

## APLIKASI WATER INJECTION SYSTEM TERHADAP PERFORMA KENDARAAN BERMOTOR

Sunaryo<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Sains Al Quran (UNSIQ) Wonosobo

<sup>a</sup>E-mail: sunaryo@fastikom-unsiq.ac.id

### INFO ARTIKEL

#### Riwayat Artikel:

Diterima : 27 Februari 2015

Disetujui : 19 Maret 2015

#### Kata Kunci:

Injeksi Air, Injeksi Alkohol,  
Daya, Torsi, Kecepatan  
Akselerasi.

### ABSTRAK

Modifikasi sistem dan komponen dari kondisi mesin standar banyak dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan performa kendaraan bermotor. Demikian juga dengan penambahan sistem penginjeksian air (water injection system) ke dalam intake manifold ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan daya dan torsi terhadap motor. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen dengan model penelitian *research and development*. Dimana obyek penelitian berupa sepeda motor supra fit dilakukan beberapa pengujian dengan variabel bebas kondisi standar, kondisi penambahan injeksi air, dan kondisi injeksi alkohol. Kemudian dilakukan pengujian terhadap daya dan torsi dengan menggunakan *dynotest*. Hasil penelitian didapatkan bahwa pengujian torsi dan daya mesin adalah pada kondisi standar sebesar 6,85 N.M (5782 rpm) dan 6,5 HP (8981 rpm). Kondisi penginjeksian air sebesar 7,13 N.M (5850 rpm) dan 6.5 HP (6969 rpm), sedangkan pada kondisi penginjeksian alkohol 7.12 N.M (5808 rpm) dan 6.5 HP (7227 rpm). Penggunaan water injection mampu meningkatkan torsi, akan tetapi tidak untuk daya motor. Peningkatan torsi tersebut sebesar 4,09 % untuk penginjeksian dengan air, dan 4,23 % untuk penginjeksian dengan alkohol. Sedangkan waktu akselerasi dari motor meningkat sebesar 45,7% untuk penginjeksian dengan air dan 39,9% untuk penginjeksian dengan alkohol.

### ARTICLE INFO

#### Article History

Received : February 27, 2015

Accepted : March 19, 2015

#### Key Words :

Water Injection, Alcohol  
Injection, Power, Torque,  
Acceleration Speed.

### ABSTRACT

Modification of systems and components from the standard machine conditions much done with the aim to improve the performance of vehicles. Likewise, the addition of water reinjection system (water injection system) into the intake manifold aims to determine the effect of changes in power and torque of the motors. This research uses experimental approaches to study models of research and development. Where the object of the research is a supra-fit motorbike done some testing with independent variable standard conditions, the condition of the addition of water injection and alcohol injection conditions. Then do the testing of power and torque with menggunakan *dynotest*. The result showed that the testing of torque and engine power is on standard conditions of 6.85 NM (5782 rpm) and 6.5 HP (8981 rpm). The condition of the water reinjection of 7.13 NM (5850 rpm) and 6.5 HP (6969 rpm), while the injection of alcohol 7:12 condition NM (5808 rpm) and 6.5 HP (7227 rpm). The use of water injection can increase the torque, but not to power the motor. The torque increase of 4.09% for the injection of water, and 4.23% for the reinjection with alcohol. While the acceleration time of the motor increased by 45.7% for the injection of water and 39.9% for the reinjection with alcohol.

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada kendaraan bermotor terutama pada peningkatan performa mesin semakin jauh berkembang. Peningkatan performa sepeda motor didapat dari berbagai macam cara seperti menaikkan kompresi pada mesin kendaraan bermotor. Peningkatan kompresi ini mampu menaikkan tenaga yang dihasilkan. Efek negatif dari kompresi yang tinggi pada suatu mesin adalah peningkatan suhu ruang bakar sehingga diperlukan bahan bakar yang memiliki nilai oktan yang tinggi, namun harga bahan bakar tersebut relatif mahal, maka diperlukan beberapa modifikasi disuatu mesin

kendaraan bermotor agar dapat mengkonsumsi bahan bakar beroktan rendah tanpa gejala detonasi.

Krisis energi mendorong orang untuk berinovasi menemukan sumber energi alternatif pengganti yang relatif lebih mudah didapat dengan biaya yang lebih murah. Mahalnya harga bahan bakar minyak khususnya bensin, menginspirasi orang untuk merekayasa komponen-komponen penghemat pemakaian bahan bakar pada mobil maupun sepeda motor. Salah satu yang lagi tren akhir-akhir ini adalah penggunaan injeksi air kedalam ruang bakar yang banyak diaplikasikan orang pada mobil. Akan tetapi

hal ini belum dikaji secara ilmiah tentang pengaruhnya terhadap performa sepeda motor.

