PENGARUH PENURUNAN TEKANAN POMPA BAHAN BAKAR TERHADAP PERFORMA SEPEDA MOTOR 125 cc MENGGUNAKAN TEKANAN POMPA BAHAN BAKAR PNEUMATIK

A. KANZI MUHAMMAD
5315127272

Skripsi ini Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2017

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Pengaruh Penurunan Tekanan Pompa Bahan Bakar Terhadap Performa Sepeda Motor 125 cc Menggunakan Pompa Bahan Bakar Pneumatik

Nama : A. Kanzi Muhammad

No. Reg : 5315127272

DOSEN PEMBIMBING

NAMA	Tanda Tangan	Tanggal
Dosen Pembimbing 1 1. Pratomo Setyadi, S.T., M.T. NIP. 198102222006041001	1	1 30/8 2017
Dosen Pembimbing 2 2. Ragil Sukarno, S.T., M.T. NIP. 197911022012121001	2	2 23/8 2017

DOSEN PENGUJI

NAMA	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua 1. Dr. H. Priyono, M.Pd. NIP. 195806061985031002	1	1 23/8 2017
Sekretaris 2. I Wayan Sugita, S.T., M.T. NIP. 197911142012121001	2	2 22/8 2017
Dosen Ahli 3. Dr. Darwin Rio Budi S, M.T. NIP. 197604222006041001	3	3 22/8 2017

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta

Ahmad Kholil, S.T., M.T.
NIP. 197908312005011001

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : A. Kanzi Muhammad

No. Registrasi : 5315127272

Tempat, Tanggal lahir: Bogor, 25 Juni 1994

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi yang berjudul **"Pengaruh Penurunan Tekanan Pompa Bahan Bakar Terhadap Performa Sepeda Motor 125cc Menggunakan Tekanan Pompa Bahan Bakar Pneumatik"**.
2. Karya tulis ilmiah ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing.
3. Karya tulis ilmiah ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis tercantum sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang.

Demikian lembar pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh. Apabila kemudian ditemukan bukti kuat bahwa skripsi ini tidak asli seperti pernyataan diatas, maka penulis bersedia menerima hukuman yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 14 Agustus 2017

Yang membuat pernyataan,

METERAI TEMPEL A9DD0AEF136637295 6000 ENAM RIBU RUPIAH

A Kanzi Muhammad
No. Reg. 5315127272

ABSTRAK

A. Kanzi Muhammad, Pengaruh Penurunan Tekanan Pompa Bahan Bakar Terhadap Performa Sepeda Motor 125cc Menggunakan Pompa Bahan Bakar Pneumatik.
Skripsi. Jakarta: Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2017.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari nilai kecepatan putaran mesin yang tepat dan besarnya pengaruh tekanan pompa bahan bakar, antara tekanan pompa bahan bakar standar dengan tekanan pompa bahan bakar yang diturunkan. Mengetahui tekanan pompa bahan bakar yang sesuai, untuk mendapatkan konsumsi bahan bakar yang optimal serta melihat efek emisi gas buang yang ditimbulkan akibat adanya modifikasi penurunan tekanan pompa bahan bakar. Metode Percobaan (*Eksperiment Research*) yang digunakan dalam penelitian ini, dilakukan dengan cara memvariasikan tekanan bahan bakar standar (2.94 bar) dan tekanan bahan bakar diturunkan 2.5 bar, bukaan *throtlle* mulai dari kelipatan 5° sampai dengan 50° dengan menggunakan sepeda motor Honda Vario PGM-FI 125cc, sehingga akan terlihat pengaruh dari daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar sepeda motor tersebut, melalui pengamatan menggunakan *dynotest* dinamometer. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil analisa data, penurunan tekanan pompa bahan bakar dari tekanan standar (2,94 bar) menjadi 2,5 bar mengakibatkan penurunan nilai torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang. Persentase torsi maksimal antara kedua tekanan pompa bahan bakar adalah 1.7%, sedangkan persentase daya maksimalnya adalah 1.68% dengan kecepatan putaran mesin yang sama. Konsumsi bahan bakar yang didapatkan pada tekanan pompa bahan bakar 2,5 bar lebih baik ketika mencapai akselerasi sedangkan di putaran bawah mesin, konsumsi bahan bakar lebih banyak dibandingkan dengan tekanan standar (2,94 bar). Turunnya tekanan pompa bahan bakar yang diuji berpengaruh pada hasil emisi gas buang yang menunjukkan turunnya kadar CO, HC, CO_2, serta meningkatnya kadar O_2.

Kata Kunci : ***pompa bahan bakar, pneumatik, BSFC***

ABSTRACT

A. Kanzi Muhammad, *The Influence of Reducing Fuel Pump Pressure on 125cc Motorcycle Performance Using a Pneumatic Fuel Pump*
Essay. Jakarta: Mechanical Engineering Education Study Program, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Jakarta, 2017.

The purpose of this study was to find the exact engine speed value and the influence of the fuel pump pressure between the standard fuel pump pressure and the reduced fuel pump pressure. Knowing the appropriate fuel pump pressure, to get optimum fuel consumption and to see the effect of exhaust emissions caused by the modification of pressure drop of fuel pump. Methods in this research is Experiment Research Method. The research is done by varying standard fuel pressure (2.94 bar) and fuel pressure lowered 2.5 bar, throtlle opening starting from multiples of 5° to 50° using Honda Vario PGM- FI 125cc, so it will be seen the influence of power, torque, and fuel consumption of the motorcycle, through observations using the dynotest at dynamometer. Based on research and data analysis, the reduction of fuel pressure from standard pressure (2.94 bar) to 2.5 bar resulted in decreased torque, power, fuel consumption and exhaust emissions. The maximum torque percentage between the two fuel pump pressures is 1.7%, while the maximum power percentage is 1.68% with the same engine speed of rotation. Fuel consumption obtained at 2.5 bar fuel pressure is better when achieving acceleration while at lower engine speed, fuel consumption is higher than standard pressure (2.94 bar). Pressure down from the fuel pump tested affects exhaust emissions which indicates a decrease in CO, HC, CO_2, and increased O_2 levels.

Keywords: Fuel pump, Pneumatic, BSFC

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya dalam menyelesaikan skripsi dengan judul Pengaruh Penurunan Tekanan Pompa Bahan Bakar Terhadap Performa Sepeda Motor 125cc Menggunakan Pompa Bahan Bakar Pneumatik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ahmad Kholil, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, sekaligus selaku pembimbing akademik yang telah memberikan saran dan arahan yang berguna dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.
2. Bapak Pratomo Setyadi, ST., MT. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan waktu, arahan, bimbingan dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Ragil Sukarno, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing II yang yang telah memberikan saran, bimbingan dan arahannya yang berguna dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak M. Fakhrudin, Ibu Maryam, D. Abi Rafdi, dan Alifah selaku keluarga penulis yang senantiasa bersabar dan telah banyak sekali memberikan dorongan moril maupun materil bagi kegiatan akademik penulis.
5. Segenap dosen pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan bekal ilmu bagi penulis.
6. Segenap Karyawan dilingkungan Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
7. Kepada teman-teman seperjuangan Teknik Mesin S1 angkatan 2012 yang selalu memberikan semangat dan sama-sama berjuang mendapatkan gelar sarjana pendidikan, yang tidak bisa disebutkan satu-persatu untuk semangat, perjuangan, dan solidaritasnya.
8. Bang Danar Hari K, Bang Ahmad Lubi, dan Bang Fahmi Harris yang senantiasa membimbing penulis selama menyelesaikan masa studi sarjana pendidikan.
9. Kepada keluarga besar Teknik Mesin khususnya angkatan 2008, 2009, 2010, 2013, dan 2014
10. Kepada teman-teman kostan, Alan, Sule, Golok (Brian), Jaki, Hanip, Dapit, Ojan, Bang Nco, Darus, Marbot, Darkoy dan Pileng yang selalu menghambat penulis untuk mengerjakan skripsi tetapi selalu memberikan motivasi.

11. Mas Ipul selaku operator di Farm Tuning, Cilandak, Jakarta Selatan, yang telah membantu dalam proses pengujian dan penyelesaian skripsi.
12. Serta semua pihak yang terlibat dalam penyelesaiaan penulisan skripsi ini dari awal sampai akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak. Semoga skripsi ini dapat menjadi suatu informasi yang berguna dan bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.

Jakarta, Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN i

HALAMAN PERNYATAAN ii

ABSTRAK …. iii

ABSTRACT iv

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI vii

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR LAMPIRAN xiii

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Identifikasi Masalah 2

1.3 Pembatasan Masalah 3

1.4 Rumusan Masalah 4

1.5 Tujuan Penelitian..... 4

1.6 Manfaat Penelitian..... 5

BAB II KAJIAN TEORI 6

2.1 Motor Bensin..... 6

2.1.1 Prinsip Kerja Motor 4 Langkah 7

2.2 Sistem Bahan Bakar 9

2.2.1 Sistem Karburator 9

2.2.2 Sistem Injeksi..... 10

2.2.3 Komponen Mesin 4 Langkah..... 11

2.2.4 Komponen Sistem Injeksi 15

2.3 Cara Kerja Pada Injeksi Kendaraan 18

2.3.1 Jenis-jenis EFI 21

2.3.2 Berdasarkan Penempatan Injektornya 22

2.4 Waktu dan Lamanya Penginjeksian 23
2.4.1 Dasar Waktu Penginjeksian Secara Umum 24
2.4.2 Hubungan Waktu Terbukanya Injektor 25
2.5 *Fuel Delivery System* 25
2.5.1 Komponen Utama dari *Fuel Delivery System* 26
2.6 Kelebihan dan Kekurangan Menggunakan Sistem Injeksi 33
2.7 Asas Bernoulli 34
2.7.1 Penerapan Hukum Bernoulli Pada Sistem Bahan Bakar 35
2.8 Pneumatik 36
2.8.1 Kelebihan Pneumatik 36
2.8.2 Kekurangan Pneumatik 37
2.9 Usaha Mesin (*Work)* 38
2.10 Torsi (*Torque*) 40
2.11 Tenaga Mesin (*Power*) 40
2.12 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik 41
2.13 Emisi Gas Buang 42
2.13.1 Proses Pembakaran 42
2.13.2 Persamaan Reaksi Pembakaran 44

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 45
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 45
3.2 Alat dan Bahan Penelitian 45
3.3 Metode Penelitian 52
3.4 Diagram Alir Penelitian 53
3.5 Pengambilan Data *Flowrate Injector* 54
3.6 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data Pada *Dyno* 54
3.6.1 Pengambilan Data Torsi dan Daya 54
3.6.2 Pengambilan Data Konsumsi Bahan Bakar 55
3.6.3 Pengambilan Data Emisi Gas Buang 56
3.7 Teknik Analisis Data 57

BAB IV HASIL PENELITIAN 59
4.1 Deskripsi Hasil Penelitian 59
4.2 Analisis Data Hasil Penelitian 70
4.2.1 Analisis Torsi 70
4.2.2 Analisis Daya 71
4.2.3 Analisis BSFC (*Brake Specific Fuel Consumption*) 73
4.2.4 Analisis Uji Emisi Gas Buang 74
4.3 Pembahasan 74

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 77
5.1 Kesimpulan 77
5.2 Saran 77

DAFTAR PUSTAKA 79
LAMPIRAN 80

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1. Siklus Motor Bakar 4 Langkah 9
Gambar 2.2. *Injector* 15
Gambar 2.3. *Fuel Pump* 16
Gambar 2.4. *Oxygen sensor* 18
Gambar 2.5. Sistem Injeksi 18
Gambar 2.6. *Starting* Sistem Injeksi 19
Gambar 2.7. Akselerasi Sistem Injeksi 19
Gambar 2.8. *High Power* Sistem Injeksi..... 20
Gambar 2.9. *Single Point Injection* 21
Gambar 2.10. *Multi Point Injection* 22
Gambar 2.11. *Indirect Injection* 22
Gambar 2.12. *Direct Injection* 23
Gambar 2.13. *Fuel Pump* 26
Gambar 2.14. Pompa Turbin 27
Gambar 2.15 *Wiring Diagram Fuel Pump*..... 28
Gambar 2.16. *Fuel Filter* 29
Gambar 2.17. *Fuel Pressure Regulator* 31
Gambar 2.18. *Pulsation Dumper* 31
Gambar 2.19. *Injector* 32
Gambar 2.20. *Throttle Body* 35
Gambar 3.1. *Pressure Gauge* 46
Gambar 3.2. *Avape* atau Tangki Bahan Bakar 47
Gambar 3.3. *ExHaust Gas Analyzner* 47
Gambar 3.4. *Injector Cleaner and Tester* 50
Gambar 3.5. *Electronic Control Unit* (ECU) 50
Gambar 3.6. Regulator 51
Gambar 3.7. *Petbottle* 51
Gambar 3.8. Skema Pompa Bahan Bakar Pneumatik 52
Gambar 3.9. Diagram Alir Penelitian 53

Gambar 4.1. Grafik Torsi Mesin 60
Gambar 4.2. Grafik Daya Mesin 62
Gambar 4.3. Grafik BSFC Vario PGM-FI 125cc 64
Gambar 4.4. Diagram Kadar CO 67
Gambar 4.5. Diagram Kadar HC 68
Gambar 4.6. Diagram Kadar CO_2 69
Gambar 4.7. Diagram Kadar O_2 69
Gambar 4.8. Torsi Maksimal Vario PGM-FI 125cc 68
Gambar 4.9. Daya Maksimal Vario PGM-FI 125cc 70

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3.1. Spesifikasi Kendaraan 45
Tabel 4.1. Torsi Mesin Vario PGM-FI 125cc 59
Tabel 4.2. Daya Mesin Vario PGM-FI 125cc 61
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan BSFC 63
Tabel 4.4. Kadar Emisi Gas Buang Vario PGM-FI 125cc 66

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1	Tabel Konversi Satuan Daya Mesin	80
Lampiran 2	Tabel Waktu Konsumsi Bahan Bakar	81
Lampiran 3	Hasil Pengujian	91
Lampiran 4	Tabel Torsi dan Daya Bukaan Throttle	101
Lampiran 5	Dokumentasi	108

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menipisnya sumber energi khususnya bahan bakar menjadi salah satu permasalahan di seluruh negara di dunia termasuk di Indonesia. Krisis energi tersebut menuntut kita untuk berpikir mencari solusi terbaik dalam mengatasinya. Banyak riset penelitian yang dilakukan berbagai negara untuk menanggulangi krisis tersebut, diantaranya dengan melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar.

Seiring berkembangnya teknologi banyak produsen otomotif berlomba untuk menciptakan teknologi ramah lingkungan serta untuk pengoptimalan performa kendaraan. Banyak perubahan yang telah dilakukan oleh produsen otomotif salah satunya pada sistem bahan bakar, contohnya perubahan dari sistem karburator menjadi sistem injeksi.

Salah satu pilihan yang mempengaruhi performa kendaraan adalah menurunkan tekanan pompa bahan bakar motor bensin 4 langkah. Mengubah tekanan pompa bahan bakar motor bensin 4 langkah merupakan alternatif yang akan diteliti untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan tekanan pompa bahan bakar terhadap performa kendaraan (torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang).

Berdasarkan paparan diatas penulis mencoba untuk meneliti **”Pengaruh Penurunan Tekanan Pompa Bahan Bakar Terhadap**

Performa Sepeda Motor 125cc Menggunakan Pompa Bahan Bakar Pneumatik".

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian yang penulis cantumkan pada latar belakang, masalah yang dapat menjadi persoalan dalam penelitian performa motor bensin 4 langkah dengan menggunakan tekanan pompa bahan bakar yang berbeda adalah:

1. Apakah dengan teknologi sistem injeksi dapat mempengaruhi proses pembakaran?
2. Hambatan apa saja yang muncul pada proses pembakaran dengan teknologi injeksi?
3. Bagaimana pengaruh penurunan tekanan bahan bakar terhadap torsi sepeda motor yang menggunakan teknologi injeksi?
4. Bagaimana pengaruh penurunan tekanan bahan bakar terhadap daya sepeda motor yang menggunakan teknologi injeksi?
5. Bagaimana jumlah debit bahan bakar yang dihasilkan ketika tekanan bahan bakar diturunkan?
6. Berapa jumlah debit bahan bakar yang dihasilkan ketika tekanan bahan bakar diturunkan?

1.3. Pembatasan Masalah

Berdasarkan pada identifikasi masalah yang telah penulis paparkan di atas, banyak hal yang mempengaruhi daya dan torsi yang dihasilkan pada kendaraan, maka dari itu penulis menetapkan batasan sebagai berikut:

1. Tekanan bahan bakar yang akan di uji adalah:
   - Tekanan pompa bahan bakar sebesar 2,94 bar.
   - Tekanan pompa bahan bakar sebesar 2,5 bar.

2. Bukaan *throttle* yang diuji:
   - Bukaan *throttle* 5°
   - Bukaan *throttle* 10°
   - Bukaan *throttle* 15°
   - Bukaan *throttle* 20°
   - Bukaan *throttle* 25°
   - Bukaan *throttle* 30°
   - Bukaan *throttle* 35°
   - Bukaan *throttle* 40°
   - Bukaan *throttle* 45°
   - Bukaan *throttle* 50°

3. Performa yang diamati adalah:
   - Daya sepeda motor.
   - Torsi sepeda motor.
   - Konsumsi bahan bakar, dan
   - Emisi gas buang.

4. Alat penelitian dikondisikan pada sepeda motor kecil *automatic* 125cc.
5. Bahan bakar yang di gunakan adalah bahan bakar dengan RON 92.
6. Pompa bahan bakar menggunakan sistem pneumatik.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan pembatasan masalah yang penulis paparkan di atas, permasalahan yang penulis rumuskan pada penelitian ini yaitu "Apakah terdapat pengaruh jika tekanan bahan bakar diturunkan terhadap performa yang dihasilkan pada sepeda motor 125cc dengan mesin *Spark Ignition* 4 langkah dengan menggunakan tekanan pompa bahan bakar pneumatik?"

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang penulis lakukan, yaitu:

1. Mengetahui besarnya pengaruh tekanan pompa bahan bakar yang diturunkan terhadap tekanan pompa bahan bakar standar, dilihat dari nilai puncak torsi mesin dan daya mesin.
2. Mengetahui tekanan pompa bahan bakar yang sesuai, untuk mendapatkan konsumsi bahan bakar yang optimal.
3. Melihat efek emisi gas buang yang ditimbulkan akibat adanya modifikasi penurunan tekanan pompa bahan bakar.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat yang penulis harapkan dari penelitian ini supaya pembaca dapat mengetahui tekanan bahan bakar yang paling baik untuk menghasilkan performa yang optimal pada kendaraan sepeda motor injeksi.

BAB II
KAJIAN TEORI

2.1. Motor Bensin

Menurut Arismunandar motor bensin adalah motor *otto* yang dikembangkan sedemikian rupa oleh para ilmuwan hingga menjadi bermacam–macam jenis seperti, mobil penumpang, truk, sepeda motor, skuter. Motor tersebut dilengkapi dengan busi dan karburator, busi menghasilkan percikan bunga api listrik yang menyalakan campuran bahan bakar dan udara segar, karena itu motor bensin cenderung dinamai *Spark Ignition Engines*.

Berlangsungnya proses pembakaran pada motor bensin atau motor bakar torak terjadi secara periodik, sebelum terjadi proses pembakaran berikutnya terlebih dahulu gas yang sudah tidak dipergunakan lagi harus dibuang atau dikeluarkan dari dalam silinder (ruang bakar), kemudian ruang bakar diisi dengan campuran bahan bakar dan udara segar yang berlangsung ketika torak bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) menuju TMB (Titik Mati Bawah).

Menurut Philip Kristanto (9:2015) berdasarkan siklusnya, motor pembakaran dalam, baik motor bensin maupun motor diesel, dibedakan menjadi motor 2 langkah dan motor 4 langkah. Motor bensin yang memiliki siklus torak yang bergerak sepanjang TMA – TMB – TMA – TMB – TMA termasuk motor 4 langkah. Motor bensin yang melengkapi siklusnya dengan gerakan torak TMA-TMB – TMA termasuk motor 2 langkah.

Motor bakar torak yang lazim itu adalah motor bakar torak yang menggunakan batang penggerak dan poros engkol, gerak torak TMA-TMB-TMA tersebut berputar satu kali putaran poros engkol (360° sudut engkol). Oleh karena itu motor bensin 4 langkah adalah motor bensin yang melengkapi siklus pembakarannya sebanyak dua kali putaran poros engkol, sedangkan motor bensin 2 langkah cukup melengkapi satu kali siklus pembakaran dalam satu kali putaran poros engkol.

2.1.1. Prinsip Kerja Motor 4 Langkah

Motor bensin 4 langkah adalah motor yang menyelesaikan siklus dalam empat langkah torak dan satu kali proses pembakaran serta menghasilkan satu kali usaha, berikut adalah langkah kerja motor bensin empat langkah :

1. Langkah Hisap (*Suction Stroke*)

Pada langkah ini torak bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) menuju ke TMB (Titik Mati Bawah). Pada saat itu katup hisap membuka sedangkan katup buang menutup. Melalui katup hisap, campuran bahan bakar dan udara terhisap masuk ke dalam silinder atau ke ruang bakar.

2. Langkah Kompresi (*Compression Stroke*)

Saat torak mencapai TMB, torak bergerak kembali menuju TMA, sementara katup hisap dan katup buang dalam keadaan tertutup. Campuran bahan bakar dan udara yang terhisap, kini terkurung

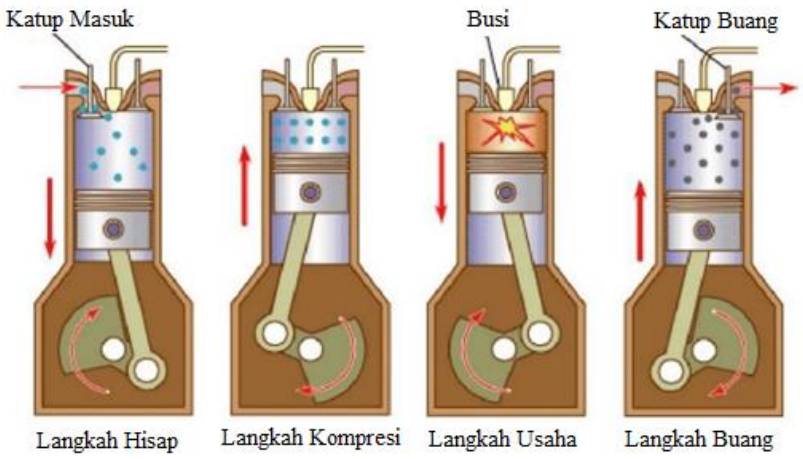
didalam silinder dan dimampatkan oleh torak yang bergerak menuju TMA. Volume ruang bakar tersebut menjadi kecil sehingga temperatur dan tekanannya bertambah. Campuran tersebut sangat mudah terbakar, kemudian pada saat torak hampir mencapai TMA campuran bahan bakar dan udara dibakar dengan percikan bunga api. Oleh itu terjadilah proses pembakaran sehingga tekanan dan temperaturnya bertambah.

3. Langkah Usaha (*Power Stroke*)

Dari pembakaran pada langkah kompresi gas pembakaran berekspansi dan mampu mendorong torak bergerak kembali dari TMA menuju TMB. Selain itu, keadaan katup hisap maupun katup buang masih dalam keadaan tertutup. Selama torak bergerak dari TMA menuju TMB disebut langkah kerja/ usaha/ ekspansi, volume gas pembakaran didalam silinder bertambah oleh itu tekanannya menjadi turun.

4. Langkah Buang (*Exhaust Stro*ke)

Saat torak mencapai TMB, katup buang sudah mulai membuka sedangkan katup hisap masih tertutup. Torak bergerak kembali ke TMA mendesak gas sisa hasil pembakaran keluar dari dalam silinder melalui saluran buang. Proses pengeluaran gas sisa pembakaran ini disebut langkah buang dan setelah langkah buang selesai siklus dimulai lagi dari langkah hisap dan begitu seterusnya.



Gambar 2.1. Siklus Motor Bakar 4 Langkah.[1]

2.2. Sistem Bahan Bakar

2.2.1. Sistem Karburator

Karburator adalah sebuah alat yang mencampur udara dan bahan bakar untuk sebuah mesin pembakaran dalam. Pada dasarnya karburator bekerja menggunakan prinsip Bernoulli, semakin cepat udara bergerak maka semakin kecil tekanan statisnya, namun makin tinggi tekanan dinamisnya. Karburator mengatur pemasukan, pencampuran, pengabutan (atomisasi) bahan bakar ke dalam arus udara sehingga terjadinya rasio campuran bahan bakar dan udara yang sesuai dengan kondisi beban dan kecepatan putar poros engkol. Jumlah bahan bakar yang dapat terbakar bergantung pada jumlah udara yang masuk ke dalam silinder pada saat langkah hisap. Pedal gas sebenarnya tidak secara langsung mengendalikan besarnya aliran bahan bakar yang masuk ke ruang bakar. Pedal gas sebenarnya mengendalikan katup dalam karburator untuk

[1] http://Eprints.undip.ac.id/41619/3/BAB.II.pdf, (Universitas Diponogoro : Semarang), h.6

menentukan besarnya aliran udara yang dapat masuk keruang bakar. Udara bergerak dalam karburator inilah yang memiliki tekanan untuk menarik serta bahan bakar masuk kedalam ruang bakar.

2.2.2. Sistem Injeksi

Injeksi bahan bakar adalah sebuah teknologi yang digunakan dalam mesin pembakaran dalam untuk mencampur bahan bakar dengan udara sebelum di bakar. Penggunaan injeksi bahan bakar akan meningkatkan tenaga mesin bila dibandingkan dengan penggunaan karburator, karena injektor membuat bahan bakar tercampur secara homogen. Hal ini menjadikan injeksi bahan bakar dapat mengontrol pencampuran bahan bakar dan udara yang lebih tepat, baik dalam proporsi dan keseragaman.

