

# PENGARUH VARIASI LARUTAN WATER INJECTION PADA *INTAKE MANIFOLD* TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR

---

Dedi Antoni<sup>1</sup>, M. Burhan Rubai Wijaya<sup>2</sup>, Angga Septiyanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang  
Email: dedy.antoni94@gmail.com

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi larutan water injection terhadap performa mesin dan emisi gas buang pada sepeda motor Honda vario 125 eSP dengan bahan bakar pertamax. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen penggunaan water injection pada sepeda motor dengan variasi larutan pada alat water injection. Hasil pengujian rata-rata torsi tertinggi dihasilkan oleh water injection dengan variasi larutan A2, sedangkan rata-rata daya tertinggi dihasilkan oleh water injection dengan variasi larutan A1. Hasil pengujian rata-rata emisi gas buang kadar CO terendah dihasilkan oleh water injection dengan variasi larutan A2, sedangkan untuk rata-rata kadar HC terendah dihasilkan oleh water injection dengan variasi larutan A1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya peningkatan performa mesin yang meliputi torsi dan daya serta penurunan kadar emisi gas buang yang meliputi CO dan HC.

**Kata Kunci :** variasi larutan, water injection, performa, emisi gas buang

## PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan jenis kendaraan bermotor yang paling banyak digunakan di Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik (2015: 368) bahwa produksi sepeda motor dari tahun 2010 sampai 2013 selalu paling banyak dibandingkan dengan kendaraan yang lainnya, contohnya di tahun 2013 saja produksi kendaraan bermotor dalam negeri mencapai 8.988.506 unit dan 86.55% adalah sepeda motor yang mencapai 7.780.295 unit.

Jumlah tersebut menunjukkan bahwa dimungkinkan sepeda motor menjadi salah satu penyumbang pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh gas buang yang tidak diinginkan. Emisi gas buang umumnya terdiri dari gas yang tidak beracun seperti N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O sebagian lagi gas yang beracun seperti HC dan CO (Arifin dan Sukoco, 2009: 34). Senyawa HC dapat menyebabkan pedih di mata, tenggorokan sakit, dan bahkan menyebabkan kanker (Suyanto, 1989: 345). Karbon moksida merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan beracun ketika dihisap (Kristanto, 2015: 201). Penyebab emisi gas buang yang diinginkan salah satunya adalah karena dalam proses pembakaran kekurangan oksigen sehingga pembakaran tidak

sempurna terjadi. Hal ini seperti yang dijelaskan oleh Arifin dan Sukoco (2009: 41) menyatakan bahwa apabila unsur-unsur oksigen (udara) tidak cukup akan mengakibatkan proses pembakaran tidak sempurna.

Proses pembakaran merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tenaga yang dihasilkan oleh motor, sedangkan salah satu faktor yang mempengaruhi proses pembakaran kandungan oksigen di dalam campuran bahan bakar dan udara (Suyanto, 1989: 248-249). Suhu juga mempengaruhi kepadatan udara yang dihisap oleh kendaraan bermotor dan hal ini mempengaruhi proses pembakaran. Kenaikan suhu awal pada proses pemampatan menyebabkan suhu akhir pemampatan juga meningkat, kepadatan udara akan memuai sehingga pengisian campuran di dalam silinder menjadi kurang sempurna. Hal tersebut mengakibatkan performa yang dihasilkan oleh sepeda motor menjadi kurang optimal.

Berbagai upaya dilakukan masyarakat untuk peningkatan performa dan penurunan kadar emisi gas buang pada sepeda motor salah satunya adalah penambahan sistem *water injection*. *Water injection* merupakan suatu sistem yang digunakan untuk menambahkan air dalam bentuk butiran dengan cara menginjeksikannya ke dalam ruang bakar melalui *intake manifold*. Penambahan air ke dalam *intake manifold* menyebabkan proses pendinginan sehingga suhu menurun, sedangkan suhu udara yang rendah menyebabkan suhu pembakaran juga rendah (Kettner, et al., 2016: 1866). Penurunan suhu dikarenakan air menyerap panas dan berpindah pada butiran air. *Water injection* juga mampu menambahkan kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar sehingga mempengaruhi kualitas pembakaran (Winoto dan Tedjasaputra, 2014: 5). Penambahan unsur oksigen tersebut dikarenakan air memiliki rumus kimia  $H_2O$  yang didalamnya terkandung unsur oksigen.

