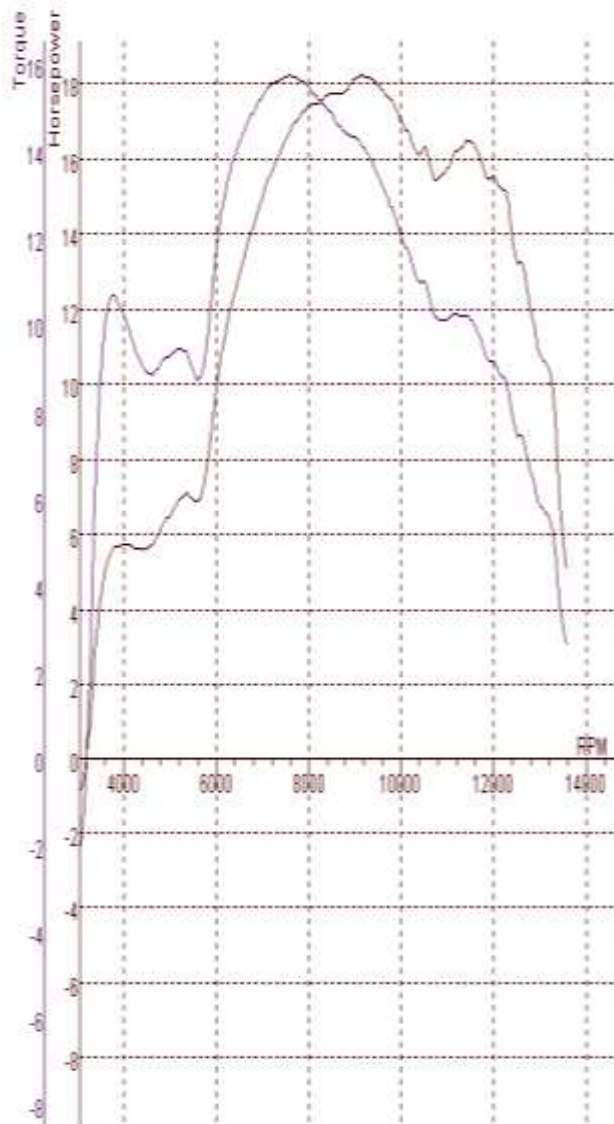
| RPM | HP (HP) | (N·M·N) | I |
|-------|---------|---------|------|
| 4000 | 6.0 | 10.66 | 0.96 |
| 4500 | 6.0 | 9.48 | 1.32 |
| 5000 | 6.7 | 9.55 | 1.70 |
| 5500 | 6.0 | 7.70 | 2.14 |
| 6000 | 7.1 | 8.40 | 2.56 |
| 6500 | 12.2 | 13.33 | 2.80 |
| 7000 | 15.0 | 15.29 | 3.02 |
| 7500 | 16.7 | 15.80 | 3.26 |
| 782 | 17.5 | 15.92 | 3.40 |
| 8000 | 17.8 | 15.83 | 3.48 |
| 8500 | 18.3 | 15.33 | 3.70 |
| 9000 | 19.0 | 14.90 | 3.96 |
| 928 | 19.1 | 14.64 | 4.08 |
| 9500 | 18.9 | 14.11 | 4.20 |
| 10000 | 17.9 | 12.62 | 4.50 |
| 10500 | 16.5 | 11.11 | 4.82 |
| 11000 | 16.5 | 10.59 | 5.16 |
| 11500 | 16.5 | 10.15 | 5.50 |
| 12000 | 16.9 | 9.93 | 5.86 |
| 12500 | 14.5 | 8.16 | 6.30 |
| 13000 | 11.2 | 6.05 | 6.84 |

LOSSES: -0.3 HP -0.79 N·M·N
 TOTAL ENGINE: 19.5 HP 16.58 N·M·N

SPORIDINO V1.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|------------------------------|--------------------|----------------------|----------|------------|-------------|-------|------------------------|
| SATHIA FU STROKE TEST 01 008 | 18.2 (18.5) / 9130 | 15.72 (16.36) / 7579 | 32.5 °C | 60 % | 1000.0 mbar | 123.9 | 11/13/2015 10:25:19 AM |



DATA FOR TEST: SATHIA FU STROKE TEST 01 008

Comments
 STROKE STANDARD HB BENSOL

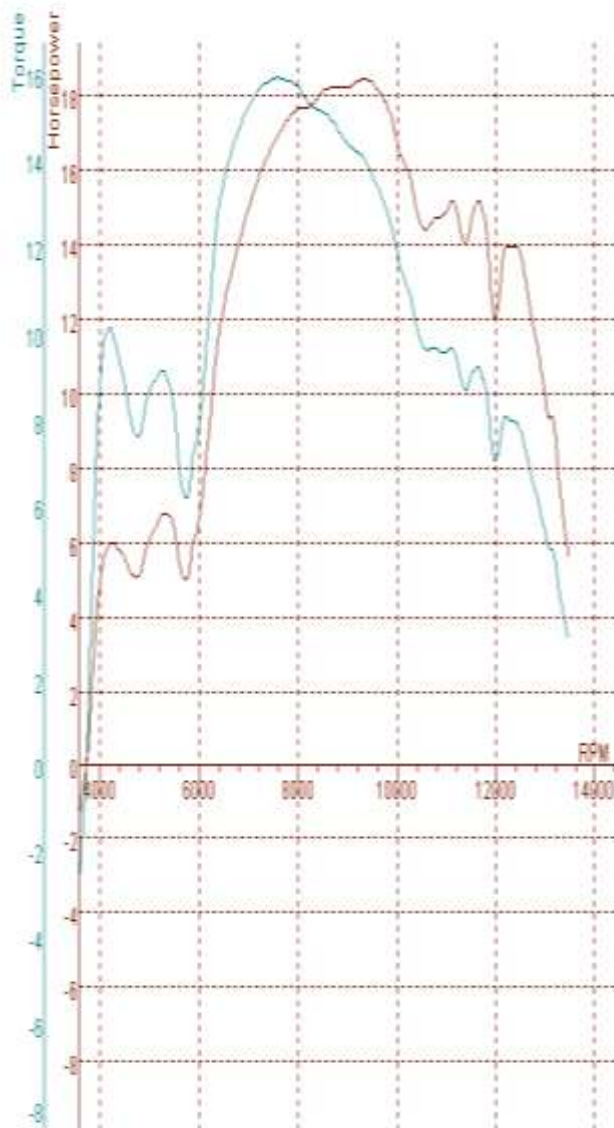
| RPM | HP (HP) (N·M·M) | T |
|-------|-----------------|-------|
| 3500 | 4.4 | 9.00 |
| 4000 | 5.7 | 10.17 |
| 4500 | 5.6 | 8.89 |
| 5000 | 6.6 | 9.30 |
| 5500 | 6.9 | 8.88 |
| 6000 | 10.1 | 11.99 |
| 6500 | 13.0 | 14.25 |
| 7000 | 15.0 | 15.27 |
| 7500 | 16.6 | 15.71 |
| 7579 | 16.7 | 16.72 |
| 8000 | 17.4 | 15.46 |
| 8500 | 17.7 | 14.83 |
| 9000 | 18.1 | 14.30 |
| 9130 | 18.2 | 14.15 |
| 9500 | 17.9 | 13.41 |
| 10000 | 16.9 | 11.93 |
| 10500 | 16.3 | 10.97 |
| 11000 | 15.8 | 10.15 |
| 11500 | 16.4 | 10.11 |
| 12000 | 15.5 | 9.12 |
| 12500 | 13.2 | 7.44 |
| 13000 | 10.7 | 5.81 |
| 13500 | 5.7 | 2.99 |

LOSSES: -0.3 HP -0.6N·M·M
 TOTAL ENGINE: 18.5HP 16.36N·M·M

SPORIDINO VL3
 DYNAMOMETER: 10325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|------------------------------|---------------------|---------------------|----------|------------|-------------|-------|------------------------|
| SATHIA FU STROKE TEST 01 009 | 18.4 (18.8) / 19308 | 13.9 (14.54) / 7285 | 32.5 °C | 60 % | 1000.0 mbar | 129.1 | 11/03/2015 10:25:45 AM |



DATA FOR TEST: SATHIA FU STROKE TEST 01 009

Comments
 STROKE STANDARD 88 BEH00L

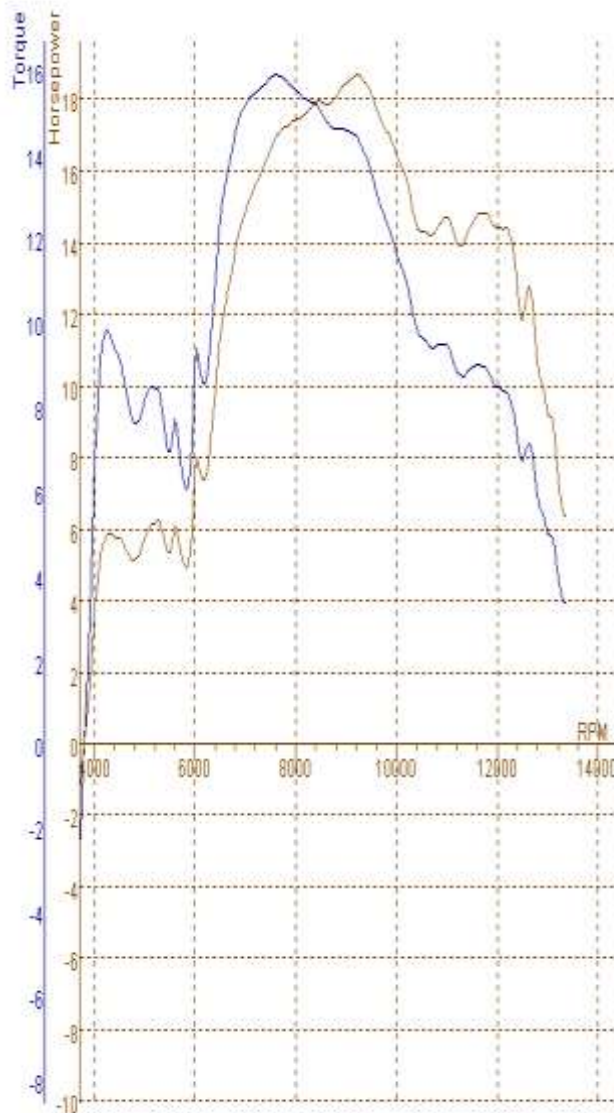
| RPM | HP (BHP) | (N·M·M) | T |
|-------|----------|---------|------|
| 4000 | 5.2 | 9.26 | 0.84 |
| 4500 | 5.5 | 8.68 | 1.24 |
| 5000 | 6.2 | 8.79 | 1.68 |
| 5500 | 6.1 | 7.90 | 2.12 |
| 6000 | 6.8 | 8.07 | 2.56 |
| 6500 | 12.4 | 13.56 | 2.80 |
| 7000 | 15.1 | 15.33 | 3.04 |
| 7500 | 16.8 | 15.90 | 3.26 |
| 7665 | 16.9 | 15.91 | 3.28 |
| 8000 | 17.6 | 15.63 | 3.50 |
| 8500 | 18.1 | 15.12 | 3.72 |
| 9000 | 18.2 | 14.34 | 3.98 |
| 9328 | 18.4 | 14.04 | 4.14 |
| 9500 | 18.3 | 13.65 | 4.24 |
| 10000 | 16.7 | 11.84 | 4.54 |
| 10500 | 14.4 | 9.74 | 4.90 |
| 11000 | 14.9 | 9.59 | 5.28 |
| 11500 | 14.7 | 9.06 | 5.68 |
| 12000 | 12.0 | 7.08 | 6.12 |
| 12500 | 13.7 | 7.74 | 6.58 |
| 13000 | 9.7 | 5.27 | 7.24 |

LOSSES: -0.4 HP -0.79 N·M·M
 TOTAL ENGINE: 18.82 HP 16.649 N·M·M

SPORTDINO V3.3
 DYNAMOMETER: SD925
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: 100.1583
 NOTE: Load Cell Included.

