

ANALISA DAN PEMBUATAN SISTEM *WATER COOLANT INJECTION* PADA MOTOR BENSIN TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG

Rocky Alexander Winoto¹⁾, Philip Kristanto Tedjasaputra²⁾
Program Otomotif Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia
Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658
E-mail : rocky_winoto@ymail.com¹⁾

ABSTRAK

Motor Bensin adalah salah satu penggerak transportasi mayor yang ada pada masa kini. Berbagai penelitian untuk mengembangkan teknologi mesin yang sudah ada. Penelitian yang dilakukan antara lain untuk meningkatkan efisiensi motor bakar, meningkatkan performa yang dihasilkan, dan juga agar dapat meminimalkan polusi yang ditimbulkan dari emisi gas bang yang dihasilkan dari proses pembakaran. Maka perlu dilakukan peningkatan kualitas pembakaran. Air adalah salah satu unsur yang paling banyak ada di bumi ini, dan juga merupakan salah satu bahan yang dapat diproses untuk menghasilkan energy apabila diberi kalor sehingga berubah fasenya. Injeksi air ini bertujuan untuk menurunkan suhu air intake agar meningkatkan massa oksigen yang masuk ke ruang bakar sehingga dapat meningkatkan kualitas pembakaran. Selain itu, molekul air yang menguap pada ruang bakar dapat meningkatkan rasio kompresi yang ada pada ruang bakar. Dengan injeksi air ini juga proses pembakaran yang terjadi semakin miskin bahan bakar, ditandai dengan bertambahnya lamda pembakaran.

Kata Kunci:

Motor Besin, Injeksi Air, Oksigen, Rasio Kompresi.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pada dasarnya, yang dibutuhkan saat ini adalah peningkatan efisiensi, sekaligus performa, dan juga penurunan emisi gas buang yang dihasilkan dari motor bakar yang sudah ada. Apabila kita kembali melihat pada era 1800an, terdapat beberapa ilmuwan yang sempat mengumumkan bahwa mereka telah menemukan motor yang bersumber daya dari air, tanpa menggunakan campuran bahan bakar lain. Namun hal tersebut sangat cepat sekali hilang tanpa kabar karena dugaan telah di hentikan total oleh para produsen bahan bakar konvensional dan juga produsen motor bakar yang telah ada sampai sekarang ini.

Selain itu pada beberapa sumber juga menyebutkan bahwa dengan menginjeksikan air pada ruang bakar dapat menjadi anti-detonasi pada mesin sehingga jelas dapat meningkatkan efisiensi dari mesin itu sendiri.

System water injection juga telah digunakan dalam WRC sejak sekitar tahun 1999, dalam F1 pada tahun 1980an dan juga dapat pacu pesawat udara pada saat perang dunia II.

1.2 Tujuan

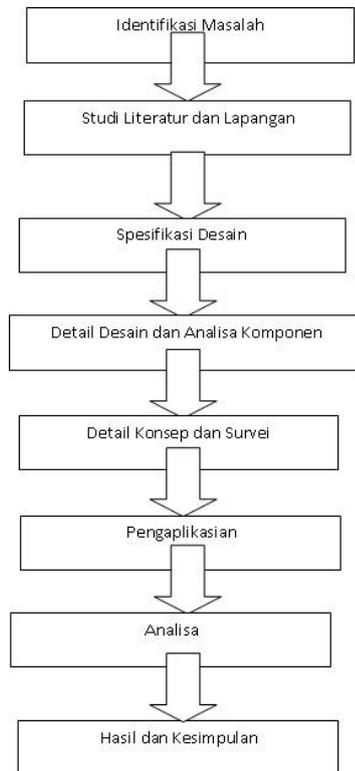
Dengan mendinginkan udara yang masuk berarti kita mendapatkan densitas oksigen yang lebih tinggi pada intake. Selain itu air yang dingin dapat menyerap panas yang ada di dalam saluran intake, sehingga dapat menurunkan suhu udara yang tinggi. Dengan meyerap panas yang sangat tinggi, air berubah menjadi uap dan menghasilkan energy ekspansi yang tinggi pula.

1.3 Manfaat

Membuat system dimana kita dapat menginjeksikan air ke dalam air intake, untuk menurunkan suhu air intake. Sehingga diperoleh suhu udara yang rendah untuk masuk ke ruang bakar, agar menambah massa oksigen yang masuk ke ruang bakar yang dikarenakan rendahnya suhu air intake yang masuk ke ruang bakar.