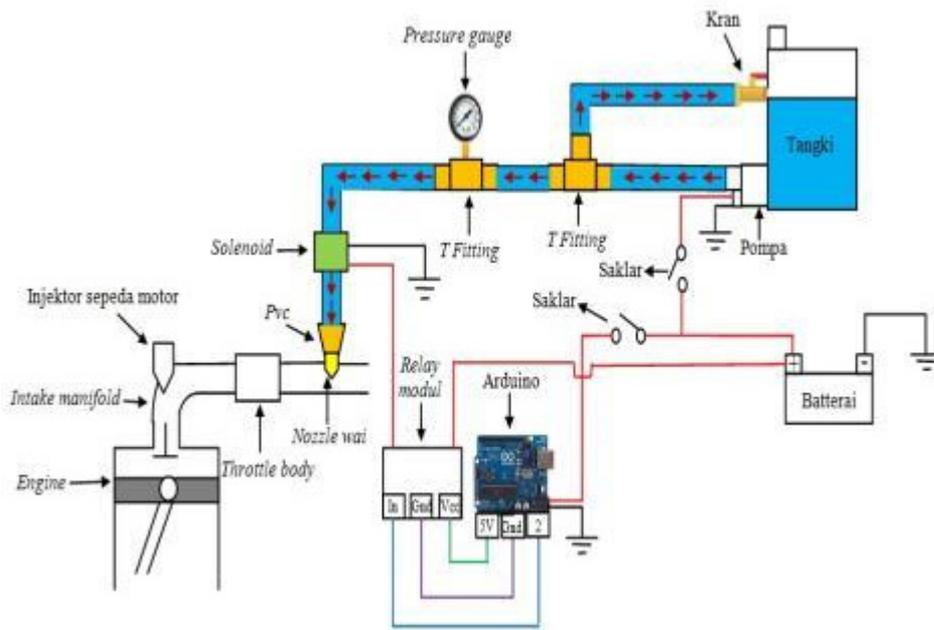
Perkembangan penggunaan *water injection* cairan yang digunakan tidak hanya menggunakan air tetapi juga bisa menggunakan cairan yang lain seperti *coolant*, etanol, dan metanol. Penelitian yang dilakukan oleh Utomo (2011) menyatakan bahwa penggunaan *methanol injection* mampu meningkatkan performa motor empat langkah yang meliputi torsi dan daya dari kondisi tanpa penggunaan *methanol injection*. Cairan yang digunakan pada alat *water injection* ini bukan saja digunakan secara terpisah namun bisa dicampur seperti air dan metanol dengan perbandingan tertentu. metanol mempunyai rumus kimia  $CH_3OH$  yang bisa digunakan sebagai campuran bahan bakar, pendingin serta larut dalam air dalam perbandingan berapapun.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi larutan *water injection* terhadap performa mesin yang meliputi torsi dan daya dan emisi gas buang yang meliputi CO dan HC sepeda motor Honda vario 125 esp.

## METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Variasi larutan yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi larutan A1 (air akuades 100%), larutan A2 (air

akuades 90% + metanol 10%), larutan A3 (air akuades 80% + metanol 20%), dan larutan A4 (air akuades 70% + metanol 30%). Prosedur dalam penelitian ini meliputi pembuatan *water injection*, pengujian performa mesin, dan pengujian emisi gas buang. skema *water injection* bisa dilihat pada gambar 1 di bawah ini.

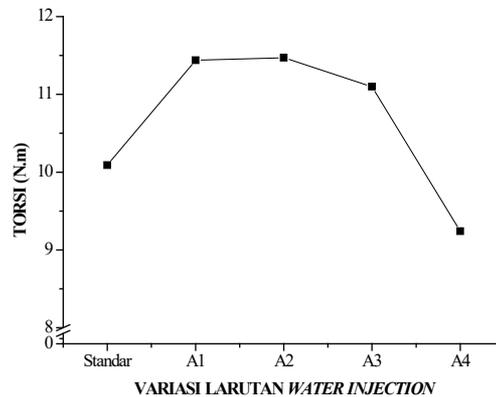


**Gambar 1. Skema *Water Injection***

Data pengujian pada penelitian ini adalah performa mesin yang meliputi daya dan torsi, serta emisi gas buang yang meliputi CO dan HC. Pengujian performa mesin dilakukan dengan menggunakan alat *dynamometer* tipe *sportdyno v3.3*. Pengujian emisi gas buang menggunakan alat *gas analyzer* merk orotech. Penelitian performa mesin dilaksanakan di bengkel Hyperspeed Semarang, sedangkan penelitian emisi gas buang dilakukan di Laboratorium Otomotif Teknik Kendaraan Ringan SMK Muhammadiyah Bligo Pekalongan.