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|------------------------------|--------------------|----------------------|----------|------------|-------------|-------|------------------------|
| SATRIA FU STROKE TEST 01 010 | 18.7 (19.0) / 9211 | 15.87 (16.40) / 7611 | 32.5 °C | 60 % | 1000.0 mbar | 122.6 | 11/13/2015 10:26:17 AM |



DATA FOR TEST: SATRIA FU STROKE TEST 01 010

Comments
 STROKE STANDART BB BENSON

| RPM | HP (HEPQ (N*M*M)) | T | |
|-------|-------------------|-------|------|
| 4000 | 3.8 | 6.80 | 0.74 |
| 4500 | 5.7 | 9.07 | 1.12 |
| 5000 | 5.8 | 8.27 | 1.38 |
| 5500 | 5.4 | 6.95 | 2.04 |
| 6000 | 8.0 | 9.49 | 2.54 |
| 6500 | 11.6 | 12.67 | 2.80 |
| 7000 | 15.0 | 15.23 | 3.04 |
| 7500 | 16.7 | 15.83 | 3.26 |
| 7611 | 17.0 | 15.87 | 3.30 |
| 8000 | 17.4 | 15.50 | 3.48 |
| 8500 | 17.9 | 14.93 | 3.74 |
| 9000 | 18.5 | 14.54 | 3.98 |
| 9211 | 18.7 | 14.39 | 4.08 |
| 9500 | 18.0 | 13.42 | 4.26 |
| 10000 | 16.4 | 11.61 | 4.56 |
| 10500 | 14.3 | 9.63 | 4.94 |
| 11000 | 14.7 | 9.45 | 5.32 |
| 11500 | 14.6 | 8.96 | 5.72 |
| 12000 | 14.4 | 8.46 | 6.14 |
| 12500 | 11.9 | 6.72 | 6.62 |
| 13000 | 9.2 | 4.98 | 7.30 |

LOSSES: -0.3 HP -0.58*N*M*M
 TOTAL ENGINE: 19.0HP 16.40*N*M*M

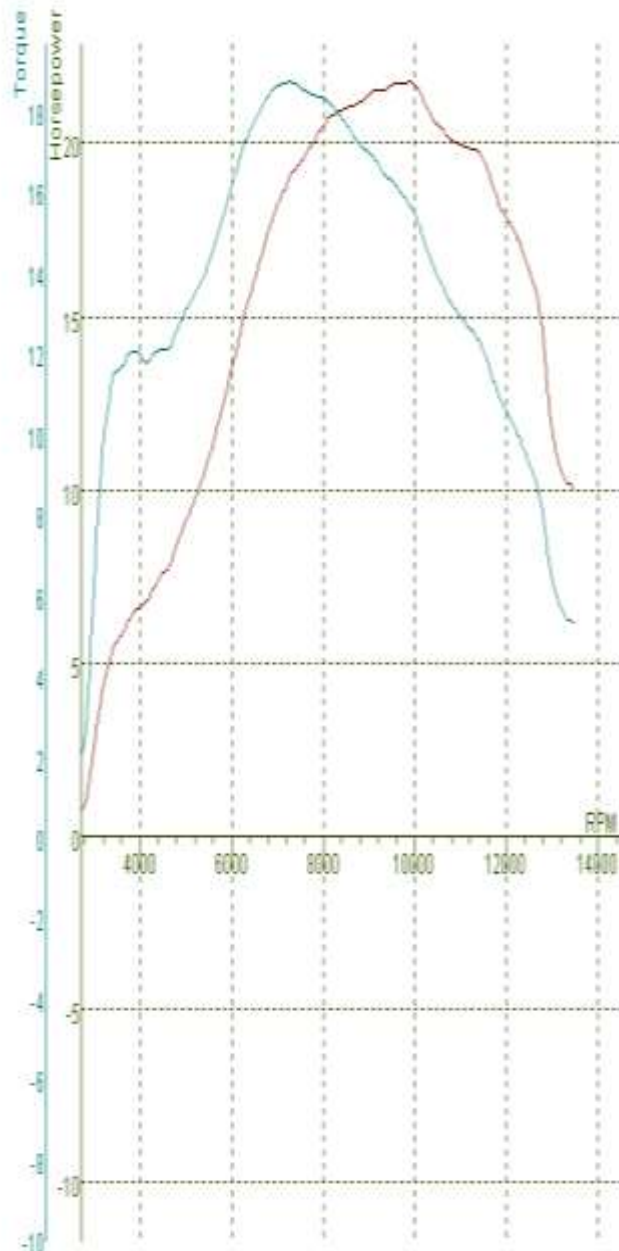
SPORTDINO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

| TEST NAME | MAY POWER | MAY TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|-----------------------|--------------------|----------------------|----------|------------|-------------|-------|------------------------|
| SATHIA PU TEST 01 008 | 21.8 (21.8) / 9846 | 18.69 (18.69) / 7276 | 32.5 °C | 60 % | 1000.0 mbar | 123.0 | 10/30/2015 10:55:49 AM |

DATA FOR TEST: SATHIA PU TEST 01 008

Comments
 STROKE 3 MM PISTONMAX



| RPM | HP (HEP) | (N·M·M) | T |
|-------|----------|---------|------|
| 3000 | 2.9 | 6.85 | 0.70 |
| 3500 | 5.7 | 11.55 | 1.00 |
| 4000 | 6.7 | 11.89 | 1.30 |
| 4500 | 7.7 | 12.08 | 1.60 |
| 5000 | 9.2 | 13.11 | 1.86 |
| 5500 | 11.1 | 14.36 | 2.10 |
| 6000 | 13.6 | 16.19 | 2.30 |
| 6500 | 16.3 | 17.80 | 2.50 |
| 7000 | 18.2 | 18.60 | 2.68 |
| 7276 | 19.0 | 18.69 | 2.78 |
| 7500 | 19.5 | 18.51 | 2.88 |
| 8000 | 20.6 | 18.26 | 3.08 |
| 8500 | 21.1 | 17.59 | 3.28 |
| 9000 | 21.4 | 16.93 | 3.48 |
| 9500 | 21.7 | 16.23 | 3.70 |
| 9846 | 21.8 | 15.71 | 3.86 |
| 10000 | 21.7 | 15.38 | 3.94 |
| 10500 | 20.5 | 13.86 | 4.20 |
| 11000 | 20.0 | 12.85 | 4.48 |
| 11500 | 19.5 | 11.99 | 4.78 |
| 12000 | 17.8 | 10.50 | 5.12 |
| 12500 | 16.3 | 9.22 | 5.50 |
| 13000 | 11.6 | 6.29 | 6.02 |
| 13500 | 9.9 | 5.17 | 6.70 |

LOSSES: 0.0 HP 0.00 N·M·M
 TOTAL ENGINE: 21.8 HP 18.69 N·M·M

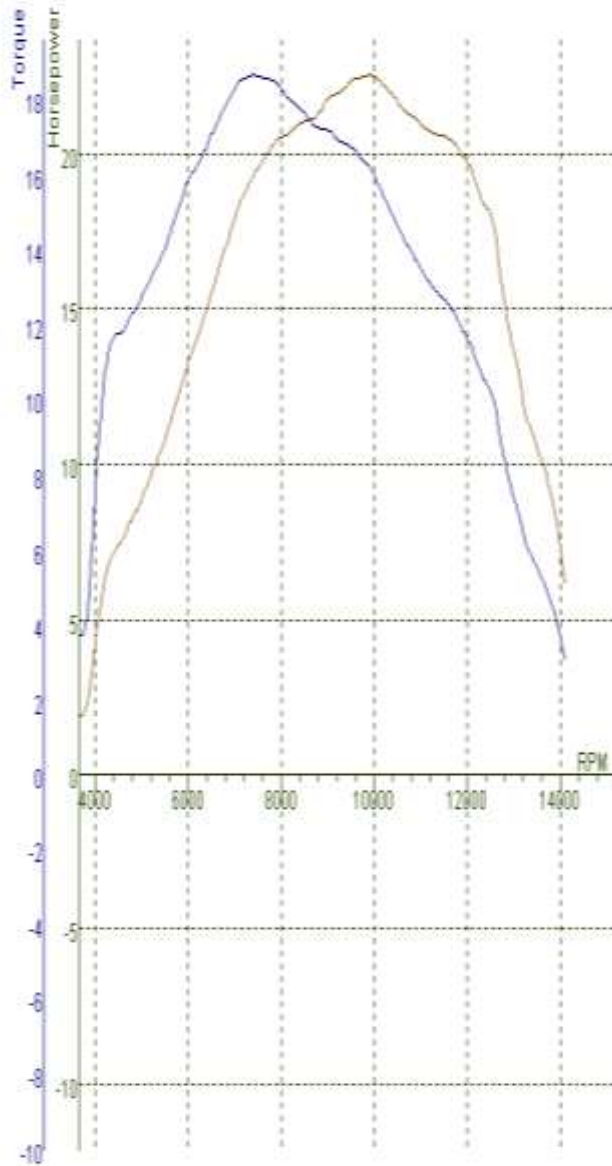
SPORIDINO V1.3
 DYNAMOMETER: 00325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: 200.1585
 NOTE: Load Cell Included.