Injeksi bahan bakar dapat berupa mekanikal, elektronik atau campuran dari keduanya. Sistem awal berupa mekanikal, namun sekitar tahun 1980-an mulai banyak menggunakan sistem elektronik. Sistem elektronik modern menggunakan banyak sensor untuk memonitor kondisi mesin, dan sebuah unit kontrol elektronik menghitung jumlah bahan bakar yang diperlukan. Oleh karena itu, injeksi bahan bakar dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar dan mengurangi polusi, dan juga memberikan tenaga keluaran yang lebih.

2.2.3. Komponen Mesin 4 Langkah

Komponen – komponen yang menyusun mesin 4 langkah adalah sebagai berikut,

1. Blok mesin

Blok mesin adalah badan dari mesin itu sendiri yang di dalamnya terdapat silinder. Biasanya terbuat dari baja tuang atau aluminum. Pada sisi blok mesin juga terdapat rongga yang merupakan *water jacket* atau tempat bagi cairan (*water coolant)* untuk mendinginkan dan menjaga temperatur mesin.

2. *Camshaft* (poros kam)

Poros yang berfungsi untuk menggerakkan mekanisme buka tutup pada katup hisap maupun katup buang.

3. Ruang bakar (*combustion chamber*)

Ruang bakar adalah ruang yang volumenya dihitung ketika piston berada pada TMA.

4. Katup

Katup berguna untuk mempersilahkan aliran campuran bahan bakar dan udara ketika masuk ke silinder pada langkah hisap *(intake stroke)* dan keluar dari silinder ketika langkah buang (*exhaust stroke*).

5. *Connecting Rod*

Berfungsi untuk menerima tenaga dari torak yang diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar dan meneruskannya ke poros engkol *(crankshaft)*.

6. Torak *(Piston)*

berfungsi untuk memindahkan tenaga yang didapatkan dari hasil pembakaran bahan bakar ke poros engkol *(crankshaft)* melalui batang torak *(connecting rod)*.

7. Ring Piston

Ring piston terdapat dua bagian pada *piston skirt* yaitu ring kompresi dan ring pelumas. Ring kompresi berfungsi untuk mencegah kebocoran kompresi atau terjadinya pemasukan gas bertekanan tinggi ke dalam *crankcase*. Ring pelumas berfungsi untuk mencegah tertinggalnya pelumas yang terdapat pada dinding silinder selama torak bergerak, sehingga pelumas tidak terbakar selama proses pembakaran terjadi.

8. Silinder mesin

Tempat terjadinya pergerakan piston secara bolak balik yang dibatasi oleh TMA dan TMB.

9. Poros Engkol (*Crankshaft*)

Poros engkol berfungsi untuk mengubah gaya naik turun (translasi) torak menjadi gerak berputar yang akhirnya menggerakkan roda.

10. *Intake manifold*

Merupakan saluran pemasukan bagi bahan bakar dan udara ke dalam silinder.

11. *Exhaust Manifold*

Merupakan saluran pengeluaran gas bertekanan tinggi hasil pembakaran keluar dari silinder.

12. Kepala Silinder (*Head*)

Penutup dari bagian atas silinder, dan biasanya sebagai tempat untuk *clearance volume* , dan beberapa komponen seperti mekanisme katup, poros kam, dan sebagainya

13. *Oil Pan*

Sebagai penampungan seluruh pelumas atau oli mesin. *Oil pan* terhubung dengan blok mesin dengan mekanisme baut.

14. *Oil Pump*

Pompa yang berfungsi mengalirkan oli pelumas mesin keseluruh bagian mesin yang perlu dilumasi. Sehingga meminimalisir resiko keausan pada *part – part* mesin yang terus bergerak dan menerima tekanan ata suhu tinggi.

15. Injektor Bahan Bakar

Berfungsi untuk mensuplai bahan bakar ke dalam silinder melalui proses *pressurised* dan pengatomisasian terlebih dahulu.

16. Radiator

Merupakan komponen *heat exchanger* yang berfungsi untuk melepaskan panas dan menurunkan suhu dari cairan *coolant* yang mengalami kenaikan suhu akibat transfer panas dari mesin dan bagiannya. Sehingga tidak terjadi *overheating* pada cairan pendingin

17. *Water jacket*

Merupakan rongga yang ada di sisi – sisi dari blok mesin yang berfungsi untuk mengalirkan cairan pendingin ke sekeliling blok mesin. Sehingga panas mesin bisa di transmisikan secara maksimal.

2.2.4. Komponen Sistem Injeksi

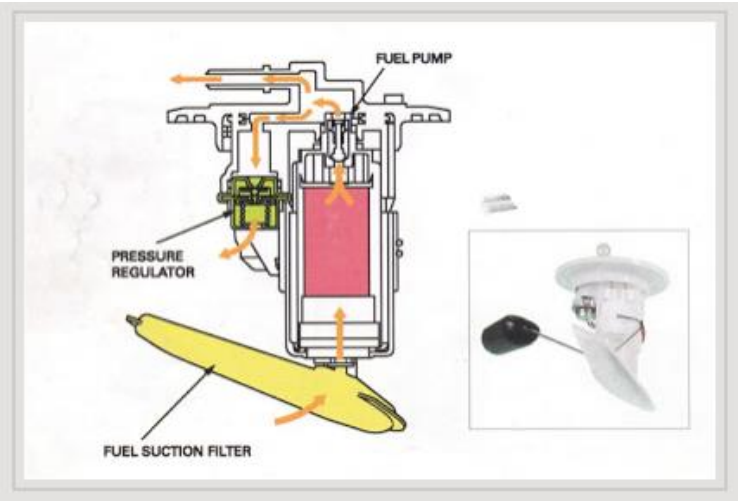
1. *Injector*

Injector bekerja sesuai sinyal dari ECM untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam intake manifold. Mempunyai lubang *injector* dengan diameter terkecil di dunia dengan dilengkapi saringan. Sistem pengaturan dengan tingkat presisi paling tinggi di dunia, menghasilkan pengaturan jumlah aliran bahan bakar yang sangat tepat. Tidak perlu perawatan berkala sehingga hemat biaya, pembakaran lebih sempurna sehingga menghemat bahan bakar.

Gambar 2.2. *Injector*.

2. *Fuel pump*

Fuel pump berfungsi untuk memompa dan mengalirkan bahan bakar dari tangki motor ke dalam *injector*. Tekanan pada Pompa bensin tersebut sekitar 294 kPa.



Gambar 2.3. ***Fuel pump.***

3. *Engine Control Module (ECM)*

Sebagai pengontrol kinerja sistem dengan mengolah informasi yang dikirimkan oleh komponen sensor. ECM berfungsi mengontrol waktu penyemprotan bahan bakar, mengatur jumlah bahan bakar yang disemprotkan dan mengatur waktu pengapian. Menghasilkan akurasi yang sangat tinggi dalam mengatur penyemprotan bahan bakar dan waktu pengapian sesuai *input* dari sensor-sensor.

4. Sensor EOT *(Engine Oil Temperature)* dan ECT *(Engine Collant Temperature).*

Sensor EOT dan ECT berfungsi untuk mendeteksi perubahan suhu mesin. Mampu mendeteksi perubahan suhu dengan akurat, mesin mudah dihidupkan dalam segala kondisi suhu, konsumsi

bahan bakar disesuaikan dengan perubahan suhu mesin sehingga lebih hemat bahan bakar.

5. *Sensor Throttle Position (TP)*

Berfungsi untuk mendeteksi posisi/sudut bukaan gas. Mampu mendeteksi perubahan bukaan gas dengan akurat, pencampuran bahan bakar dengan udara selalu optimum disesuaikan dengan perubahan posisi bukaan gas sehingga lebih hemat bahan bakar dan lebih responsif.

6. *Ignition Pulse Generator (CKP) Sensor*

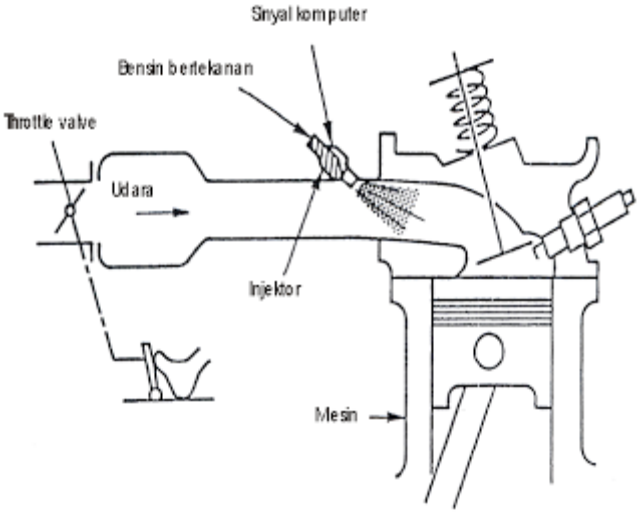
Sensor CKP berfungsi untuk mendeteksi putaran mesin dan sudut *crankshaft*. Mampu mendeteksi dan memonitor posisi dan kecepatan putaran *crankshaft* dengan akurat. Sensor CKP mengirimkan sinyal listrik ke ECM untuk mengontrol waktu pengapian dan parameter jumlah injeksi bahan bakar serta pengaturan waktu injeksi.

7. *Oxygen (O2) Sensor*

Sensor O2 berfungsi untuk memperbaiki campuran udara dan bahan bakar dengan cara mendeteksi konsentrasi oksigen yang terkandung di dalam gas buang. Mampu mendeteksi konsentrasi oksigen pada gas buang dengan akurat.

Gambar 2.4. *Oxygen sensor*.

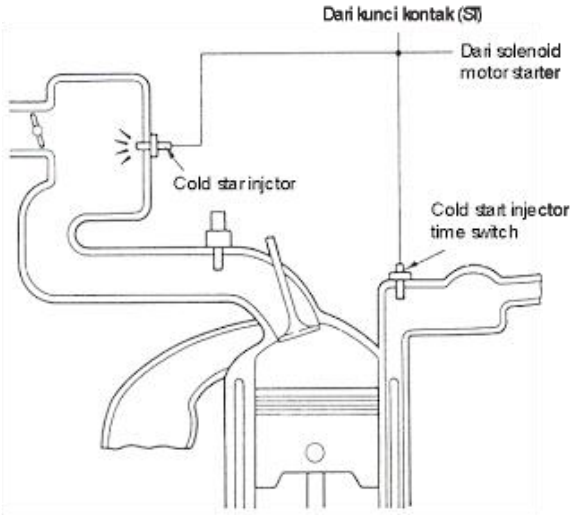
2.3. Cara Kerja Pada Injeksi Kendaraan



Gambar 2.5. Sistem Injeksi.

Pada sistem penginjeksian secara elektronik, bensin disemprotkan bukan berdasarkan kevacuuman pada *intake manifold* melainkan karena adanya respon terhadap suatu sinyal listrik dari komputer ke *injector*.

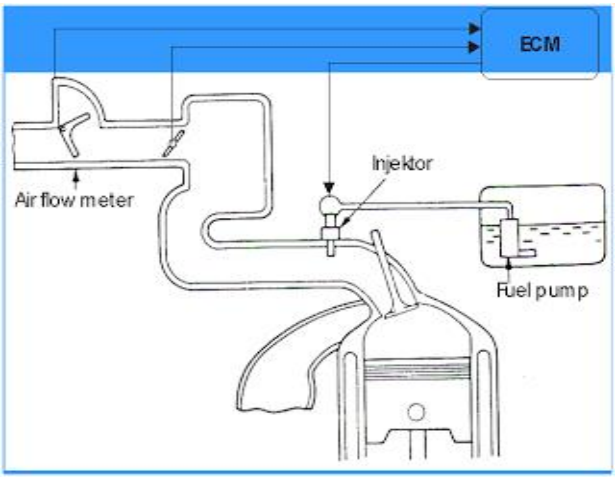
1. *Starting* - Injeksi



Gambar 2.6. Starting Sistem Injeksi.

Putaran mesin, jumlah udara yang masuk, dan temperatur mesin yang masih dingin akan dideteksi oleh sensor yang akan memberikan input kepada komputer untuk mengaktifkan *cold start injector* (untuk beberapa tipe) atau mengaktifkan semua *injector* selama mesin *starting* (untuk tipe tertentu) untuk memperkaya campuran.

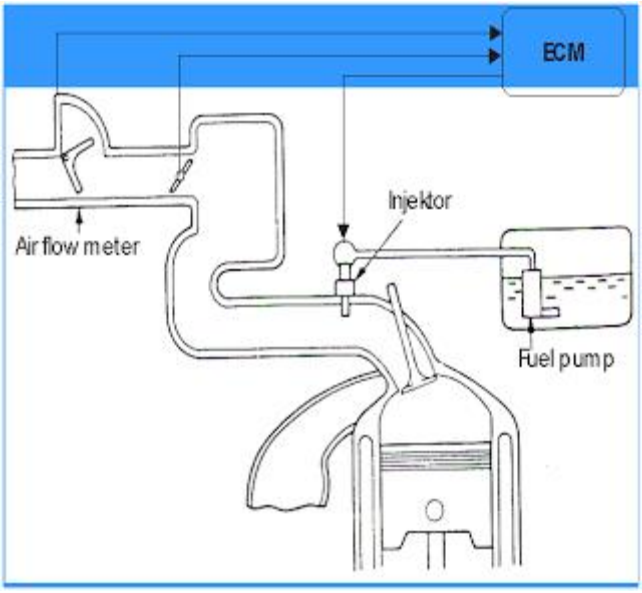
2. Akselerasi – Injeksi



Gambar 2.7. Akselerasi Sistem Injeksi.

Apabila komputer mendeteksi adanya pembukaan *throttle* secara tiba - tiba, diikuti dengan berubahnya aliran udara atau kevakuman pada *intake manifold* yang berubah secara drastis maka komputer akan mengirimkan sinyal ke semua injektor untuk bekerja secara bersamaan

3. *High Power Output* - Injeksi



Gambar 2.8. High Power Sistem Injeksi.

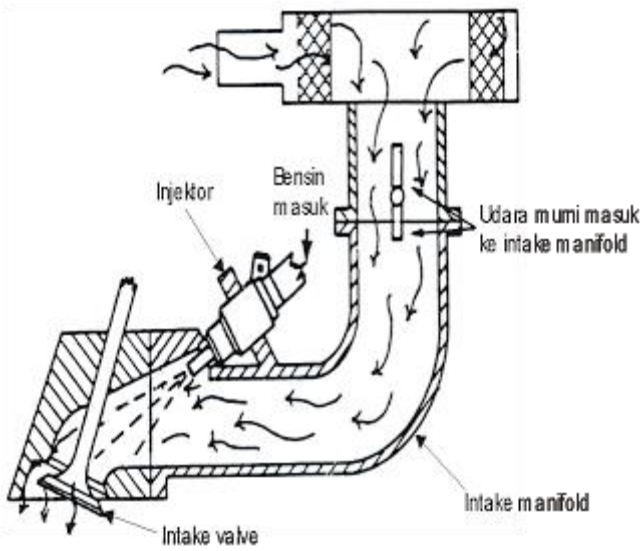
Saat *throttle valve* terbuka semakin besar maka komputer akan mengkombinasikan dengan aliran udara masuk atau tingkat kevacuuman di *intake manifold* untuk menghitung besarnya beban. Komputer akan mengirim sinyal ke injektor untuk merubah lamanya waktu injektor terbuka (*injection pulse width*) untuk memperkaya campuran.

2.3.1. Jenis – Jenis EFI

Secara Umum *Electronic Fuel Injection* dibagi menjadi :

- Berdasarkan jumlah injektornya
- Berdasarkan penempatan injektornya

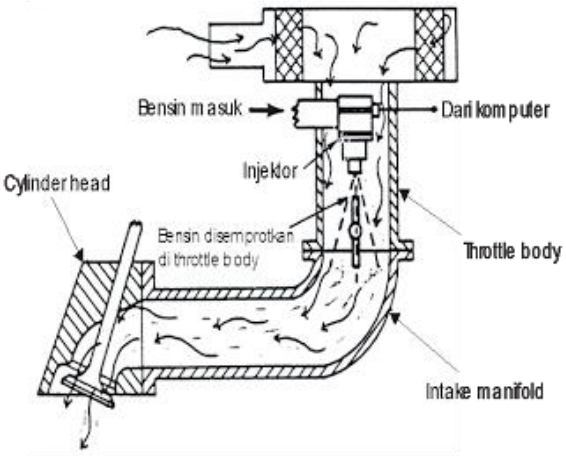
1. *Single Point Injection*



Gambar 2.9. *Single Point Injection.*

Single Point Injection System biasa disebut juga *Throttle Body Injection* (TBI). Sebuah injektor terletak di *throttle body* pada *intake manifold*, bensin disemprotkan ditengah-tengah *intake manifold* untuk menyuplai kebutuhan semua silinder.

2. Multi Point Injection

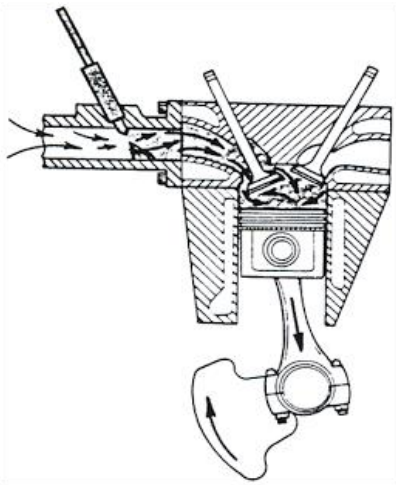


Gambar 2.10. ***Multi Point Injection.***

Multi Point Injection System mempunyai injektor pada setiap saluran untuk menyuplai bensin pada masing-masing silinder. Bensin disemprotkan ke masing-masing saluran pada intake valve. Oleh Karena itu istilah Multi Point (lebih dari satu lokasi/titik) Fuel Injection digunakan.

2.3.2. Berdasarkan Penempatan Injektornya

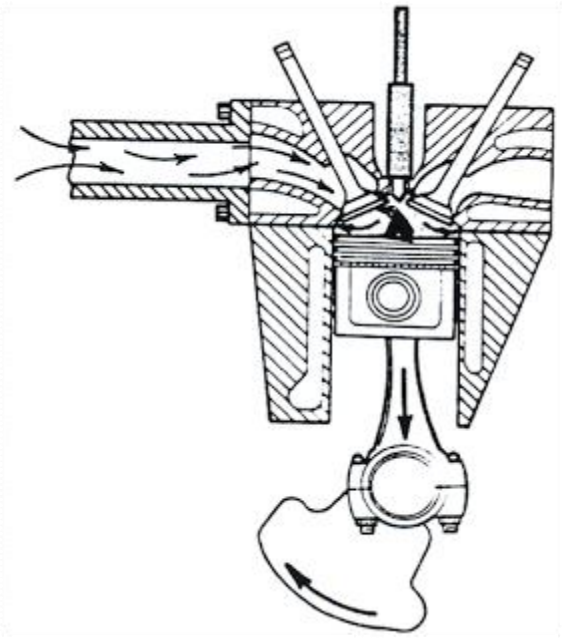
1. *Indirect Injection*



Gambar 2.11. ***Indirect Injection.***

Indirect injection system menyemprotkan bahan bakar ke *intake manifold* seperti yang digunakan pada sistem penginjeksian mesin bensin, bensin disemprotkan tidak langsung ke dalam ruang bakar.

2. *Direct Injection*



Gambar 2.12. *Direct Injection*

Direct injection adalah sistem bahan bakar yang penyemprotan bahan bakarnya langsung ke dalam ruang bakar. Sistem penginjeksian langsung ini digunakan di sistem penginjeksian mesin diesel.

2.4. Waktu dan Lamanya Penginjeksian

Seperti sudah dijelaskan pada halaman sebelumnya bahwa banyak sedikitnya bensin yang diinjeksikan sesuai dengan input dari 2 sensor, yaitu

sensor jumlah udara masuk dan sensor putaran mesin (*basic injection volume*). Sedangkan waktu penginjeksian ditentukan oleh program ECU.

2.4.1. Dasar waktu penginjeksian secara umum

Dasar waktu penginjeksian secara umum di bagi 3, yaitu:

1. *Intermittent* (sebentar-sebentar)

Pada *intermittent fuel injection system*, terbuka dan tertutupnya katup *injector* tidak melihat kondisi kerja *intake valve*. Jadi pada sistem penginjeksian ini mungkin penyemprotan bensin ke mesin ketika *intake valve* terbuka atau ketika *intake valve* tertutup. *Intermittent injection* sistem biasa disebut juga *Modulation Injection System*.

2. *Timed* (yang diatur oleh waktu)

Pada *timed injection system*, bensin betul-betul menyemprot ke dalam mesin sebelum atau saat *intake valve* terbuka. Penyemprotan bensin pada sistem ini selalu melihat kondisi kerja *intake valve*.

3. *Continuous* (berlanjut)

Pada *continuous fuel injection system*, bensin disemprotkan ke dalam *intake manifold* setiap waktu (terus menerus) selama mesin berputar. Pengontrolan perbandingan campuran udara dan bensin dengan cara menambah atau mengurangi tekanan pada

injector. Dengan cara ini akan menambah atau mengurangi bensin yang keluar dari *injector*.

2.4.2. Hubungan Waktu Terbukanya Injektor

Ada beberapa type terbukanya injektor, diantaranya adalah :

1. *Simultaneous injection*

Simultaneous injection berarti semua injector terbuka secara bersamaan, semua injector menerima perintah dari ECU (pulsa ON & OFF) secara bersama-sama.

2. *Sequential Injection*

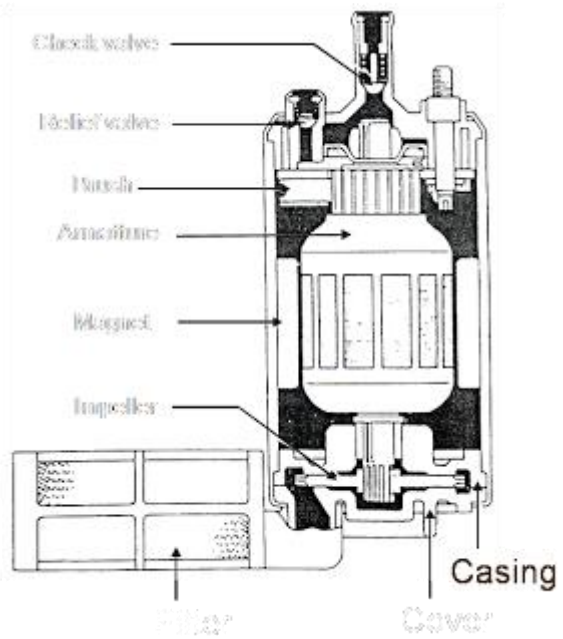
Pada *sequential injection*, injektor terbuka satu persatu secara bergantian sesuai dengan waktu penginjeksian yang sudah ditentukan oleh ECU.

2.5. *Fuel Delivery System*

Perbedaan paling mendasar antara sistem karburator dengan sistem injeksi pada suplai sistem bahan bakar adalah bahwa pada sistem injeksi suplai bahan bakar dari tangki bensin ke ruang bakar dikontrol secara elektronik oleh ECM, sedangkan pada system karburator suplai bensin dari tangki ke ruang bakar masih dikontrol oleh kunci kontak.

2.5.1. Komponen Utama dari *Fuel Delivery System*.

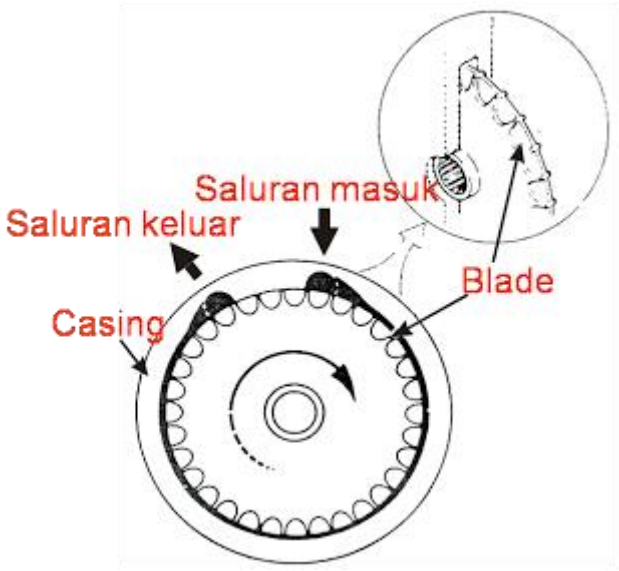
1.*Fuel Pump*



Gambar 2.13. *Fuel Pump*

Pada semua tipe mesin dengan injeksi, penempatan pompa bensin selalu ada di dalam tangki bensin. Tipe yang digunakan adalah elektrik dengan motor listrik. Pompa terdiri dari motor, pompa itu sendiri, *check valve*, *relief valve* dan filter yang diletakkan di saluran masuk pompa.

2.Pompa Turbin



Gambar 2.14. Pompa Turbin

- Terdiri dari satu atau dua impeller yang diputar oleh motor, *casing* dan *pump cover* tersusun menjadi satu unit. Bila motor berputar maka *impeller* akan ikut berputar.
- Bilah pada bagian luar *impeller* menghisap bensin dari saluran masuk dan didorong keluar melalui saluran keluar.
- Bensin yang dikeluarkan dari saluran keluar akan melalui sekitar motor (motor terendam bensin) dan dialirkan keluar dari pompa melalui *chek valve*.

3. *Check Valve*

Check valve akan tertutup bila pompa bensin berhenti bekerja. *Check valve* dan *fuel pressure regulator* keduanya mempertahankan sisa tekanan di dalam sistem saluran bensin bila mesin berhenti, supaya mudah pada saat menghidupkan mesin kembali. Tekanan bensin yang rendah pada saluran akan

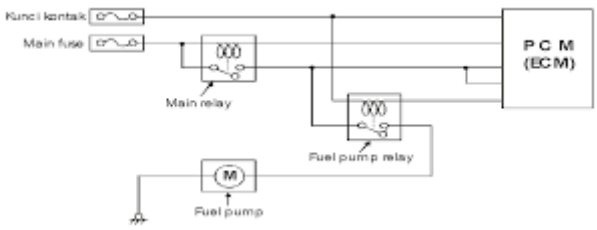
memudahkan penguapan pada temperatur tinggi dan mesin akan sulit saat dihidupkan kembali.