Panas merupakan salah satu masalah utama pada engine sepeda motor yang diakibatkan oleh proses pembakaran, dan panas yang dihasilkan oleh komponen - komponen engine yang bergerak seperti panas yang dihasilkan oleh gerak torak, poros engkol, bearing. Untuk mengatasi masalah di atas dipasang *Water injection*. *Water injection* bekerja dengan cara menurunkan suhu ruang bakar yang tinggi dengan cara mengabutkan air, dengan demikian dapat memperlambat terbakarnya bahan bakar. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan motor standar dengan motor yang menggunakan *water injection*.

Bahan bakar bensin beroktan 88 umumnya banyak dipakai pada kendaraan-kendaraan bermotor. Hal ini dikarenakan harga yang relatif lebih murah daripada bahan bakar bensin lainnya yang memiliki angka oktan yang lebih tinggi. Namun bahan bakar bensin beroktan 88 ini memiliki kelemahan yaitu tidak tahan terhadap kompresi tinggi yang disebut detonasi/knocking (bahan bakar terbakar sebelum bunga api dipercikan oleh busi). Bahan bakar bensin beroktan rendah akan terbakar lebih awal karena panas mesin sebelum bunga api busi dipercikan pada saat akhir langkah kompresi, maka biasa disiasati dengan menggunakan bensin beroktan tinggi atau tipe bensin dingin agar bahan bakar tersebut terbakar pada saat waktu yang tepat. Namun harga bensin beroktan tinggi tergolong lebih mahal sehingga dianggap kurang ekonomis.

Beberapa orang menyiasati dengan berbagai macam piranti pendukung agar mesin kendaraan bermotor tersebut dapat menggunakan bensin beroktan rendah tanpa gejala detonasi. *Water injection* merupakan sebuah cara yang dapat menghilangkan detonasi pada sebuah mesin kompresi tinggi walau menggunakan bensin beroktan 88. Yaitu dengan menyuntikan air ke dalam intake manifold yang berguna untuk menurunkan suhu campuran bahan bakar dan udara sebelum masuk ke ruang bakar. Saat langkah hisap, kabut air yang disuntikan ke dalam intake manifold akan bercampur dengan campuran bahan bakar dan udara, sehingga pada saat langkah kompresi, suhu campuran bahan bakar dan udara lebih rendah sehingga tidak terbakar terlebih dahulu sebelum bunga api dipercikan. Jadi gejala detonasi pada kompresi tinggi pun dapat dihindari.

Penambahan alat *water injection* ini perlu pengkajian terhadap efek-efek yang ditimbulkan, baik yang dipasang pada *intake manifold* maupun di saluran udara masuk karburator. *Water injection* yang diklaim mampu menghemat pemakaian bahan bakar dan menurunkan kadar racun yang terkandung dalam emisi gas buang ini tentu akan berpengaruh terhadap perubahan perbandingan massa bahan bakar dengan udara atau *Air Fuel Ratio* (AFR) dan kadar emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran.

Sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2006, tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor kategori L, bahwa batasan maksimal emisi gas buang yang diijinkan untuk karbon monoksida (CO) adalah 5,5 % dan hydrocarbon (HC) adalah 2400 ppm untuk sepeda

motor produksi tahun 2010 dan sebelumnya, dan 4,5 % karbon monoksida (CO) serta 2000 ppm hydrocarbon (HC) untuk sepeda motor produksi setelah tahun 2010 (Zainal, 2009).

Melihat fenomena diatas, perlu dilakukan pengkajian ilmiah pada pengaruh *water injection* terhadap efek – efek yang ditimbulkan. Eksperimen terutama difokuskan terhadap perubahan performa mesin yang terdiri dari daya, torsi dan kecepatan akselerasi yang dihasilkan setelah mesin ditambah dengan unit *water injection*.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1. Teori Pembakaran Motor Bensin

Pembakaran didalam ruang bakar (*combustion chamber*) suatu motor bakar merupakan gabungan suatu proses fisika dan proses kimia yang kompleks, meliputi persiapan pembakaran, perkembangan pembakaran, dan proses setelah pembakaran. Proses tersebut tergantung dari jenis dan kecepatan reaksi kimia, keadaan panas dan pertukaran masa selama proses, serta perambatan panas ke sekelilingnya (Dasuki; 1977). Menurut Turn (2000;6) "*combustion as rapid oxidation generating heat or both light and heat, also slow oxidation accompanied by relatively little heat and no light*". Pembakaran juga didefinisikan sebagai reaksi kimia bahan bakar dengan oksigen dengan diikuti oleh sinar dan panas. Dikenal tiga teori mengenai terbakarnya *hydrocarbon* tersebut (Toyota; 1995):

- Hydrocarbon* terbakar bersama-sama dengan oksigen sebelum carbon bergabung dengan oksigen.
- Carbon terbakar lebih dahulu daripada hidrogen.
- Senyawa *hydrocarbon* terlebih dahulu bergabung dengan oksigen dan membentuk senyawa hidroksilasi yang kemudian dipecah secara terbakar (*thermis*).