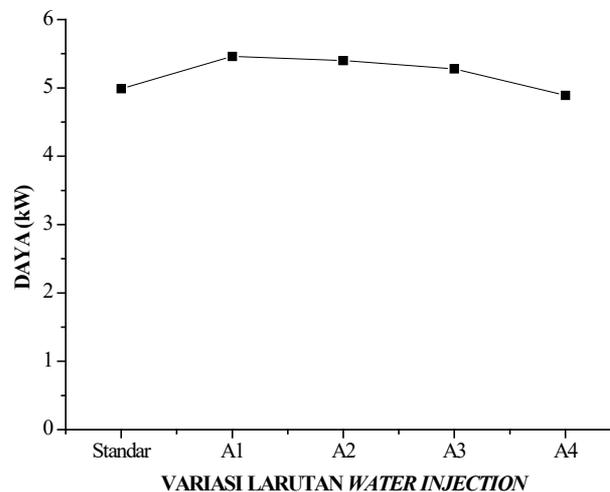
Sepeda motor yang digunakan dalam penelitian ini adalah Honda vario 125 Esp tahun 2012. Metode pengambilan data menggunakan metode dokumentasi yang berasal dari file hasil pengujian performa pada monitor layar *dynamometer* serta pada emisi gas buang menggunakan hasil *print out*/cetakan dari alat *gas analyzer*. Analisis data menggunakan teknik analisis dekriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN



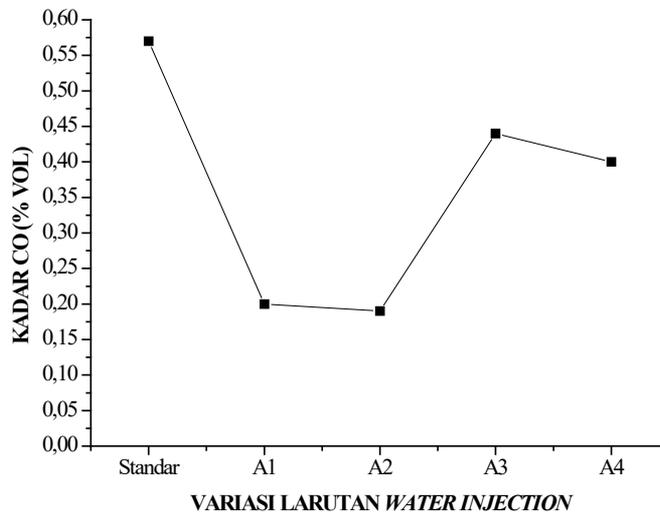
**Gambar 2. Grafik Perbandingan Torsi terhadap Variasi Larutan *Water Injection***

Gambar 2 menunjukkan bahwa dengan penggunaan *water injection* pada sepeda motor menghasilkan perbedaan rata-rata torsi yang dihasilkan. Rata-rata torsi tertinggi dihasilkan oleh penggunaan *water injection* variasi larutan A2 yaitu sebesar 11,47 N.m. Rata-rata torsi terendah dihasilkan oleh penggunaan *water injection* variasi larutan A4 yaitu sebesar 9,24 N.m.



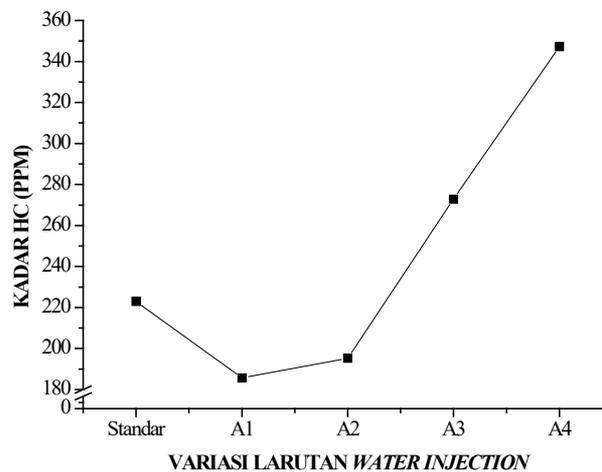
**Gambar 3. Grafik Perbandingan Daya terhadap Variasi Larutan *Water Injection***

Gambar 3 menunjukkan bahwa dengan penggunaan *water injection* pada sepeda motor menghasilkan perbedaan rata-rata daya yang dihasilkan. Rata-rata daya tertinggi dihasilkan oleh penggunaan *water injection* variasi larutan A1 yaitu sebesar 5,46 kW. Rata-rata daya terendah dihasilkan oleh penggunaan *water injection* variasi larutan A4 yaitu sebesar 4,89 kW.