4. *Relief Valve*

Relief valve akan menjaga tekanan bensin supaya tidak lebih dari yang diperbolehkan untuk menghindari kerusakan pada pompa ataupun pada pipa dan slang bensin.

- *Relief valve* akan terbuka bila tekanan bensin yang dikeluarkan pompa lebih dari 6,0 kg/cm^2 (85,3 psi/588,4 kPa). Bensin yang dikeluarkan melalui *relief valve* akan langsung dikembalikan lagi ke tangki bensin.
- Kondisi Kerja *fuel pump*
- Bekerjanya *fuel pump* dikontrol oleh ECM. Ada 3 kondisi *fuel pump* akan bekerja, yaitu :
  - 3 (tiga) detik setelah kunci kontak ON
  - Saat mesin di starter
  - Saat mesin berputar (hidup)

5. *Wiring Diagram Fuel Pump*

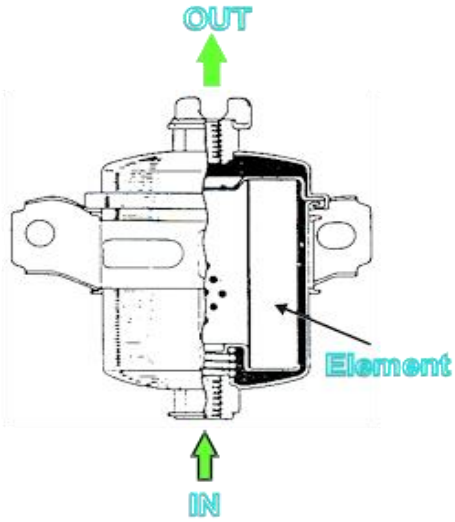


Gambar 2.15. *Wiring Diagram Fuel Pump*

Apabila kunci kontak di ON kan, maka PCM (ECM) akan menggroundkan *main relay* dan *fuel pump relay*. Apabila selama 3 detik PCM (ECM) tidak menerima signal dari motor starter dan signal putaran mesin maka PCM (ECM) akan memutus *ground fuel pump relay*.

PCM (ECM) akan selalu menggroundkan *relay* apabila menerima *signal* dari motor starter atau selama menerima *signal* putaran mesin.

6. *Fuel Filter*



Gambar 2.16. *Fuel Filter*

Berfungsi menyaring kotoran – kotoran dan partikel asing lainnya dari bensin supaya tidak masuk ke *injector*. *Fuel filter* dipasangkan pada saluran tekanan tinggi dari *fuel pump*. *Fuel filter* ada yang diletakkan diluar tangki bensin, ada juga yang diletakkan di dalam tangki bensin.

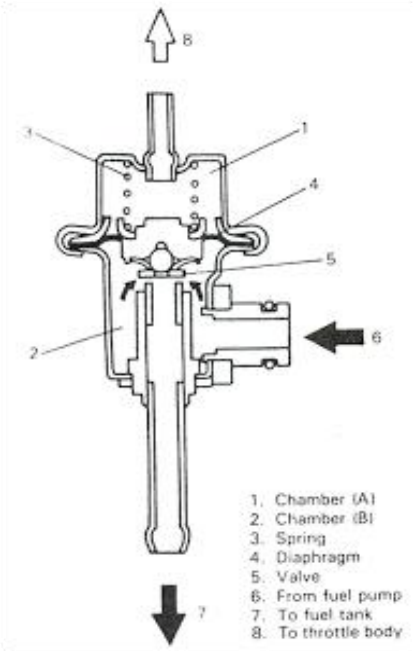
7. *Fuel Pressure Regulator*

Berfungsi mengatur tekanan bensin yang ke injektor – injektor. Jumlah injeksi bensin dikontrol sesuai lamanya signal yang diberikan ECM ke injektor, oleh karena itu tekanan tekanan yang tetap pada injektor harus dipertahankan.

Karena adanya perubahan tekanan pada bensin (dikarenakan injeksi bensin oleh injektor) dan variasi perubahan *vacuum intake manifold*, jumlah bensin yang diinjeksikan sedkit berubah sekalipun signal injeksi dan tekanan bensin tetap. Oleh karena itu agar jumlah injeksinya tepat, tekanan bensin harus dipertahankan pada 2,1 ~ 2,6 kg/cm^2

- **Cara Kerja *Fuel Pressure Regulator***

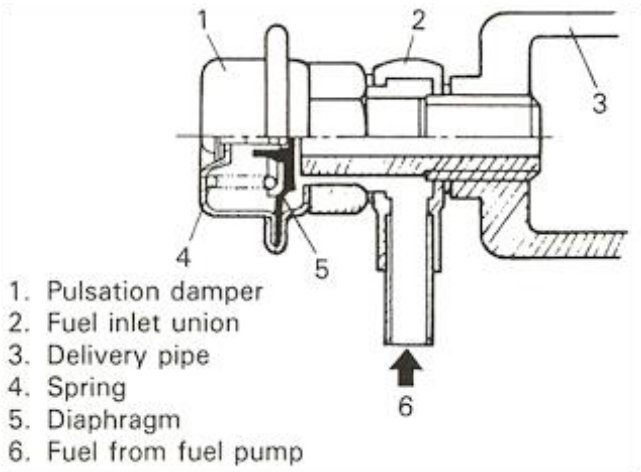
Tekanan bensin dari *delivery pipe* menekan *diaphragm*, membuka *valve*, sebagian bensin kembali ke tangki melalui pipa pengembali. Jumlah bensin yang kembali ditentukan oleh tingkat ketegangan pegas *diaphragm*, variasi tekanan bensin sesuai dengan jumlah bensin yang kembali. *Vacuum intake manifold* yang dihubungkan pada bagian sisi *diaphragm spring*, melemahkan tegangan pegas, menambah jumlah kembalinya bensin dan menurunkan tekanan bensin . dengan demikian bila *vacuum intake manifold* besar maka tekanan bensin akan menurun, demikian juga sebaliknya.



Gambar 2.17. ***Fuel Pressure Regulator***

Bila *fuel pump* berhenti bekerja maka spring akan menutup katup. Akibatnya *check valve* pada pompa dan katup di dalam fuel *pressure regulator* mempertahankan sisa tekanan di dalam saluran bensin. Kerusakan pada *pressure regulator* akan menyebabkan mesin sulit hidup, idling kasar dan tenaga mesin berkurang.

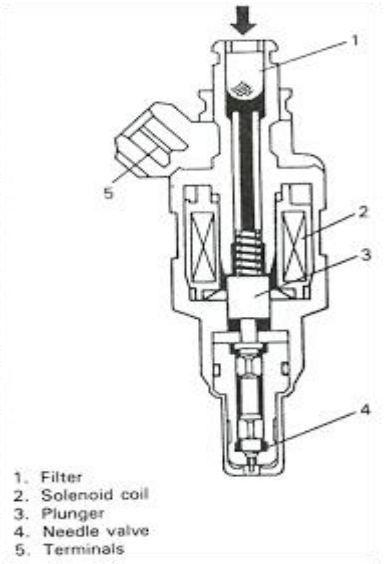
8. ***Pulsation Dumper***



Gambar 2.18. ***Pulsation Dumper***

Pulsation dumper terpasang pada *Delivery Pipe* berfungsi menyerap variasi tekanan bensin yang diakibatkan perubahan kevakuman *intake manifold* dan penginjeksian bensin oleh *injector*, untuk membantu mempertahankan tekanan bensin pada 2,1 – 2,6 kg/cm^2 di dalam pipa pembagi (*delivery pipe*)

9. *Injector*



Gambar 2.19. *Injector*

Injector adalah *nozzel electromagnet* yang bekerjanya dikontrol oleh ECM untuk menginjeksikan bensin ke *intake manifold*. *Injector* dipasangkan di ujung *intake manifold* dekat *intake port* (lubang pemasukan) dan dijamin oleh *delivery pipe*.

Bila signal dari ECM diterima oleh *coil solenoid*, maka *plunger* akan tertarik melawan kekuatan pegas. Karena *needle valve* dan *plunger* merupakan satu unit, *valve* juga akan tertarik dari dudukann dan bensin akan disemprotkan selama katup terbuka. Pengaturan banyak sedikitnya bensin yang disemprotkan sesuai

dengan lamanya signal dari ECM (lamanya katup terbuka), karena langkah *needle valve* tetap.

Secara umum tipe konstruksi dasar *injector* adalah :

1. Bentuk lubang injeksi

– Tipe *pintle* (penyemprotannya baik)

– Tipe *hole* (sulit untuk tersumbat)

2. Nilai resistance

– *Resistance* rendah (2 ~ 3 ohm)

– *Resistance* tinggi (11 ~14 ohm)

2.6. Kelebihan dan Kekurangan Menggunakan Sistem Injeksi

Dalam penggunaan sistem injeksi bahan bakar ini terdapat beberapa kelebihannya, antara lain:

1. Terjadinya pembakaran yang sempurna pada ruang bakar, sehingga emisi gas buang yang dihasilkan relatif lebih sedikit.
2. Teknologi injeksi bahan bakar berkonsep bebas perawatan. Pada saat servis, pembersihan dilakukan hanya pada bagian penyaring udara, busi, dan pengaturan klep.
3. *Air-fuel ratio* sangat mempengaruhi kesempurnaan pembakaran pada mesin. Standar AFR pada motor adalah 14,7:1 yang artinya 14,7 udara dan 1 bensin. AFR dapat berubah-ubah, misalnya pada saat kondisi mesin dingin AFR 5:1, pada saat idle AFR 11:1, akselerasi 8:1, dan pada saat pemakaian ekonomis 40-60 km/jam AFR 16-18:1. Sehingga

konsumsi bahan bakar pada motor injeksi lebih irit dibandingkan karburator.

Selain kelebihannya, dalam sistem injeksi bahan bakar juga terdapat kekurangannya, antara lain:

1. Terjadinya proses yang panjang dari sensor pengatur jumlah udara dan laporan dari sensor-sensor lainnya, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama untuk berakselerasi.
2. Injeksi bahan bakar termasuk teknologi baru, tidak semua bengkel umum mampu memperbaiki di saat terjadi permasalahan pada kendaraan.
3. Semua perangkat terutama *engine control module* menggunakan elektronik, sehingga rentan mati apabila mengalami guncangan atau benturan keras. Pada saat terjadi hal tersebut, kendaraan berpeluang tidak bisa dihidupkan kembali, karena mengalami kerusakan pada *engine control module*. Biaya perbaikan membutuhkan biaya yang relatif masih mahal.

2.7. Asas Bernoulli

Prinsip Bernoulli adalah sebuah istilah di dalam mekanika fluida yang menyatakan bahwa pada suatu fluida yang memiliki kecepatan akan menimbulkan penurunan tekanan pada aliran tersebut. Prinsip ini sebenarnya merupakan penyederhanaan dari Persamaan Bernoulli yang menyatakan bahwa jumlah energi pada suatu titik di dalam suatu aliran tertutup sama besarnya dengan jumlah energi di titik lain pada jalur aliran yang sama. Persamaan Bernoulli dapat dituliskan sebagai berikut :

$P_1 + ½\rho v^2 + \rho g h = P_2 + ½\rho v^2 + \rho g h$

Keterangan : P_1 = Tekanan pada fludia satu (atm)

P_2 = Tekanan pada fluida dua (atm)

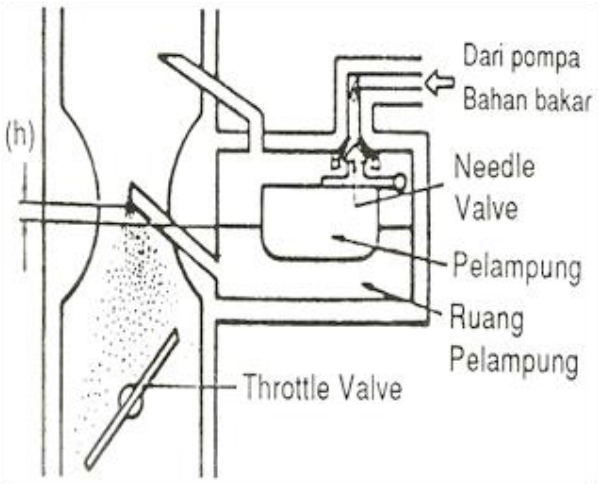
v = kecepatan fluida satu (m/s)

v = kecepatan fluida dua (m/s)

ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

2.7.1. Penerapan Hukum Bernoulli Pada Sistem Bahan Bakar



Gambar 2.20. ***Throttle body***

Daerah venturi langsung langsung terhubung dengan saluran bahan bakar dari karburator, ketika mesin dinyalakan kemudian terjadi langkah hisap oleh piston, berdasarkan langkah hisap udara akan mengalir menuju daerah venturi yang mengakibatkan kevakuman, ini menyebabkan terjadinya perbedaan tekanan, sehingga bahan bakar terhisap menuju ruang bakar.

2.8. Pneumatik

Pneumatik merupakan cabang teori aliran atau mekanika fluida yang tidak hanya meliputi penelitian aliran udara melalui suatu sistem saluran, yang terdiri atas pipa-pipa, selang–selang, dan sebagainya, tetapi juga menggunakan udara bertekanan.[2] Pneumatik menggunakan hukum aeordinamika, yang menentukan keadaan keseimbangan gas dan uap (khususnya udara atmosfer) dengan adanya gaya – gaya luar (aerostatika) dan teori aliran (aerodinamika).

Komponen pneumatik biasanya beroperasi pada tekanan 8 – 10 bar, tetapi dalam praktiknya dianjurkan menggunakan tekanan 5 – 6 bar untuk penggunaan yang ekonomis.[3] Adapun kelebihan dan kekurangan dari sistem pneumatik sebagai berikut:[4]

2.8.1. Kelebihan Pneumatik

Beberapa keuntungan dalam penggunaan dan penerapan sistem pneumatik antara lain adalah:

a. Fluida kerjanya mudah di dapat dan mudah diperoleh

- udara yang ada dimana saja dan jumlahnya tidak terbatas
- Saluran balik tidak diperlukan karena udara bekas

b. Dapat disimpan dengan baik

- pengangkutan dan penyimpanan dilakukan pada tangki – tangki penampungan

c. Bersih dan kering

---

[2] Sudaryono, *Pneumatik dan Hidrolik,* (KEMENDIKBUD : Jakarta, 2013) h.14
[3] Ibid h.15
[4] http://dunia-listrik.blogspot.com/2010/02/dasar-dasar-pneumatik.html (diakses 16 April 2017 pkl 16:28)

- jika terjadi kebocoran pada saluran pipa atau selang benda kerja maupun bahan – bahan tidak menjadi kotor
- jika terjadi kerusakan pada saluran pipa – pipa tidak akan terjadi pengotoran, bintik minyak dan sebagainya.

d. Aman terhadap kebarakan dan ledakan.

e. Tidak diperlukan pendinginan.

f. Mudah dalam perawatan.

- Konstruksinya sangat sederhana sehingga peralatan – peralatan udara mampat hampir tidak peka terhadap gangguan.
- Komponen – komponennya sangat mudah dipasang dan dapat dibuka sehingga bisa digunakan kembali untuk penggunaan lainnya.

2.8.2. Kekurangan Pneumatik

a. Tidak mungkin untuk mewujudkan kecepatan – kecepatan torak dan pengisian yang tetap, tergantung dari bebannya.

b. Udara yang ditiup keluar menyebabkan kebisingan (desisan) mengalir ke luar, yang terutama dalam ruang – ruang kerja sangat menganggu.

c. Kelembapan udara dalam udara mampat pada waktu suhu menurun dan tekanan meningkat dipashkan sebagai tetesan – tetesan air (air embun).

d. Pada waktu pemuaian (*expansion*) tiba – tiba (di belakang pemakai udara mampat) dan penurunan suhu yang bertalian dengan pemuaian tiba – tiba ini, dapat terjadi pembentukan es.

e. Suatu silinder pneumatik mempunyai kemampuan daya tekan yang terbatas.

f. Suatu gerakan teratur hampir tidak dapat diwujudkan apabila terjadi perubahan beban.

g. Tidak ada sinkronasi, menjalankan sama – sama (mensinkronasi) dua silinder atau lebih sangat sulit dilaksanakan.

2.9. Usaha Mesin (*Work*)

Secara umum usaha merupakan ukuran yang menunjukkan seberapa besar suatu gaya dapat melakukan perpindahan pada suatu sistem. Jadi, usaha adalah suatu pergerakan aktual yang dapat atau telah dilakukan ketika suatu gaya diberikan pada objek atau sistem, sehingga dapat diekspresikan dalam bentuk *feet – pound* atau joule[5]. Dalam Ilmu Fisika perhitungan usaha atau *work* didapat dengan mengalikan gaya dengan besarnya perpindahan yang terjadi akibat gaya tersebut dan memiliki besaran skalar.

Pada mesin 4 langkah persamaan dari usaha dapat diperlihatkan sebagai berikut:

$$W = \int F\, dx = \int P\, A_P\, dx \qquad (2.1)$$

Keterangan:

P = tekanan di dalam ruang bakar

[5] James D. Halderman, opcit, h.107

Ap = luas permukaan dimana tekanan bekerja

x = jarak perpindahan piston

Karena , $A_P\, dx = dV$ (2.2)

merupakan volume yang dipindahkan oleh piston. Maka,

$$W = \int P\ dV \text{ (joule)} \quad (2.3)$$

Jika mesin multisilinder maka usaha yang digunakan sebaiknya usaha spesifik dan volumenya juga spesifik, sehingga persamaannya menjadi,

$$w = \int P\ dv \quad (2.4)$$

Usaha spesifik dibagi menjadi *indicated work* dan *brake work*. *Indicated work* adalah usaha ideal yang terjadi pada ruang bakar. Sedangkan *brake work* adalah usaha bersih setelah usaha ideal dikurangi oleh *parasitic load* dan *friction*. Sehingga,

$$w_b = w_i - w_f \text{(kJ/kg)} \quad (2.5)$$

Keterangan : wf = usaha yang hilang karena gesekan dan *parasitic load*

Kemudian berdasarkan grafik usaha dapat dibagi menjadi *gross indicated work* yang melibatkan pengaruh dari langkah kompresi dan langkah usaha, serta *pump work* yang melibatkan pengaruh langkah *intake* dan *exhaust*[6]. Didapatkan persamaan,

$$w_{net} = w_{gross} - w_{pump} \quad (2.6)$$

[6] Willard W. Pulkrabek, opcit, h.44-47

2.10. Torsi (*Torque*)

Torsi adalah salah satu indikator kemampuan mesin untuk melakukan kerja atau usaha dan merupakan besaran vektor. Torsi adalah kecenderungan sebuah gaya untuk memutar suatu objek atau sistem terhadap suatu poros[7]. Torsi diekspresikan dengan satuan *pound force/feet* atau Nm. Torsi berhubungan dengan usaha seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut[8] :

$$2\pi\tau = W_b = (bmep)V_d/n \qquad (2.7)$$

Keterangan : Wb = *brake work* selama satu kali revolusi

Vd = volume yang dipindahkan piston

N = jumlah revolusi mesin per siklus

Untuk mesin 4 langkah yang mengalami 2 putaran mesin setiap siklusnya, didapatkan persamaan torsi sebagai berikut,

$$\tau = (bmep)V_d/4\pi \qquad (2.8)$$

Bmep (merupakan tekanan efektif bersih rata rata), dan Wb digunakan karena torsi diukur diluar *crankshaft*, atau tidak ideal.

2.11. Tenaga Mesin (*Power*)

Tenaga atau *power* merupakan *work rate* atau usaha yang dilakukan mesin tiap satuan waktunya. Tenaga mesin memiliki satuan kW (*kilowatt*), atau HP (*Horse Power*), atau BTU/hr, atau ft-lbf/s. Beberapa persamaan yang menunjukkan tenaga mesin adalah sebagai berikut :

$$W^{\cdot} = WN/n \qquad (2.9)$$

[7] Raymond A. Serway and John W. Jewett, *Principles of Physics* (London:David Harris)h.303
[8] Willard W. Pulkrabek, opcit., h.50

$$\dot{W} = 2\pi N\tau \qquad (2.10)$$

$$\dot{W} = \left(\frac{1}{2n}\right)(mep)A_p\overline{U_p} \qquad (2.11)$$

$\dot{W} = (mep)A_p\overline{U_p}/4$ (khusus untuk mesin 4 langkah) (2.12)

Keterangan :

N = kecepatan mesin dalam RPM

n = jumlah revolusi dalam satu siklus

$\overline{U_p}$ = Kecepatan rata rata gerak piston (m/s)

2.12. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik rem adalah campuran dari efesiensi bahan bakar dalam poros mesin *reciprocating*. *Brake Spesific Fuel Consumption* (BSFC) adalah jumlah bahan bakar per waktunya untuk menghasilkan daya per HP. Jadi BSFC dapat didefinisikan sebagai ekonomi pemakaian bahan bakar (Raharjo dan Karnowo,2008:115).

$$\text{BSFC} = \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$$

Dengan SFC = *Spesific Fuel Consumtion* (kg/Kw.jam)

$\dot{m}_{bb}$ = jumlah bahan bakar yang digunakan (gr/detik)

$\dot{W}_b$ = daya poros mesin (kW) (Willard W. Pulkrabek, 1997:56).

Menurut Philip Kristanto (2015:26) konsumsi bahan bakar spesifik rem (BSFC), berkurang ketika kecepatan meningkat (pada kisaran kecepatan rendah), mencapai minum, dan kemudian meningkat lagi pada kecepatan tinggi karena tingginya kerugian gesekan.

2.13. Emisi Gas Buang

Polusi udara kendaraan bermotor berasal dari gas buang sisa hasil pembakaran bahan bakar yang tidak terurai atau terbakar dengan sempurna. Emisi gas buang yang buruk diakibatkan oleh pembakaran tidak sempurna bahan bakar di ruang bakar. Unsur yang terkandung dalam gas buang antara lain CO, NO_2, HC, C, H_2, CO_2, H_2O dan N_2, dimana banyak yang bersifat mencemari lingkungan sekitar dalam bentuk polusi udara dan mengganggu kesehatan hingga dapat menimbulkan kematian pada kadar tertentu.

2.13.1 Proses Pembakaran

Pembakaran pada motor bakar torak adalah proses reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen yang terjadi dalam ruang bakar, yang menghasilkan energi kalor. Oksigen ini diperoleh dari campuran bahan bakar dengan udara yang masuk ke dalam mesin. Komposisi dari udara tersebut sebagian besar mengandung oksigen dan nitrogen serta sebagian kecil dari udara tersebut mengandung gas yang lain.

Bahan bakar yang lazim digunakan pada mesin Sistem Injeksi 4 langkah adalah bensin (*gasoline*). Rumus kimia dari bensin adalah C_8H_{18}, dengan perbandingan atom hidrogen dan karbon $1.6 < H/C < 2.1$. Adapun reaksi pembakaran bahan bakar hidrokarbon secara umum adalah:

$$\mathbf{C_nH_m + (n+m/4)\ (O_2 + 3{,}773\ N_2) \rightarrow nCO_2 + m/2\ H_2O + 3{,}773(n+m/4)\ N_2}$$

Persamaan reaksi kimia di atas menunjukkan reaksi pembakaran yang sempurna dari 1 mol bahan bakar. Selama proses pembakaran, senyawa hidrokarbon terurai menjadi senyawa-senyawa hidrogen dan karbon yang masing-masing bereaksi dengan oksigen membentuk CO2 dan H2O.

Pada saat proses pembakaran dimana terdapat kelebihan udara, α > 1, gas hasil pembakaran akan mengandung O2. maka reaksi pembakaran di atas akan berubah menjadi:

$$\mathbf{C_nH_m + \alpha(n+m/4)\ (O_2 + 3{,}773N_2) \rightarrow nCO_2 + m/2\ H_2O + xO_2 + 3{,}773\ \alpha\ (n+m/4)\ N_2}$$

Keterangan:

α = koefisien kelebihan udara

x = jumlah mol pada sisa oksigen

= 0,5 [2α (n+m/4) – (2n + m/2)]

Untuk komposisi campuran bahan bakar dan udara dimana α<1, maka akan terjadi kekurangan O_2 untuk proses pembakaran. Sehingga membuat reaksi pembakaran berlangsung kurang sempurna. Akibat kekurangan ini, akan terbentuk gas CO serta terdapat sisa gas H_2 dan hidrokarbon HC yang belum sempat terbakar. Reaksi ini dapat dinyatakan dengan persamaan reaksi sebagai berikut:

CnHm+ α (O2 +3,773 N2) → bCO2 + cH2O + dN2 + eCO + fH2 + gHC

Jumlah mol dari masing-masing gas buang tersebut dapat diketahui melalui pengukuran dan analisa gas buang.

Nitrogen tidak berperan pada proses pembakaran, namun pada temperatur yang tinggi nitrogen akan bereaksi membentuk senyawa NO. setelah proses pembakaran, NO ini masih bereaksi dengan oksigen membentuk NO2, yang merupakan gas berbahaya bagi kesehatan.

2.13.2. Persamaan Reaksi Pembakaran

Persamaan reaksi pembakaran teoritis antara hidrokarbon dengan udara adalah sebagai berikut:

CnHm + (n + m/4)(O2 + 3,76 N2) → nCO2 + m/2 H2O + 3,76 (n + m/4)N2

Persamaan diatas menyatakan perbandingan stokiometris dari udara bahan bakar yang tersedia cukup oksigen untuk mengubah seluruh bahan bakar menjadi produk yang bereaksi sempurna AFR stoikometris tergantung komposisi kimia bahan bakar.