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|-----------------------|--------------------|----------------------|----------|------------|------------|-------|------------------------|
| SATHIA FU TEST 01 009 | 22.5 (22.5) / 9893 | 18.64 (18.64) / 7409 | 32.5 °C | 80 % | 10000 mbar | 127.9 | 10/30/2015 10:56:15 AM |

DATA FOR TEST: SATHIA FU TEST 01 009

Comments
 STROKE 3 MM PERTAMAX



| RPM | HP (HP) (N*M/M) | T |
|-------|-----------------|-------|
| 4000 | 4.2 | 7.38 |
| 4500 | 7.5 | 11.79 |
| 5000 | 9.0 | 12.77 |
| 5500 | 10.9 | 14.09 |
| 6000 | 13.4 | 15.91 |
| 6500 | 15.7 | 17.17 |
| 7000 | 18.0 | 18.34 |
| 7409 | 19.3 | 18.64 |
| 7500 | 19.6 | 18.62 |
| 8000 | 20.5 | 18.24 |
| 8500 | 21.0 | 17.59 |
| 9000 | 21.7 | 17.17 |
| 9500 | 22.4 | 16.70 |
| 9893 | 22.5 | 16.18 |
| 10000 | 22.5 | 15.92 |
| 10500 | 21.6 | 14.60 |
| 11000 | 20.9 | 13.47 |
| 11500 | 20.6 | 12.66 |
| 12000 | 19.7 | 11.61 |
| 12500 | 18.1 | 10.23 |
| 13000 | 13.6 | 7.39 |
| 13500 | 10.4 | 5.45 |
| 14000 | 7.2 | 3.63 |

LOSSES: 0.0 HP 0.0 N*M*M
 TOTAL ENGINE: 22.5 HP 18.64 N*M*M

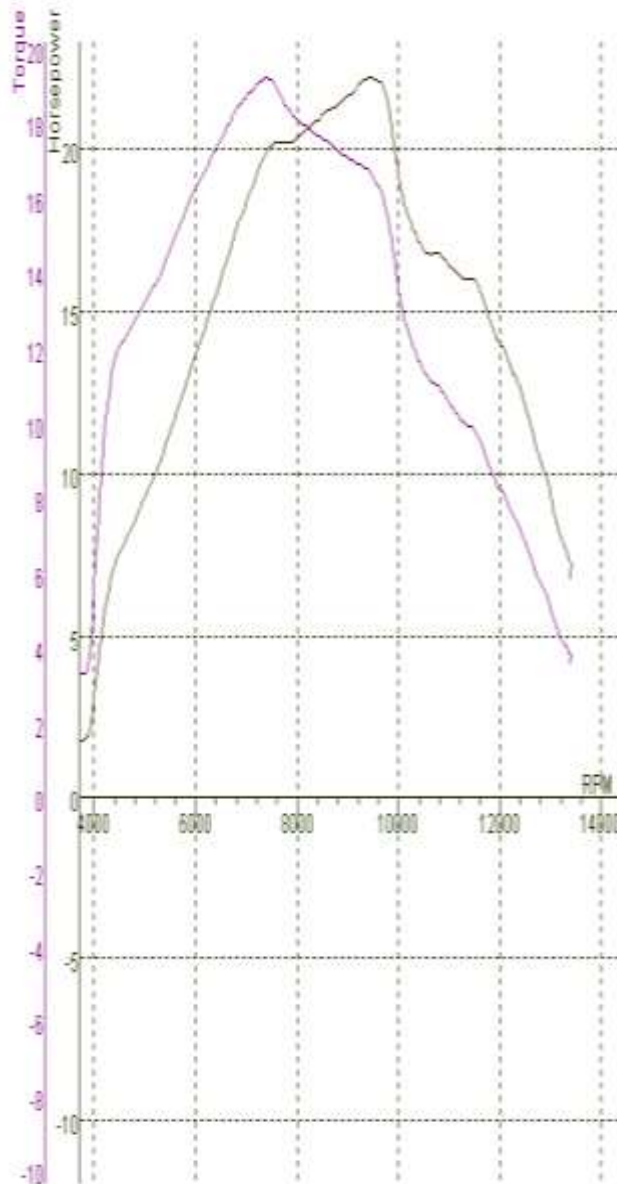
SPORIDINO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: 100.1585
 NOTE: Load Cell Included

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|-----------------------|--------------------|----------------------|----------|------------|-------------|-------|------------------------|
| SATRIA FU TEST 01 010 | 22.1 (22.1) / 9439 | 19.20 (19.20) / 7381 | 32.5 °C | 60 % | 1000.0 mbar | 125.2 | 10/09/2015 10:56:42 AM |

DATA FOR TEST: SATRIA FU TEST 01 010

Comment
 STROKE 3 MM PERTAMAI



| RPM | HP (HP) | (N*M/M) | T |
|-------|---------|---------|------|
| 4000 | 3.5 | 6.28 | 0.80 |
| 4500 | 7.7 | 12.13 | 1.10 |
| 5000 | 9.4 | 13.31 | 1.38 |
| 5500 | 11.4 | 14.72 | 1.62 |
| 6000 | 13.8 | 16.37 | 1.84 |
| 6500 | 16.0 | 17.61 | 2.04 |
| 7000 | 18.4 | 18.74 | 2.24 |
| 7500 | 19.8 | 19.20 | 2.38 |
| 7500 | 20.1 | 19.09 | 2.44 |
| 8000 | 20.3 | 18.08 | 2.64 |
| 8500 | 21.0 | 17.57 | 2.86 |
| 9000 | 21.6 | 17.05 | 3.08 |
| 9439 | 22.1 | 16.64 | 3.28 |
| 9500 | 22.1 | 16.45 | 3.32 |
| 10000 | 18.8 | 13.33 | 3.60 |
| 10500 | 16.9 | 11.36 | 3.92 |
| 11000 | 16.4 | 10.51 | 4.28 |
| 11500 | 15.9 | 9.75 | 4.66 |
| 12000 | 14.0 | 8.23 | 5.10 |
| 12500 | 11.9 | 6.74 | 5.64 |
| 13000 | 9.1 | 4.94 | 6.36 |

LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
 TOTAL ENGINE: 22.1HP 19.20N*M*M

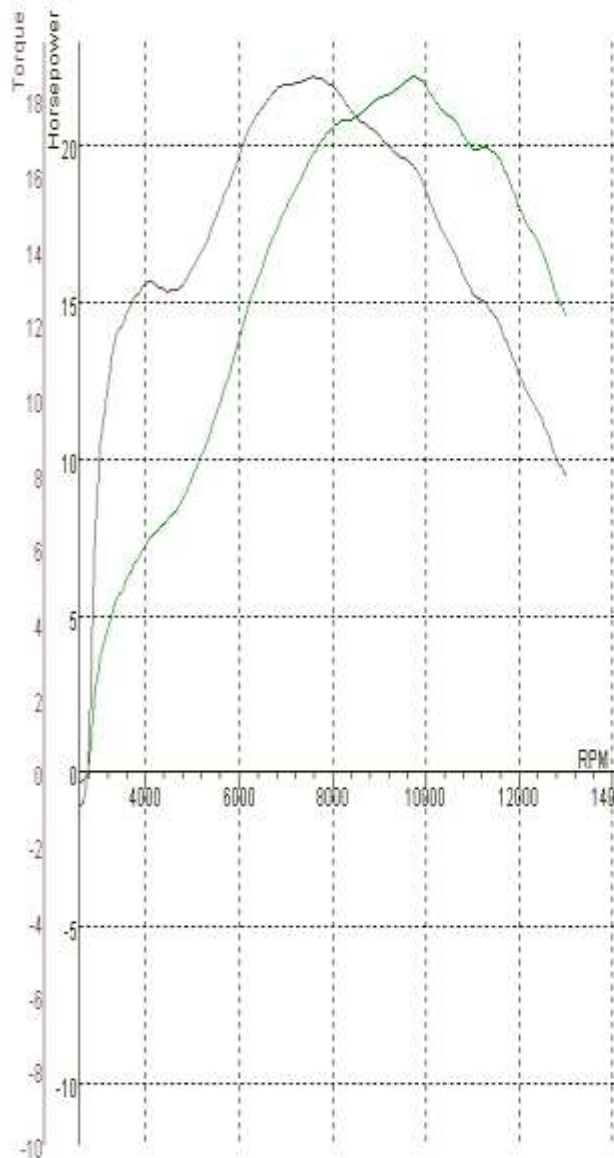
SPORTDINO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|-----------------------|--------------------|----------------------|----------|------------|-------------|-------|------------------------|
| SATRIA FU TEST 01 005 | 22.2 (22.3) / 9727 | 18.60 (18.98) / 7590 | 33.5 °C | 60 % | 1000.0 mbar | 117.6 | 10/30/2015 10:36:37 AM |

DATA FOR TEST: SATRIA FU TEST 01 005

Comments
 STROKE 3 MM PERTAMAX PLUS



| RPM | HP (HEQ) | (N*M*M) | T |
|-------|----------|---------|------|
| 3000 | 3.4 | 8.12 | 0.94 |
| 3500 | 5.9 | 12.10 | 1.24 |
| 4000 | 7.4 | 13.12 | 1.50 |
| 4500 | 8.1 | 12.88 | 1.76 |
| 5000 | 9.5 | 13.56 | 2.02 |
| 5500 | 11.5 | 14.90 | 2.24 |
| 6000 | 13.9 | 16.53 | 2.44 |
| 6500 | 16.3 | 17.85 | 2.64 |
| 7000 | 18.0 | 18.41 | 2.82 |
| 7500 | 19.6 | 18.59 | 3.02 |
| 7590 | 19.8 | 18.60 | 3.04 |
| 8000 | 20.6 | 18.34 | 3.20 |
| 8500 | 20.9 | 17.53 | 3.40 |
| 9000 | 21.6 | 16.98 | 3.62 |
| 9500 | 22.0 | 16.44 | 3.82 |
| 9727 | 22.2 | 16.22 | 3.92 |
| 10000 | 21.8 | 15.47 | 4.06 |
| 10500 | 20.9 | 14.09 | 4.32 |
| 11000 | 19.9 | 12.83 | 4.58 |
| 11500 | 19.7 | 12.12 | 4.88 |
| 12000 | 18.0 | 10.63 | 5.20 |
| 12500 | 16.5 | 9.33 | 5.58 |
| 13000 | 14.6 | 7.91 | 6.02 |

LOSSES: -0.1 HP -0.4N*M*M
 TOTAL ENGINE: 22.3HP 18.98N*M*M

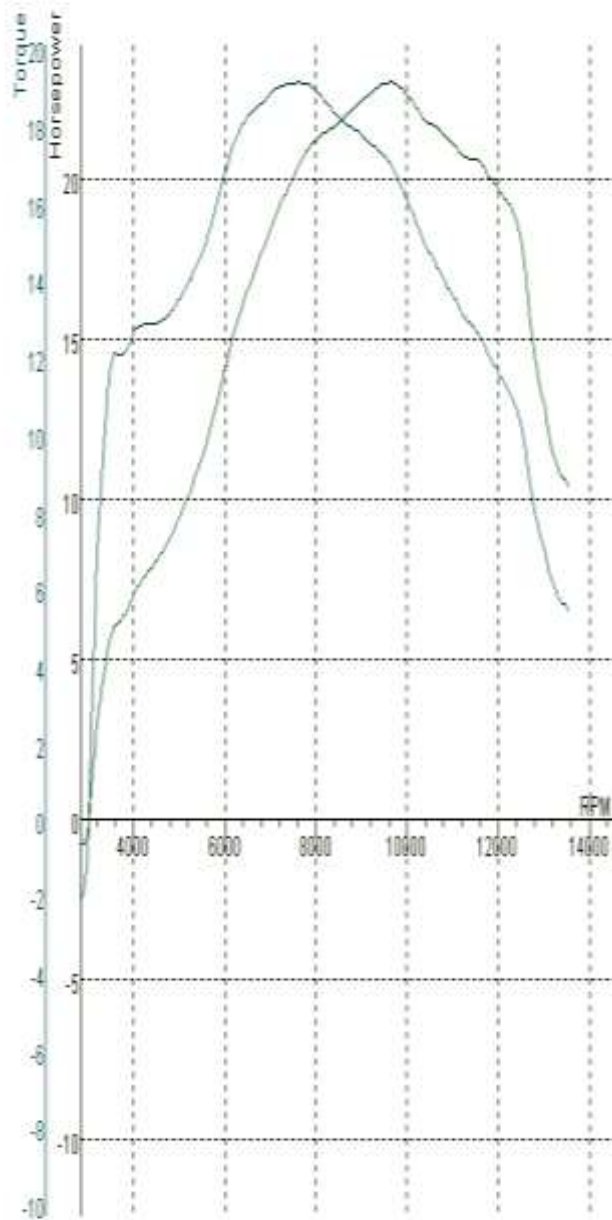
SPORIDINO V1.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|-----------------------|--------------------|----------------------|----------|------------|-------------|-------|------------------------|
| SATHIA FU TEST 01 006 | 23.0 (23.1) / 9652 | 19.12 (19.31) / 7618 | 33.5 °C | 60 % | 1000.0 mbar | 123.6 | 10/20/2015 10:37:08 AM |