**Gambar 4. Grafik Perbandingan CO terhadap Variasi Larutan *Water Injection***

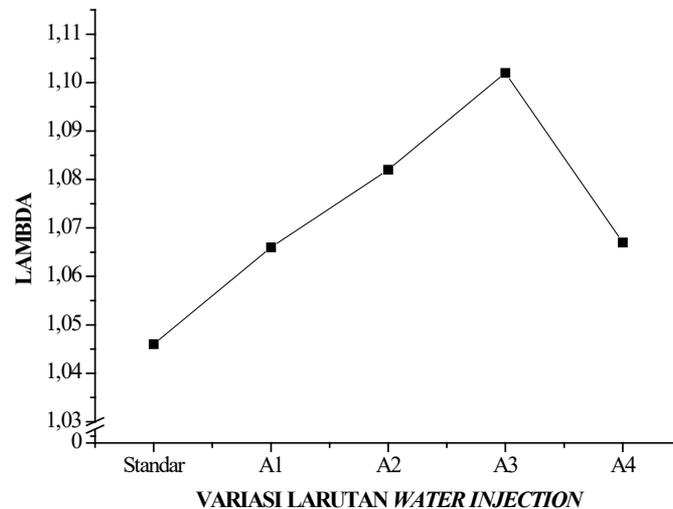
Gambar 4 menunjukkan bahwa dengan penggunaan *water injection* pada sepeda motor menghasilkan perbedaan rata-rata CO yang dihasilkan. Rata-rata CO terendah dihasilkan oleh penggunaan *water injection* variasi larutan A2 yaitu sebesar 0,19% vol. Rata-rata CO tertinggi dihasilkan oleh sepeda motor tanpa menggunakan *water injection* yaitu sebesar 0,57% vol.



**Gambar 5. Grafik Perbandingan HC terhadap Variasi Larutan *Water Injection***

Gambar 5 menunjukkan bahwa dengan penggunaan *water injection* pada sepeda motor menghasilkan perbedaan rata-rata HC yang dihasilkan. Rata-rata HC terendah dihasilkan oleh

penggunaan *water injection* variasi larutan A1 yaitu sebesar 185,66 ppm. Rata-rata HC tertinggi dihasilkan oleh *water injection* variasi larutan A4 yaitu sebesar 353,18 ppm.



**Gambar 6. Grafik Perbandingan Lambda terhadap Variasi Larutan *Water Injection***

Gambar 6 menunjukkan bahwa dengan penggunaan *water injection* pada sepeda motor menghasilkan perbedaan rata-rata nilai lambda yang dihasilkan. Rata-rata nilai lambda terendah dihasilkan oleh sepeda motor tanpa *water injection* yaitu sebesar 1,046. Rata-rata nilai lambda tertinggi dihasilkan oleh *water injection* variasi larutan A3 yaitu sebesar 1,102.

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa diperoleh data perbedaan torsi yang dihasilkan sepeda motor menggunakan *water injection* dan sepeda motor tanpa *water injection*. Gambar 2 menunjukkan bahwa rata-rata torsi yang lebih tinggi didapatkan pada penggunaan *water injection* variasi larutan A2 dibandingkan dengan larutan A1, larutan A3, larutan A4, dan tanpa menggunakan *water injection*. Rata-rata kenaikan nilai torsi yang dihasilkan penggunaan *water injection* variasi larutan A2 adalah 13,67% atau mengalami kenaikan sebesar 1,38 N.m dari rata-rata torsi yang dihasilkan sepeda motor tanpa *water injection*.