C_8H_{18} + 12.5 (O_2 + 3,76 N_2) -> 8CO_2 + 9H_2O + 47N_2 + 1212 kcal

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Farm Tuning Jl. Pertanian I No. 88B, Lebak Bulus, Cilandak, Jakarta Selatan – 12440 DKI Jakarta,untuk pengujian dinamometer pada kendaraan bermotor, dan di Laboratorium Otomotif Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta Jl. Rawamangun Muka, RT 11/RW 14, Jakarta Timur, 13220, untuk pengujian emisi gas buang. Waktu penelitian adalah pada tanggal 25 April 2017 sampai 20 Mei 2017.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

a. Sepeda Motor

Sepeda motor yang digunakan adalah sepeda motor Honda Vario 125cc PGM-FI, dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 3.1 Spesifikasi Kendaraan

Spesifikasi Kendaraan	**Standar**
Volume Langkah	124,8 cc
Diameter x Langkah	52,4 x 57,9 mm
Perbandingan kompresi	11:1
Kapasitas Pelumas Mesin	0,8 L
Tipe kopling	Otomatis, Sentrifugal, Tipe kering

Tipe Transmisi	Otomatis
Sistem pengapian	Full Transisterize
Starter	Kick Starter dan Elektrik

b. *Pressure Gauge*

Pressure gauge digunakan sebagai alat pengukur tekanan pada sistem pneumatik yang akan digunakan untuk mengatur jumlah tekanan yang akan menekan bahan bakar pada *apave* atau tanki bahan bakar.

Gambar 3.1.*Pressure Gauge*.

Size : 2 ½*Inch Bottom*

Range : 0 – 1MPa atau 0 – 150 psi

Connection : ¼” NPT

c. *Avape* atau tanki bahan bakar

Avape atau tanki bahan bakar digunakan untuk menampung bahan bakar dan udara bertekanan yang akan masuk keruang bakar. Pemakaian avape ini dikarenakan dalam penelitian ini menggunakan pompa bahan bakar pneumatik.

Gambar 3.2.*Avape*atau Tangki Bahan Bakar.

d. Dinamometer

Dinamometer yang digunakan adalah *Dyno Dynamics* tipe *Lowboy Chassis* AWD dengan spesifikasi :

- Daya masksimal :950 HP
- Torsi maksimal : 1254 lbs-ft
- *Load Control System* : *Eddy Current Brake*
- Kontrol Kecepatan atau RPM : *Closed Loop*
- *Primary Wire Inductive Tachometer* : ada
- *Secondary Inductive Pickups* : ada
- Kapasitas beban : 4.500 kg

e. *ExHaust Gas Analyzer*

ExHaust gas analyzer yang digunakan adalah dengan tipe KEG-500.

Gambar 3.3.*ExHaust Gas Analyzer*.

Parameters	:	*Range*	*Resolution* (Ketelitian)
O2	:	0 - 25%	0,01%
CO	:	0 - 9,999%	0,1%
CO2	:	0 - 20%	0,01%
HC	:	0 - 10,000 ppm	1 ppm
NOx	:	0 - 5000 ppm	1 ppm
AFR	:	0,0 - 99,0	0,01

- *Measuring Item* : CO, HC, CO_2, O_2, (*air surplus rate*), AFR, Nox
- *Measuring Method* : HC,CO, CO_2- NDIR(*Non-dispersive infrared*) O_2, NOx-*Electro Chemical*
- *Repeatability* : *Less than* ± 2% FS
- *Response Time* : *Within* 10 *seconds* (*more than* 90%),
- *Warming up time* : 2 - 8 *minutes*
- *Flow rate* : 4 - 6 L/min
- *Power supply* : 220V
- *Printer type* : *Built-in thermal printer*
- *Measuring item* : *Smoke opacity* (%, k [m-1]) RPM (*option*), °C (*option*)
- *Principle* : *Light extinction method*
- *Light source* : *Green LED*(565nm)
- *Detector* : *Photo diode*
- *Range* : 0.0~100.0% (0.00~21.42m-1)
- *Accuracy* : *Less than* 1%
- *Warm-up time* : 3~6 *minutes*
- *Display time* : 4 *times /sec*
- *Power* : 220V / 110V AC 50/60Hz
- *Temperature* : -10~40℃
- *Dimension* : 450(W) x 200(D) x 245(425)(H) mm

- *Weight* : *About* 7kg
- *Option* : *Main Unit*
  RPM/ Oil temp.
  Built-in printer
  NDF filter

f. *Injection Cleaner and Tester*

Penggunaan*Injection Cleaner and Tester* pada penelitian ini untuk mengetahui flowrate yang terdapat pada setiap tekanan pompa bahan bakar yang diujikan.

- *Application* : *Lambda* 0,65 to ∞
- *Fuel compatibility* : *Gasoline/diesel*/E85
- *Exhaust gas pressure* : ≤ 2,5 bar
- *Hexagon temperature* : < 600^0C
- *Connector* : 1 928 404 687
- *Mating connector* : D 261 205 356-01
- *Wire length* : 950 mm
- *Weight wire* : 120 g
- *Thread* : M18x1,5
- *Wrench size* : 22 mm
- *Tightening torque* : 40 to 60 Nm
- *Power supply* H+ nominal : 7.5 V
- *System supply voltage* : 10.8 V to 16.5 V
- *Heater powersteady state* : 7.5 W
- *Heater power frequency* : ≥ 100 Hz
- *Signal output* : I_p meas
- *Accuracy at lambda* 0.8 : 0.80 ± 0.01
- *Accuracy at lambda* 1 : 1.016 ± 0.007
- *Accuracy at lambda* 1.7 : 1.70 ± 0.05

Gambar 3.4.*Injection Cleaner and Tester.*

g. Electronic *Control Unit* (ECU)

ECU sebagai penerima signal dan pemberi perintah aktuator sesuai *logic* (program) yang diisi berdasarkan *signal* (dari sensor O2) yang diterima di berbagai kondisi.

- Baterai : 10~23 volt
- *Current consumption* : 0.5ampere
- Mikroprosesor : ARM-Based 32 bit
- Akurasi Injeksi : 0,01 mSec
- Akurasi *ignition* : 0,01 degree

Gambar 3.5.*Electronic Control Unit* (ECU).

h. Regulator

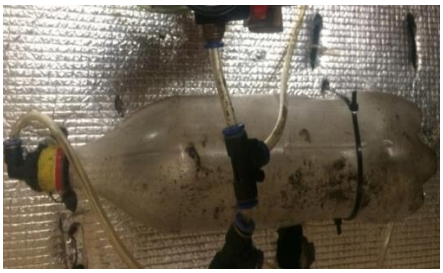
Digunakan untuk mengatur besarnya tekanan pada bahan bakar di dalam tabung bahan bakar. Untuk penelitian ini regulator di set pada angka 4 bar.

- Tekanan maksimal : 10 bar
- Ketelitian : 0,2 bar

Gambar 3.6. Regulator.

i. *Petbottle*

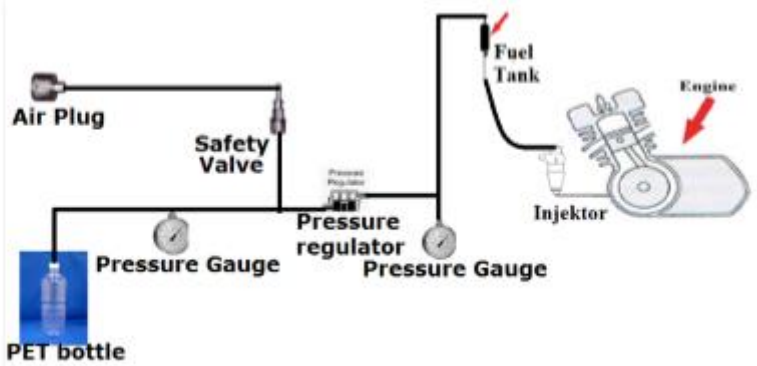
Digunakan untuk menampung udara bertekanan.Tekanan maksimal pada *petbottle* sebesar 7 bar.



Gambar 3.7.*Petbottle.*

j. Pompa bahan bakar pneumatik

Digunakan untuk memodifikasi tekanan pompa bahan bakar yang semula menggunakan pompa bahan bakar elektrik menjadi pompa bahan bakar pneumatik. Adapun skema pompa bahan bakar pneumatik untuk menjadi pedoman dalam merakit.

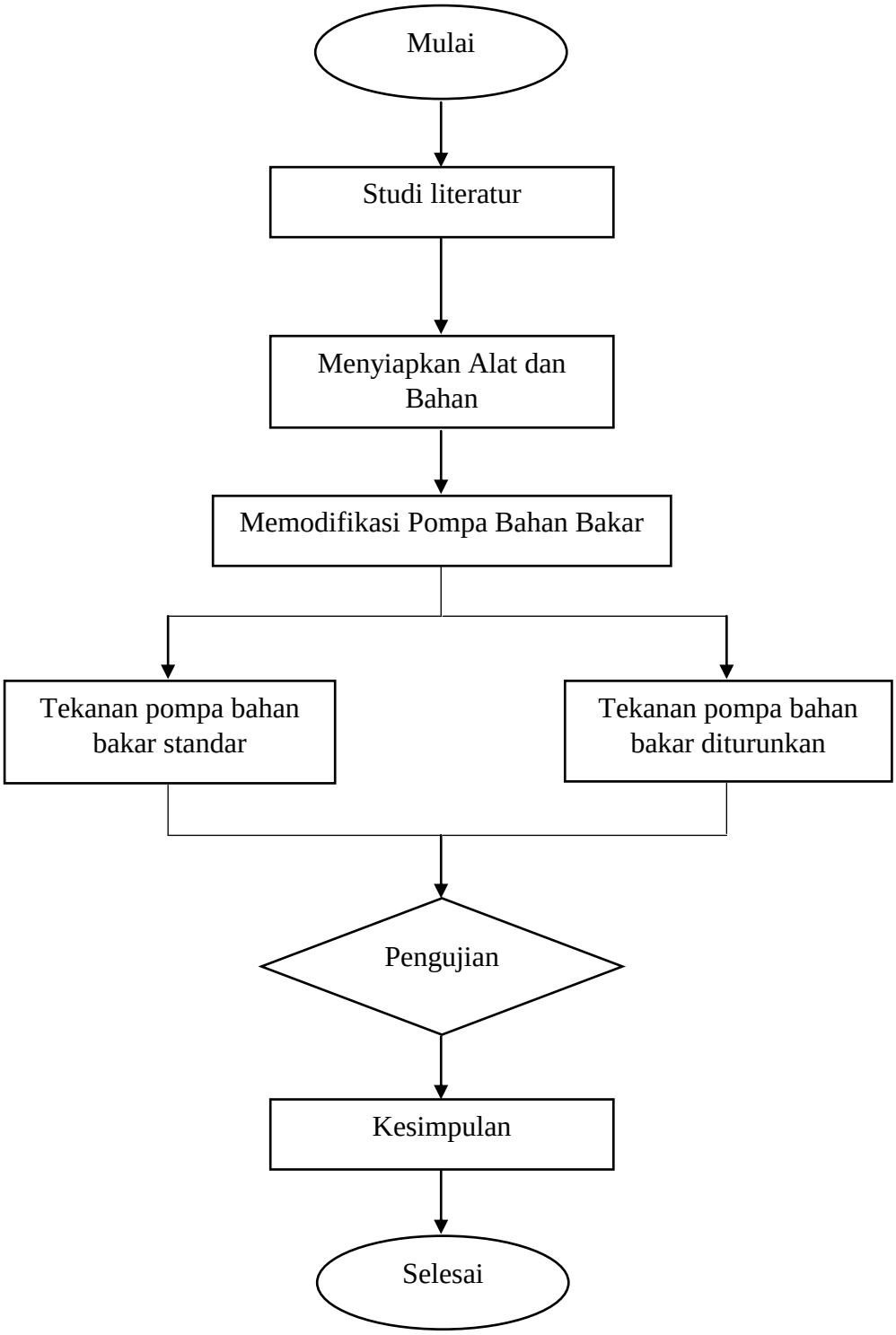


Gambar 3.8. Skema pompa bahan bakar pneumatik.

3.3. Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini adalah Metode Percobaan (*Eksperiment Research*).Peneliti melakukan pengamatan langsung ke objek, yaitu dengan cara memvariasikan tekanan bahan bakar standar (2.94 bar) dan tekanan bahan bakar diturunkan 2.5 bar,bukaan *throtlle* mulai dari kelipatan 5° sampai dengan 50° dengan menggunakan sepeda motor Honda Vario PGM-FI 125cc, sehingga akan terlihat pengaruh dari daya dan torsi sepeda motor tersebut, melalui pengamatan menggunakan *dynotest* dinamometer.

3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.9. Diagram Alir Penelitian.

3.5. Pengambilan data *Flowrate Injector*

- Pasang injektor kendaraan pada alat *Injector cleaner and tester*
- Kemudian tentukan tekanan pompa bahan bakar yang akan diuji.
- Selanjutnya, masukan perintah untuk kecepatan putaran mesin (rpm) dan durasi pengambilan data yang diinginkan.
- Pengujian yang dilakukan untuk pengambilan data dengan tekanan standar (2,94 bar) dan tekanan yang diturunkan (2,5 bar).

3.6. Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data Pada *Dyno*

- Prosedur pengujian *dyn*o kendaraan bermotor, untuk mendapatkan torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan uji emisi gas buang mesin adalah sebagai berikut :

3.6.1. Pengambilan data Torsi dan Daya

- Mula – mula mesin kendaraan dihidupkan selama kurang lebih 5 – 10 menit untuk mengkondisikan temperatur mesin supaya mampu mencapai daya dan torsi maksimal ketika mesin nantinya dipacu sampai mencapai RPM tertinggi.
- Setelah dihidupkan selama waktu yang ditentukan, pasang sepeda motor dengan posisi ban depan berada pada *wheel lock* dan kunci, sehingga sepeda motor seimbang dan tertahan pada posisi tegak lurus.
- Posisikan ban belakang pada *roller* untuk melaju tanpa bergerak maju

- Pasangkan sensor pada kabel busi agar rpm dapat terpantau dikomputer
- Nyalakan komputer untuk memantau aktivitas *dyno* guna mengetahui daya, torsi, memantau suhu *brake* dan suhu ruangan saat pengujian, kelembaban ruangan, kecepatan mesin, kecepatan aktual kendaraan, dsb.
- Arahkan *blower* atau *centrifugal fan* pada mesin untuk menstabilkan suhu mesin pada saat diuji
- Lalu tarik pedal gas dari bukaan *throttle* gas dari dari 5° sampai dengan 50° dengan kelipatan 5,ini dilakukan untuk melihat perbedaan performa dari setiap bukaan *throttle* gas tersebut.
- Pengujian yang sama dilakukan untuk pengambilan data dengan tekanan standar (2,94 bar) dan tekanan yang diturunkan (2,5 bar)

3.6.2. Pengambilan data Konsumsi bahan bakar

- Mula – mula memberikan penanda pada tanki bahan bakar atau *avape* untuk pengambilan data dengan sampel bahan bakar sebanyak 10ml.
- Lalu tarik pedal gas dari bukaan *throttle* yang sudah ditentukan dari kelipatan 5° sampai dengan bukaan *throttle* 50°, ini dilakukan untuk melihat perbedaan performa kendaraan dari setiap bukaan *throttle* gas tersebut.

- Untuk pengambilan data tetap dilakukan diatas dinamometer, supaya kondisi kendaraan sesuai dengan keadaan ketika berjalan.
- Pada pengambilan data konsumsi bahan bakar dilakukan dengan menahan kecepatan putaran mesin (rpm) pada setiap bukaan *throttle* menggunakan dinamometer.
- Kemudian dengan menggunakan *stopwatch* untuk menghitung berapa lama durasi waktu yang diperlukan untuk menghabiskan sampel bahan bakar sebanyak 10ml tersebut, dan penulis dapat mengetahui konsumsi per detik.
- Pada masing – masing tekanan pompa bahan bakar dilakukan dengan sama.

3.6.3. Pengambilan data emisi gas buang

- Mula – mula mesin kendaraan dihidupkan selama kurang lebih 5 – 10 menit untuk mengkondisikan temperatur mesin supaya mampu mencapai daya dan torsi maksimal ketika mesin nantinya dipacu sampai mencapai RPM tertinggi.
- Setelah itu persiapkan alat untuk uji emisi,pastikan alat uji emisi sudah siap untuk digunakan.
- Kemudian masukan pipa pembaca uji emisi gas buang kedalam lubang knalpot pada sepeda motor,kemudian tunggu beberapa lama agar hasil dari uji emisi terlihat pada monitor alat uji emisi

- Lalu tarik pedal gas dari bukaan *throttle* gas dari 5° sampai dengan bukaan *throttle* 50° dengan kelipatan 5°, ini dilakukan untuk melihat hasil kadar emisi gas buang dari tiap bukan *throttle*.
- Setelah hasil uji emisi terlihat pada monitor tekan tombol yang ada pada alat uji emisi untuk mencetak hasil uji emisi
- Pengujian yang sama dilakukan untuk pengambilan data dengan tekanan standar (2,9 bar) dan tekanan yang diturunkan (2,5 bar)

3.7. Teknik Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan pada proses pengujian akan dianalisis untuk memperoleh hasil akhir yang akan digunakan sebagai tingkat pembeda dari satu variabel dengan variabel lainnya yang ditunjukkan dari indikator – indikator penelitian tersebut dari segi teoritis yang akan memperkuat berbagai argumen dan hipotesis yang telah diajukan.

Analisis yang digunakan adalah analisis varian. Data yang digunakan adalah data maksimal banyaknya konsumsi bahan bakar dan cara pengemudiannya.

1. Mula-mula diambil pengambilan data untuk *flowrate injector* tekanan standar (2,94 bar) dan tekanan yang diturunkan (2,5 bar).
2. Kemudian melakukan pengambilan data pengujian torsi, daya,konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang dengan tekanan standar (2,94 bar).

3. Kemudian diambil data pengujian torsi, daya,konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang dengan tekanan yang diturunkan (2,5 bar).
4. Hitung juga jumlah data dari masing-masing variabel yang telah diujikan.
5. Membandingkan hasil dari tekanan standar (2,94 bar) dengan tekanan yang diturunkan (2,5 bar) menentukan apakah perbedaan torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang memiliki nilai yang signifikan atau tidak.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Deskripsi Hasil Penelitian

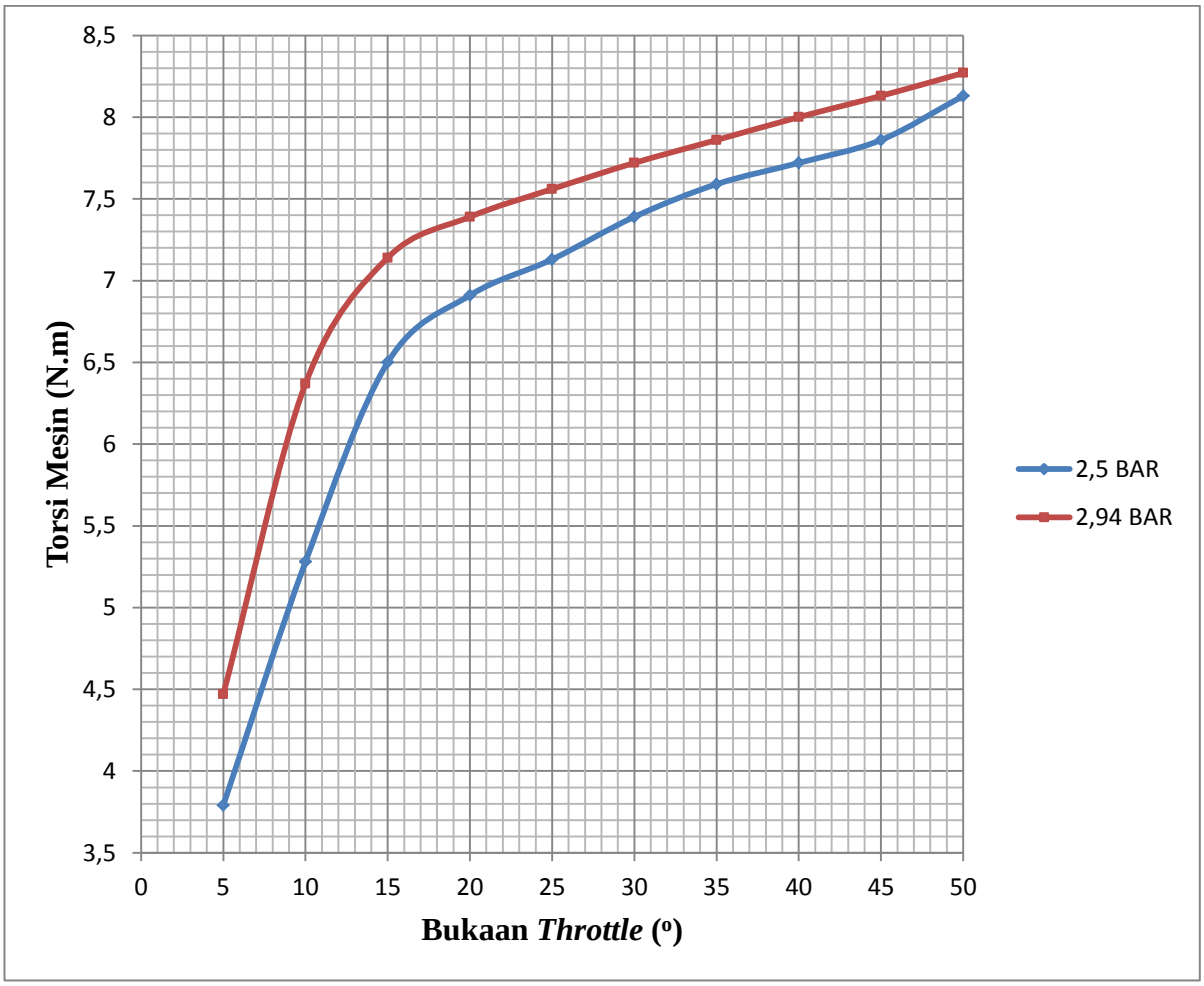
Di dalam bab ini penulis akan memaparkan tentang proses pengujian dinamometer sasis. Data mengenai torsi mesin motor Vario PGM-FI 125cc dibawah ini didapatkan dari hasil pengujian langsung menggunakan dinamometer sasis dengan *eddy current brake.* Termperatur ruangan yang tercatat adalah 32,9^{o}C sampai 33,7^{o}C. Pengujian kendaraan bermotor tersebut menggunakan dua tekanan pompa bahan bakar yang berbeda secara bergantian dan pengujian dilakukan setiap kelipatan 5° bukaan *throttle* sampai dengan bukaan paling besar yaitu 50°. Dibawah ini merupakan hasil pengujian dynamometer, sebagai berikut:

Tabel 4.1 Torsi Mesin Vario PGM-FI 125cc

RPM		BUKAAN	TORQUE (N.m)	
2,5 bar	**2,94 bar**	***THROTTLE* (^{o})**	**2,5 bar**	**2,94 bar**
4500	4750	5	3,79	4,47
5000	5250	10	5,28	6,37
6000	6000	15	6,50	7,14
6250	6500	20	6,91	7,39
6500	7000	25	7,13	7,56
7500	7750	30	7,39	7,72
7750	8250	35	7,59	7,86
8250	8500	40	7,72	8,00
8750	9000	45	7,86	8,13
9750	9750	50	8,13	8,27

Dari hasil pengujian di atas, besarnya torsi mesin dengan menggunakan tekanan pompa bahan bakar yang berbeda. Data diatas diambil dari nilai puncak

setiap bukaan *throttle*, maka didapatkan grafik torsi *engine speed* bukaan *throttle* sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik Torsi Mesin

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, hasil grafik menunjukan bahwa nilai torsi kendaraan pada setiap tekanan pompa bahan bakar yang diujikan terus meningkat dari mulai bukaan *throttle* 5° sampai bukaan *throttle* atas 50° dengan kecepatan putaran mesin dari 4500 rpm – 9750 rpm. Pada bukaan *throttle* 5° sampai dengan 15° (kecepatan putaran mesin dari 4500 rpm – 6000 rpm) terjadi peningkatan nilai torsi yang signifikan dari masing – masing tekanan pompa bahan bakar. Jika dilihat dari grafik diatas, tekanan yang

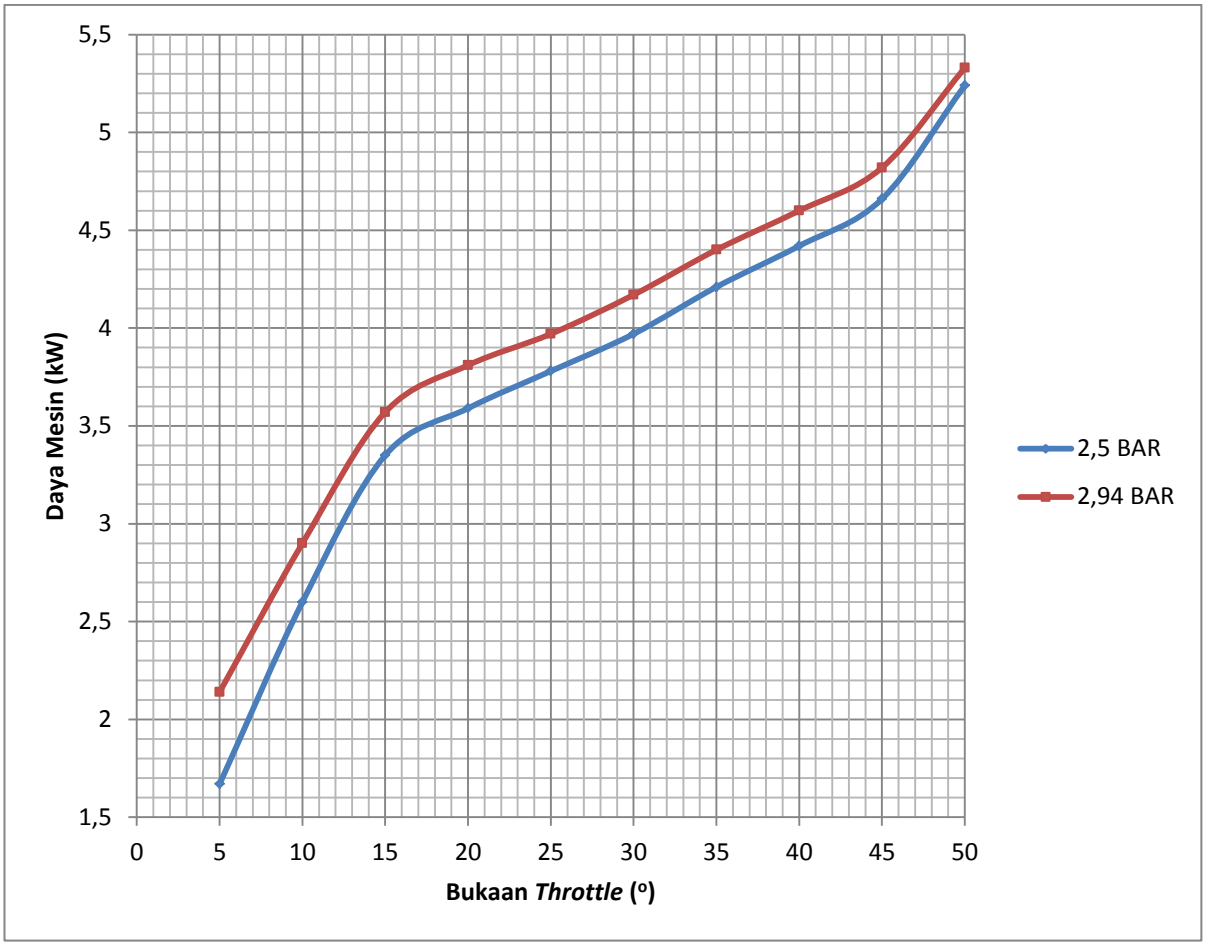
diturunkan (2,5 bar) pada bukaan *throttle* atas hampir mendekati nilai torsi tekanan standar (2,94 bar) dengan selisih 0,14 N.m.