DATA FOR TEST: SATHIA FU TEST 01 006

Comments
 STROKE 3 MM PERTAMAX PLUS



| RPM | HP (HP) | (N*M/M) | T |
|-------|---------|---------|------|
| 3500 | 5.9 | 11.94 | 1.04 |
| 4000 | 7.1 | 12.68 | 1.32 |
| 4500 | 8.1 | 12.87 | 1.58 |
| 5000 | 9.4 | 13.50 | 1.84 |
| 5500 | 11.4 | 14.75 | 2.08 |
| 6000 | 14.1 | 16.80 | 2.28 |
| 6500 | 16.7 | 18.26 | 2.49 |
| 7000 | 18.5 | 18.84 | 2.66 |
| 7500 | 20.1 | 19.11 | 2.84 |
| 7618 | 20.4 | 19.12 | 2.88 |
| 8000 | 21.2 | 18.86 | 3.04 |
| 8500 | 21.8 | 18.17 | 3.24 |
| 9000 | 22.5 | 17.73 | 3.44 |
| 9500 | 23.0 | 17.19 | 3.64 |
| 9652 | 23.0 | 16.96 | 3.70 |
| 10000 | 22.6 | 15.99 | 3.88 |
| 10500 | 21.7 | 14.65 | 4.12 |
| 11000 | 21.1 | 13.59 | 4.38 |
| 11500 | 20.6 | 12.70 | 4.66 |
| 12000 | 19.6 | 11.57 | 4.98 |
| 12500 | 18.1 | 10.25 | 5.30 |
| 13000 | 12.9 | 7.01 | 5.82 |
| 13500 | 10.6 | 5.54 | 6.46 |

LOSSES: -0.1 HP -0.28 N*M/M
 TOTAL ENGINE: 23.1 HP 19.31 N*M/M

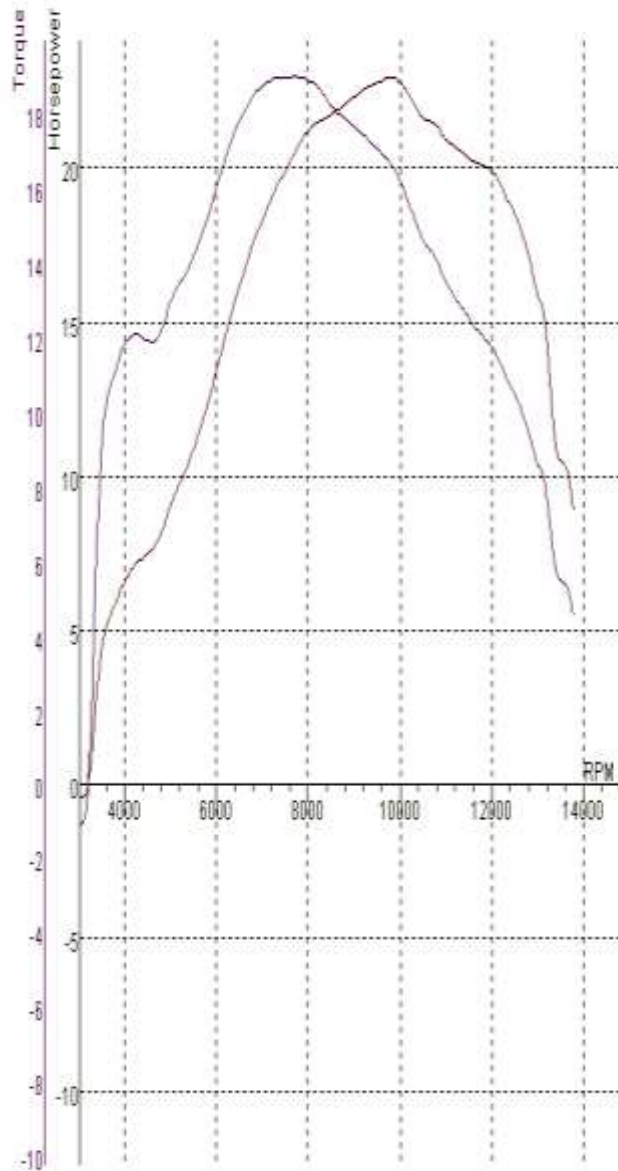
SPORIDINO V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|-----------------------|--------------------|----------------------|----------|------------|-------------|-------|------------------------|
| SATRIA FU TEST 01 007 | 23.0 (23.0) / 9790 | 19.01 (19.11) / 7707 | 33.5 °C | 60 % | 1000.0 mbar | 124.5 | 10/30/2015 10:37:32 AM |

DATA FOR TEST: SATRIA FU TEST 01 007

Comments
 STROKE 3 MM PERTAMAX PLUS



| RPM | HP (HP@) | N°M°M | T |
|-------|----------|-------|------|
| 3500 | 4.6 | 9.34 | 0.90 |
| 4000 | 6.7 | 11.88 | 1.20 |
| 4500 | 7.5 | 11.91 | 1.48 |
| 5000 | 9.2 | 13.10 | 1.76 |
| 5500 | 11.1 | 14.34 | 2.00 |
| 6000 | 13.7 | 16.22 | 2.20 |
| 6500 | 16.2 | 17.86 | 2.38 |
| 7000 | 18.6 | 18.81 | 2.58 |
| 7500 | 20.1 | 18.99 | 2.76 |
| 7707 | 20.5 | 19.01 | 2.82 |
| 8000 | 21.2 | 18.88 | 2.94 |
| 8500 | 21.7 | 18.16 | 3.14 |
| 9000 | 22.3 | 17.60 | 3.34 |
| 9500 | 22.8 | 17.03 | 3.54 |
| 9790 | 23.0 | 16.68 | 3.66 |
| 10000 | 22.8 | 16.15 | 3.76 |
| 10500 | 21.6 | 14.62 | 4.00 |
| 11000 | 20.9 | 13.41 | 4.28 |
| 11500 | 20.3 | 12.48 | 4.56 |
| 12000 | 19.8 | 11.69 | 4.86 |
| 12500 | 18.4 | 10.42 | 5.20 |
| 13000 | 15.8 | 8.56 | 5.60 |
| 13500 | 10.5 | 5.47 | 6.18 |

LOSSES: 0.0 HP -0.1N°M°M
 TOTAL ENGINE: 23.0HP 19.11N°M°M

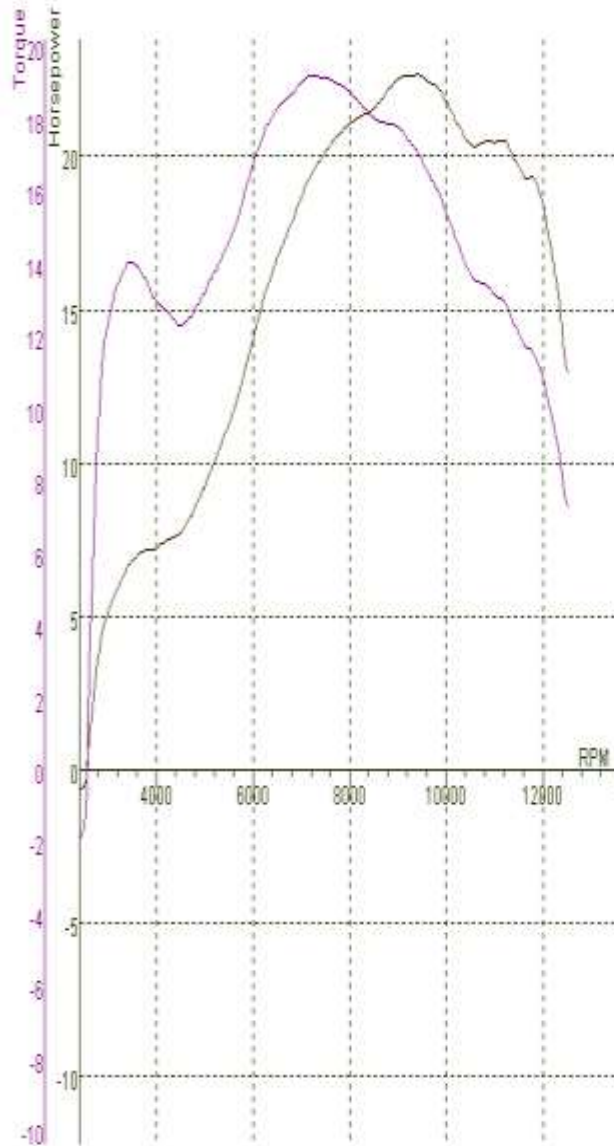
SPORTDYN V3.3
 DYNAMOMETER: SD325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|-----------------------|--------------------|----------------------|----------|------------|-------------|-------|-----------------------|
| SATRIA FU TEST 01 002 | 22.6 (22.9) / 9396 | 19.23 (19.83) / 7203 | 33.5 °C | 60 % | 1000.0 mbar | 131.0 | 10/30/2015 9:58:56 AM |

DATA FOR TEST: SATRIA FU TEST 01 002

Comments
 STROKE 3 MM BENSOL



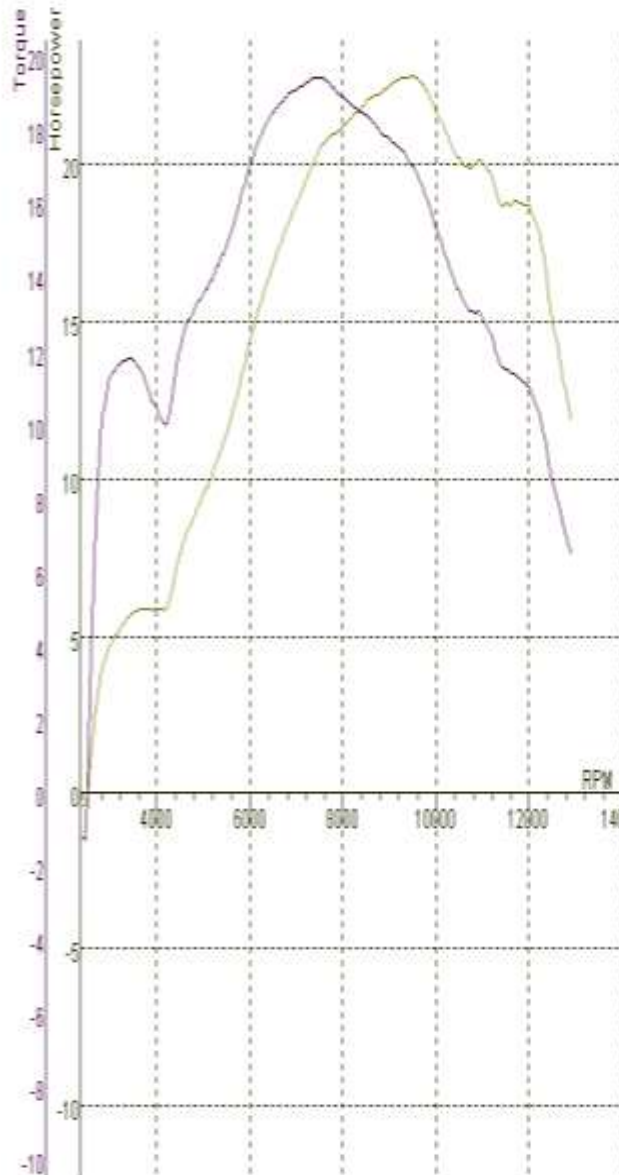
| RPM | HP (HP) | (N*M*M) | I |
|-------|---------|---------|------|
| 3000 | 5.2 | 12.50 | 1.08 |
| 3500 | 6.9 | 14.03 | 1.42 |
| 4000 | 7.3 | 12.95 | 1.78 |
| 4500 | 7.8 | 12.31 | 2.14 |
| 5000 | 9.3 | 13.27 | 2.50 |
| 5500 | 11.3 | 14.67 | 2.82 |
| 6000 | 14.1 | 16.77 | 3.08 |
| 6500 | 16.7 | 18.33 | 3.34 |
| 7000 | 18.7 | 19.05 | 3.58 |
| 7203 | 19.5 | 19.23 | 3.68 |
| 7500 | 20.2 | 19.12 | 3.84 |
| 8000 | 21.1 | 18.72 | 4.08 |
| 8500 | 21.6 | 18.03 | 4.34 |
| 9000 | 22.5 | 17.77 | 4.60 |
| 9396 | 22.6 | 17.11 | 4.82 |
| 9500 | 22.5 | 16.76 | 4.90 |
| 10000 | 21.7 | 15.35 | 5.20 |
| 10500 | 20.3 | 13.70 | 5.54 |
| 11000 | 20.4 | 13.16 | 5.88 |
| 11500 | 19.6 | 12.03 | 6.28 |
| 12000 | 18.4 | 10.85 | 6.70 |
| 12500 | 13.0 | 7.32 | 7.28 |