Mekanisme pembakaran normal pada sepeda motor dimulai pada saat terjadi loncatan api pada busi. Selanjutnya api membakar gas yang berada di sekelilingnya dan terus menjalar ke seluruh bagian sampai semua partikel gas terbakar habis. Di dalam pembakaran normal, pembagian nyala api pada waktu ignition delay terjadi secara merata pada seluruh bagian.

Pada keadaan yang sebenarnya mekanisme pembakaran di dalam motor ini bersifat kompleks dan berlangsung melalui beberapa fase, mulai dari proses perambatan api sampai pembakaran (*combustion*). Pada saat gas baru dikompresikan, tekanan dan temperaturnya naik, sehingga terjadi reaksi kimia di mana molekul-molekul *hydrocarbon* terurai dan bergabung dengan oksigen dan udara. Sebelum langkah kompresi berakhir terjadilah percikan api listrik pada busi yang kemudian membakar gas tersebut.

### 2.2. Water Injection

*Water injection* merupakan sebuah cara untuk menghilangkan knocking/detonasi pada ruang bakar yang memiliki kompresi tinggi. *Water injection* bekerja dengan menyuntikan butiran air pada intake manifold

sehingga butiran air tersebut bercampur dengan campuran bahan bakar dan udara.

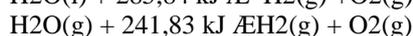
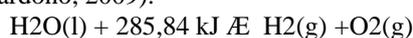
*Water injection* dapat dilakukan untuk menghemat bahan bakar, mengurangi polusi udara dan meningkatkan daya mesin. *Water injection* atau sering disingkat dengan *Wa-i*, yaitu menginjeksi air ke dalam ruang bakar mesin melalui intake manifold. *Water injection* merupakan suatu sistem yang efisien untuk meningkatkan tenaga dan membantu sistem pendinginan pada mesin pembakaran dalam (kendaraan bermotor), dan tetap mengandalkan mesin standar tanpa membongkar mesin yang orisinil. Secara teori, udara yang lebih dingin memiliki kandungan oksigen yang lebih padat/tinggi, dengan demikian, energy yang dihasilkan akan lebih tinggi.

*Water injection* bekerja menurunkan temperatur yang ada dalam ruang bakar. Injeksi awal air akan mendinginkan campuran bahan bakar udara secara signifikan yang akan meningkatkan densitas udara masuk silinder. Akibat udara yang dihisap mesin menjadi dingin karena bercampur dengan kabut air, sehingga dapat memperlambat terbakarnya bensin. Ini menguntungkan karena waktu pengapian bisa dibuat lebih maju tanpa gejala knocking (ngelitik), dan tenaga mesin (daya engkol) yang dihasilkan menjadi lebih besar. Butir halus air akan terpecah menjadi uap yang terurai dalam bentuk hidrogen dan oksigen pada temperatur ruang bakar, hal ini dapat menghasilkan tenaga tambahan bagi mesin (Saftari dalam Wardono 2009).

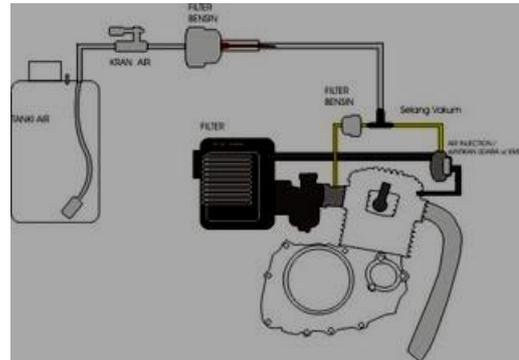
Sebuah efek tambahan datang kemudian selama pembakaran ketika air menyerap panas dalam jumlah besar karena menguap, akan mengurangi suhu puncak dan pembentukan NOx yang dihasilkan, dan mengurangi jumlah energi panas yang diserap ke dalam dinding silinder. Apabila yang diinjeksikan adalah alkohol maka Alkohol dalam campuran terbakar, tetapi juga jauh lebih tahan terhadap ledakan dari bensin. Hasil akhirnya adalah biaya oktan lebih tinggi yang akan mendukung rasio kompresi yang sangat tinggi atau tekanan induksi dipaksa signifikan sebelum timbulnya ledakan (Wikipedia.org).