Setelah mendapatkan data torsi kendaraan, dalam pengujian ini juga didapatkan data daya mesin yang diuji dengan dua tekanan pompa bahan bakar yang berbeda, sebagai berikut:

Tabel 4.2 Daya Mesin Vario PGM-FI 125cc

RPM		**BUKAAN**	**POWER (kW)**	
2,5 bar	**2,94 bar**	***THROTTLE***	**2,5 bar**	**2,94 bar**
4500	4750	5	1,67	2,14
5000	5250	10	2,60	2,90
6000	6000	15	3,35	3,57
6250	6500	20	3,59	3,81
6500	7000	25	3,78	3,97
7500	7750	30	3,97	4,17
7750	8250	35	4,21	4,40
8250	8500	40	4,42	4,60
8750	9000	45	4,66	4,82
9750	9750	50	5,24	5,33

Dari data hasil pengujian daya mesin, didapatkan grafik daya *engine speed* bukaan *throttle* sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik Daya Mesin

Data yang di dapat dari daya mesin ini juga diambil dari nilai puncak dari setiap bukaan *throttle* dengan kelipatan 5° sampai dengan bukaan paling besar 50° dan dengan dua tekanan pompa bahan bakar yang berbeda juga.

Dilihat dari hasil grafik diatas, nilai daya dari masing – masing tekanan pompa bahan bakar terus meningkat. Peningkatan yang signifikan terjadi pada bukaan *throttle* dari 5° sampai bukaan *throttle* 15° dengan kecepatan putaran mesin dari 4750 rpm – 6000 rpm di masing – masing tekanan pompa bahan bakar. Jika dilihat dari hasil grafik diatas, selisih terkecil dari nilai daya diantara dua tekanan terjadi pada bukaan *throttle* 50° yaitu 0,09 kW.

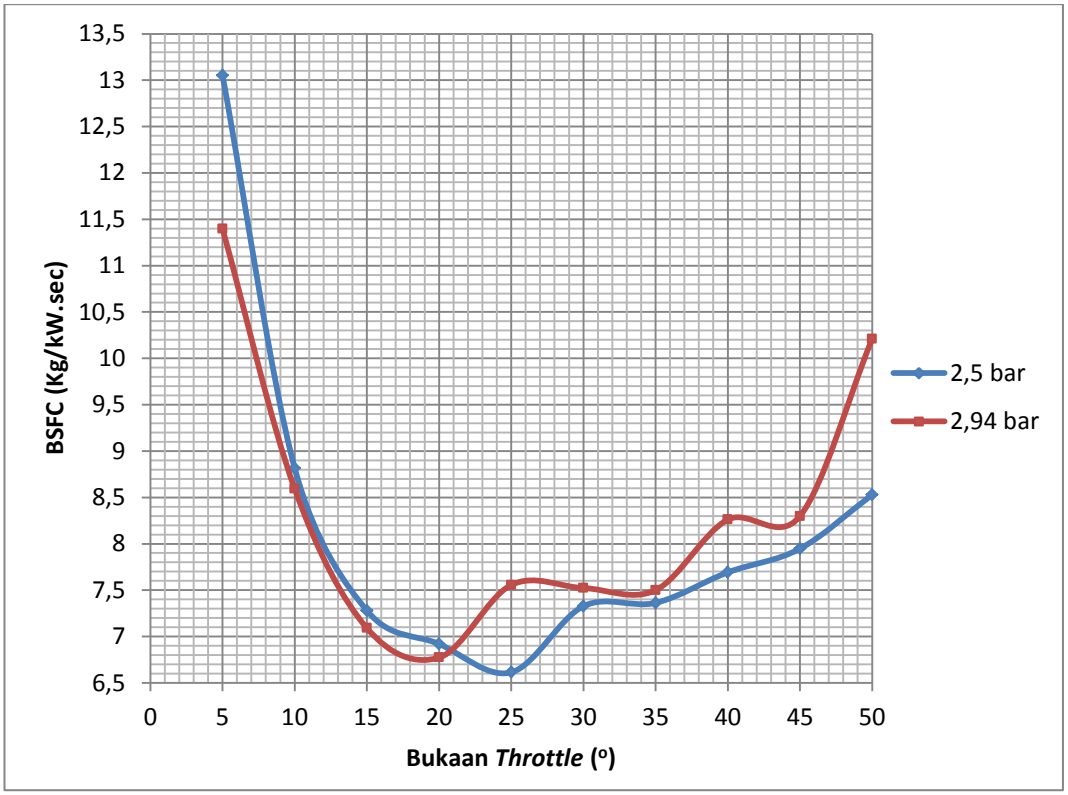
Berdasarkan persamaan $P = \frac{\tau \times N}{5252}$, daya berbanding lurus dengan torsinya untuk RPM yang sama. Kemudian perubahan daya dari RPM rendah ke RPM tinggi pada tiap bukaan *throttle*–nya terus mengalami peningkatan daya disetiap nilai puncak pada bukaan *throttle*, sehingga dapat dikatakan daya terus meningkat ketika RPM–nya naik. Pengujian yang dilakukan dengan *dynamometer* ini juga digunakan untuk mendapatkan data konsumsi bahan bakar. Data mengenai konsumsi bahan bakar mesin motor Vario PGM-FI 125cc dibawah ini didapatkan dari hasil pengujian langsung menggunakan dynamometer agar terciptanya kondisi seperti saat motor dikendarai yang terdapat beban pengendara, pengujian dilakukan dengan sampel 10ml bahan bakar. Temperatur ruangan tercatat adalah 32,9^{o}C sampai 33,7^{o}C. Pengujian kendaraan bermotor tersebut menggunakan tekanan pompa bahan bakar yang berbeda secara bergantian dan pengujian dilakukan setiap kelipatan 5° bukaan *throttle* sampai dengan bukaan yang paling besar yaitu 50°. Dibawah ini merupakan hasil pengujian konsumsi bahan bakar yang dilakukan menggunakan *dynamometer*, sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan BSFC

RPM		**BUKAAN**	**HASIL BSFC (kg/kW.det)**	
2,5 bar	**2,94 bar**	***THROTTLE***	**2,5 bar**	**2,94 bar**
4500	4750	5	13,052 x 10^{-5}	11,397 x 10^{-5}
5000	5250	10	8,816 x 10^{-5}	8,593 x 10^{-5}
6000	6000	15	7,280 x 10^{-5}	7,091 x 10^{-5}
6250	6500	20	6,920 x 10^{-5}	6,773 x 10^{-5}
6500	7000	25	6,614 x 10^{-5}	7,556 x 10^{-5}
7500	7750	30	7,327 x 10^{-5}	7,523 x 10^{-5}
7750	8250	35	7,363 x 10^{-5}	7,5 x 10^{-5}
8250	8500	40	7,692 x 10^{-5}	8,261 x 10^{-5}

8750	9000	45	$7,947 \times 10^{-5}$	$8,298 \times 10^{-5}$
9750	9750	50	$8,529 \times 10^{-5}$	$10,210 \times 10^{-5}$

Dari data hasil konsumsi bahan bakar mesin dengan menggunakan tekanan pompa bahan bakar yang berbeda, maka didapatkan grafik BSFC (*Brake Specific Fuel Consumption*) sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik BSFC Vario PGM-FI 125cc

Data konsumsi bahan bakar dengan data torsi dan data daya, dilakukan sama seperti pengujian sebelumnya. Data diambil dari setiap bukaan *throttle*, dimana bukaan thottle yang diuji dengan kelipatan 5° bukaan *throttle* sampai dengan bukaan 50° (*Wide Open Throttle*) dengan menggunakan tekanan pompa bahan bakar yang berbeda. Pada tekanan pompa bahan bakar standar (2,94 bar) memiliki konsumsi yang baik pada bukaan *throttle* bawah, tetapi dibukaan *throttle*

25° sampai bukaan *throttle* atas, grafik konsumsi yang di dapatkan kurang stabil.

Berdasarkan pada grafik diatas, pada tekanan standar (2,94 bar) dibukaan *throttle* 25° dengan kecepatan putaran mesin 7000 rpm, konsumsi bahan bakar yang terjadi sangatlah kaya begitu juga ketika dibukaan *throttle* 40° - 50° konsumsi bahan bakar sangat boros. Pada tekanan yang diturunkan (2,5 bar) mengalami penghematan konsumsi bahan bakar dari bukaan *throttle* 5° sampai dengan bukaan *throttle* 25°, ketika dibukaan *throttle* atas kondisi konsumsi bahan bakar cenderung boros atau kaya penggunaan bahan bakar. Jika dibandingkan pada bukaan *throttle* 25° kondisi tekanan standar mengalami penggunaan bahan bakar yang sangat kaya dibandingkan dengan tekanan yang diturunkan.

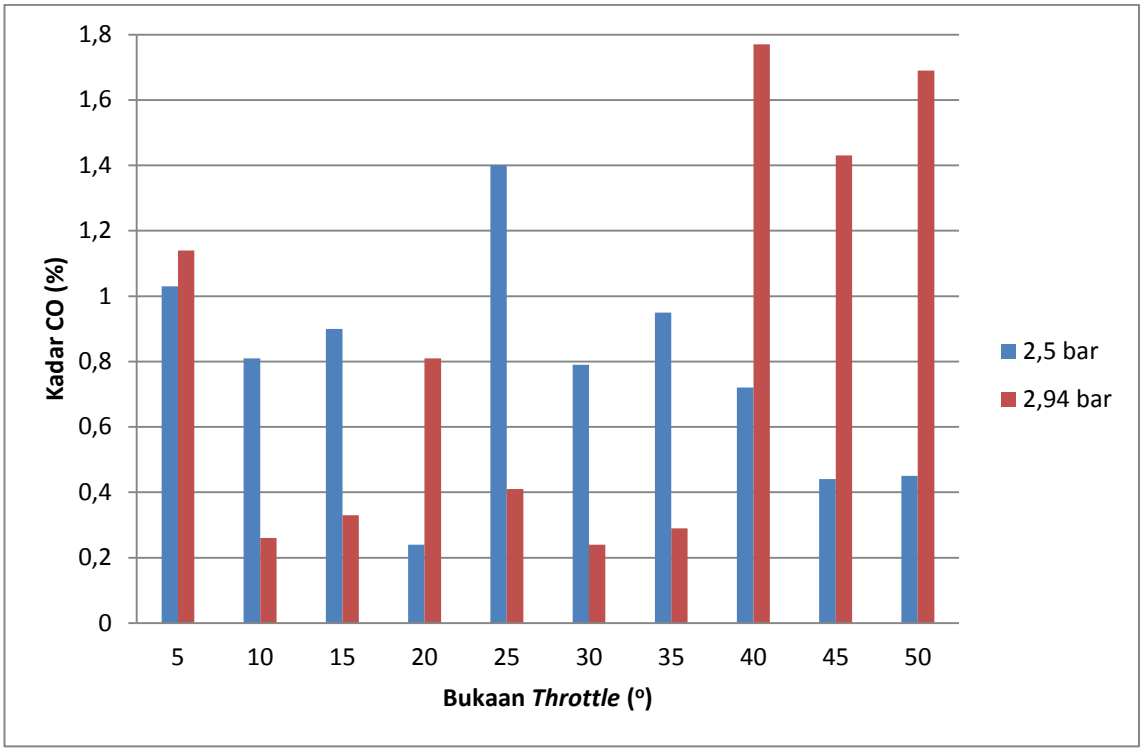
Berdasarkan persamaan BSFC = $\dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$ kendaraan bisa dikatakan hemat bahan bakar apabila waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan suatu bahan bakar dengan menghasilkan daya yang besar, maka besaran nilai BSFC yang dihasilkan kecil. Apabila nilai BSFC yang dihasilkan besar, kemungkinan besar nilai daya yang dihasilkan tidak terlalu besar meskipun waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan suatu bahan bakar relatif lebih lama.

Pengambilan data terakhir dari pengujian ini adalah data kadar emisi gas buang yang digunakan pada dua tekanan yang berbeda dengan bukaan *throttle* dari kelipatan 5° sampai dengan bukaan *throttle* 50°. Pengujian ini dilakukan di Lab. Otomotif Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta. Berikut adalah hasil data dari pengujian emisi gas buang:

Tabel 4.4 Kadar Emisi Gas Buang Vario PGM-FI 125cc

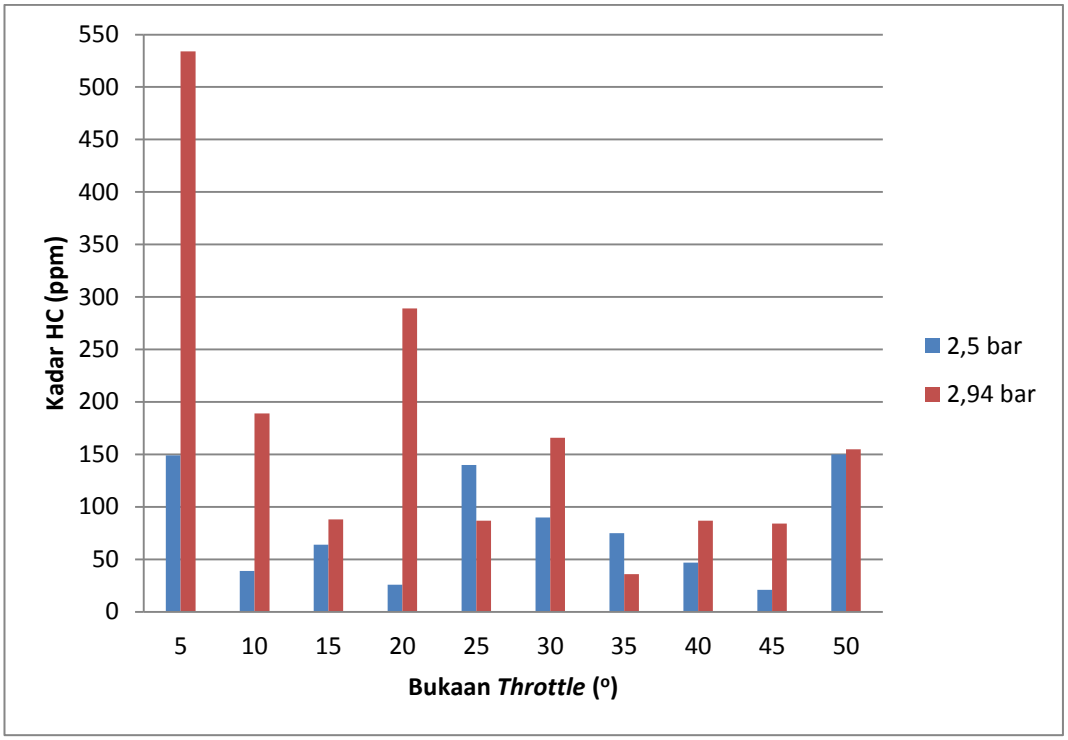
BUKAAN *THROTTLE*	KADAR CO		KADAR HC		KADAR CO_2		KADAR O_2	
	2,5 bar	**2,94 bar**	**2,5 bar**	**2,94 bar**	**2,5 bar**	**2,94 bar**	**2,5 Bar**	**2,94 bar**
5°	1,03%	1,14%	149ppm	534ppm	6,4%	4%	22,5%	20,35%
10°	0,81%	0,26%	39ppm	189ppm	3,7%	4,2%	22,7%	21,98%
15°	0,90%	0,33%	64ppm	88ppm	7,9%	11,5%	22,5%	20,35%
20°	0,24%	0,81%	26ppm	289ppm	6,8%	3,1%	22,7%	22,7%
25°	1,40%	0,41%	140ppm	87ppm	11,7%	10%	22,5%	19,8%
30°	0,79%	0,24%	90ppm	166ppm	10%	5,9%	22,7%	23,06%
35°	0,95%	0,29%	75ppm	36ppm	10%	2,7%	21,62%	23,06%
40°	0,72%	1,77%	47ppm	87ppm	13,1%	10,5%	22,34%	23,06%
45°	0,44%	1,43%	21ppm	84ppm	5,5%	13,8%	23,06%	23,06%
50°	0,45%	1,69%	150ppm	155ppm	5,8%	9%	23,04%	19,25%

Berdasarkan hasil uji emisi yang tertera pada tabel diatas, pada tekanan yang diturunkan (2,5 bar) menghasilkan kadar CO yang cenderung kecil meskipun kadar yang dihasilkan dari tiap bukaan *throttle* tidak stabil atau fluktuatif. Pada tekanan standar (2,94 bar) kadar CO yang dihasilkan juga sama dengan tekanan yang diturunkan masih relatif kecil meskipun kadar yang dihasilkan pada tiap bukaan *throttle* tidak stabil, namun kadar tertinggi pada tekanan yang diturunkan terdapat pada bukaan 25° sedangkan pada tekanan standar kadar tertinggi terdapat pada bukaan 40°.



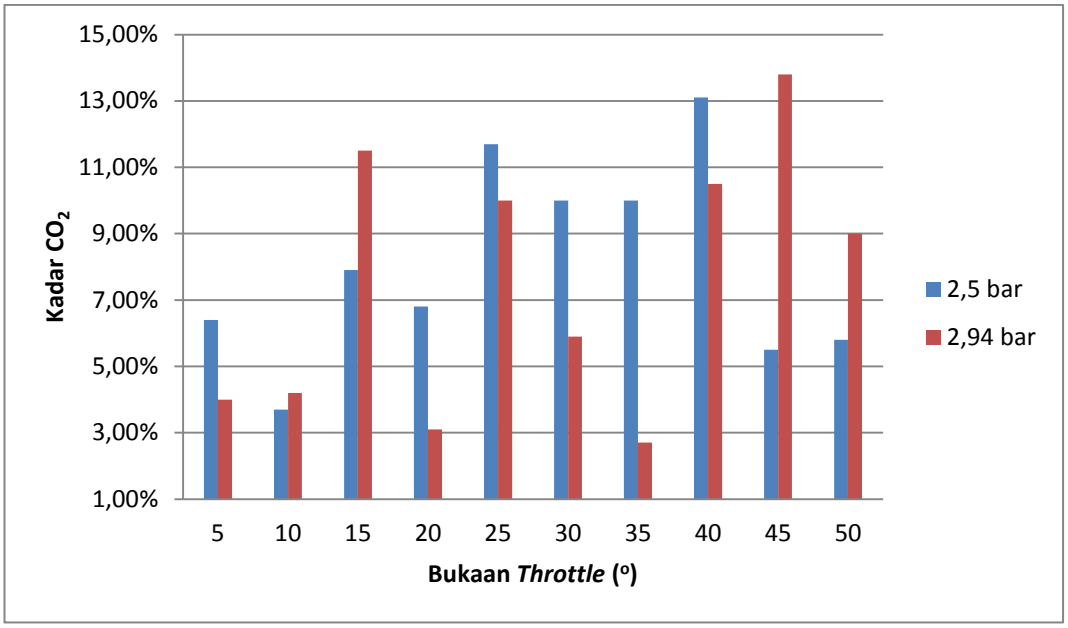
Gambar 4.4 Diagram Kadar CO

Pada tabel kadar HC dari dua tekanan yang diujikan memiliki hasil kadar HC yang terbilang relatif kecil pada setiap bukaan meskipun kadar yang dihasilkan tidak stabil naik atau turun. Jika dibandingkan dari dua tekanan tersebut, kadar HC terbesar bisa dilihat pada tabel diatas. Pada tekanan yang diturunkan kadar HC terbesar berada dibukaan *throttle* 50° dengan kecepatan putaran mesin 9750 rpm, sedangkan pada tekanan standar kadar HC terbesar terdapat dibukaan *throttle* 5° dengan kecepetan putaran mesin 4750 rpm.



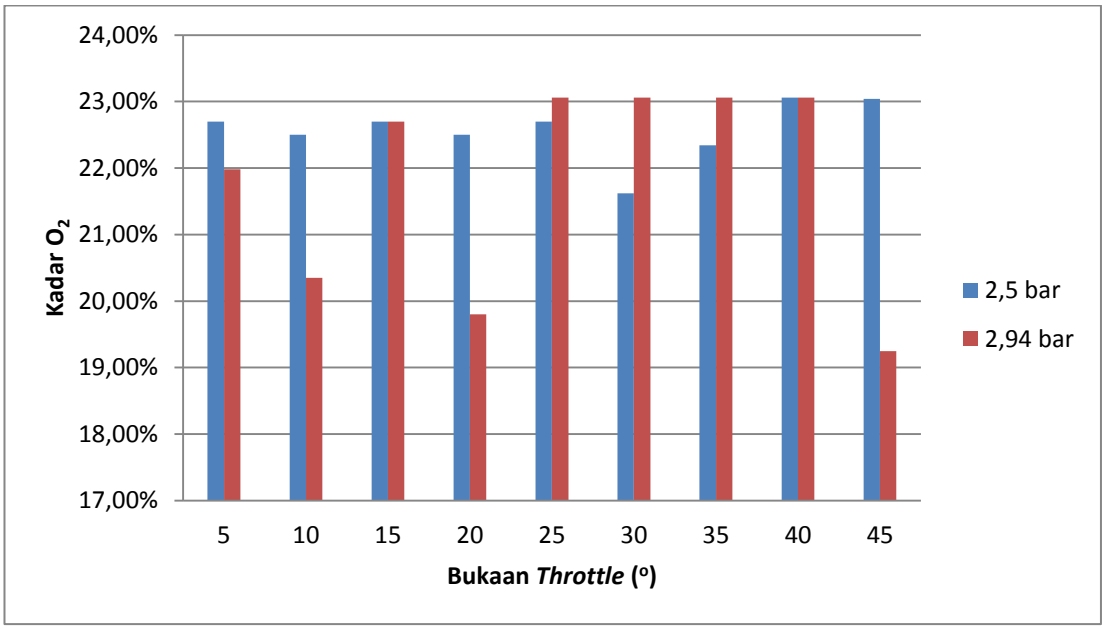
Gambar 4.5 Diagram kadar HC.

Berikutnya adalah kadar CO_2 yang dihasilkan pada dua tekanan yang berbeda. Berdasarkan hasil uji emisi yang telah dilakukan, pada tekanan yang diturunkan kadar CO_2 yang dihasilkan tidak terlihat begitu besar nilainya, hanya ada dua bukaan *throttle* yang menghasilkan kadar CO_2 yang meningkat, yaitu pada bukaan *throttle* 25° dan 40°. Pada tekanan standar kadar CO_2 yang dihasilkan cenderung sama dengan tekanan yang diturunkan, kadar yang dihasilkan relatif tidak besar nilainya namun ada satu bukaan *throttle* yang memiliki kadar CO_2 meningkat, yaitu pada bukaan *throttle* 45°.



Gambar 4.6 Diagram Kadar CO_2.

Hasil pengujian yang terakhir dari uji emisi adalah kadar O_2 yang didapatkan dari dua tekanan yang berbeda juga. Jika dilihat dari tabel uji emisi gas buang, pada tekanan yang diturunkan memiliki kadar O_2 menunjukan relatif stabil, begitupun juga pada tekanan standar.

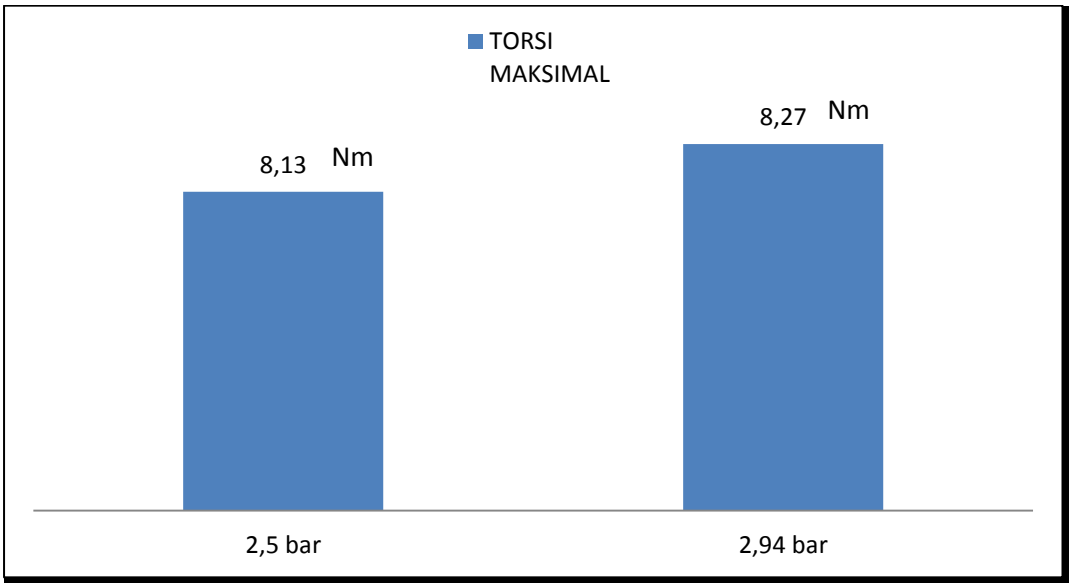


Gambar 4.7 Diagram Kadar O_2.

