

RANCANG BANGUN WATER INJECTION BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO SERTA PENGARUHNYA TERHADAP TORSI DAN DAYA PADA SEPEDA MOTOR HONDA MEGA PRO TAHUN 2009

Tri Prastyo Isnugroho, Basori, & Husin Bugis

Pendidikan Teknik Mesin, FKIP, UNS Kampus UNS Pabelan Jl. Ahmad Yani 200,
Surakarta, Telp (0271)718419/Fax (0271)716266
email: tryphrasstyo@gmail.com

ABSTRACT

The objectives of this research are: (1) to design and to develop Arduino Uno Microcontroller-based water injection on Motorcycle Honda Mega Pro 2009; (2) to identify the impact of the use of Arduino Uno Microcontroller-based water injection on the torque of Motorcycle Honda Mega Pro 2009; and (3) to identify the impact of the use of Arduino Uno Microcontroller-based water injection on the power of Motorcycle Honda Mega Pro 2009. This research used the descriptive quantitative method. The sample of research was Motorcycle Honda Mega Pro 2009. The data were obtained from the amount of torque and power of the motorcycle using pure premium fuel (standard) and Arduino Uno Microcontroller-based water injection with the compositions of A₁₀₀ (100% aquades + 0% methanol), A₉₀, A₈₀, A₇₀, A₆₀, and A₅₀. They were put in the table, presented in the form of graph and then analyzed. The results of research are as follows: 1) The design and development of Arduino Uno Microcontroller-based water injection can work and operate well on Motorcycle Honda MegaPro 2009. 2) The use of Arduino Uno Microcontroller-based water injection has impacts on the torque of Motorcycle Honda Mega Pro 2009. The best maximum torque produced was 13.13 Nm at 6097 rpm or the amount of the torque increased as much as 0.34 Nm or 2.65%, by using the water injection (A₆₀). The worst maximum torque produced was 12.75 Nm at 6288 rpm by using water injection (A₉₀), or it decreased as much as 0.04 Nm or 0.31% from the maximum torque produced by motorcycle without using the water injection (standard) whose power was 12.79 Nm at 5883 rpm. 3) The use of Arduino Uno Microcontroller-based water injection has impacts on the power of Motorcycle Honda Mega Pro 2009. The best maximum power produced was 12.6 HP at 7556 rpm or the amount of power increased as much as 0.2 HP or 1.61%, by using water injection (A₆₀). Meanwhile, the worst maximum powers produced were 12.3 HP at 8115 rpm by using the water injection (A₁₀₀) and 12.3 HP at 7517 rpm by using water injection (A₇₀), or the power decreased as much as 0.1 HP or 0.80% from the maximum power produced by motorcycle without using the water injection (standard) whose power was 12.4 HP at 7446 rpm.

Keywords: *Water injection, Arduino Uno microcontroller, torque and power.*

A. PENDAHULUAN

Perkembangan industri otomotif di Indonesia sangat cepat dan cenderung meningkat tiap tahunnya, seiring dengan kebutuhan dan permintaan masyarakat akan sarana transportasi yang memadai. Hal ini dipicu oleh perkembangan jaman yang menuntut manusia untuk bisa bergerak

lebih mudah dalam mencapai tujuan dalam aktivitas kesehariannya. Kondisi pada saat ini jumlah transportasi publik sangat tidak mencukupi kebutuhan masyarakat dan beberapa faktor lainnya seperti minimnya keamanan, tidak tepat waktu, tidak laik pakai serta kurangnya kenyamanan angkutan publik tersebut. Hal ini mendorong

masyarakat untuk membeli dan menggunakan alat transportasi pribadi ketimbang menggunakan jasa angkutan umum.

Salah satu jenis alat transportasi yang banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia adalah sepeda motor. Data terbaru, Korps Lalu Lintas Kepolisian Negara Republik Indonesia mencatat, ada 86,253 juta unit sepeda motor di seluruh Indonesia pada April 2014, naik 11 % dari tahun sebelumnya 77,755 juta unit. Data tersebut membuktikan bahwa kebutuhan masyarakat akan kendaraan bermotor khususnya sepeda motor cukup tinggi. Masyarakat memilih sepeda motor sebagai alat transportasi setiap hari karena lebih murah, cepat dan fleksibel. Sehingga, sepeda motor lebih banyak jumlahnya dan mudah ditemui dibandingkan dengan alat transportasi lainnya. Mayoritas penduduk Indonesia yang berada ditingkat menengah ke bawah memilih sepeda motor sebagai transportasi pribadi. Oleh karena itu, produsen sepeda motor di Indonesia berlomba-lomba dalam melakukan inovasi untuk memberikan rasa nyaman, aman, efisiensi mesin, ramah lingkungan dan ekonomis.

Perkembangan teknologi pada sepeda motor tidak kalah dengan teknologi yang dikembangkan pada mobil. Pada awal mula sepeda motor menggunakan karburator untuk mengatur perbandingan campuran udara dengan bahan bakar atau *air fuel ratio* dan saat ini telah berkembang teknologi EFI (*electronic fuel injection*) untuk dapat meningkatkan performa mesin. Syarat terjadinya pembakaran yang sempurna adalah adanya tekanan kompresi, campuran bahan bakar dan udara beserta suhu yang cukup ideal untuk pembakaran. Sistem penyemprotan bahan bakar yang dikontrol secara elektronik pada

EFI sangat mendukung proses pembakaran yang sempurna karena nilai campuran bahan bakar dan udara selalu disesuaikan dengan kebutuhan mesin. Kesempurnaan pembakaran mesin pembakaran dalam (*internal combustion chamber*) sangat penting karena dapat mempengaruhi performa, efisiensi dan hasil pembakaran dalam mesin. Hasil dari proses pembakaran menghasilkan energi panas yang diteruskan torak ke batang torak, kemudian diteruskan ke poros engkol yang mana poros engkol nantinya akan diubah menjadi gesekan putar.