Dalam proses pembakaran, kandungan oksigen dalam udara memainkan perannya yang sangat penting, karena oksigen adalah satu-satunya unsur di dalam udara yang dibutuhkan untuk reaksi oksidasinya. Disamping oksigen, komposisi komponen bahan bakar (C dan H) yang digunakan juga memainkan peran yang sangat penting untuk menghasilkan proses pembakaran yang baik. Hal ini karena dalam prakteknya, komponen bahan bakar H (atom hidrogen) lebih cepat beroksidasi dibanding atom C (carbon), sehingga apabila dalam bahan bakar persentase atom H-nya meningkat, maka tenaga mesin akan lebih tinggi (Wardono, 2009).

Pada sistem *Wa-i* ini, air diinjeksikan dalam bentuk sangat halus (hampir berupa uap), sehingga panas kompresi yang diserapnya menjadi lebih kecil dibanding apabila berbentuk cairan. Berikut reaksi kimia penguraian air (H<sub>2</sub>O) menjadi bahan bakar hidrogen (H<sub>2</sub>) dan Oksigen (Heywood dalam Wardono, 2009).



Dari reaksi di atas terlihat bahwa panas yang dibutuhkan untuk mengurai air (H<sub>2</sub>O) dalam bentuk gas (241,83 kJ) lebih kecil dibanding bentuk cair (285,84 kJ).



Gambar 1. Skema *Water Injection*

### 2.3. Parameter Performa Mesin

Performa mesin merupakan indikator prestasi mesin motor bakar yang menyatakan ukuran berapa besar randemen atau efisiensi yang dihasilkan motor bakar tersebut. Parameter performa mesin dapat ditentukan dari efisien daya dan mekanikal (P), torsi dan ekanan efektif rata-rata (T), output spesifik, efisiensi volumetrik, perbandingan AFR, konsumsi bahan bakar spesifik, efisiensi thermal dan neraca panas, emisi gas buang dan berat spesifik. Beberapa parameter penting dalam motor bakar atau mesin otomotif adalah torsi dan daya Mesin, alasannya karena kedua parameter inilah yang disebut-sebut sebagai penentu performa atau unjuk kerja mesin.. Secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Daya Indikator dan Daya Mekanikal

Pada motor bakar, daya yang dihasilkan dari proses pembakaran didalam ruang bakar dan silinder disebut dengan daya indikator. Daya indikator tersebut terjadi pada torak yang bekerja bolak balik didalam silinder mesin, dimana terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak. Daya indikator adalah merupakan sumber tenaga persatuan waktu operasi mesin untuk mengatasi semua beban mesin. Satuan daya menggunakan HP (horse power).

$$N_e = N_i - (N_g + N_a) \text{ (HP)}$$

Dengan :

$N_e$  = adalah daya efektif atau daya poros ( HP)

$N_i$  = adalah daya indikator ( HP)

$N_g$  = adalah kerugian daya gesek ( HP)

$N_a$  = adalah kerugian daya asesoris ( HP)

Sejalan dengan tujuan utama pengoperasian mesin motor bakar adalah memproduksi daya mekanikal. Daya didefinisikan sebagai laju kerja yang merupakan hasil perkalian antara gaya dengan kecepatan linear atau perkalian torsi dengan kecepatan sudut. Sehingga besarnya daya terkait dengan besaran gaya (atau torsi) dan kecepatan linear (atau kecepatan sudut). Daya yang dihasilkan suatu mesin pada poros outputnya yang disebut daya poros (*brake horse power*) yang dihitung berdasarkan rumus:

$$BHP = \frac{2\pi \cdot N \cdot T}{60}$$

Dimana :

- BHP : Brake horse Power (KW atau HP)
- N : Putaran Mesin ( rpm)
- T : Torsi ( Nm )

Daya yang dibangkitkan dalam ruang bakar akibat pembakaran bahan bakar lebih tinggi dari daya poros yang disebut daya indikasi. Hal ini disebabkan karena sebagian digunakan untuk mengatasi gesekan antara bagian-bagian komponen mesin yang bergerak (*mechanical loss*), dan panas yang hilang akibat proses pemasukan gas baru (*pumping loss*) dan pembuangan gas bekas (*exhaust loss*).

2. Torsi Motor

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F, benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar b. Dengan adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan. Rumus mencari besaran torsi adalah sebagai berikut:

$$T = F \times b \text{ (N.m)}$$

dimana:

- T = Torsi benda berputar (N.m)
- F = adalah gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)
- b= adalah jarak benda ke pusat rotasi (m)