LOSSES: -0.2 HP -0.6N*M*M
 TOTAL ENGINE: 22.9HP 19.83N*M*M

SPORTINO V1.3
 DYNAMOMETER: 30325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction
 Correction Factor: 100.1585
 NOTE: Load Cell Included

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|-----------------------|-----------|-----------------------|----------|------------|-------------|-------|-----------------------|
| SATHIA FU TEST 01 003 | 22.8 | 19.44 (19.66) / 17469 | 33.5 °C | 68 % | 1000.0 mbar | 135.2 | 10/30/2015 9:59:22 AM |



DATA FOR TEST: SATHIA FU TEST 01 003

Comment:
 STROKE 3 MM BENCH

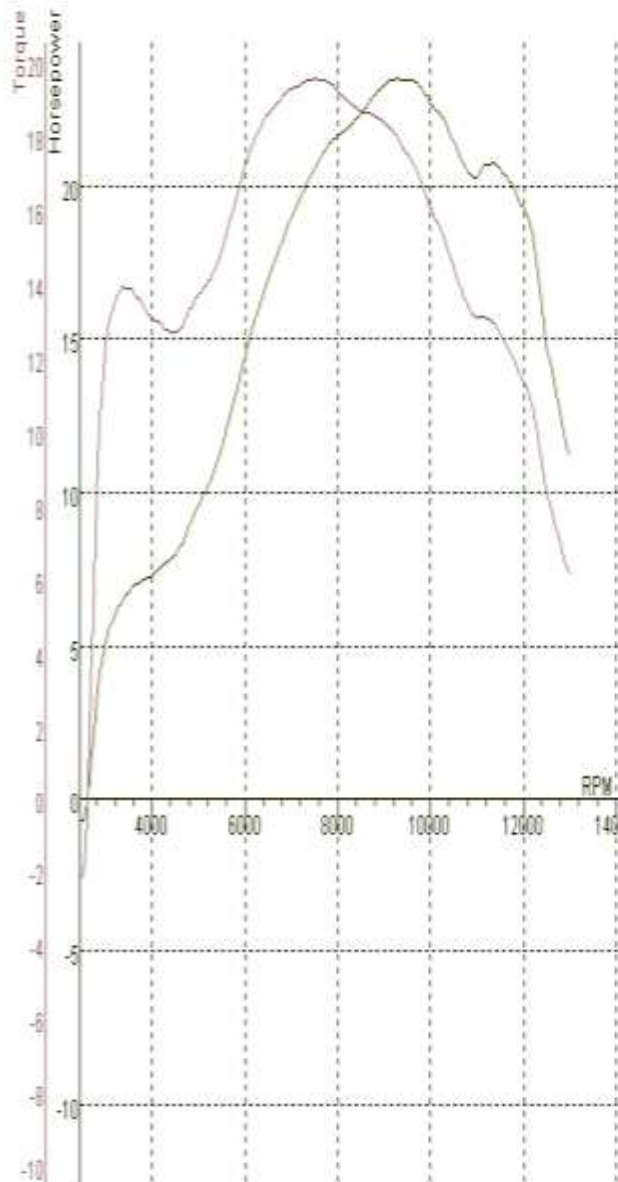
| RPM | HP (HP) (N*M/M) | T |
|-------|-----------------|-------|
| 3000 | 4.8 | 11.33 |
| 3500 | 5.8 | 11.70 |
| 4000 | 5.8 | 10.40 |
| 4500 | 7.7 | 12.19 |
| 5000 | 9.5 | 13.54 |
| 5500 | 11.6 | 14.96 |
| 6000 | 14.4 | 17.08 |
| 6500 | 16.9 | 18.53 |
| 7000 | 18.8 | 19.11 |
| 7469 | 20.4 | 19.44 |
| 7500 | 20.5 | 19.44 |
| 8000 | 21.2 | 18.82 |
| 8500 | 22.0 | 18.35 |
| 9000 | 22.5 | 17.71 |
| 9348 | 22.8 | 17.28 |
| 9500 | 22.7 | 16.96 |
| 10000 | 21.6 | 15.33 |
| 10500 | 20.1 | 13.53 |
| 11000 | 20.0 | 12.96 |
| 11500 | 18.7 | 11.49 |
| 12000 | 18.6 | 10.96 |
| 12500 | 14.8 | 8.34 |

LOSSES: -0.1 HP -0.28 N*M/M
 TOTAL ENGINE: 22.8 HP 19.66 N*M/M

SPORTINO V13
 DYNAMOMETER: 0325
 ROLLER INERTIA: 1.5

Displacement Correction:
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included

| TEST NAME | MAX POWER | MAX TORQUE | Temp. °C | Humidity % | Pressure | KMH | Date/Time |
|-----------------------|--------------------|----------------------|----------|------------|-------------|-------|-----------------------|
| SATHIA FU TEST 01 004 | 23.5 (23.7) / 9278 | 19.55 (20.10) / 7511 | 33.5 °C | 60 % | 1000.0 mbar | 136.6 | 10/30/2015 9:59:30 AM |



DATA FOR TEST: SATHIA FU TEST 01 004

Comment
 STROKE 3 MM BENCOL

| RPM | HP (HPQ) (N*M*M) | T |
|-------|------------------|-------|
| 3000 | 5.2 | 12.38 |
| 3500 | 6.8 | 13.86 |
| 4000 | 7.3 | 13.03 |
| 4500 | 8.0 | 12.68 |
| 5000 | 9.7 | 13.73 |
| 5500 | 11.5 | 14.93 |
| 6000 | 14.6 | 17.30 |
| 6500 | 17.0 | 18.64 |
| 7000 | 19.0 | 19.30 |
| 7500 | 20.6 | 19.55 |
| 7511 | 20.6 | 19.55 |
| 8000 | 21.7 | 19.17 |
| 8500 | 22.4 | 18.68 |
| 9000 | 23.3 | 18.36 |
| 9278 | 23.5 | 17.96 |
| 9500 | 23.4 | 17.44 |
| 10000 | 22.7 | 16.07 |
| 10500 | 21.4 | 14.39 |
| 11000 | 20.3 | 13.06 |
| 11500 | 20.5 | 12.63 |
| 12000 | 19.2 | 11.32 |
| 12500 | 14.6 | 8.24 |
| 13000 | 11.3 | 6.14 |

LOSSES: -0.2 HP -0.6N*M*M
 TOTAL ENGINE: 23.7HP 20.10N*M*M

1. Poros engkol standar

a. Daya

Tabel. Hasil pengujian daya motor dengan bahan bakar pertamax

| Putaran (rpm) | Daya (HP) | | | Rata-rata (HP) |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 5,4 | 6,2 | 6,2 | 5,93 |
| 7000 | 14,1 | 14,7 | 14,8 | 14,53 |
| 9000 | 17,5 | 18,4 | 18,6 | 18,16 |

Tabel. Hasil pengujian daya motor dengan bahan bakar pertamax plus

| Putaran (rpm) | Daya (HP) | | | Rata-rata (HP) |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 6,2 | 6,7 | - | 6,45 |
| 7000 | 15,0 | 15,0 | - | 15,0 |
| 9000 | 18,3 | 19,0 | - | 18,65 |

Tabel. Hasil pengujian daya motor dengan bahan bakar bensol

| Putaran (rpm) | Daya (HP) | | | Rata-rata (HP) |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 6,6 | 6,2 | 5,8 | 6,20 |
| 7000 | 15,0 | 15,1 | 15,0 | 15,03 |
| 9000 | 18,1 | 18,2 | 18,5 | 18,26 |

b. Torsi

Tabel. Hasil pengujian torsi motor dengan bahan bakar pertamax

| Putaran (rpm) | Torsi (N.m) | | | Rata-rata (N.m) |
|------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 7,64 | 8,85 | 8,87 | 8,45 |
| 7000 | 14,33 | 14,98 | 15,03 | 14,78 |
| 9000 | 13,82 | 14,54 | 14,67 | 14,34 |

Tabel. Hasil pengujian torsi motor dengan bahan bakar pertamax plus

| Putaran (rpm) | Torsi (N.m) | | | Rata-rata (N.m) |
|------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 8,81 | 9,55 | - | 9,18 |
| 7000 | 15,17 | 15,29 | - | 15,23 |
| 9000 | 14,40 | 14,90 | - | 14,65 |

Tabel. Hasil pengujian torsi motor dengan bahan bakar bensol

| Putaran (rpm) | Torsi (N.m) | | | Rata-rata (N.m) |
|------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 9,30 | 8,79 | 8,27 | 8,78 |
| 7000 | 15,27 | 15,33 | 15,23 | 15,27 |
| 9000 | 14,30 | 14,34 | 14,54 | 14,39 |

c. Konsumsi Bahan Bakar

Tabel. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar dengan bahan bakar pertamax

| Putaran (rpm) | Konsumsi Bahan Bakar (detik) | | | Rata-rata (detik) |
|------------------|------------------------------|-------------|-------------|----------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 38,37 | 39,35 | - | 38,86 |
| 7000 | 24,99 | 25,07 | - | 25,03 |
| 9000 | 17,51 | 17,27 | - | 17,39 |

Tabel. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar dengan bahan bakar pertamax plus

| Putaran (rpm) | Konsumsi Bahan Bakar (detik) | | | Rata-rata (detik) |
|------------------|------------------------------|-------------|-------------|----------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 39,49 | 40,08 | - | 39,78 |
| 7000 | 25,75 | 24,51 | - | 25,13 |
| 9000 | 17,28 | 17,66 | - | 17,47 |

Tabel. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar dengan bahan bakar bensol

| Putaran (rpm) | Konsumsi Bahan Bakar (detik) | | | Rata-rata (detik) |
|------------------|------------------------------|-------------|-------------|----------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 37,20 | 38,70 | - | 37,95 |
| 7000 | 23,17 | 24,82 | - | 23,99 |
| 9000 | 16,10 | 16,61 | - | 16,35 |