4.2 Analisis Data Hasil Penelitian

4.2.1 Analisis Torsi

Dari hasil pengujian dinamometer, didapatkan torsi maksimal dari masing – masing tekanan pompa bahan bakar yang telah diuji. Torsi maksimal dari kedua tekanan pompa bahan bakar dapat dilihat pada diagram dibawah ini:



Gambar 4.8 Torsi maksimal Vario PGM-FI 125cc.

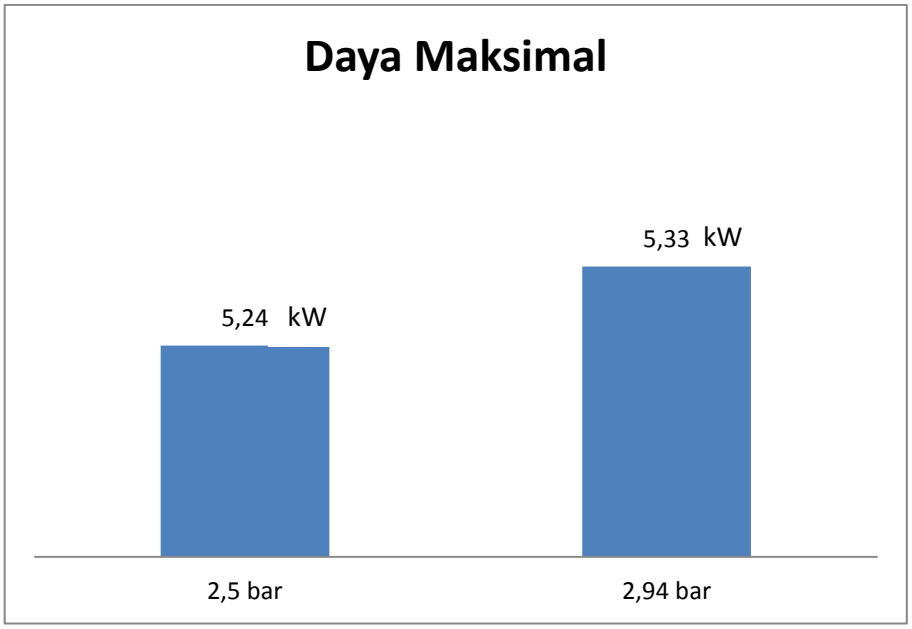
Dibukaan *throttle* 50° pada kecepatan putaran mesin yang sama yaitu 9750 rpm, tekanan pompa bahan bakar 2,94 (standar) bar torsinya mencapai 8,27 Nm, kemudian pada tekanan pompa bahan bakar 2,5 bar torsinya mencapai 8,13 Nm. Sehingga urutan tekanan pompa bahan bakar yang menghasilkan torsi yang tertinggi ke yang terendah adalah sebagai berikut:

Tekanan pompa bahan bakar 2,94 bar > Tekanan pompa bahan bakar 2,5 bar

Jika dilihat dari perbandingan torsi antar kedua tekanan pompa bahan bakar tiap rpm-nya pada tabel 4.1, maka tekanan pompa bahan bakar 2,94 bar memiliki nilai torsi yang lebih tinggi tiap rpm-nya dibandingkan dengan tekanan pompa bahan bakar 2,5 bar, karena pada tekanan yang lebih tinggi partikel bahan bakar lebih teratomisasi sehingga pembakaran lebih sempurna dari tekanan pompa bahan bakar 2,5 bar. Selisih tersebut berhubungan dengan *flowrate* injeksi yang terukur pada masing – masing tekanan pompa bahan bakar yang diujikan, dimana tekanan pompa bahan bakar 2,5 bar memiliki *flowrate* sebesar 100ml/menit sedangkan tekanan pompa bahan bakar 2,94 bar memiliki *flowrate* sebesar 104ml/menit. Persentase penurunan tekanan pompa bahan bakar terhadap torsi mesin adalah 1,7%.

4.2.2 Analisis Daya

Pengujian dinamometer yang telah dilakukan, didapatkan daya maksimal dari masing – masing tekanan pompa bahan bakar yang telah diuji. Torsi maksimal dari kedua tekanan pompa bahan bakar dapat dilihat pada diagram dibawah ini:



Gambar 4.9 Daya maksimal Vario PGM-FI 125cc.

Dibukaan *throttle* 50° pada kecepatan putaran mesin yang sama yaitu 9750 rpm, tekanan pompa bahan bakar 2,94 (standar) bar nilai dayanya mencapai 5,33 kW, kemudian pada tekanan pompa bahan bakar 2,5 bar torsinya mencapai 5,24 kW. Sehingga urutan tekanan pompa bahan bakar yang menghasilkan daya yang tertinggi ke yang terendah adalah sebagai berikut:

Tekanan pompa bahan bakar 2,94 bar > Tekanan pompa bahan bakar 2,5 bar

Berdasarkan hasil diagram daya diatas, perbandingan antar kedua tekanan pompa bahan bakar tiap rpm-nya pada tabel 4.2, maka tekanan pompa bahan bakar 2,94 bar memiliki nilai daya yang lebih tinggi tiap rpm-nya dibandingkan dengan tekanan pompa bahan bakar 2,5 bar, karena pada tekanan yang lebih tinggi torsi yang akan

dihasilkan akan lebih besar pula yang disebabkan oleh terjadinya pembakaran yang sempurna daripada tekanan pompa bahan bakar 2,5 bar dan berdasarkan rumus $P = \frac{\tau \times N}{5252}$, untuk putaran mesin yang sama, jika torsi mesin meningkat maka daya mesin juga meningkat. Persentase dari nilai puncak daya mesin yang dihasilkan dari kedua tekanan pompa bahan bakar adalah 1,68%.

4.2.3 Analisis BSFC (*Brake Specific Fuel Consumption*)

Berdasarkan hasil BSFC bisa dilihat pada gambar 4.3 bahwa pada bukaan *throttle* bawah hasil nilainya besar sampai bukaan *throttle* 20° dengan kecepatan putaran mesin 6500 rpm pada tekanan 2.5 bar sedangkan pada tekanan 2,94 bar memiliki nilai yang lebih kecil. Ketika diputaran atas nilai BSFC yang dihasilkan oleh tekanan 2.5 bar lebih kecil dibandingkan tekanan 2.94 bar.

Nilai BSFC pada bukaan *throttle* bawah hasilnya besar, Karena pada kondisi awal, mesin menerima beban yang besar yang disebabkan oleh V_o= 0 km, sehingga mesin membutuhkan torsi dan daya yang besar pula dan mengakibatkan konsumsi bahan bakar yang besar juga. Ketika sudah mencapai akselerasi V_o tidak sama dengan 0 km atau $V_o<V_1$ sehingga konsumsi bahan bakar lebih rendah dari kondisi V_o. Oleh karena itu ketika di bukaan *throttle* atas nilai BSFC-nya lebih kecil dibandingkan bukaan *throttle* bawah. Diputaran atas tekanan 2.5 bar nilainya lebih kecil dari tekanan 2.94

bar dikarenakan *flowrate* injeksi yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan tekanan 2.94 bar.

4.2.4 Analisis Uji Emisi Gas Buang

Berdasarkan hasil uji emisi gas buang yang telah di lakukan bahwa jika dibandingkan dengan emisi gas buang tekanan pompa bahan bakar standar (2,94 bar) dan tekanan pompa bahan bakar yang diturunkan (2,5 bar) hasil dari setiap kadar emisinya dabawah dari tekanan standar. Hal itu berdampak karena adanya perbedaan *flowrate* dari masing – masing tekanan pompa bahan bakar. *Flowrate* yang dimiliki oleh tekanan pompa bahan bakar yang diturunkan sebesar 100 ml/menit menjadikan kadar hasil pembakarannya sedikit dibandingkan dengan tekanan pompa bahan bakar standar yang memiliki *flowrate* 104 ml/menit. Meningkatnya kadar O_2 pada tekanan pompa bahan bakar yang diturunkan karena bahan bakar yang masuk ke ruang bakar lebih sedikit dari tekanan standar dan udara yang masuk lebih banyak sehingga menyebabkan kadar O_2 naik.

4.3 Pembahasan

Dari semua hasil penelitian yang sudah dilakukan tekanan pompa bahan bakar standar (2,94 bar) menjadi yang terbaik pada torsi dan daya mesin tertinggi. Berdasarkan pengujian pada dinamometer maka tekanan pompa yang diturunkan (2,5 bar) memiliki nilai torsi dan daya maksimal mesin (τ = 8,13 Nm dan P = 5,24 kW) masih dibawah hasilnya

dibandingkan dengan tekanan pompa bahan bakar standar (τ = 8,27 Nm dan P = 5,33 kW) pada kecepatan putaran mesin yang sama 9750 rpm. Setelah melakukan pengujian torsi dan daya, untuk konsumsi bahan bakar yang telah diuji, nilai terbaik yang didapatkan oleh tekanan pompa bahan bakar yang diturunkan (2,5 bar) terdapat pada bukaan *throttle* 25° sampai 50° dengan kecepatan putaran mesin 6500 – 9750 rpm. Sedangkan pada tekanan standar (2,94 bar) nilai terbaik yang didapatkan pada bukaan *throttle* 5° sampai dengan bukaan *throttle* 20° dengan kecepatan putaran mesin 4750 – 6500 rpm. Pengujian terakhir yang dilakukan adalah uji emisi gas buang. Pengujian ini juga dilakukan untuk meneliti pengaruh turunnya tekanan pompa bahan bakar (2,5 bar) terhadap emisi gas buang kendaraan. Dari hasil pengujian tersebut terlihat pada tekanan pompa bahan bakar yang diturunkan terdapat penurunan kadar CO, HC, CO_2, dan meningkatnya kadar O_2 meskipun selisih dari masing – masing tekanan pompa bahan bakar tidak begitu besar.

Sesuai dengan tujuan penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penurunan tekanan pompa bahan bakar (2,5 bar) terhadap torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang. Penurunan tekanan pompa bahan bakar menyebabkan turunnya nilai torsi dan daya yang dihasilkan, untuk konsumsi bahan bakar terlihat perbedaan dibandingkan dengan tekanan pompa bahan bakar standar (2,94 bar), tekanan pompa bahan bakar yang diturunkan memiliki konsumsi bahan bakar yang baik pada putaran atas mesin yaitu pada putaran 7000 – 9750 rpm (bukaan *throttle* 25°-50°) sedangkan untuk tekanan pompa bahan bakar standar memiliki tingkat

konsumsi bahan bakar yang lebih baik pada putaran bawah mesin yaitu pada putaran 4750 – 6500 rpm (bukaan *throttle* 5°-20°). Untuk hasil uji emisi gas buang menunjukkan pada tekanan pompa bahan bakar yang diturunkan terdapat penurunan kadar CO, HC, CO_2, dan meningkatnya kadar O_2, dibandingkan dengan tekanan pompa bahan bakar standar yang memiliki emisi gas buang lebih besar.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil analisa data, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penurunan tekanan pompa bahan bakar dari tekanan standar (2,94 bar) menjadi 2,5 bar mengakibatkan penurunan nilai torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang.
2. Persentase torsi maksimal antara kedua tekanan pompa bahan bakar adalah 1.7% dengan kecepatan putaran mesin yang sama.
3. Persentase daya maksimal antara kedua tekanan pompa bahan bakar adalah 1.68% dengan kecepatan putaran mesin yang sama.
4. Konsumsi bahan bakar yang didapatkan pada tekanan pompa bahan bakar 2,5 bar lebih baik ketika mencapai akselerasi sedangkan di putaran bawah mesin konsumsi bahan bakar lebih banyak dibandingkan dengan tekanan standar (2,94 bar).
5. Turunnya tekanan pompa bahan bakar yang diuji berpengaruh pada hasil emisi gas buang yang menunjukkan turunnya kadar CO, HC, CO_2, dan meningkatnya kadar O_2.

5.2 Saran

Berdasarkan pengujian dan hasil pengujian yang telah dilakukan, maka penulis mempunyai saran sebagai berikut:

1. Bila ingin mendapatkan hasil konsumsi bahan bakar yang optimal pada saat akselerasi maka tekanan bahan bakar yang diturunkan menjadi pilihan yang tepat.

2. Untuk mengurangi polusi udara pada lingkungan, tekanan pompa bahan bakar yang diturunkan bisa menjadi solusi untuk mewujudkan hal tesebut, karena dari hasil pengujian yang telah dilakukan, tekanan pompa bahan bakar yang diturunkan memiliki kadar emisi gas buang yang rendah.

3. Untuk penelitian selanjutnya yang mungkin berhubungan dengan penelitian ini, penulis menyarankan sebaiknya penelitian tentang menurunkan tekanan pompa bahan bakar harus lebih mengikuti perkembangan teknologi, salah satunya dengan menggunakan ECU *custom* yang bisa disetel debit injektornya dan pengapiannya agar mendapatkan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, Wiranto, 1988, *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, (Institut Teknologi Bandung : Bandung,)

Halderman, James D., 2016, *Automotive Engine Performance*, (United States : Pearson Education,)

http://dunia-listrik.blogspot.com/2010/02/dasar-dasar-pneumatik.html (diakses 16 April 2017 pkl 16:28)

http://Eprints.undip.ac.id/41619/3/BAB.II.pdf, (Universitas Diponogoro : Semarang)

Krist, Thomas, 1993, *Dasar - Dasar Pneumatik* (Jakarta: Erlangga)

Kristanto, Philip, 2015, *Motor Bakar Torak :Teori & Aplikasinya* (Jakarta : Erlangga)

Pulkrabek, Willard W., 1997, *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine* (New Jersey : Prentice)

Raharjo W. D dan Karnowo., 2008, *Mesin Konversi Energi.* (Semarang : Universitas Semarang Press)

Raymond A. Serway and John W. Jewett, *Principles of Physics* (London:David Harris)

Sudaryono, 2013, *Pneumatik dan Hidrolik*, (Jakarta : KEMENDIKBUD)

LAMPIRAN

Lampiran 1

Tabel Konversi Satuan Daya Mesin

BUKAAN THROTTLE	KONVERSI SATUAN			
	2,5 BAR		2,94 BAR	
	HP	kW	HP	Kw
5	2,25	1,67	2,88	2,14
10	3,50	2,60	3,90	2,90
15	4,50	3,35	4,80	3,57
20	4,82	3,59	5,11	3,81
25	5,06	3,78	5,32	3,97
30	5,33	3,97	5,60	4,17
35	5,64	4,21	5,90	4,40
40	5,92	4,42	6,16	4,60
45	6,25	4,66	6,46	4,82
50	7,03	5,24	7,15	5,33

Lampiran 2

Tabel Waktu Konsumsi Bahan Bakar

Bukaan Throttle	**Waktu untuk menghabiskan Bahan Bakar 10ml (det)**	
	2,5 bar	**2,94 bar**
5	36,7	32,8
10	34,9	32,1
15	32,8	31,6
20	32,2	31
25	30,8	26,6
30	27,5	25,5
35	25,5	24,2
40	23,1	20,9
45	21,6	20
50	17,9	14,7

Densitas Pertamax 92

Berat Tabung (Kosong) 10ml = 13,6164 gram

Berat Jenis Tabung + Pertamax 10ml = 22,0825 gram

Berat Jenis Pertamax 10ml = 8,4661 gram

Fm (fuel Mass) = 0,0008 kg/10ml

Rumus BSFC (Brake Specific Fuel Consumption)

1. BSFC Bukaan 5° (2,5 bar)

Daya = 1,67 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 36,7 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{36{,}7\ det}$

= 0,00021 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00021\ kg/det}{1{,}67\ kW}$

= 13,052 x 10^{-5} kg/kw.det

BSFC Bukaan 5° (2,94 bar)

Daya = 2,14 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 32,8 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{32{,}8\ det}$

= 0,00024 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00024\ kg/det}{2{,}14\ \ kW}$

= 11,397 x 10^{-5} kg/kw.det

2. BSFC Bukaan 10° (2,5 bar)

Daya = 2,60 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 34,9 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{34{,}9\ det}$

= 0,00023 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00023\ kg/det}{2{,}60\ \ kW}$

= 8,816 x 10^{-5} kg/kw.det

BSFC Bukaan 10° (2,94 bar)

Daya = 2,90 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 32,1 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{32{,}1\ det}$

= 0,00025 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00025\ kg/det}{2{,}90\ kW}$

= 8,593 x 10^{-5} kg/kw.det

3. BSFC Bukaan 15° (2,5 bar)

Daya = 3,35 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 32,8 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{32{,}8\ det}$

= 0,00024 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00024\ kg/det}{3{,}35\ kW}$

= 7,280 x 10^{-5} kg/kw.det

BSFC Bukaan 15° (2,94 bar)

Daya = 3,57 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 31,6 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{31{,}6\ det}$

= 0,00025 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00025\ kg/det}{3{,}57\ kW}$

= 7,091 x 10^{-5} kg/kw.det

4. BSFC Bukaan 20° (2,5 bar)

Daya = 3,59 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 32,2 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{32{,}2\ det}$

= 0,00024 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00024\ kg/det}{3{,}59\ kW}$

= 6,920 x 10^{-5} kg/kw.det

BSFC Bukaan 20° (2,94 bar)

Daya = 3,81 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 31 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{31\ det}$

= 0,00025 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00025\ kg/det}{3{,}81\ kW}$

= 6,773 x 10^{-5} kg/kw.det

5. BSFC Bukaan 25° (2,5 bar)

Daya = 3,65 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 30,8 det

$\dot{m}_{bb}$ = $\frac{0{,}008\ kg}{36{,}7\ det}$

= 0,00025 kg/det

BSFC = $\dot{m}_{bb}$ /$\dot{W}_b$

= $\frac{0{,}00025\ kg/det}{3{,}78\ kW}$

= 6,614 x 10^{-5} kg/kw.det

BSFC Bukaan 25° (2,94 bar)

Daya = 3,81 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 26,6 det

$\dot{m}_{bb}$ = $\frac{0{,}008\ kg}{26{,}6\ det}$

= 0,00030 kg/det

BSFC = $\dot{m}_{bb}$ /$\dot{W}_b$

= $\frac{0{,}00030\ kg/det}{3{,}97\ kW}$

= 7,556 x 10^{-5} kg/kw.det

6. BSFC Bukaan 30° (2,5 bar)

Daya = 3,97 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 27,5 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{27{,}5\ det}$

= 0,00029 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00029\ kg/det}{3{,}97\ kW}$

= 7,327 x 10^{-5} kg/kw.det

BSFC Bukaan 30° (2,94 bar)

Daya = 4,17 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 25,5 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{25{,}5\ det}$

= 0,00031 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00031\ kg/det}{4{,}17\ kW}$

= 7,523 x 10^{-5} kg/kw.det

7. BSFC Bukaan 35° (2,5 bar)

Daya = 4,13 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 25,5 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{25{,}5\ det}$

= 0,00031 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00031\ kg/det}{4{,}21\ kW}$

= 7,363 x 10^{-5} kg/kw.det

BSFC Bukaan 35° (2,94 bar)

Daya = 4,45 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 24,2 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{24{,}2\ det}$

= 0,00033 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00033\ kg/det}{4{,}40\ kW}$

= 7,5 x 10^{-5} kg/kw.det

8. BSFC Bukaan 40° (2,5 bar)

Daya = 4,39 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 23,1 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{23{,}1\ det}$

= 0,00034 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00034\ kg/det}{4{,}42\ kW}$

= 7,692 x 10^{-5} kg/kw.det

BSFC Bukaan 40° (2,94 bar)

Daya = 4,70 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 20,9 det

$\dot{m}_{bb}$ = $\frac{0{,}008\ kg}{20{,}9\ det}$

= 0,00038 kg/det

BSFC = $\dot{m}_{bb}$ /$\dot{W}_b$

= $\frac{0{,}00038\ kg/det}{4{,}60\ kW}$

= 8,261 x 10^{-5} kg/kw.det

9. BSFC Bukaan 45° (2,5 bar)

Daya = 4,66 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 21,6 det

$\dot{m}_{bb}$ = $\frac{0{,}008\ kg}{21{,}6\ det}$

= 0,00037 kg/det

BSFC = $\dot{m}_{bb}$ /$\dot{W}_b$

= $\frac{0{,}00037\ kg/det}{4{,}66\ kW}$

= 7,947 x 10^{-5} kg/kw.det

BSFC Bukaan 45° (2,94 bar)

Daya = 4,75 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 20 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{20\ det}$

= 0,0004 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}0004\ kg/det}{4{,}82\ kW}$

= 8,298 x 10^{-5} kg/kw.det

10. BSFC Bukaan 50° (2,5 bar)

Daya = 5,24 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 17,9 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{17{,}9\ det}$

= 0,00044 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00044\ kg/det}{5{,}24\ kW}$

= 8,529 x 10^{-5} kg/kw.det

BSFC Bukaan 50° (2,94 bar)

Daya = 5,33 kW

Fm = 0,008 kg

t (waktu) = 14,7 det

$\dot{m}_{bb}$ $= \frac{0{,}008\ kg}{14{,}7\ det}$

= 0,00054 kg/det

BSFC $= \dot{m}_{bb} / \dot{W}_b$

$= \frac{0{,}00054\ kg/det}{5{,}33\ kW}$

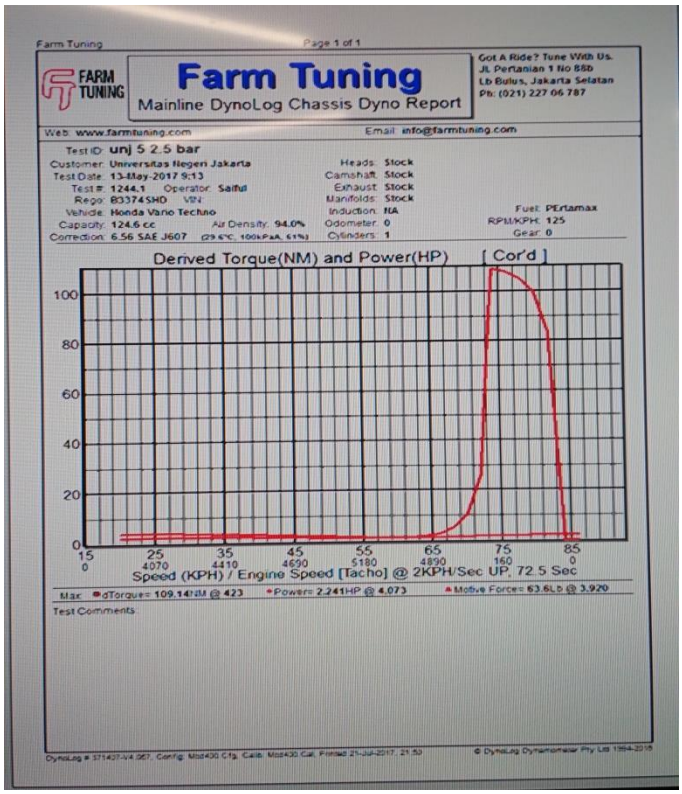
= 10,210 x 10^{-5} kg/kw.det

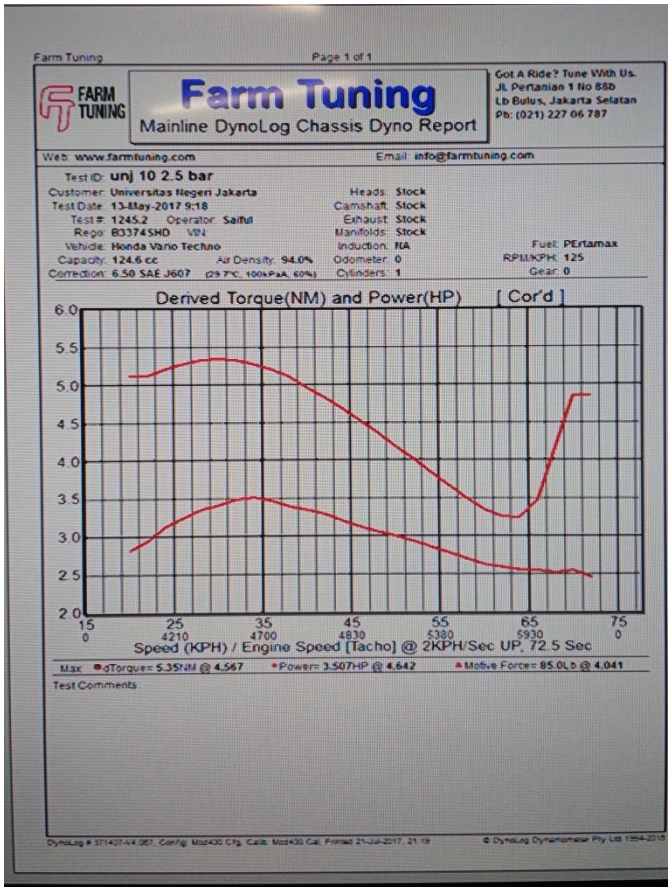
Tabel Hasil Perhitungan BSFC

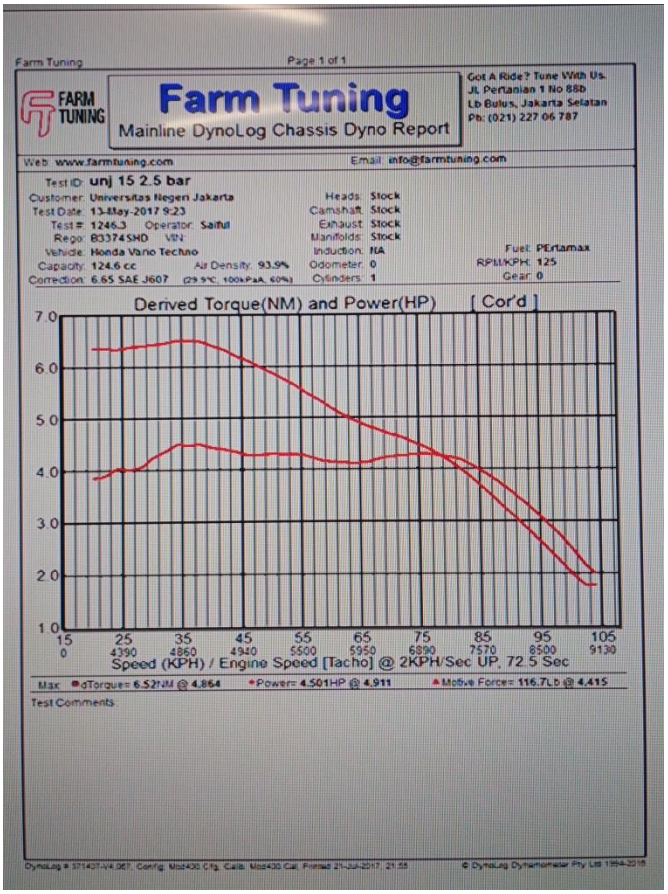
BUKAAN THROTTLE	HASIL BSFC (kg/kW.det)	
	2,5 bar	**2,94 bar**
5	$13,052 \times 10^{-5}$	$11,397 \times 10^{-5}$
10	$8,816 \times 10^{-5}$	$8,593 \times 10^{-5}$
15	$7,280 \times 10^{-5}$	$7,091 \times 10^{-5}$
20	$6,920 \times 10^{-5}$	$6,773 \times 10^{-5}$
25	$6,614 \times 10^{-5}$	$7,556 \times 10^{-5}$
30	$7,327 \times 10^{-5}$	$7,523 \times 10^{-5}$
35	$7,363 \times 10^{-5}$	$7,5 \times 10^{-5}$
40	$7,692 \times 10^{-5}$	$8,261 \times 10^{-5}$
45	$7,947 \times 10^{-5}$	$8,298 \times 10^{-5}$
50	$8,529 \times 10^{-5}$	$10,210 \times 10^{-5}$