Dapat meningkatkan proses pembakaran karena dengan suhu yang relative rendah sehingga meningkatkan kadar oksigen yang dimasukkan ke ruang bakar. Dengan meningkatnya proses pembakaran maka dapat meningkatkan efisiensi motor bakar. Dengan motor bakar yang efisien maka dapat diperoleh performa atau daya yang lebih besar dengan jumlah bahan bakar yang sama dengan motor bakar yang kurang efisien. Selain itu, juga dapat mengurangi kadar nitrogen oksida dan karbon monoksida sehingga mengurangi emisi gas buang yang dihasilkan.

2. Metodologi



Gambar 1. Diagram Penelitian

2.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini adalah tahapan dimana untuk mengidentifikasi masalah yang dihadapi dalam merancang, memilih bahan dan menyesuaikan bahan agar dapat diaplikasikan dengan baik dan sesuai dengan fungsi yang diharapkan pada saluran intake ruang bakar. Alat yang dirancang diharapkan dapat menginjeksikan air pada saat mesin panas dan dapat menambah debit injeksi pada saat putaran mesin bertambah (berakselerasi).

2.2 Spesifikasi Desain

Dari permasalahan yang ada maka perlu dipelajari literatur dan studi lapangan yang sesuai dengan permasalahan yang ada. Literature dapat didapat melalui buku, jurnal, internet, thesis, dan berbagai sumber informasi yang dapat dipercaya lainnya.

Mengidentifikasi spesifikasi desain yang diperlukan dalam merancang water injection. Spesifikasi yang dibutuhkan :

- Dimensi reservoir yang sesuai dengan ruang mesin.
- Dimensi pompa yang sesuai dengan reservoir.
- Kapasitas pompa yang sesuai dengan kebutuhan debit air.
- Profil nosel yang dapat mengabutkan air dengan kapasitas pompa yang ada
- Menentukan system elektrik yang sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

2.3 Detail Konsep Dan Survey

Setelah melakukan beberapa survey terhadap alat yang diperlukan agar water injection ini dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang sudah diidentifikasi, maka diperlukan alat yang dapat membaca keluaran RPM mesin yang akurat dan dapat mengeluarkan sinyal yang berbeda di setiap RPM yang dikeluarkan sehingga bias didapatkan debit air yang variable, sesuai dengan kenaikan RPM secara linear. Dari detail spesifikasi tersebut maka penulis memutuskan untuk menggunakan mikro kontroler yang dikenal dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi alat yang diinginkan.

Pembuatan mikrokontroler yang dapat mengidentifikasi rpm mesin dan dapat menentukan debit air yang ideal dan perlu dipertahankan. Mikrokontroler ini harus dapat memicu water injection untuk dapat mulai bekerja pada rpm tertentu sesuai dengan rpm yang diinginkan. Analisa komponen setelah mikrokontroler dibuat, maka akan ditinjau kembali apakah mikrokontroler tersebut sudah dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Setelah itu dilakukan analisa pada komponen elektronik apakah semua system sudah dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi desain.

2.4 Pengaplikasian

Pengaplikasian pompa dengan mikro kontroler serta penempatan reservoir dan nozzle injector pada saluran intake mesin. Pengaplikasian ini dilakukan untuk menyesuaikan sinyal RPM yang diterima oleh mikro kontroler dari ECU yang kemudian dikonversikan menjadi sinyal yang dapat memerintahkan pada pompa untuk memulai injeksi dan juga menambah atau mengurangi debetnya sesuai dengan naik-turunnya RPM mesin.

2.5 Analisa

Analisa yang dilakukan pada tahap awal adalah menguji apakah semua system sudah dapat bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing. Pada tahap kedua maka akan dilakukan analisa dampak dari penambahan water injection tersebut pada mesin mobil. Analisa tahap kedua ini terdiri dari analisa performa mesin dan analisa emisi gas buang. Analisa dilakukan pada saat terpasang water injection dan pada saat tanpa water injection.

Untuk melakukan analisa performa mesin maka akan dilakukan uji dyno untuk mengetahui dampak yang terjadi dengan pemasangan atau penggunaan water injection.