2. Poros engkol modifikasi

a. Daya

Tabel. Hasil pengujian daya motor dengan bahan bakar pertamax

| Putaran (rpm) | Daya (HP) | | | Rata-rata (HP) |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 9,2 | 9,0 | 9,4 | 9,20 |
| 7000 | 18,2 | 18,0 | 18,4 | 18,20 |
| 9000 | 21,4 | 21,7 | 21,6 | 21,56 |

Tabel. Hasil pengujian daya motor dengan bahan bakar pertamax plus

| Putaran (rpm) | Daya (HP) | | | Rata-rata (HP) |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 9,5 | 9,4 | 9,2 | 9,36 |
| 7000 | 18,0 | 18,5 | 18,6 | 18,36 |
| 9000 | 21,6 | 22,5 | 22,3 | 22,13 |

Tabel. Hasil pengujian daya motor dengan bahan bakar bensol

| Putaran (rpm) | Daya (HP) | | | Rata-rata (HP) |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 9,3 | 9,5 | 9,7 | 9,50 |
| 7000 | 18,7 | 18,8 | 19,0 | 18,83 |
| 9000 | 22,5 | 22,5 | 23,3 | 22,83 |

b. Torsi

Tabel. Hasil pengujian torsi motor dengan bahan bakar pertamax

| Putaran (rpm) | Torsi (N.m) | | | Rata-rata (N.m) |
|------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 13,11 | 12,77 | 13,31 | 13,06 |
| 7000 | 18,60 | 18,34 | 18,74 | 18,56 |
| 9000 | 16,93 | 17,17 | 17,05 | 19,05 |

Tabel. Hasil pengujian torsi motor dengan bahan bakar pertamax plus

| Putaran (rpm) | Torsi (N.m) | | | Rata-rata (N.m) |
|------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 13,56 | 13,50 | 13,10 | 13,38 |
| 7000 | 18,41 | 18,84 | 18,81 | 18,68 |
| 9000 | 16,98 | 17,73 | 17,60 | 17,43 |

Tabel. Hasil pengujian torsi motor dengan bahan bakar bensol

| Putaran (rpm) | Torsi (N.m) | | | Rata-rata (N.m) |
|------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 13,27 | 13,54 | 13,73 | 13,51 |
| 7000 | 19,05 | 19,11 | 19,30 | 19,15 |
| 9000 | 17,77 | 17,71 | 18,36 | 17,94 |

c. Konsumsi Bahan Bakar

Tabel. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar dengan bahan bakar pertamax

| Putaran (rpm) | Konsumsi Bahan Bakar (detik) | | | Rata-rata (detik) |
|------------------|------------------------------|-------------|-------------|----------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 43,30 | 45,41 | - | 44,35 |
| 7000 | 29,73 | 29,48 | - | 29,61 |
| 9000 | 18,26 | 19,15 | - | 18,71 |

Tabel. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar dengan bahan bakar pertamax plus

| Putaran (rpm) | Konsumsi Bahan Bakar (detik) | | | Rata-rata (detik) |
|------------------|------------------------------|-------------|-------------|----------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 47,45 | 49,44 | - | 48,45 |
| 7000 | 32,47 | 33,14 | - | 32,81 |
| 9000 | 19,52 | 20,72 | - | 20,12 |

Tabel. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar dengan bahan bakar bensol

| Putaran (rpm) | Konsumsi Bahan Bakar (detik) | | | Rata-rata (detik) |
|------------------|------------------------------|-------------|-------------|----------------------|
| | Pengujian 1 | Pengujian 2 | Pengujian 3 | |
| 5000 | 46,16 | 44,93 | - | 45,54 |
| 7000 | 16,00 | 15,96 | - | 15,98 |
| 9000 | 9,77 | 10,47 | - | 10,12 |

Lampiran 2. Perhitungan peningkatan kapasitas mesin

1. Poros engkol standar

Spek mesin Suzuki Satria Fu 150 : Diameter piston (D) : 62 mm : 6,2 cm

Panjang langkah (L) : 48,8 mm : 4,88 cm

Rasio Kompresi : 10,2 : 1

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas mesin (Vs)} &= 0,785 \cdot D^2 \cdot L \\ &= 0,785 \cdot (6,2)^2 \cdot 4,88 \\ &= 3,838 \times 38,44 = \mathbf{146,38 \text{ cc}} \end{aligned}$$

$$\text{Rasio Kompresi} = \frac{V_s + V_c}{V_c}$$

$$\frac{10,2}{1} = \frac{146,38 + V_c}{V_c}$$

$$10,2V_c = 146,38 + V_c$$

$$10,2V_c - V_c = 146,38$$

$$V_c = \frac{146,38}{9,2}$$

$$\mathbf{V_c = 15,91 \text{ cc}}$$

Jadi volume kompresinya (Vc) sebesar **15,91 cc**

2. Poros engkol modifikasi

Spek mesin setelah *stroke up* 3 mm

$$\text{Diameter piston (D)} : 62 \text{ mm} : 6,2 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang langkah (L)} : 48,8 + 6 \text{ mm} : 5,48 \text{ cm}$$

$$\text{Volume kompresi (Vc)} : 15,91 \text{ cc}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas mesin (Vs)} &= 0,785 \cdot D^2 \cdot L \\ &= 0,785 \cdot (6,2)^2 \cdot 5,48 \\ &= 4,3018 \times 38,44 = \mathbf{165,36 \text{ cc}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio Kompresi} &= \frac{V_s + V_c}{V_c} \\ &= \frac{165,36 + 15,91}{15,91} \\ &= \mathbf{11,3} \end{aligned}$$

Jadi Rasio kompresinya menjadi **11,3 : 1**

Lampiran 3. Perhitungan analisis perbedaan daya, torsi dan konsumsi bahan bakar

1. Analisis Perbedaan Daya

Tabel 4.1 Daya yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar pertamax

| Putaran mesin (rpm) | Daya (KW) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol Modifikasi |
| 5000 | 4,39 | 6,81 |
| 7000 | 10,75 | 13,47 |
| 9000 | 13,45 | 15,95 |
| Rata-rata | 9,53 | 12,07 |

Analisisnya :

- a. Rata-rata perbedaan daya

$$12,07 - 9,53 = 2,54 \text{ KW}$$

$$\frac{2,54}{12,07} \times 100\% = 21,04\%$$

- b. Perbedaan daya pada putaran 5000 rpm

$$6,81 - 4,39 = 2,42 \text{ KW}$$

$$\frac{2,42}{6,81} \times 100\% = 35,5\%$$

- c. Perbedaan daya pada putaran 7000 rpm

$$13,47 - 10,75 = 2,72 \text{ KW}$$

$$\frac{2,72}{13,47} \times 100\% = 20,1\%$$

- d. Perbedaan daya pada putaran 9000 rpm

$$15,95 - 13,45 = 2,5 \text{ KW}$$

$$\frac{2,5}{15,95} \times 100\% = 15,6\%$$

Tabel 4.2. Daya yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi
berbahan bakar pertamax plus

| Putaran mesin (rpm) | Daya (KW) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 4,77 | 6,93 |
| 7000 | 11,1 | 13,59 |
| 9000 | 13,8 | 16,38 |
| Rata-rata | 9,89 | 12,3 |

Analisisnya :

- a. Rata-rata perbedaan daya

$$12,3 - 9,89 = 2,41 \text{ KW}$$

$$\frac{2,41}{12,3} \times 100\% = 19,5\%$$

- b. Perbedaan daya pada putaran 5000 rpm

$$6,93 - 4,77 = 2,16 \text{ KW}$$

$$\frac{2,16}{6,93} \times 100\% = 31,1\%$$

- c. Perbedaan daya pada putaran 7000 rpm

$$13,59 - 11,1 = 2,49 \text{ KW}$$

$$\frac{2,49}{13,59} \times 100\% = 18,3\%$$

- d. Perbedaan daya pada putaran 9000 rpm

$$16,38 - 13,8 = 2,58 \text{ KW}$$

$$\frac{2,58}{16,38} \times 100\% = 15,7\%$$

Tabel 4.3. Daya yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi
berbahan bakar bensol

| Putaran mesin (rpm) | Daya (KW) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 4,59 | 7,03 |
| 7000 | 11,12 | 13,93 |
| 9000 | 13,51 | 16,89 |
| Rata-rata | 9,74 | 12,6 |

Analisisnya :

- a. Rata-rata perbedaan daya

$$12,6 - 9,74 = 2,86 \text{ KW}$$

$$\frac{2,86}{12,6} \times 100\% = 22,6\%$$

- b. Perbedaan daya pada putaran 5000 rpm

$$7,03 - 4,59 = 2,44 \text{ KW}$$

$$\frac{2,44}{7,03} \times 100\% = 34,7\%$$

- c. Perbedaan daya pada putaran 7000 rpm

$$13,93 - 11,12 = 2,81 \text{ KW}$$

$$\frac{2,81}{13,93} \times 100\% = 20,1\%$$

- d. Perbedaan daya pada putaran 9000 rpm

$$16,89 - 13,51 = 3,38 \text{ KW}$$

$$\frac{3,38}{16,89} \times 100\% = 20,01\%$$

2. Analisis Perbedaan Torsi

Tabel 4.4. Torsi yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar pertamax

| Putaran mesin (rpm) | Torsi (Nm) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 8,45 | 13,06 |
| 7000 | 14,78 | 18,56 |
| 9000 | 14,34 | 17,05 |
| Rata-rata | 12,52 | 16,22 |

Analisisnya :

- a. Rata-rata perbedaan torsi

$$16,22 - 12,52 = 3,7 Nm$$

$$\frac{3,7}{16,22} \times 100\% = 22,8\%$$

- b. Perbedaan torsi pada putaran 5000 rpm

$$13,06 - 8,45 = 4,61 Nm$$

$$\frac{4,61}{13,06} \times 100\% = 35,2\%$$

- c. Perbedaan torsi pada putaran 7000 rpm

$$18,56 - 14,78 = 3,78 Nm$$

$$\frac{3,78}{18,56} \times 100\% = 20,3\%$$

- d. Perbedaan torsi pada putaran 9000 rpm

$$17,05 - 14,34 = 2,71 Nm$$

$$\frac{2,71}{17,05} \times 100\% = 15,8\%$$

Tabel 4.5. Torsi yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar pertamax plus

| Putaran mesin (rpm) | Torsi (Nm) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 9,18 | 13,38 |
| 7000 | 15,23 | 18,68 |
| 9000 | 14,65 | 17,43 |
| Rata-rata | 13,02 | 16,49 |

Analisisnya :

- a. Rata-rata perbedaan torsi

$$16,49 - 13,02 = 3,47 Nm$$

$$\frac{3,47}{16,49} \times 100\% = 21,04\%$$

- b. Perbedaan torsi pada putaran 5000 rpm

$$13,38 - 9,18 = 4,2 Nm$$

$$\frac{4,2}{13,38} \times 100\% = 31,3\%$$

- c. Perbedaan torsi pada putaran 7000 rpm

$$18,68 - 15,23 = 3,45 Nm$$

$$\frac{3,45}{18,68} \times 100\% = 18,4\%$$

- d. Perbedaan torsi pada putaran 9000 rpm

$$17,43 - 14,65 = 2,78 Nm$$

$$\frac{2,78}{17,43} \times 100\% = 15,9\%$$

Tabel 4.6. Torsi yang dihasilkan pada poros engkol standar dan modifikasi berbahan bakar bensol

| Putaran mesin (rpm) | Torsi (Nm) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 8,78 | 13,51 |
| 7000 | 15,27 | 19,15 |
| 9000 | 14,39 | 17,94 |
| Rata-rata | 12,81 | 16,86 |