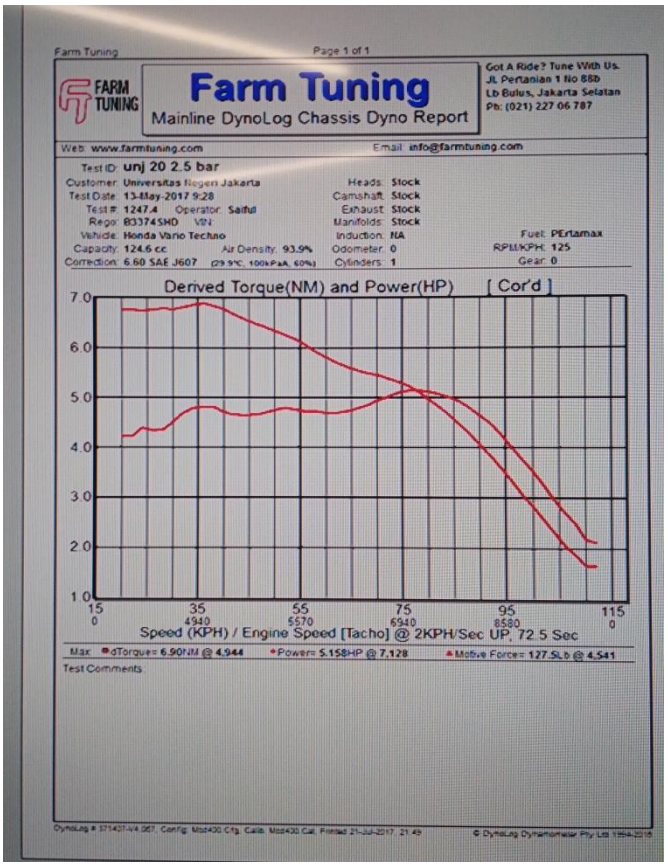
Lampiran 3

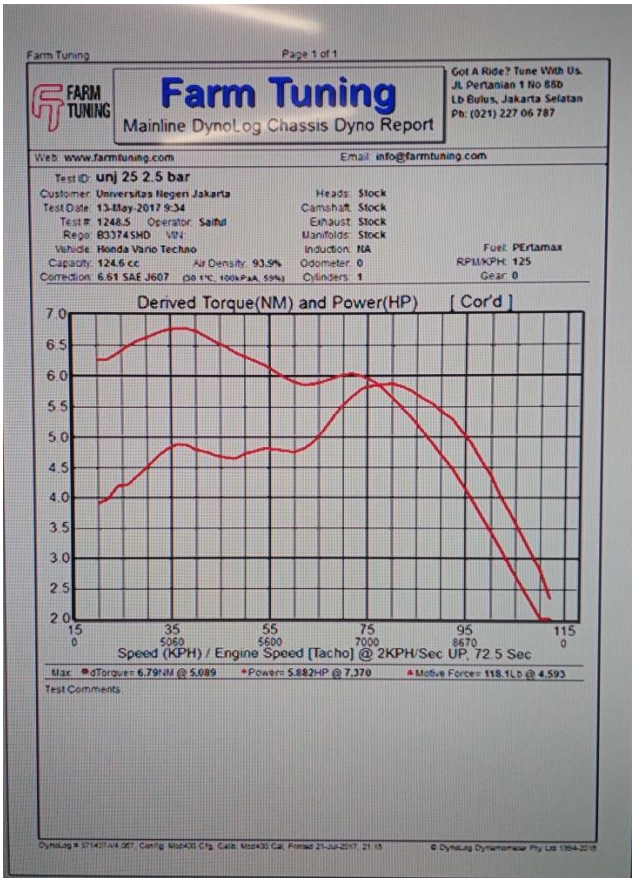
Hasil Pengujian

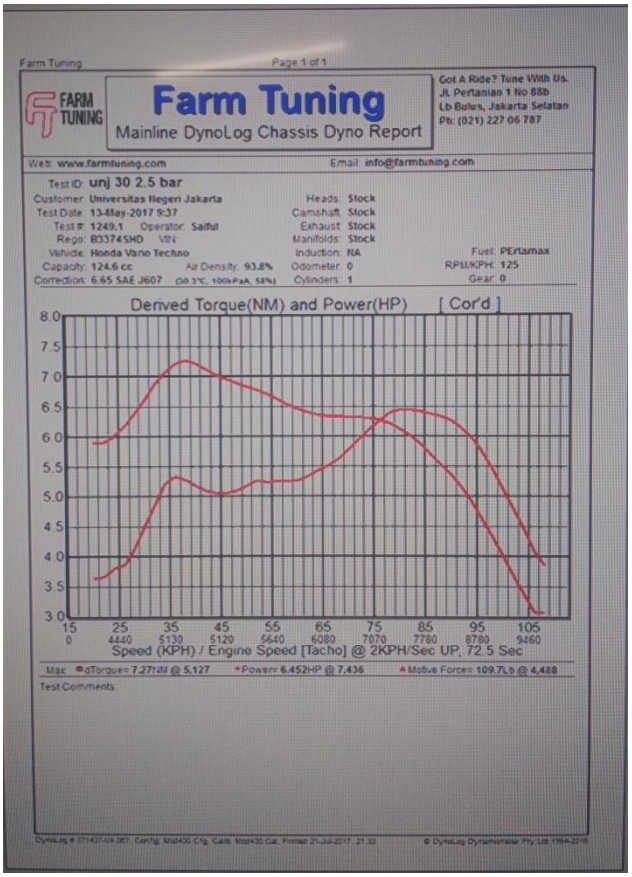


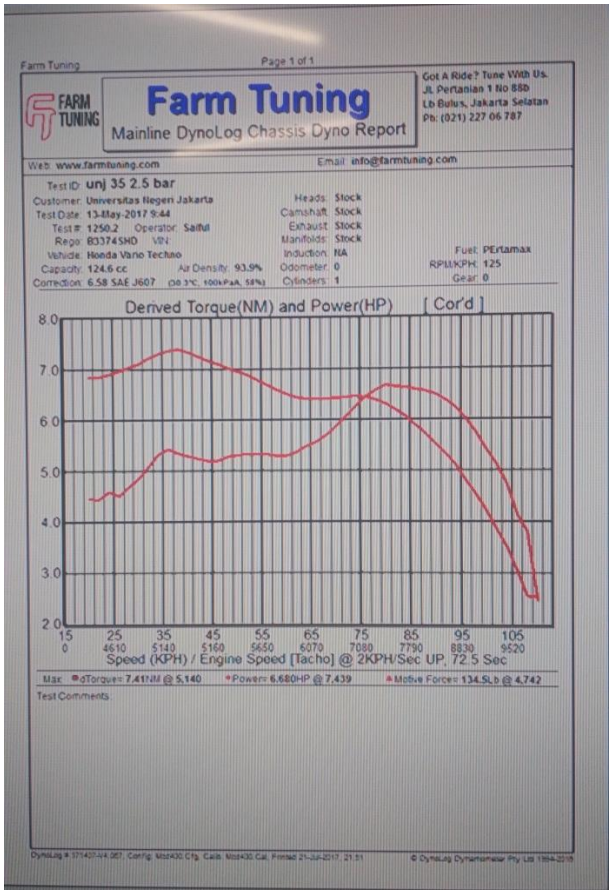

Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
JL Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Pb: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 10 2.5 bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 9:18
Test #: 1245.2 Operator: Saiful
Rego: B3374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 94.0%
Correction: 6.50 SAE J607 (29.7°C, 100kPaA, 60%)
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
6.0
5.5
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
15 25 35 45 55 65 75
0 4210 4700 4830 5380 5930 0
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 5.35NM @ 4.567
Power= 3.507HP @ 4.642
Motive Force= 85.0Lb @ 4.041
Test Comments:

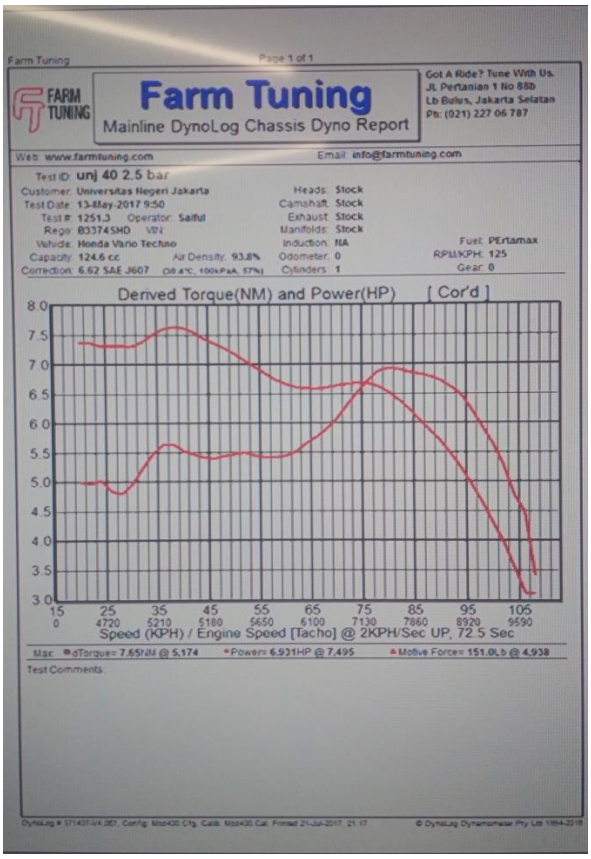

Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
Jl. Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 15 2.5 bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 9:23
Test #: 1246.3 Operator: Saiful
Rego: 83374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.9%
Correction: 6.65 SAE J607 (29.9°C, 100kPaA, 60%)
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
0 4390 4860 4940 5500 5950 6890 7570 8500 9130
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 6.52NM @ 4,864 Power= 4.501HP @ 4,911 Motive Force= 116.7Lb @ 4,415
Test Comments:

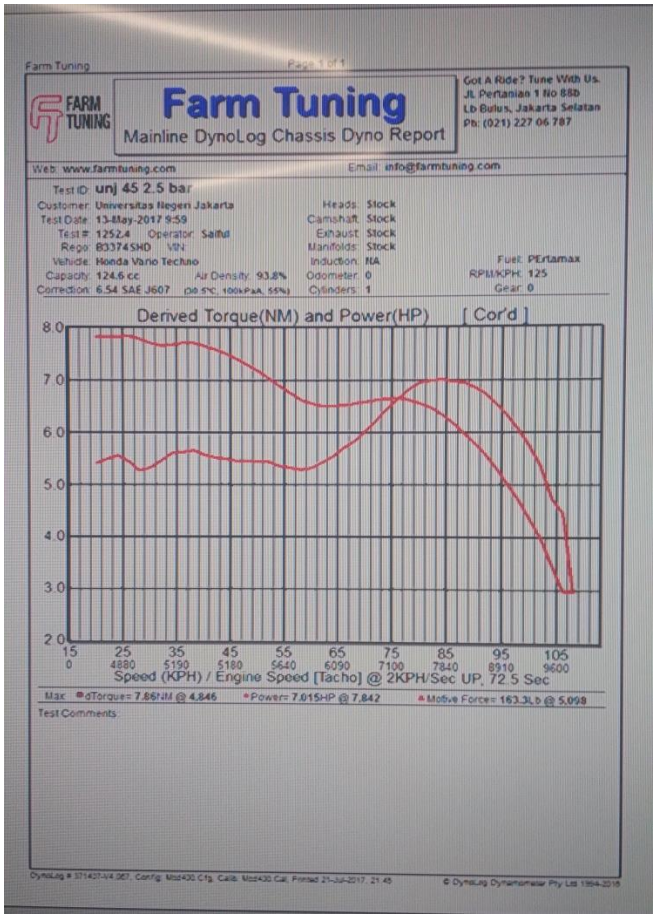

Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
Jl. Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 20 2.5 bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 9:28
Test #: 1247.4 Operator: Saiful
Rego: 83374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.9%
Correction: 6.60 SAE J607 (29.9°C, 100kPaA, 60%)
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
15 35 55 75 95 115
0 4940 5570 6940 8580 0
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 6.90NM @ 4,944 Power= 5.158HP @ 7,128 Motive Force= 127.5Lb @ 4,541
Test Comments:

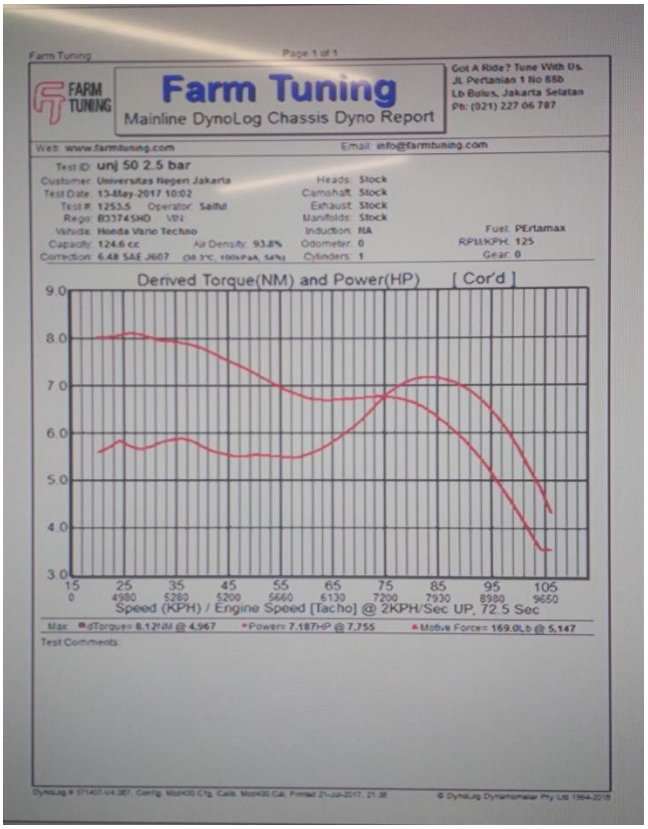

Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
Jl. Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 25 2.5 bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 9:34
Test #: 1248.5 Operator: Saiful
Rego: B3374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.9%
Correction: 6.61 SAE J607
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
7.0
6.5
6.0
5.5
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
15 35 55 75 95 115
0 5060 5600 7000 8670 0
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 6.79NM @ 5,089 Power= 5.882HP @ 7,370 Motive Force= 118.1Lb @ 4,593
Test Comments:

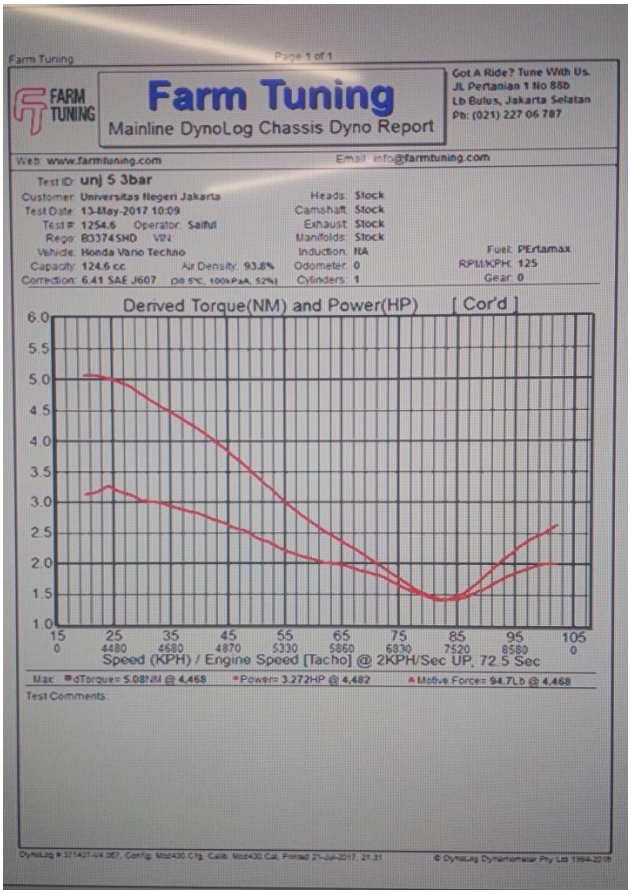

Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
Jl. Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 30 2.5 bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 9:37
Test #: 1249.1 Operator: Saiful
Rego: B3374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.8%
Correction: 6.65 SAE J607
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
8.0
7.5
7.0
6.5
6.0
5.5
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
0 4440 5130 5120 5640 6080 7070 7780 8780 9460
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 7.27NM @ 5,127 Power= 6.452HP @ 7,436 Motive Force= 109.7Lb @ 4,488
Test Comments:

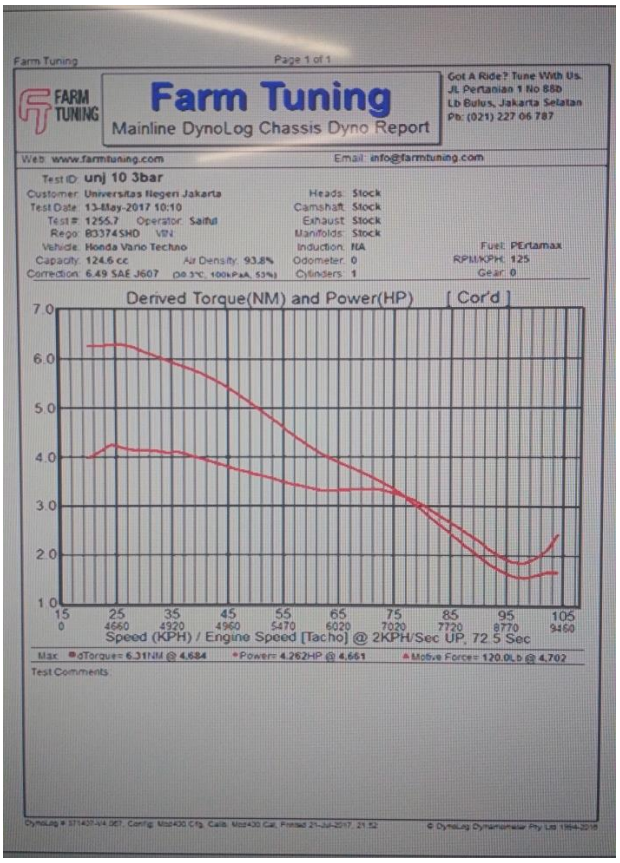

Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
JL Pertanian 1 No 85b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 35 2.5 bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 9:44
Test # 1250.2 Operator: Saiful
Rego: B3374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.9%
Correction: 6.58 SAE J607 (30.3°C, 100kPaA, 58%)
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
0 4610 5140 5160 5650 6070 7080 7790 8830 9520
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 7.41NM @ 5,140 Power= 6.680HP @ 7,439 Motive Force= 134.5Lb @ 4,742
Test Comments:

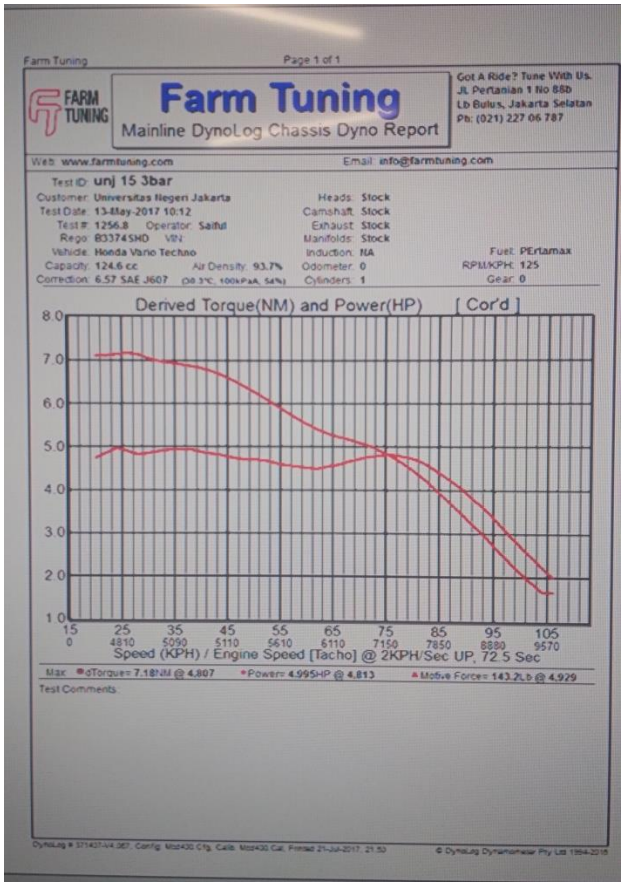

Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
JL Pertanian 1 No 85b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 40 2.5 bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 9:50
Test # 1251.3 Operator: Saiful
Rego: B3374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.8%
Correction: 6.62 SAE J607 (30.4°C, 100kPaA, 57%)
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
8.0
7.5
7.0
6.5
6.0
5.5
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
0 4720 5210 5180 5650 6100 7130 7860 8920 9590
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 7.65NM @ 5,174 Power= 6.931HP @ 7,495 Motive Force= 151.0Lb @ 4,938
Test Comments:

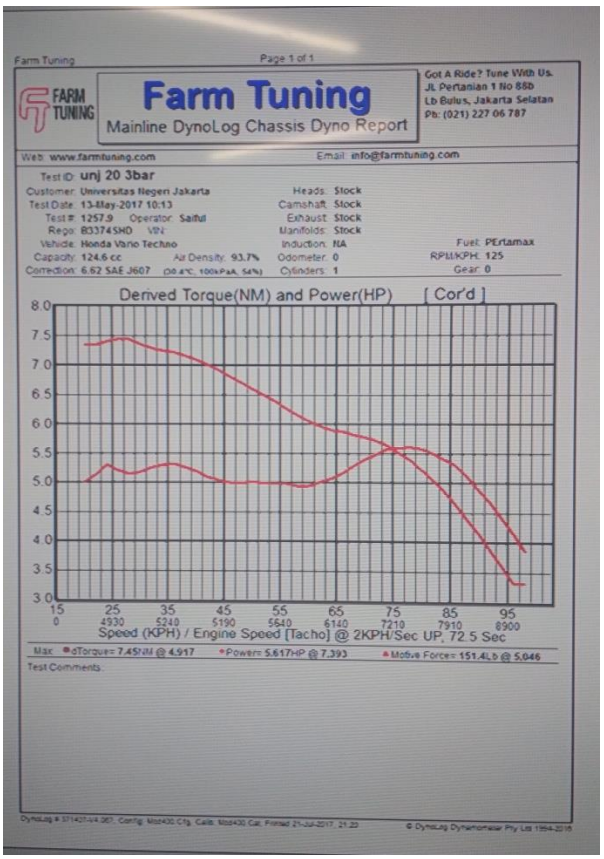

Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
JL Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 45 2.5 bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 9:59
Test #: 1252.4 Operator: Saiful
Rego: B3374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.8%
Correction: 6.54 SAE J607 (@ 5°C, 100kPaA, 55%)
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
0 4880 5190 5180 5640 6090 7100 7840 8910 9600
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 7.867NM @ 4,846 Power= 7.015HP @ 7,842 Motive Force= 163.3Lb @ 5,098
Test Comments:
© DynoLog Dynamometer Pty Ltd 1994-2016