Pada motor bakar untuk mengetahui daya poros harus diketahui dulu torsinya. Pengukuran torsi pada poros motor bakar menggunakan alat yang dinamakan dynotest. Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memberi beban yang berlawanan terhadap arah putaran sampai putaran mendekati 0 rpm, Beban ini nilainya adalah sama dengan torsi poros. Prinsip dasar dari dynamometer adalah pengukuran torsi pada poros ( rotor) dengan prinsip pengereman dengan stator yang dikenai beban sebesar w. Mesin dinyalakan kemudian pada poros disambungkan dengan dinamometer. Untuk mengukur torsi mesin pada poros mesin diberi rem yang disambungkan dengan w pengereman atau pembebanan. Pembebanan diteruskan sampai poros mesin hampir berhenti berputar. Beban maksimum yang terbaca adalah gaya pengereman yang besarnya sama dengan gaya putar poros mesin F. Dari definisi disebutkan bahwa perkalian antara gaya dengan jaraknya adalah sebuah torsi, dengan difinisi tersebut Tosi pada poros dapat diketahui dengan rumus:

$$T = w \times b \text{ (Nm)}$$

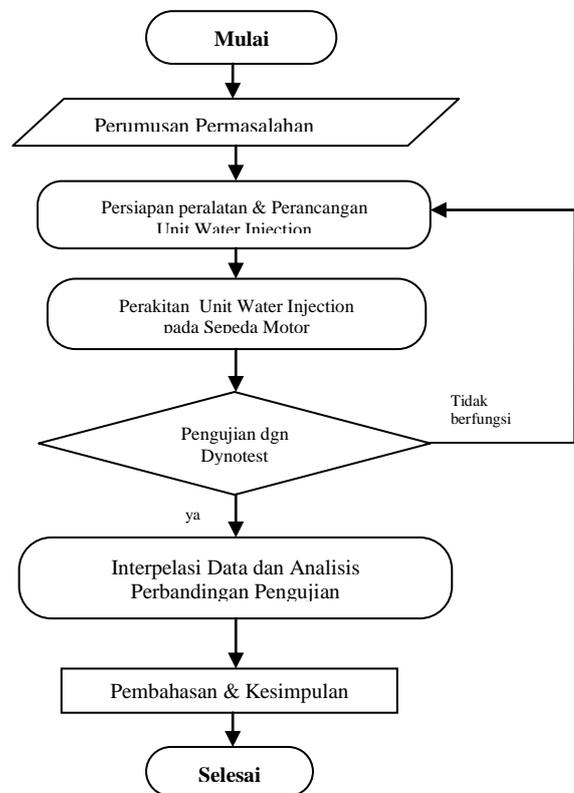
dengan

- T = adalah torsi mesin (Nm)
- w = adalah beban (N)
- b= adalah jarak pembebanan dengan pusat perputaran (m)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Dimana penelitian dimulai dengan merancang dan membuat peralatan yang akan diteliti, kemudian dilakukan pengujian dengan dynotest melalui berbagai macam perlakuan (ekperimen) yaitu pengujian standar, pengujian dengan penginjeksian air dan pengujian dengan penginjeksian alkohol. Pengukuran ini untuk mengukur seberapa besar pengaruhnya terhadap daya dan torsi sepeda motor.

3.1 Alur penelitian



Gambar 2. Flowchart Penelitian

3.2 Bahan dan Alat

Bahan dan peralatan merupakan seperangkat alat yang digunakan untuk selama proses penelitian. Bahan dan peralatan yang dimaksud adalah yang digunakan untuk pengujian dan pengambilan data. Bahan dan alat terdiri dari bahan dan alat utama serta bahan dan alat pendukung.

Bahan yang digunakan dalam pengujian unit *water injection* ini antara lain : bensin, Alkohol, selang vakum, selang bensin, pipa cabang, dan kain lap sebagai bahan pendukung.

Peralatan yang digunakan dalam pengujian *water injection* ini antara lain : Sepeda motor, dan dinamo meter sebagai peralatan utama. Tacho meter, timing light, multi meter, intake manifold modifikasi, tabung

buret , stop watch, dan thermo meter sebagai peralatan pendukung penelitian.

**3.3 Menguji Performa Mesin.**

Pengujian terhadap daya mesin dilakukan untuk mengetahui tingkat konsumsi bahan bakar spesifik dengan variasi pengujian : mesin kondisi standar tanpa unit water injection, mesin dengan unit water injection.

**a. Persiapan dan keselamatan kerja**

Beberapa persiapan yang dilakukan sebelum melaksanakan pengujian antara lain sebagai berikut:

1. Mempersiapkan peralatan dan bahan.
2. Menempatkan alat ukur pada meja kerja.
3. Memeriksa level minyak pelumas.
4. Menghidupkan sepeda motor sampai temperatur kerja.
5. Memeriksa saat pengapian dengan timing light.
6. Memeriksa dan menyetel putaran stasioner.