Analisisnya :

- a. Rata-rata perbedaan torsi

$$16,86 - 12,81 = 4,05 \text{ Nm}$$

$$\frac{4,05}{16,86} \times 100\% = 24,02\%$$

- b. Perbedaan torsi pada putaran 5000 rpm

$$13,51 - 8,78 = 4,73 \text{ Nm}$$

$$\frac{4,73}{13,51} \times 100\% = 35,01\%$$

- c. Perbedaan torsi pada putaran 7000 rpm

$$19,15 - 15,27 = 3,88 \text{ Nm}$$

$$\frac{3,88}{19,15} \times 100\% = 20,26\%$$

- d. Perbedaan torsi pada putaran 9000 rpm

$$17,94 - 14,39 = 3,55 \text{ Nm}$$

$$\frac{3,55}{17,94} \times 100\% = 19,7\%$$

3. Analisis Perbedaan Konsumsi Bahan Bakar

Tabel 4.7. Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar pada motor yang memakai pertamax pada variasi 2 poros engkol.

| Putaran mesin (rpm) | M_f (kg/jam) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 0,67 | 0,61 |
| 7000 | 1,06 | 0,92 |
| 9000 | 1,54 | 1,45 |
| Rata-rata | 1,09 | 0,99 |

Analisisnya :

- a. Rata-rata perbedaan konsumsi bahan bakar

$$1,09 - 0,99 = 0,1 \text{ kg / jam}$$

$$\frac{0,1}{1,09} \times 100\% = 9,1\%$$

- b. Perbedaan konsumsi bahan bakar pada putaran 5000 rpm

$$0,67 - 0,61 = 0,06 \text{ kg / jam}$$

$$\frac{0,06}{0,67} \times 100\% = 8,9\%$$

- c. Perbedaan konsumsi bahan bakar pada putaran 7000 rpm

$$1,06 - 0,92 = 0,14 \text{ kg / jam}$$

$$\frac{0,14}{1,06} \times 100\% = 13,2\%$$

- d. Perbedaan konsumsi bahan bakar pada putaran 9000 rpm

$$1,54 - 1,45 = 0,09 \text{ kg / jam}$$

$$\frac{0,09}{1,54} \times 100\% = 5,8\%$$

Tabel 4.8. Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar pada motor yang memakai pertamax plus pada variasi 2 poros engkol.

| Putaran mesin (rpm) | M_f (kg/jam) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 0,67 | 0,57 |
| 7000 | 1,06 | 0,82 |
| 9000 | 1,48 | 1,35 |
| Rata-rata | 1,07 | 0,91 |

Analisisnya :

- a. Rata-rata perbedaan konsumsi bahan bakar

$$1,07 - 0,91 = 0,16 \text{ kg / jam}$$

$$\frac{0,16}{1,07} \times 100\% = 14,9\%$$

- b. Perbedaan konsumsi bahan bakar pada putaran 5000 rpm

$$0,67 - 0,57 = 0,1 \text{ kg / jam}$$

$$\frac{0,1}{0,67} \times 100\% = 14,9\%$$

- c. Perbedaan konsumsi bahan bakar pada putaran 7000 rpm

$$1,06 - 0,82 = 0,24 \text{ kg / jam}$$

$$\frac{0,24}{1,06} \times 100\% = 22,6\%$$

- d. Perbedaan konsumsi bahan bakar pada putaran 9000 rpm

$$1,48 - 1,35 = 0,13 \text{ kg / jam}$$

$$\frac{0,13}{1,48} \times 100\% = 8,7\%$$

Tabel 4.9. Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar pada motor yang memakai bensol pada variasi 2 poros engkol.

| Putaran mesin (rpm) | M_f (kg/jam) | |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Poros engkol standar | Poros engkol modifikasi |
| 5000 | 0,71 | 0,65 |
| 7000 | 1,18 | 1,97 |
| 9000 | 1,77 | 2,63 |
| Rata-rata | 1,22 | 1,75 |

Analisisnya :

- a. Rata-rata perbedaan konsumsi bahan bakar

$$1,75 - 1,22 = 0,53 \text{ kg / jam}$$

$$\frac{0,53}{1,75} \times 100\% = 30,2\%$$

- b. Perbedaan konsumsi bahan bakar pada putaran 5000 rpm

$$0,71 - 0,65 = 0,06 \text{ kg / jam}$$

$$\frac{0,06}{0,71} \times 100\% = 8,4\%$$

- c. Perbedaan konsumsi bahan bakar pada putaran 7000 rpm

$$1,97 - 1,18 = 0,79 \text{ kg / jam}$$

$$\frac{0,79}{1,97} \times 100\% = 40,1\%$$

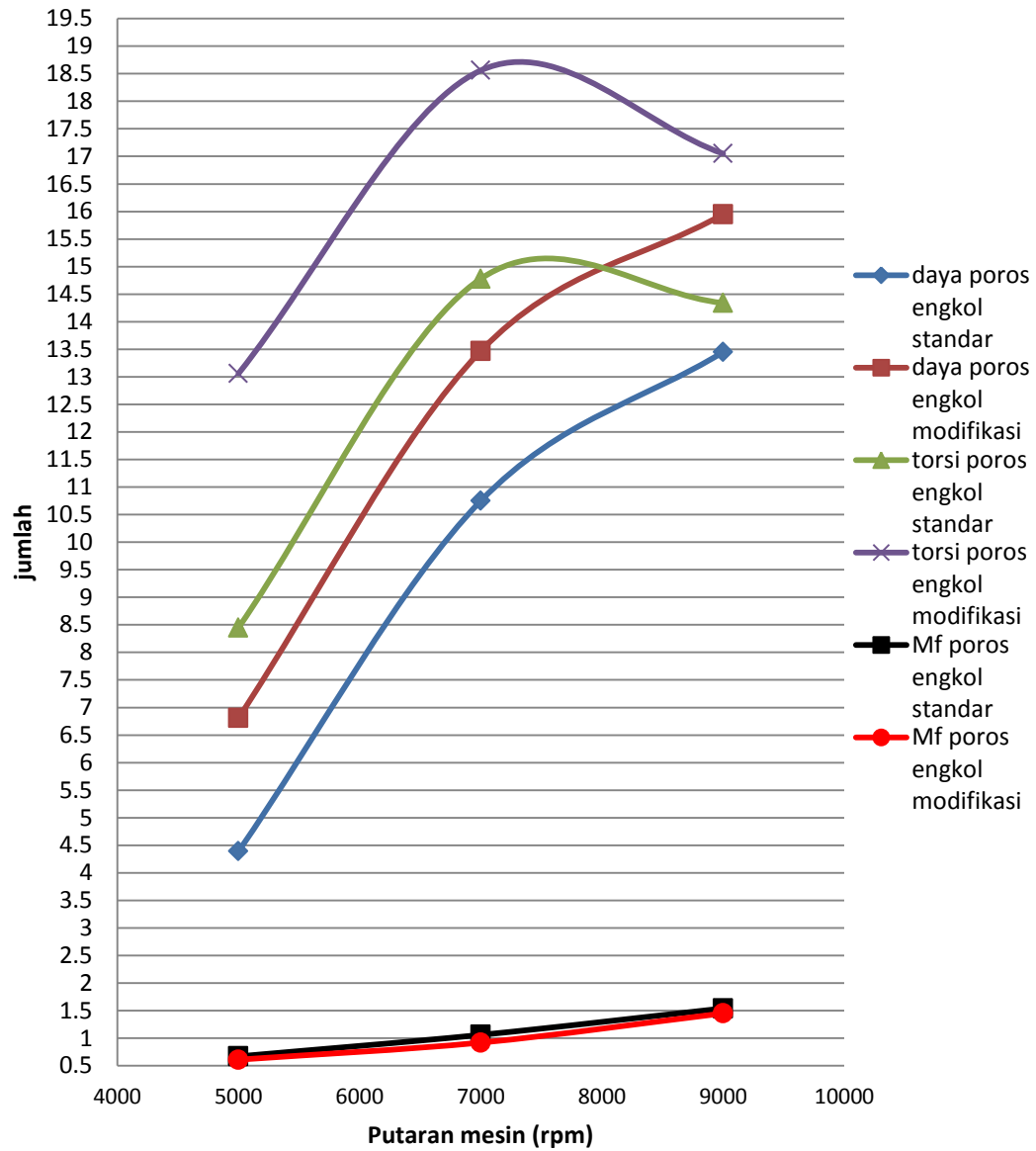
- d. Perbedaan konsumsi bahan bakar pada putaran 9000 rpm

$$2,63 - 1,77 = 0,86 \text{ kg / jam}$$

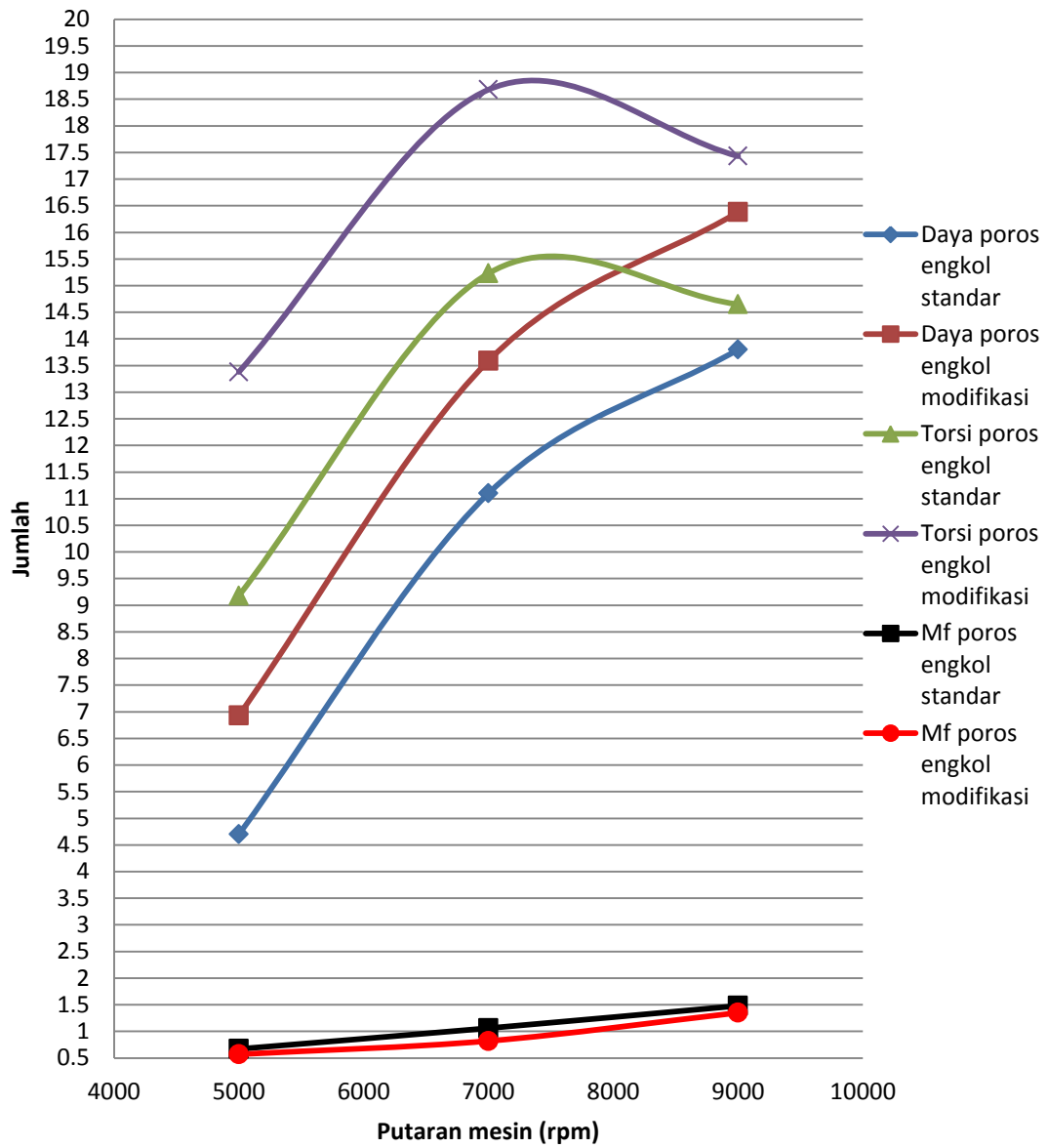
$$\frac{0,86}{2,63} \times 100\% = 32,6\%$$