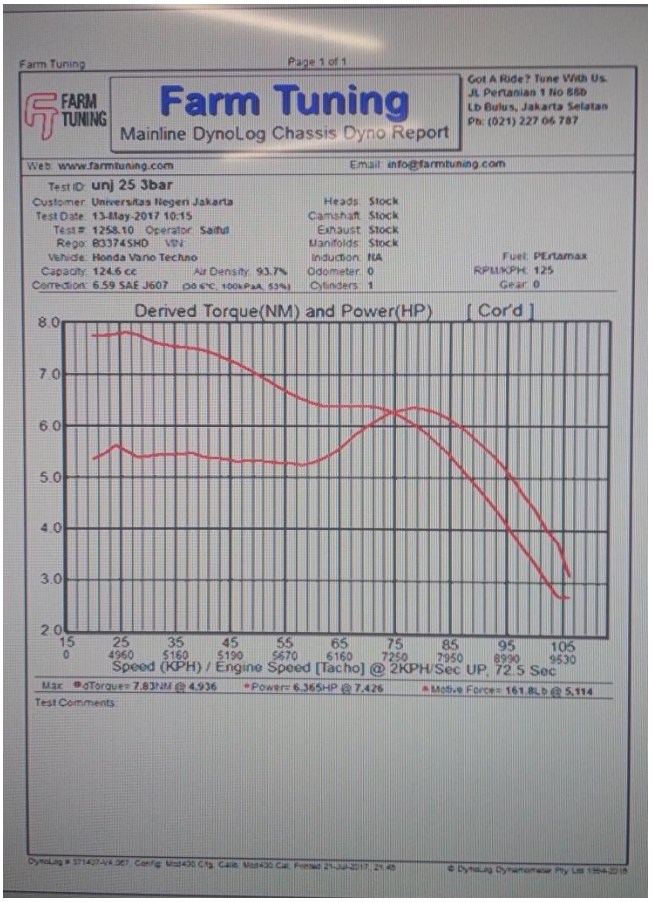

Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
JL Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 50 2.5 bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 10:02
Test #: 1253.5 Operator: Saiful
Rego: B3374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.8%
Correction: 6.48 SAE J607 (@ 3°C, 100kPaA, 54%)
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
9.0
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
0 4980 5280 5200 5660 6130 7200 7930 8980 9650
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 8.12NM @ 4,967 Power= 7.187HP @ 7,755 Motive Force= 169.0Lb @ 5,147
Test Comments:
© DynoLog Dynamometer Pty Ltd 1994-2016

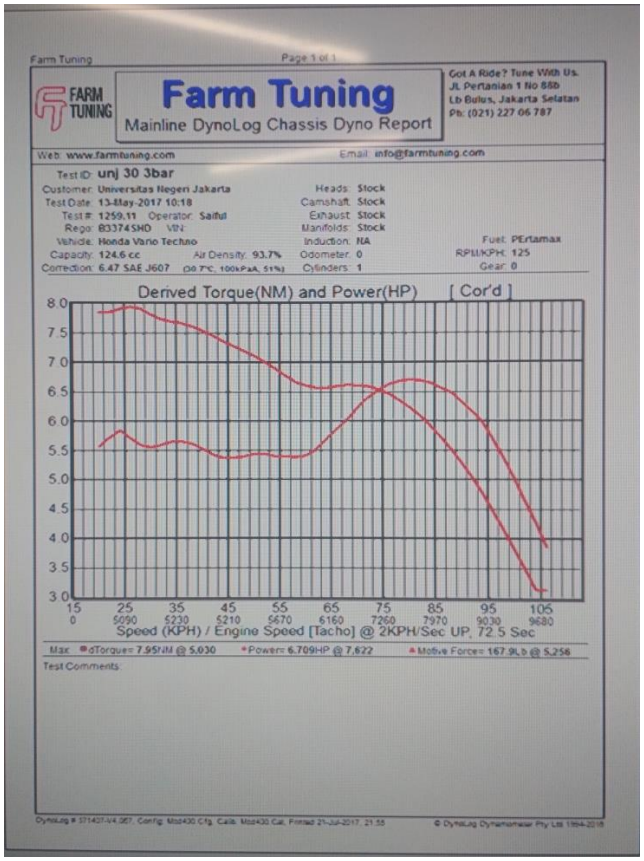

Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
JL Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 5 3bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 10:09
Test #: 1254.6 Operator: Saiful
Rego: B3374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.8%
Correction: 6.41 SAE J607
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
6.0
5.5
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
0 4480 4680 4870 5330 5860 6830 7520 8580 0
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 5.08NM @ 4,468
Power= 3.272HP @ 4,482
Motive Force= 94.7Lb @ 4,468
Test Comments:

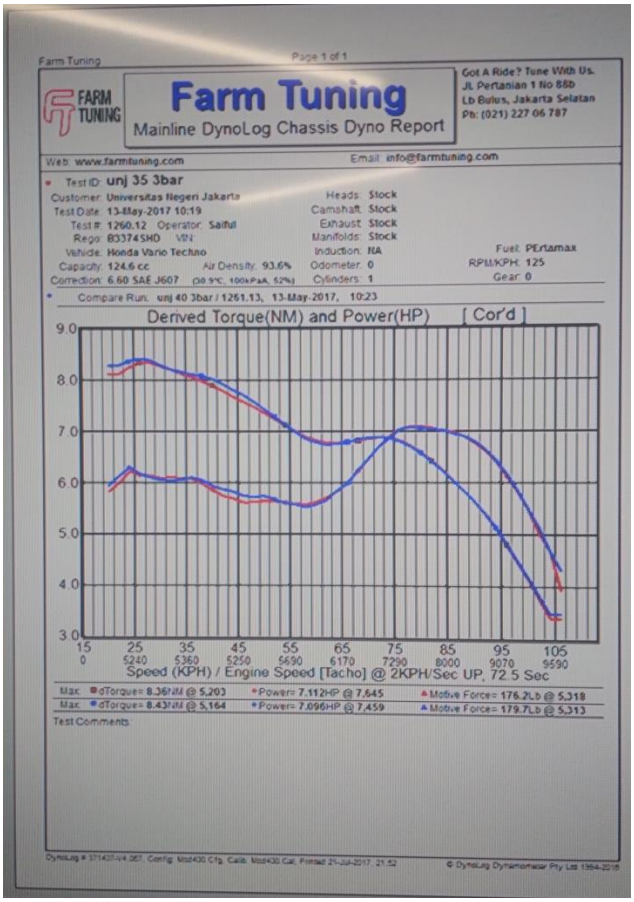

Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
JL Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 10 3bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 10:10
Test #: 1255.7 Operator: Saiful
Rego: B3374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.8%
Correction: 6.49 SAE J607
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
0 4660 4920 4960 5470 6020 7020 7720 8770 9460
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 6.31NM @ 4,684
Power= 4.262HP @ 4,661
Motive Force= 120.0Lb @ 4,702
Test Comments:

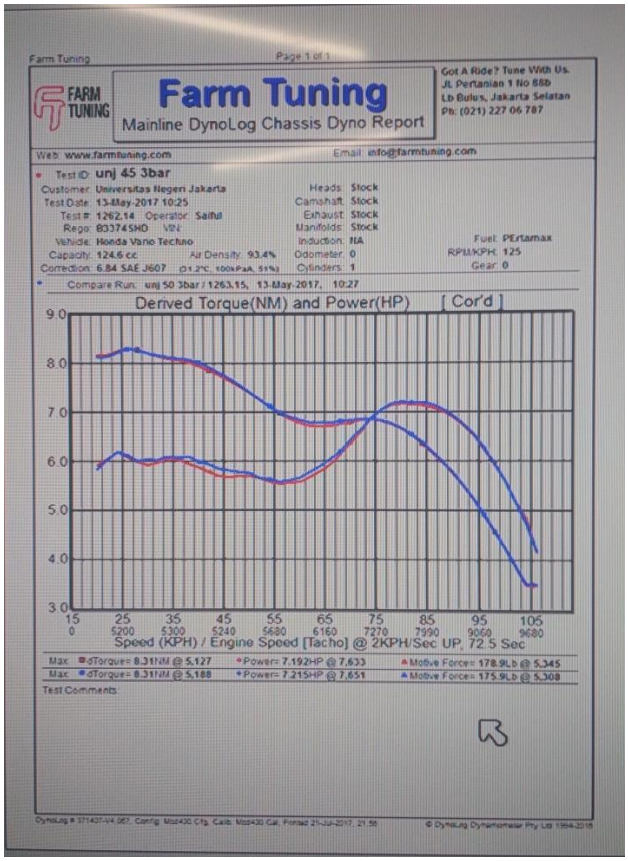

Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
JL Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 15 3bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 10:12
Test #: 1256.8 Operator: Saiful
Rego: B3374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.7%
Correction: 6.57 SAE J607
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
0 4810 5090 5110 5610 6110 7150 7850 8880 9570
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 7.18NM @ 4.807 Power= 4.995HP @ 4.813 Motive Force= 143.2Lb @ 4.929
Test Comments:


Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
JL Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 20 3bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 10:13
Test #: 1257.9 Operator: Saiful
Rego: B3374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.7%
Correction: 6.62 SAE J607
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
8.0
7.5
7.0
6.5
6.0
5.5
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
15 25 35 45 55 65 75 85 95
0 4930 5240 5190 5640 6140 7210 7910 8900
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 7.45NM @ 4.917 Power= 5.617HP @ 7.393 Motive Force= 151.4Lb @ 5.046
Test Comments:


Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
JL Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 25 3bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 10:15
Test #: 1258.10 Operator: Saiful
Rego: B3374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.7%
Correction: 6.59 SAE J607 (30.6°C, 100kPaA, 53%)
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
0 4960 5160 5190 5670 6160 7250 7950 8990 9530
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 7.83NM @ 4,936 Power= 6.365HP @ 7,426 Motive Force= 161.8Lb @ 5,114
Test Comments:


Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
JL Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 30 3bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 10:18
Test #: 1259.11 Operator: Saiful
Rego: B3374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.7%
Correction: 6.47 SAE J607 (30.7°C, 100kPaA, 51%)
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
8.0
7.5
7.0
6.5
6.0
5.5
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
0 5090 5230 5210 5670 6160 7260 7970 9030 9680
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 7.95NM @ 5,030 Power= 6.709HP @ 7,622 Motive Force= 167.9Lb @ 5,258
Test Comments:


Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
Jl. Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 35 3bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 10:19
Test #: 1260.12 Operator: Saiful
Rego: 83374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.6%
Correction: 6.60 SAE J607 (30.9°C, 100kPaA, 52%)
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Compare Run: unj 40 3bar / 1261.13, 13-May-2017, 10:23
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
9.0
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
0 5240 5360 5250 5690 6170 7290 8000 9070 9590
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 8.36NM @ 5,203
Power= 7.112HP @ 7,645
Motive Force= 176.2Lb @ 5,318
Max: dTorque= 8.43NM @ 5,164
Power= 7.096HP @ 7,459
Motive Force= 179.7Lb @ 5,313
Test Comments:


Farm Tuning
Page 1 of 1
FARM TUNING
Farm Tuning
Mainline DynoLog Chassis Dyno Report
Got A Ride? Tune With Us.
Jl. Pertanian 1 No 88b
Lb Bulus, Jakarta Selatan
Ph: (021) 227 06 787
Web: www.farmtuning.com
Email: info@farmtuning.com
Test ID: unj 45 3bar
Customer: Universitas Negeri Jakarta
Test Date: 13-May-2017 10:25
Test #: 1262.14 Operator: Saiful
Rego: 83374SHD VIN:
Vehicle: Honda Vario Techno
Capacity: 124.6 cc Air Density: 93.4%
Correction: 6.84 SAE J607 (31.2°C, 100kPaA, 51%)
Heads: Stock
Camshaft: Stock
Exhaust: Stock
Manifolds: Stock
Induction: NA
Odometer: 0
Cylinders: 1
Fuel: PErtamax
RPM/KPH: 125
Gear: 0
Compare Run: unj 50 3bar / 1263.15, 13-May-2017, 10:27
Derived Torque(NM) and Power(HP) [Cor'd]
9.0
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
15 25 35 45 55 65 75 85 95 105
0 5200 5300 5240 5680 6160 7270 7990 9060 9680
Speed (KPH) / Engine Speed [Tacho] @ 2KPH/Sec UP, 72.5 Sec
Max: dTorque= 8.31NM @ 5,127
Power= 7.192HP @ 7,633
Motive Force= 178.9Lb @ 5,345
Max: dTorque= 8.31NM @ 5,188
Power= 7.215HP @ 7,651
Motive Force= 175.9Lb @ 5,308
Test Comments:

Lampiran 4

Tabel Torsi dan Daya Bukaan Throttle 5°

RPM	TORSI (Nm)		DAYA (kW)	
	2,5 bar	**2,94 bar**	**2,5 bar**	**2,94 bar**
2750	**3,79**	**4,47**	1,58	2,10
3000	**3,79**	**4,47**	**1,67**	**2,14**
3250	**3,79**	**4,47**	1,63	2,12
3500	3,66	4,33	1,63	2,04
3750	3,52	4,33	1,58	1,99
4000	3,38	4,20	1,54	1,96
4250	3,25	4,06	1,49	1,93
4500	3,11	3,93	1,44	1,85
4750	2,98	3,79	1,40	1,83

Tabel Torsi dan Daya Bukaan Throttle 10°

RPM	TORSI (Nm)		DAYA (kW)	
	2,5 bar	**2,94 bar**	**2,5 bar**	**2,94 bar**
2750	5,15	**6,37**	2,20	2,48
3000	5,15	**6,37**	2,33	2,50
3250	**5,28**	**6,37**	2,42	2,51
3500	**5,28**	**6,37**	2,50	2,58
3750	**5,28**	6,23	2,54	2,54
4000	**5,28**	6,10	**2,60**	2,57
4250	**5,28**	6,10	**2,60**	2,63
4500	5,15	5,96	2,57	2,78
4750	5,15	5,96	2,54	2,84
5000	5,01	5,83	2,50	**2,90**
5250	4,88	5,83	2,45	**2,90**

Tabel Torsi dan Daya Bukaan Throttle 15°

RPM	TORSI (Nm)		DAYA (kW)	
	2,5 bar	**2,94 bar**	**2,5 bar**	**2,94 bar**
2750	6,37	7,05	2,91	3,53
3000	6,37	7,05	3,02	3,54
3250	6,37	**7,14**	2,98	3,56
3500	6,37	7,05	3,02	**3,57**
3750	**6,50**	7,05	3,17	3,55
4000	**6,50**	6,91	3,24	3,54
4250	**6,50**	6,91	**3,35**	3,52
4500	**6,50**	6,77	3,34	3,55
4750	**6,50**	6,77	**3,35**	**3,57**
5000	6,37	6,64	3,30	3,52
5250	6,37	6,64	3,28	3,47
5500	6,23	6,50	3,24	3,44
5750	6,10	6,37	3,19	3,39
6000	5,96	6,23	3,21	3,32

Tabel Torsi dan Daya Bukaan Throttle 20°

RPM	TORSI (Nm)		DAYA (kW)	
	2,5 bar	**2,94 bar**	**2,5 bar**	**2,94 bar**
2750	6,78	7,19	3,15	3,71
3000	6,78	7,19	3,28	**3,81**
3250	6,78	**7,39**	3,24	3,74
3500	6,78	**7,39**	3,26	3,69
3750	6,78	7,19	3,36	3,76
4000	6,78	7,19	3,50	3,79
4250	**6,91**	7,19	3,58	3,84
4500	**6,91**	7,19	**3,59**	**3,81**
4750	**6,91**	7,05	3,58	3,80
5000	6,78	7,05	3,50	3,73
5250	6,64	6,91	3,47	3,69
5500	6,64	6,91	3,47	3,62
5750	6,51	6,78	3,47	3,70
6000	6,37	6,64	3,50	3,67
6250	6,37	6,64	3,56	3,71
6500	6,24	6,51	3,58	3,68

Tabel Torsi dan Daya Bukaan Throttle 25°

RPM	TORSI (Nm)		DAYA (kW)	
	2,5 bar	2,94 bar	2,5 bar	2,94 bar
2750	6,24	7,19	2,97	3,67
3000	6,37	7,19	3,13	3,80
3250	6,51	7,32	3,15	3,74
3500	6,51	**7,56**	3,26	3,72
3750	6,64	**7,56**	3,36	3,73
4000	6,64	7,32	3,49	3,75
4250	6,78	7,19	3,58	3,80
4500	6,91	7,05	3,65	3,82
4750	**7,13**	7,05	3,63	3,81
5000	6,91	7,05	3,58	3,75
5250	6,78	6,91	3,54	3,71
5500	6,51	6,78	3,49	3,69
5750	6,51	6,78	3,47	3,68
6000	6,37	6,64	3,47	3,72
6250	6,37	6,64	3,53	3,74
6500	6,24	6,51	3,56	3,78
6750	6,24	6,51	3,67	3,84
7000	6,10	6,37	**3,78**	**3,97**

Tabel Torsi dan Daya Bukaan Throttle 30°

RPM	TORSI (Nm)		DAYA (kW)	
	2,5 bar	2,94 bar	2,5 bar	2,94 bar
2750	5,97	7,59	2,72	4,07
3000	5,97	**7,72**	2,83	4,14
3250	6,10	**7,72**	2,87	4,11
3500	6,37	**7,72**	3,07	3,99
3750	6,64	**7,72**	3,36	4,00
4000	6,91	7,59	3,62	4,09
4250	7,05	7,59	3,88	4,12
4500	7,19	7,59	**3,97**	4,16
4750	**7,39**	7,59	3,93	**4,17**
5000	7,19	7,59	3,86	4,11
5250	7,19	7,59	3,80	4,05
5500	7,05	7,46	3,77	4,01
5750	6,91	7,32	3,80	3,98
6000	6,91	7,32	3,77	4,02
6250	6,78	7,19	3,77	4,06
6500	6,78	7,05	3,80	4,08

6750	6,78	7,05	3,86	4,08
7000	6,64	6,91	3,91	4,07
7250	6,51	6,78	3,91	4,06
7500	6,51	6,64	3,91	4,05
7750	6,37	6,64	**3,97**	4,09

Tabel Torsi dan Daya Bukaan Throttle 35°

RPM	**TORSI (Nm)**		**DAYA (kW)**	
	2,5 bar	**2,94 bar**	**2,5 bar**	**2,94 bar**
2750	6,91	7,19	3,32	4,10
3000	6,91	7,19	3,43	4,12
3250	6,91	7,19	3,37	4,13
3500	7,05	7,32	3,49	4,16
3750	7,05	7,32	3,62	4,16
4000	7,19	7,19	3,78	4,17
4250	7,32	7,19	3,97	4,17
4500	7,32	7,32	4,05	4,20
4750	**7,59**	7,32	3,99	4,22
5000	**7,59**	**7,86**	3,95	4,27
5250	7,32	**7,86**	3,91	4,34
5500	7,19	7,73	3,88	4,29
5750	7,19	7,59	3,88	4,26
6000	7,05	7,46	3,94	4,24
6250	6,91	7,46	3,95	4,24
6500	6,91	7,32	3,97	4,22
6750	6,78	7,19	3,97	4,21
7000	6,64	7,05	3,97	4,17
7250	6,64	6,91	3,95	4,17
7500	6,51	6,78	4,00	4,18
7750	6,51	6,78	4,06	4,24
8000	6,37	6,78	4,14	4,33
8250	6,37	6,78	**4,21**	**4,40**

Tabel Torsi dan Daya Bukaan Throttle 40°

RPM	TORSI (Nm)		DAYA (kW)	
	2,5 bar	**2,94 bar**	**2,5 bar**	**2,94 bar**
2750	7,32	7,86	3,69	4,55
3000	7,32	7,86	3,75	4,57
3250	7,32	7,86	3,60	4,58
3500	7,32	7,86	3,58	**4,60**
3750	7,32	**8,00**	3,69	4,58
4000	7,46	**8,00**	3,90	4,56
4250	7,59	**8,00**	4,09	4,55
4500	**7,72**	7,86	4,20	4,53
4750	**7,72**	7,86	4,21	4,49
5000	7,59	7,72	4,12	4,41
5250	7,59	7,72	4,06	4,36
5500	7,46	7,72	4,04	4,33
5750	7,32	7,59	4,03	4,28
6000	7,32	7,59	4,05	4,33
6250	7,19	7,46	4,08	4,33
6500	7,05	7,46	4,14	4,30
6750	6,91	7,32	4,06	4,27
7000	6,91	7,19	4,03	4,27
7250	6,78	7,05	4,06	4,26
7500	6,64	6,91	4,14	4,27
7750	6,64	6,91	4,21	4,34
8000	6,64	6,91	4,10	4,42
8250	6,64	6,91	4,14	4,56
8500	6,64	6,91	**4,42**	4,58

Tabel Torsi dan Daya Bukaan Throttle 45°

RPM	TORSI (Nm)		DAYA (kW)	
	2,5 bar	**2,94 bar**	**2,5 bar**	**2,94 bar**
2750	**7,86**	8,00	4,10	4,62
3000	**7,86**	8,00	4,14	4,73
3250	**7,86**	8,00	4,06	4,65
3500	**7,86**	**8,13**	3,94	4,57
3750	7,73	**8,13**	3,99	4,51
4000	7,73	**8,13**	4,06	4,53
4250	7,73	**8,13**	4,18	4,58
4500	7,73	8,00	4,21	4,55
4750	7,73	8,00	4,21	4,50
5000	7,73	8,00	4,18	4,44
5250	7,59	8,00	4,12	4,39
5500	7,46	7,86	4,14	4,34
5750	7,46	7,73	4,06	4,31
6000	7,32	7,59	4,06	4,31
6250	7,19	7,46	4,06	4,29
6500	7,05	7,32	4,06	4,24
6750	6,91	7,19	4,00	4,18
7000	6,78	6,91	3,99	4,13
7250	6,64	6,91	3,99	4,10
7500	6,51	6,78	3,97	4,14
7750	6,51	6,64	4,04	4,21
8000	6,51	6,64	4,14	4,30
8250	6,51	6,78	4,25	4,42
8500	6,51	6,78	4,36	4,59
8750	6,37	6,78	4,51	4,75
9000	6,37	6,91	**4,66**	**4,82**

Tabel Torsi dan Daya Bukaan Throttle 50°

RPM	TORSI (Nm)		DAYA (kW)	
	2,5 bar	2,94 bar	2,5 bar	2,94 bar
2750	8,00	**8,27**	4,25	4,62
3000	**8,13**	**8,27**	4,36	4,77
3250	**8,13**	**8,27**	4,27	4,70
3500	**8,13**	8,13	4,23	4,65
3750	8,00	8,13	4,27	4,60
4000	8,00	8,13	4,33	4,59
4250	8,00	8,00	4,38	4,58
4500	7,86	8,00	4,40	4,58
4750	7,86	8,00	4,36	4,54
5000	7,86	7,86	4,25	4,49
5250	7,73	7,86	4,18	4,43
5500	7,59	7,86	4,15	4,39
5750	7,46	7,73	4,10	4,35
6000	7,32	7,59	4,10	4,33
6250	7,32	7,46	4,14	4,30
6500	7,19	7,32	4,12	4,27
6750	7,05	7,19	4,10	4,21
7000	6,91	7,05	4,10	4,17
7250	6,78	6,91	4,09	4,16
7500	6,78	6,78	4,14	4,20
7750	6,78	6,78	4,20	4,27
8000	6,64	6,78	4,29	4,39
8250	6,78	6,78	4,40	4,48
8500	6,78	6,78	4,51	4,63
8750	6,78	6,91	4,66	4,80
9000	6,78	6,91	4,81	4,97
9250	6,78	6,91	4,97	5,12
9500	6,78	6,78	5,13	5,22
9750	6,64	6,78	**5,24**	**5,33**

Lampiran 5

Tek. Std. 10°
2047/05/10
PM 02127
CAR NUMBER: 3000
CO : 0.36 %
HC : 189 PPM
CO2 : 4.2 %
O2 : 21.98 %
NOx : 0 PPM
LAMBDA: 2.000
AFR : 0.0
FUEL : GASOLINE
H/C : 1.8500
O/C : 0.3000
Tek. Std. 20°
2047/05/10
PM 02135
CAR NUMBER: 3000
CO : 0.81 %
HC : 289 PPM
CO2 : 3.1 %
O2 : 22.70 %
NOx : 0 PPM
LAMBDA: 2.000
AFR : 0.0
FUEL : GASOLINE
H/C : 1.8500
O/C : 0.3000

Tek. Std. 30°
2047/05/10
PM 02136
CAR NUMBER: 3000
CO : 0.24 %
HC : 166 PPM
CO2 : 4.9 %
O2 : 23.06 %
NOx : 0 PPM
LAMBDA: 2.000
AFR : 0.0
FUEL : GASOLINE
H/C : 1.8500
O/C : 0.3000
Std. 35°
2047/05/10
PM 02139
CAR NUMBER: 3000
CO : 0.29 %
HC : 76 PPM
CO2 : 13.7 %
O2 : 23.06 %
NOx : 0 PPM
LAMBDA: 2.000
AFR : 0.0
FUEL : GASOLINE
H/C : 1.8500
O/C : 0.3000
Std. 40°
2047/05/10
PM 02140
CAR NUMBER: 3000
CO : 1.77 %
HC : 87 PPM
CO2 : 10.5 %
O2 : 23.06 %
NOx : 0 PPM
LAMBDA: 2.000
AFR : 0.0
FUEL : GASOLINE
H/C : 1.8500
O/C : 0.3000
Std. 45°
2047/05/10
PM 02141
CAR NUMBER: 3000
CO : 1.45 %
HC : 91 PPM
CO2 : 13.5 %
O2 : 23.06 %
NOx : 0 PPM
LAMBDA: 1.997
AFR : 27.2
FUEL : GASOLINE
H/C : 1.8500
O/C : 0.3000

MAINLINE
DynoLog
Dynamometer
SMART DYNO TECHNOLOGY
PRO STOCK
B 3374 SHD
FARM TUNING

PRO STOCK
SERVICE & TUNER

PRO STOCK
SERVICE & TUNER

RIWAYAT PENULIS

A. Kanzi Muhammad, lahir di Bogor, pada tanggal 25 Juni 1994. Merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, pasangan dari Bapak M. Fakhrudin dan Ibu Maryam. Bertempat tinggal di Kp. Tunggilis RT 04 RW 02 No. 10, Kel. Kedunghalang, Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat (16158). Riwayat pendidikan SD Islam Terpadu Ummul Quro (2000-2006), SMP Islam Terpadu Ummul Quro (2006-2009), SMA Negeri 6 Bogor (2009-2012), dan melanjutkan studi di perguruan tinggi Universitas Negeri Jakarta Fakultas Teknik Program Studi Pendidikan Teknik Mesin (2012-2017).