Perbedaan torsi yang dihasilkan karena adanya pemasukan unsur oksigen melalui penggunaan *water injection*. Pemasukan unsur oksigen ditandai dengan perbedaan nilai lambda yang dihasilkan (lihat gambar 6). Kandungan udara yang dibutuhkan didalam proses pembakaran adalah oksigen atau disebut sebagai reaktan dari bahan bakar (Kristanto, 2015: 62). Penggunaan *water injection* mampu menambah unsur oksigen ke dalam ruang silinder sehingga proses pembakaran menjadi sempurna. Pernyataan tersebut sejalan dengan Suyanto, (1989: 248-249) yang menyatakan bahwa proses pembakaran ditentukan juga oleh banyaknya jumlah

oksigen yang ada di dalam silinder atau dengan kata lain campuran yang sesuai dimana jumlah hidrokarbon dengan jumlah oksigen dan campurannya homogen mengakibatkan pembakaran sempurna.

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa diperoleh data perbedaan daya yang dihasilkan sepeda motor menggunakan *water injection* dan sepeda motor tanpa *water injection*. Gambar 3 menunjukkan bahwa rata-rata daya yang lebih tinggi didapatkan pada penggunaan *water injection* variasi larutan A1 dibandingkan dengan, larutan A2, larutan A3, larutan A4, dan tanpa menggunakan *water injection*. Rata-rata kenaikan nilai daya yang dihasilkan penggunaan *water injection* variasi larutan A1 adalah 9,41% atau mengalami kenaikan sebesar 0,47 kW dari rata-rata daya yang dihasilkan sepeda motor tanpa *water injection*.

Perbedaan daya yang dihasilkan karena adanya pemasukan unsur oksigen pada ruang bakar, hal ini dikarenakan air mengandung unsur oksigen di dalamnya. Pemasukan unsur oksigen ditandai dengan perbedaan nilai lambda (lihat gambar 6). Menurut Suyanto, (1989: 248-249) menyatakan bahwa proses pembakaran ditentukan juga oleh banyaknya jumlah oksigen yang ada didalam silinder atau dengan kata lain campuran yang sesuai dimana jumlah hidrokarbon dengan jumlah oksigen dan campurannya homogen mengakibatkan pembakaran sempurna. Penambahan *water injection* menyebabkan penambahan oksigen pada proses pembakaran serta menyebabkan penurunan suhu di dalam ruang bakar yang mengakibatkan jumlah udara masuk menjadi lebih besar dan homogen sehingga pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar lebih sempurna dan menghasilkan output motor yang maksimal.

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa diperoleh data perbedaan nilai emisi CO yang dihasilkan sepeda motor menggunakan *water injection* dan sepeda motor tanpa *water injection*. Gambar 4 menunjukkan bahwa rata-rata emisi CO yang lebih rendah didapatkan pada penggunaan *water injection* variasi larutan A2 dibandingkan dengan, larutan A1, larutan A3, larutan A4, dan tanpa menggunakan *water injection*. Rata-rata penurunan nilai emisi CO yang dihasilkan penggunaan *water injection* variasi larutan A2 adalah 66,66% atau mengalami kenaikan sebesar 0,38% vol dari rata-rata nilai emisi CO yang dihasilkan sepeda motor tanpa *water injection*.

Perbedaan nilai emisi CO yang dihasilkan disebabkan oleh pemasukan unsur oksigen. Penambahan oksigen dikarenakan pada air dan metanol terdapat unsur oksigen, hal ini mempengaruhi proses pembakaran di dalam mesin. Pemasukan unsur oksigen ditandai dengan perbedaan nilai lambda (lihat gambar 6). Menurut Kristanto (2015: 201) menyatakan bahwa salah satu penyebab emisi CO adalah rasio udara dan bahan bakar yang kaya, hal ini dikarenakan jumlah oksigen yang tersedia tidak cukup untuk mengubah karbon (bahan bakar) menjadi karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Penggunaan *water injection* menambah unsur oksigen di dalam pencampuran udara dan bahan bakar. Menurut Suyanto (1989: 249) menyatakan bahwa

kandungan oksigen merupakan faktor yang penting, dengan jumlah oksigen yang tepat maka akan memungkinkan proses terjadinya pembakaran sempurna.

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa diperoleh data perbedaan nilai emisi HC yang dihasilkan sepeda motor menggunakan *water injection* dan sepeda motor tanpa *water injection*. Gambar 5 menunjukkan bahwa rata-rata emisi HC yang lebih rendah didapatkan pada penggunaan *water injection* variasi larutan A1 dibandingkan dengan, larutan A2, larutan A3, larutan A4, dan tanpa menggunakan *water injection*. Rata-rata penurunan nilai emisi HC yang dihasilkan penggunaan *water injection* variasi larutan A1 adalah 36,57% atau mengalami kenaikan sebesar 129,19 ppm dari rata-rata nilai emisi HC yang dihasilkan sepeda motor tanpa *water injection*.