2.6 Hasil Dan Kesimpulan

Tahap akhir dari metodologi penelitian ini adalah dengan memberikan hasil dari pembuatan water injection dan analisa dampak dari pengaplikasian water injection ini pada mesin mobil dengan menyertakan beberapa pertimbangan dari didapatnya hasil pengujian dan juga alasan teknis dari didapatnya hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Desain Proses

Beberapa alat dan bahan yang dibutuhkan untuk merakit water injection ini antara lain :

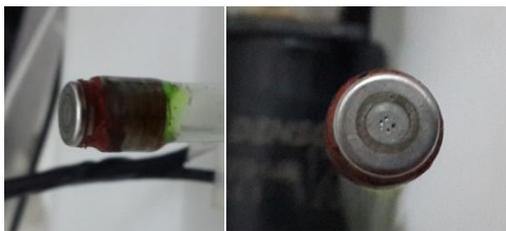
- Dinamo pompa air wiper, dan nozzle
- Reservoir air wiper mobil
- Air coolant radiator (Ethylon Glycol)
- Mikro kontroler arduino

3.1.1 Dinamo Pompa Air Wiper dan Nozzle

Dinamo pompa ini memiliki spesifikasi bekerja pada tegangan 12V dengan kemampuan pompa debit air 1300 ml/menit dengan tanpa dihubungkan pada nozzle sprayer. Setelah dikalibrasikan dengan nozzle sprayer multi lubang maka diperoleh debit air 116 ml/menit.



Gambar 2. Pompa Air Wiper



Gambar 3. Nozzle Water Injection

3.1.2 Reservoir Air Wiper Mobil

Reservoir ini berguna untuk menampung air coolant yang akan diinjeksikan pada air intake. Dengan kapasitas penampungan air sebanyak 3,5L air, maka diasumsikan dengan debit maksimal 116 ml/menit cadangan air yang ditampung akan bertahan selama 30 menit.



Gambar 4. Pompa Dan Reservoir

3.1.3 Air Coolant Radiator (Ethylon Glycol)

Air coolant radiator inilah yang akan diinjeksikan ke dalam ruang air intake manifold guna mengurangi suhu / mendinginkan temperatur didalam ruang bakar. Dengan campuran air aquades dengan ethylon glycol 50:50 maka diperoleh karakteristik liquid yang mempunyai titik didih pada 120° C dan tidak mudah menyebabkan terjadinya korosi.

3.1.4 Mikro Kontroler Arduino

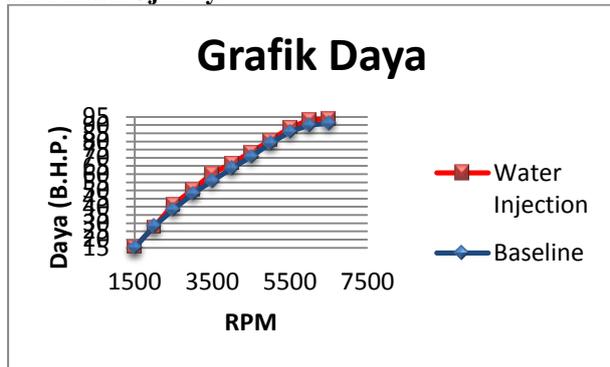
Mikro kontroler arduino ini digunakan untuk dapat membaca signal informasi dari ECU yang menginformasikan putaran mesin (rpm). Alat ini juga berfungsi untuk menentukan penyalan pompa untuk mulai menginjeksikan air coolant pada saat mesin pada putaran 2000 rpm dengan debit minimal, selain itu akan terjadi kenaikan debit air yang diinjeksikan secara linear dan akan mencapai titik maksimal pada saat putaran 5000 rpm dengan debit air 116 ml/menit.