**b. Langkah kerja**

Prosedur pelaksanaan pengujian dan pengambilan data untuk mengetahui tingkat pemakaian bahan bakar spesifik adalah sebagai berikut:

1. Menempatkan sepeda motor pada unit dinamometer.
2. Melakukan pengujian daya sesuai prosedur, dengan mencatat waktu pemakaian bahan bakar pada buret ukur.
3. Memasang unit *water injection* pada sistem bahan bakar sesuai dengan gambar, dengan selang menuju intake manifold.
4. Melakukan prosedur nomor 2, dengan unit *water injection* terpasang pada intake manifold.
5. Mencatat semua hasil pengujian, meliputi daya dan torsi mesin.
6. Membersihkan bahan, alat dan tempat kerja.

**4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Obyek Penelitian Sepeda Motor**

Tabel 1. Spesifikasi kendaraan supra fit

Item	Spesifikasi
Model	Honda New Supra Fit
Tahun	2005-2006
Mesin	4-stroke, SOHC
Kapasitas mesin	97,1 cc (100)
Bore x stroke	50 x 49,5 mm
Rasio kompresi	9,0 : 1
Max. power	7,3 ps @ 8000 rpm
Max. torsi	0,74 kgf.m @ 6000 rpm
Pengapian	AC-CDI
Panjang x lebar x tinggi	1907 x 702 x 1069 mm
Jarak sumbu roda	1234 mm
Berat	99.4 kg
Ban depan	70/90 - 17M/C 38P
Ban belakang	80/90 - 17M/C 44P
Rem depan	cakram hidrolik, piston ganda
Rem belakang	tromol



Gambar 3. Penempatan *Water injection* pada Sepeda Motor

Proses perakitan dilakukan agar dapat memperoleh kinerja dari *water injection* secara maksimal, maka sebelum pemakaian harus diperhatikan terlebih dahulu cara perakitan untuk semua komponen-komponen yang terdapat pada *water injection* tersebut. Berikut cara perakitan *water injection* pada mesin mesin:

- a. Pemasangan filter penghisap
- b. Pemasangan selang penghubung filter penghisap
- c. Pemasangan saluran keran berhubung keran
- d. Pemasangan *one way filter* penghubung pompa dengan saluran selang
- e. Pemasangan jarum suntik.
- f. Pemasangan saluran cabang selang (T).
- g. Pemasangan saluran selang ke intake manifold.

**4.2 Hasil Pengujian Performa Sepeda Motor**

Data hasil penelitian diperoleh dari uji performa mesin dengan menggunakan dynamometer. Data yang diperoleh berupa data numerik, jadi dapat langsung mengetahui seberapa besar rpm, daya, dan torsi yang dimiliki oleh mesin yang diuji. Pengujian ngujian *water injection* ada tiga tahap yaitu: Performa mesin standar, performa mesin *water injection* menggunakan air dan performa mesin *water injection* menggunakan alcohol. Berikut hasil performa yang di hasilkan:

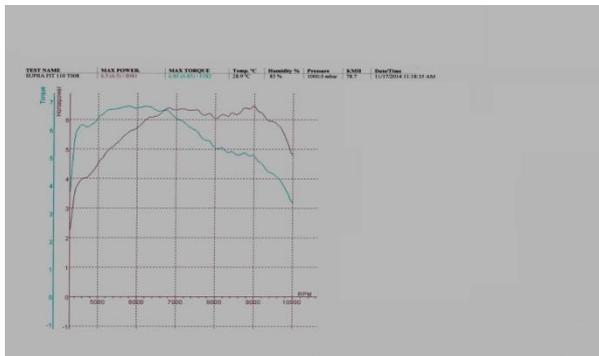


Gambar 4. Proses Pengujian Performa

1. Pengujian Performa Motor Standar  
 Pengujian performa *water injection* mesin standar, Pada putaran 8981 rpm dihasilkan torsi sebesar 6,85 Nm, pada daya 6,5 Hp dan waktu 4.46 T.

Table 2. Hasil pengujian performa mesin standar.

Rpm	Daya (Hp)	Torsi (Nm)	Waktu (T)
4250	2.6	4.31	0.25
4500	3.9	6.10	0.68
4750	4.1	6.11	0.88
5000	4.5	6.43	1.08
5250	5.0	6.71	1.28
5500	5.2	6.76	1.14
5750	5.5	6.84	1.64
<b>5782</b>	5.6	<b>6.85</b>	1.66
6000	5.7	6.77	1.82
6250	6.0	6.84	2.02
6500	6.1	6.67	2.22
6750	6.4	6.69	2.40
7000	6.3	6.40	2.60
7250	6.3	6.20	2.80
7500	6.3	5.98	3.02
7750	6.2	5.63	3.26
8000	6.0	5.33	3.50
8250	6.1	5.25	3.74
8500	6.2	5.14	3.98
8750	6.4	5.16	4.24
<b>8981</b>	<b>6.5</b>	5.08	4.64
9000	6.4	5.04	4.50
9250	6.1	4.64	4.78
9500	5.9	4.40	5.06
9750	5.5	3.99	5.42
10000	4.8	3.36	5.82
Total Engine : 6.5 Hp 6.85 Nm			



Gambar 5. Grafik pengujian performa mesin standar.