Lampiran 4. Grafik Daya, Torsi dan Konsumsi Bahan Bakar

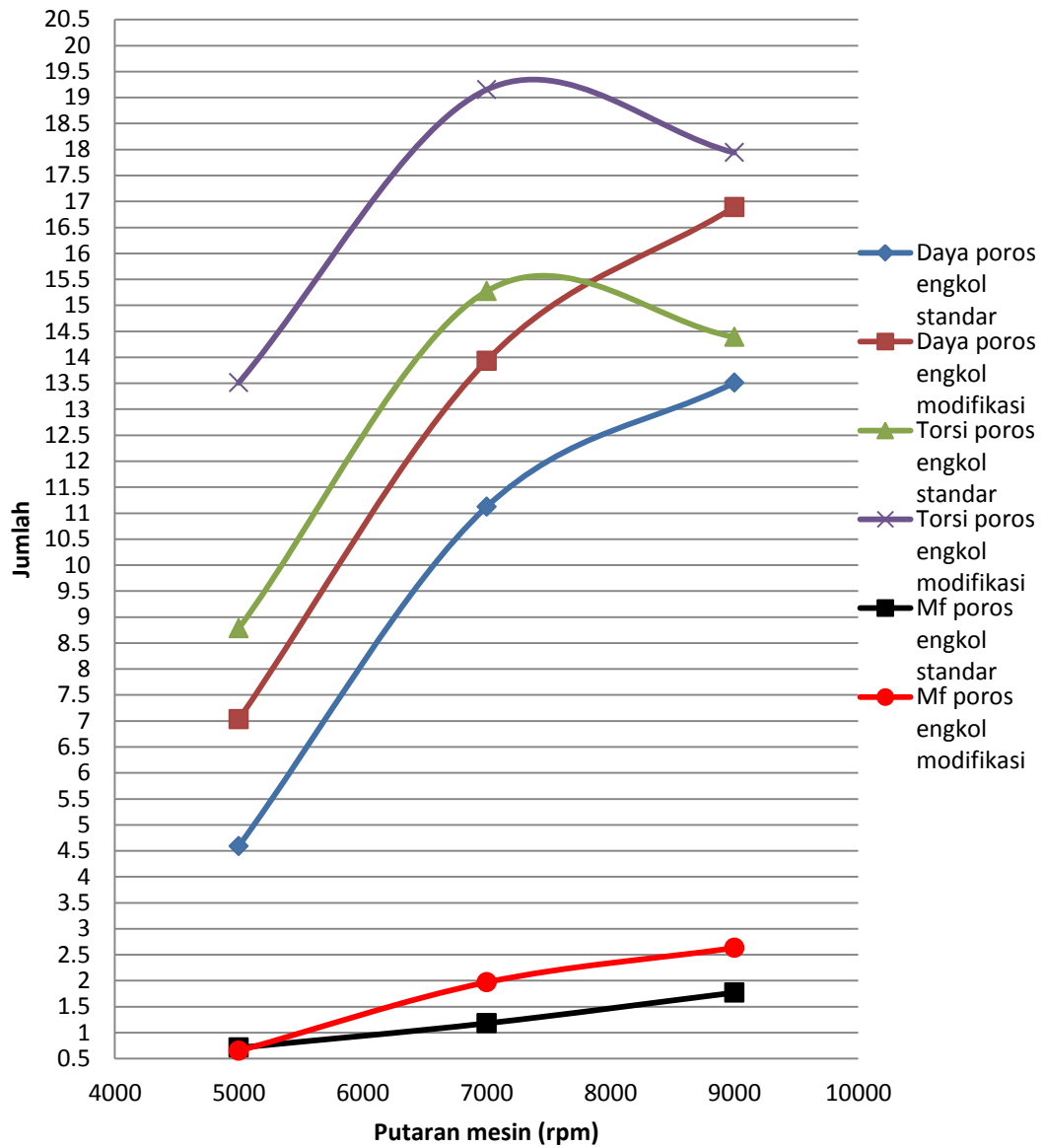
1. Bahan Bakar Pertamax




2. Bahan Bakar Pertamina Plus



3. Bahan Bakar Bensol



Lampiran 5. Hasil uji sampel bensol


 Laboratorium Teknologi Minyak Bumi Gas dan Batubara
 JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS GADJAH MADA
 Jalan Grafika No. 2 Yogyakarta Telp. 0274 - 6492171 0274 6492173 0274 6492170 Fax. 0274 555320
 E-Mail : departemen1@chemeng.ugm.ac.id ; <http://chemeng.ugm.ac.id>

LAPORAN HASIL UJI
 Nomor : 022/II. 1.17/TK/TMBGB/PL/2015

Laporan Hasil pengujian dibuat untuk :


Nama : Muhammad Khoirul Huda Nugroho, NIM. 5201411049
 Alamat : Mhs.w. S1 Jurusan Teknik Mesin FT UNNES Semarang
 Nomor sampel : 027/TMBGB/2015
 Nama Sampel : Bahan Bakar Minyak (Bensol)
 Tgl terima sampel : 5 Juni 2015
 Tanggal pengujian : 5 Juni 2015

HASIL UJI

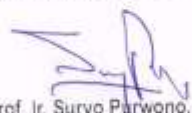
| No. | Jenis Pemeriksaan | Satuan | Hasil Pemeriksaan Bensol | Metode Pemeriksaan |
|-----|------------------------------------|--------|--------------------------|--------------------|
| 1 | Specific Gravity at 60/60 °F | - | 0.7095 | ASTM D 1298 |
| 2 | RVP (Reid Vapour Pressure). 100 °F | kPa | 36.7 | ASTM D 323 |
| 3 | Distilasi ASTM | | | ASTM D 86 |
| | IBP | °C | 48 | |
| | 10 % vol. evap. | °C | 74 | |
| | 20 % vol. evap. | °C | 83 | |
| | 30 % vol. evap. | °C | 92 | |
| | 40 % vol. evap. | °C | 98 | |
| | 50 % vol. evap. | °C | 102 | |
| | 60 % vol. evap. | °C | 104 | |
| | 70 % vol. evap. | °C | 106 | |
| | 80 % vol. evap. | °C | 108 | |
| | 90 % vol. evap. | °C | 110 | |
| | FBP | °C | 138 | |
| | Recovery | %vol. | 98.2 | |
| | Residue | %vol. | 1.0 | |
| | Total recovery | %vol. | 99.2 | |
| | Loss | %vol. | 0.8 | |

Yogyakarta, 10 Mei 2015

Mengetahui :
 Ketua Jurusan Teknik Kimia FT UGM


 Mgh. Fahrurrozi, M.Sc, Ph.D
 NIP. 19650918 199103 1 002

Kepala,
 u.b. Wakil Kepala Laboratorium


 Prof. Ir. Suryo Parwono, MA.Sc., Ph.D.
 NIP. 1961119198601 1 001

Hasil pengujian hanya berlaku untuk contoh yang diterima Laboratorium Teknologi Minyak Bumi Gas dan Batubara Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Lampiran 6. Dokumentasi penelitian



Gambar 1. Bengkel Tempat Penelitian

Gambar 2. *Dynamometer*



Gambar 3. Instalasi sepeda motor pada *dynamometer*



Gambar 4. Proses pengambilan data



Gambar 5. Poros engkol standar



Gambar 6. Poros engkol modifikasi

Lampiran 7. Surat ijin penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
Telepon: 0248508101
Laman: <http://fi.unnes.ac.id>, surel: fi_unnes@yahoo.com

Nomor : A170/UN/37.1.5/FT/2015
Lamp: :
Hal : Ijin Penelitian

Kepada
Yth. Kepala Lab. Minyak Bumi dan Batubara FT UGM
di Lab. Minyak Bumi dan Batubara FT UGM

Dengan Hormat,
Bersama ini, kami mohon ijin pelaksanaan penelitian untuk menyusun skripsi/tugas akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : MUHAMMAD KHOIRUL HUDA NUGROHO
NIM : 5201411049
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin, S1
Topik : PENGARUH STROKE UP TERHADAP PERFORMA MESIN PADA
SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH YANG MENGGUNAKAN BAHAN
BAKAR PERTAMAX, PERTAMAX PLUS DAN BENSOL

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.



Semarang, 26 Mei 2015

Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 196602151991021001

Lampiran 8. Surat keterangan selesai melaksanakan penelitian

**SURAT KETERANGAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Erwin

Jabatan : Mekanik

Menerangkan Bahwa :

Nama : M. Khoirul Huda Nugroho

NIM : 5201411049

Prodi/ Jurusan : Pendidikan Teknik Mesin S1/ Teknik Mesin

Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Semarang

Bahwa Mahasiswa tersebut benar-benar telah melakukan penelitian Skripsi tentang Pengaruh *Stroke up* terhadap Performa mesin pada Sepeda Motor 4 Langkah yang Menggunakan Bahan Bakar Pertamina, Pertamina Plus, dan Bensol di Bengkel Hyperspeed pada hari jum'at tanggal 30 September dan 6 November 2015, sebagai syarat untuk menyelesaikan penyusunan Skripsi.


Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 6 November 2015



Mekanik

Lampiran 9. SK Pembimbing skripsi



**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**
Nomor: *100/FT-UNNES/2015*
Tentang
**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER
GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2014/2015**

Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.

Mengingat : 1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;


Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin Tanggal 13 Mei 2015

MEMUTUSKAN


Menetapkan :
PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada:
Nama : Drs. SUPRAPTONO, M.Pd.
NIP : 195508091982031002
Pangkat/Golongan : IV/B
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Sebagai Pembimbing
Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :
Nama : MUHAMMAD KHOIRUL HUDA NUGROHO
NIM : 5201411049
Jurusan/Prodi : Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin
Topik : PENGARUH STROKE UP TERHADAP PERFORMA MESIN PADA SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH YANG MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR PERTAMAX, PERTAMAX PLUS DAN BENSOL

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

DITETAPKAN DI : SEMARANG
PADA TANGGAL : 15 Mei 2015
DEKAN


 Dr. Muhammad Harlanu, M.Pd.
 NIP. 196802151991021001

Tembusan
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Petinggal


 5201411049
 FM-03-AKD-24/Rek. 00