Gambar 5. Mikro Kontroler Arduino

3.2 Dyno Test

3.2.1 Hasil Uji Daya

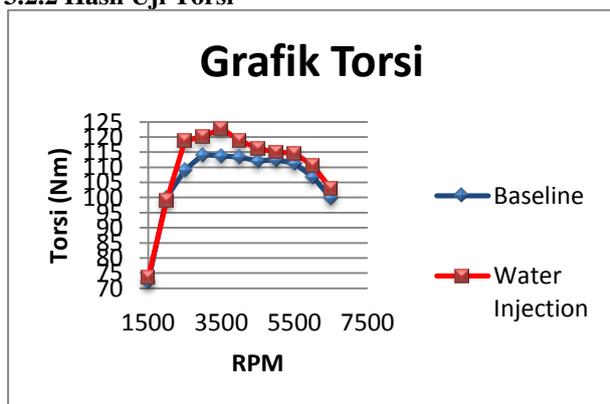


Gambar 6. Grafik Daya Baseline dan Water Injection

RPM	Baseline (B.H.P.)	Water Injection (B.H.P.)
1500	15.2	15.5
2000	28.1	27.8
2500	38.3	41.5
3000	48.1	50.6
3500	55.9	60.4
4000	63.6	66.7
4500	70.8	73.4
5000	79	80.7
5500	85.9	88.5
6000	90	93.1
6500	91.1	93.9

Tabel 1. Daya Baseline Dan Water Injection

3.2.2 Hasil Uji Torsi

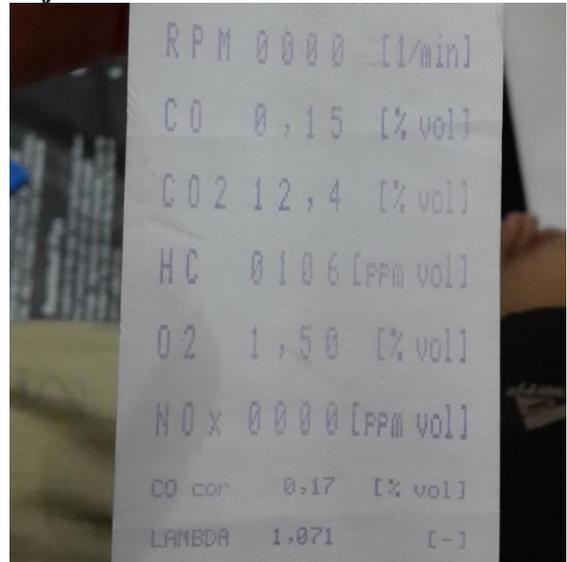


Gambar 7. Grafik Torsi Baseline dan Water Injection

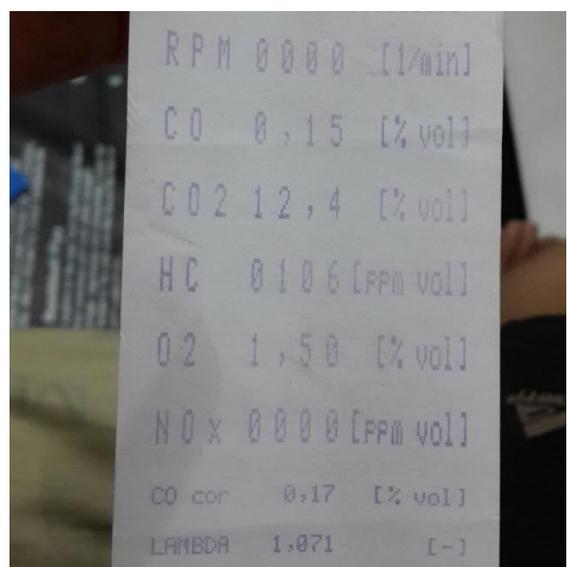
RPM	Baseline (Nm)	Water Injection (Nm)
1500	72.2	73.6
2000	100.1	99
2500	109.1	118.8
3000	114.2	120.1
3500	113.8	122.9
4000	113.3	118.8
4500	112.1	116.2
5000	112.5	115
5500	111.2	114.6
6000	106.8	110.5
6500	99.8	102.9

Tabel 2. Torsi Baseline Dan Water Injection

3.3 Uji Emisi



Gambar 8. Hasil Uji Emisi Baseline



Gambar 9. Hasil Uji Emisi Water Injection

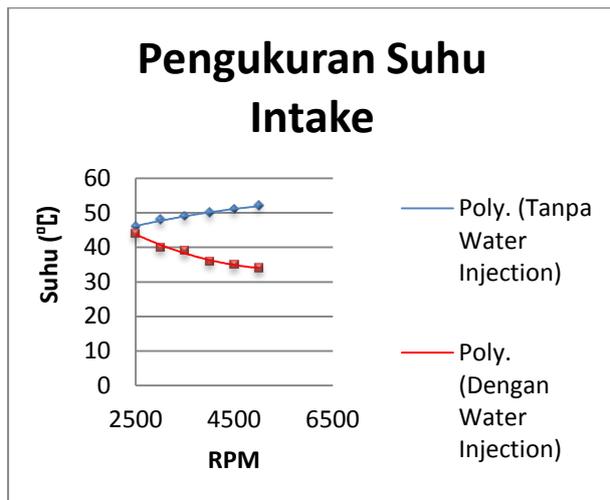
	Baseline	Water Injection
CO	0,15 % vol	0,14 % vol
CO2	12,4 % vol	12,6 % vol
HC	106 ppm vol	89 ppm vol
O2	1,5 % vol	2,32 % vol