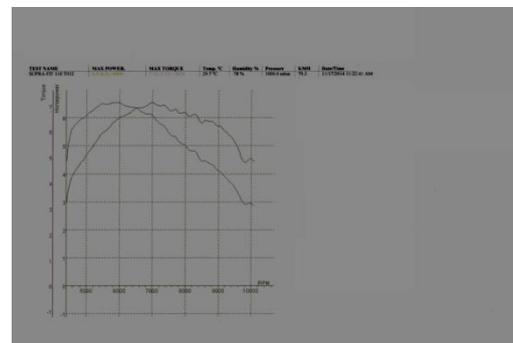
2. Pengujian performa *water injection* menggunakan air.

Pengujian performa *water injection* menggunakan air, Pada putaran 8981 rpm dihasilkan torsi sebesar 7.13 Nm, pada daya 6.5 Hp dan waktu 2.42 T.

Table 3. Hasil performa pada mesin *water injection* menggunakan air.

Rpm	Daya (Hp)	Torsi (Nm)	Waktu (T)
4250	3.2	5.18	0.52
4500	3.7	5.80	0.58
4750	4.3	6.39	0.78
5000	4.7	6.66	0.98
5250	5.1	6.91	1.16
5500	5.5	7.08	1.34
5750	5.8	7.12	1.52
<b>5850</b>	5.9	<b>7.13</b>	1.58
6000	6.0	7.12	1.70

6250	6.1	6.97	1.88
6500	6.3	6.93	2.06
6750	6.4	6.71	2.26
<b>6969</b>	<b>6.5</b>	6.66	2.42
7000	6.5	6.60	2.46
7250	6.4	6.28	2.66
7500	6.3	5.91	2.88
7750	6.2	5.69	3.10
8000	6.2	5.46	3.34
8250	6.1	5.25	3.60
8500	5.8	4.85	3.86
8750	5.9	4.74	4.12
9000	5.7	4.47	4.42
9250	5.5	4.16	4.74
9500	5.2	3.83	5.08
9750	4.4	3.20	5.50
10000	4.5	3.20	5.92
Total Engine : 6.5 Hp 7.13 Nm			



Gambar 6. Grafik performa *water injection* menggunakan air.

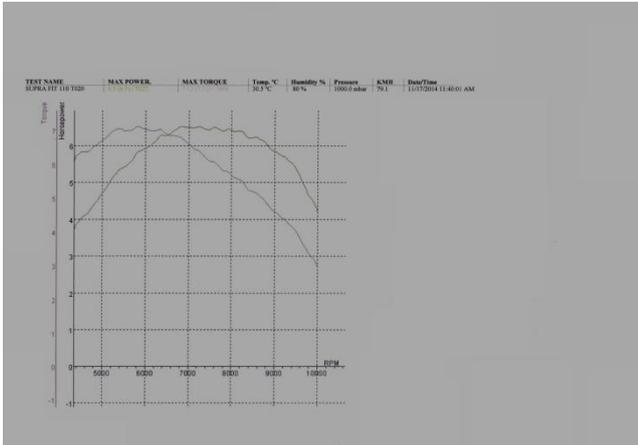
3. Pengujian performa *water injection* menggunakan alcohol.

Pengujian performa *water injection* mesin menggunakan alcohol, Pada putaran 7227 rpm dihasilkan torsi sebesar 7.12 Nm, pada daya 6.5 Hp dan waktu 2.68 T.

Table 4. Hasil pereforma pada mesin *water injection* menggunakan alcohol.

Rpm	Daya (Hp)	Torsi (Nm)	Waktu (T)
4250	3.8	6.20	0.52
4500	4.0	6.35	0.64
4750	4.3	6.45	0.82
5000	4.7	6.73	1.02
5250	5.2	7.00	1.20
5500	5.4	6.99	1.38
5750	5.7	7.08	1.56
<b>5808</b>	5.8	<b>7.12</b>	1.60
6000	5.9	7.03	1.74
6250	6.2	7.00	1.92
6500	6.3	6.85	2.12
6750	6.5	6.81	2.32
7000	6.5	6.57	2.52
<b>7227</b>	<b>6.5</b>	6.41	2.68
7250	6.5	6.35	2.72
7500	6.4	6.08	2.92
7750	6.4	5.83	3.16
8000	6.4	5.66	3.38

8250	6.4	5.46	3.62
8500	6.2	5.18	3.88
8750	6.1	4.95	4.14
9000	5.9	4.60	4.44
9250	5.6	4.31	4.74
9500	5.3	3.97	5.08
9750	4.7	3.41	5.48
10000	4.2	2.95	5.94
Total Engine : 6.5 Hp 7.12 Nm			



Gambar 7. Grafik performa *water injection* menggunakan alkohol.