Perbedaan nilai emisi HC yang dihasilkan disebabkan oleh pemasukan unsur oksigen. Penambahan oksigen dikarenakan pada air dan metanol terdapat unsur oksigen, hal ini mempengaruhi proses pembakaran di dalam mesin. Pemasukan unsur oksigen ditandai dengan perbedaan nilai lambda (lihat gambar 6). Menurut Suyanto (1989: 345) menjelaskan bahwa “Hidrokarbon adalah emisi yang timbul karena bahan bakar yang belum terbakar tetapi sudah keluar bersama-sama menuju atmosfer”. Pemasukan unsur oksigen yang dilakukan *water injection* pada variasi larutan A1 tidak ada tambahan metanol di dalamnya, hal ini memungkinkan rasio udara dan bahan bakar tepat sehingga pembakaran sempurna bisa terjadi. Menurut Suyanto (1989: 249) menyatakan bahwa kandungan oksigen merupakan faktor yang penting, dengan jumlah oksigen yang tepat maka akan memungkinkan proses terjadinya pembakaran sempurna.

Variasi larutan A4 mengandung 30% metanol, artinya ada penambahan  $\text{CH}_3\text{OH}$  yang lebih banyak pada variasi larutan A4 jika dibandingkan dengan variasi larutan lainnya. Variasi larutan A4 nilai lambda hampir sama dengan A1 dengan kata lain bahwa jumlah oksigen yang masuk sama dengan A1 padahal pada variasi A4 terdapat tambahan metanol. Oksigen yang masuk pada penggunaan variasi larutan A4 tidak cukup untuk bereaksi dengan bahan bakar sehingga pembakaran sempurna tidak terjadi dan beberapa HC berakhir di pembuangan.

## SIMPULAN

### Simpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan *water injection* pada *intake manifold* berpengaruh terhadap performa dan emisi gas buang sepeda motor Honda vario 125 eSP. Terdapat pengaruh positif terhadap performa mesin yang meliputi torsi dan daya, dimana torsi dihasilkan oleh *water injection* variasi larutan A2 yaitu mengalami peningkatan sebesar 33,65%, sedangkan peningkatan daya dihasilkan oleh *water injection* variasi larutan A2 dengan peningkatan sebesar 9,41%. Pengaruh positif penggunaan

water injection terhadap emisi CO dihasilkan oleh variasi larutan A2 yaitu mengalami penurunan sebesar 66,66%, sedangkan penurunan nilai HC dihasilkan oleh water injection variasi larutan A1 yaitu mengalami penurunan sebesar 36,57%.

## **Saran**

Saran bagi penelitian selanjutnya adalah agar dilakukan tentang *water injection* dengan penambahan alat pada *water injection* sensor suhu dan penyesuaian penyemprotan terhadap bukaan katup serta penambahan pada variasi misalnya debit dan tekanan penyemprotan *water injection*.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Arifin, Z. dan Sukoco. 2009. *Pengendalian Polusi Kendaraan*. Bandung: Alfabeta.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistik Indonesia*. Januari. Jakarta: BPS Indonesia.
- Kettner, M, Dechent, S., Hofmann, M., Huber, E., Arruga, H., Mamat, R. 2016. "Investigating the Influence of Water Injection on the Emissions of a Diesel Engine". *Journal of mechanical engineering and sciens (JMES)*, 10 (1): 1863-1881.
- Kristanto, P. 2015. *Motor Bakar Torak (teori dan aplikasinya)*. Yogyakarta: Andi.
- Suyanto, W. 1989. *Teori Motor Bensin*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.
- Utomo, P. A. G. 2011. "Pengaruh Debit Methanol Pada Methanol Injection Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Empat Langkah". *Skripsi*. Program Studi Teknik Mesin Universitas Jember. Jember.
- Winoto, R. Alexander. dan Tedjasaputra, P. Kristanto. 2014. "Analisa Dan Pembuatan Water Coolant Injection Pada Motor Bensin Terhadap Performa Dan Emisi Gas Buang". *Mechanova semester gasal 2014-2015*. 1(1) : 1-5.