Tabel 3. Hasil Uji Emisi Baseline San Water Injection

3.4 Pengukuran Suhu

Adapun prosedur pengujian yang dilakukan antara lain :

1. Meletakkan mobil di ruang terbuka
2. Menyalakan mesin mobil dan membuka kap mesin
3. Memasang termocouple pada saluran air intake
4. Mengkondisikan RPM mesin pada 2500 rpm
5. Membaca perolehan suhu pada monitor termocouple
6. Mengulangi prosedur 1-5 dengan menambahkan RPM dengan interval 500 rpm sampai pada 5000 rpm (limiter)
7. Mengulangi prosedur 1-6 dengan mengaktifkan water coolant injection



Gambar 10. Grafik Pengukuran Suhu Intake

RPM	Tanpa Water Injection	Dengan Water Injection
2500	46	44
3000	48	40
3500	49	39
4000	50	36
4500	51	35
5000	52	34

Tabel 3. Pegujian Suhu

4. Analisa Dan Kesimpulan

Dari hasil pengujian dyno test yang dilakukan pada Honda City v-tec 1500cc 2005 dengan penggunaan water injection adalah sebagai berikut :

- Hasil uji daya memperoleh kenaikan daya maksimal sebesar 2,8 HP (3,07 %) dari 91,1 HP menjadi 93,9 HP pada rpm 6500. Dan juga memperoleh kenaikan daya yang paling signifikan sebesar 4,5 HP (8,05 %) dari 55,9 HP menjadi 60,4 HP pada rpm 3500.
- Hasil uji torsi memperoleh kenaikan torsi maksimal sebesar 9,1 Nm (7,99 %) dari 113,8 Nm menjadi 122,9 Nm pada rpm 3500. Dan juga memperoleh kenaikan torsi yang signifikan sebesar 9,7 Nm (8,89 %) dari 109,1 Nm menjadi 118,8 Nm.
- Hasil uji emisi memperoleh data penurunan kadar CO sebanyak 0,01 % vol dari 0,15 % vol menjadi 0,14 % vol. Kenaikan kadar CO2 sebesar 0,2 % vol dari 12,4 % vol menjadi 12,6 % vol. penurunan kadar HC sebesar 17 ppm vol dari 106 ppm vol menjadi 89 ppm vol. Kenaikan kadar O2 sebesar 0,82 % vol dari 1,5 % vol menjadi 2,32 % vol.
- Didapatkannya suhu air intake yang rendah dengan penurunan suhu maksimal sebesar 18°C pada rpm 5000 dan penurunan suhu minimal sebesar 2°C pada 2500 rpm.
- Dengan terjadinya penambahan lamda pada saat uji emisi yang mengindikasikan miskinnya bahan bakar pada ruang bakar, dan berarti konsumsinya semakin sedikit.

Berdasarkan data-data dari hasil pengujian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa terjadi kenaikan daya dan torsi dari kondisi baseline disebabkan oleh peningkatan kualitas pembakaran yang disebabkan oleh bertambahnya kadar O2 yang masuk ke ruang bakar dari suplai water injection yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar melalui ruang antara filter udara dan throttle body.

5. Daftar Pustaka

1. Kristanto Philip. (2012). *Sistem Masukan dan Buangan*. Retrieved September 19, 2012 from Petra Christian University
2. http://dewey.petra.ac.id/catalog/ft_detail.php?k_nokat=12549
3. Wilson, J. Parley., *Effects of Water Injection and Increased Compression Ratio in a Gasoline Spark Ignition Engine*. Wilson, Thesis, University of Idaho, 2011
4. Rothrock, A.M., Krsek, A. Jr., Jones, A.W., "The induction of water to the inlet air as a means of internal cooling aircraft-engine cylinders," NACA Report 756 (1943): 1.