**4.3 Hasil Pembahasan**

Berdasarkan perbandingan daya dan torsi mesin, serta akselerasi sepeda motor melalui pengujian dengan dynotest dapat disimpulkan bahwa sepeda motor dengan aplikasi *water injection* tidak meningkatkan daya mesin, akan tetapi terjadi peningkatan pada torsi dan waktu akselerasi dan tercapai pada putaran rpm motor yang lebih rendah dibandingkan pada kondisi standar. Peningkatan torsi tersebut sebesar 4,09 % untuk penginjeksian dengan air, dan 4,23 % untuk penginjeksian dengan alkohol. Sedangkan waktu akselerasi dari motor meningkat sebesar 45,7% untuk penginjeksian dengan air dan 39,9% untuk penginjeksian dengan alkohol.

Tabel 5. Perbandingan Pengujian Performa Sepeda Motor

Jenis Aplikasi	Rpm	Daya (Hp)	Torsi (Nm)	Waktu (T)
Pengujian mesin tanpa <i>water injection</i>	8981	6.5	6.85	4.46
<i>Water injection</i> mesin menggunakan air	6969	6.5	7.13	2.42
<i>Water injection</i> menggunakan alkohol	7227	6.5	7.12	2.68

**5. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dicapai dari keseluruhan proses pengujian performa sepeda motor dengan aplikasi *water injection* didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Pengujian performa mesin supra fit kondisi standar dihasilkan, bahwa pada putaran 8981 rpm dihasilkan torsi sebesar 6,85 Nm, pada daya 6,5 Hp dan waktu akselerasi sebesar 4.46 T.
- Pengujian performa *water injection* menggunakan air, didapatkan hasil pengukuran yaitu pada putaran 8981 rpm dihasilkan torsi sebesar 7.13 Nm, pada daya 6.5 Hp dan waktu akselerasi sebesar 2.42 T.
- Pengujian performa *water injection* mesin menggunakan alkohol, didapatkan hasil pengukuran yaitu pada putaran 7227 rpm dihasilkan torsi sebesar 7. 12 Nm, pada daya 6.5 Hp dan waktu 2.68 T.
- Penggunaan *water injection* mampu meningkatkan torsi, akan tetapi tidak untuk daya motor. Peningkatan torsi tersebut sebesar 4,09 % untuk penginjeksian dengan air, dan 4,23 % untuk penginjeksian dengan alkohol. Sedangkan waktu akselerasi dari motor meningkat sebesar 45,7% untuk penginjeksian dengan air dan 39,9% untuk penginjeksian dengan alkohol.

**6. DAFTAR PUSTAKA**

Arifin, Zaenal & Sukoco ( 2009) *Pengendalian Polusi Kendaraan* , Penerbit Alfabeta : Bandung.

Dasuki, Faisal, 1977, *Motor Bakar Bensin*, Devission Training Center, PT Astra Motor, Jakarta.

Saftari, F. 2006. *Utak-atik Otomotif Berbagi Pengalaman AlaSaft7.com*. Elex Media Komputindo. Jakarta.

Saftari, F. 2007. *Water injection stage 1*. <http://saft7.com/water-injection-stage-1/>. Akses: 5 april 2015 Jam 10.50 WIB.

Setyo, Muji, 2010, *Menjadi Mekanik Spesialis Kelistrikan Sepeda Motor*, PT. Alfabeta : Bandung.

Turn, Stephen R, 2000. *An Introduction and Combustion, Concept and Applications*, McGraw-Hill – Book CO, Singapura.

Wardono, Herry dkk., 2000, *Pengaruh Penggunaan Water injection Terhadap Prestasi Motor Bensin 4-langkah Skala Laboratorium*, Universitas Lampung: Bandar Lampung.

\_\_\_\_\_, 1995, *Buku Pedoman Reparasi Sepeda Motor Honda Astrea Grand Impresa*, PT Astra Honda Motor, Jakarta.

\_\_\_\_\_, 1995, *Engine Group STEP 2*, PT Toyota Astra Motor : Jakarta

\_\_\_\_\_, 2005, *Emisi Gas Buang – Sumber Bergerak – Bagian 3 : Cara Uji Kendaraan Bermotor Kategori L Pada Kondisi Idle*, SNI 19-7118.3-2005, Jakarta

\_\_\_\_\_, 2015, *Water injection Engine*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Water\\_injection\\_%28engine%29](https://en.wikipedia.org/wiki/Water_injection_%28engine%29), diakses pada tanggal 5 april 2015.