Sepeda motor konvensional menggunakan karburator apabila setingan AFR (*air fuel ratio*) tidak tepat maka proses pembakaran tidak sempurna. Proses pembakaran yang tidak sempurna akan menurunkan performa mesin dan menyebabkan mesin cepat panas. Panas merupakan salah satu masalah utama pada mesin sepeda motor yang diakibatkan oleh proses pembakaran, dan panas yang dihasilkan oleh komponen-komponen mesin yang bergerak. Panas yang dihasilkan mesin terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya *knocking* atau detonasi yang mengakibatkan kerusakan komponen.

Detonasi merupakan peristiwa ketika terjadi lebih dari satu sumber api yg menyala pada waktu yang tidak sama di ruang pembakaran, sehingga timbul gelombang sonic (*sonicwave*) didalam ruang bakar, gelombang inilah yang menimbulkan piston jadi bunyi "ping" (*knocking*), hal ini dapat merusak piston dan katup cepat aus karena panas yang ditimbulkan berlebihan, sehingga dapat menurunkan performa mesin. Faktor yang menyebabkan detonasi antara lain adalah rendahnya oktan bahan bakar terutama bensin, rasio kompresi silinder yang berlebihan dan waktu percikan bunga api busi terlalu maju. Udara yang masuk ke *intake manifold*

terlalu panas dan beban akselerasi mesin yang berat juga dapat menimbulkan adanya detonasi.

Berbagai upaya dilakukan masyarakat dalam rangka meningkatkan performa mesin kendaraan bermotor. Upaya tersebut di antaranya adalah penggunaan elektroliser, pencampuran bahan bakar dengan alkohol, pemanasan bahan bakar, *water injection* dan lain sebagainya. *Water injection* adalah istilah yang digunakan untuk upaya menginjeksikan cairan yang bertujuan mengurangi temperatur ruang bakar pada mesin melalui *intake manifold*. Tujuan utama penggunaan *water injection* adalah mengurangi terjadinya *knocking* atau detonasi pada mesin. Pembakaran yang tidak sempurna akibat *knocking* atau detonasi pada mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) menyebabkan kerugian di antaranya adalah menurunkan performa mesin, meningkatkan konsumsi bahan bakar dan meningkatkan emisi gas buang.

Penginjeksian butiran air pada ruang bakar melalui *intake manifold* bertujuan untuk mengurangi detonasi dan pengontrol emisi (Lanzafame, 1999). Air yang berbentuk butiran kabut masuk melalui *intake manifold* dan bercampur dengan bahan bakar serta udara. Air tersebut mengakibatkan suhu ruang bakar turun dan panas berpindah pada butiran air. Dalam perkembangan penggunaan *water injection*, cairan yang diinjeksikan dicampur dengan bahan lain seperti alkohol, etanol, maupun metanol pada perbandingan tertentu. Metanol dengan rumus CH_3OH digunakan karena mempunyai indeks *anti-knock* yang tinggi, bersifat mendinginkan dan larut sempurna dalam air. Penggunaan *water injection* dengan air murni/ akuades pada motor bensin 4 langkah skala laboratorium dapat meningkatkan daya sebesar

11,60% dan mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 14,64% (Wardono & Raharjo, 2009: 56).

Penginjeksian butiran air pada ruang bakar melalui intake manifold pada *water injection stage-1* menggunakan jarum suntik sebagai media untuk penginjeksi dan memanfaatkan kevakuman intake manifold untuk penginjeksian air. Kemudian berkembang menggunakan injektor dan air bertekanan untuk menyemprotkan butiran air tersebut ke *intake manifold* yang di kontrol oleh sebuah mikrokontroler AT89S51 (Basori, 2014). Mikrokontroler AT89S51 bekerja berdasarkan input signal dari *proximity sensor* untuk menentukan waktu penyemprotan air ke *intake manifold*. Penggunaan mikrokontroler ini masih memiliki kekurangan yaitu jumlah volume air yang disemprotkan di semprotkan terkadang tidak sesuai dengan kebutuhan mesin itu sendiri, maka perlu adanya penyempurnaan sistem mikrokontroler tersebut.

Dalam penelitian ini objek yang digunakan adalah sepeda motor Honda Mega Pro tahun 2009. Mesin sepeda motor ini menerapkan proses 4 langkah dalam siklus pembakaran. Sistem pencampuran bahan bakar dengan udara menggunakan karburator. Pada penelitian yang akan diterapkan, proses penginjeksian *water injection* dilakukan secara otomatis dimana dikontrol oleh sebuah mikrokontroler Arduino uno berdasarkan input signal dari *proximity sensor* dan sensor suhu dan memberi tekanan pada penginjeksiannya agar dapat menambah volume bahan bakar pada saat rpm tinggi, dimana torak mempunyai waktu sedikit dalam menghisap bahan bakar. Pengontrolan otomatis ini berguna untuk penginjeksian *water injection* agar tepat dalam penginjeksian dan membuat penginjeksian air beserta

metanol ini menjadi kabut, sehingga campuran lebih homogen dengan

B. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang dikendalikan. (Sugiyono, 2010: 107).

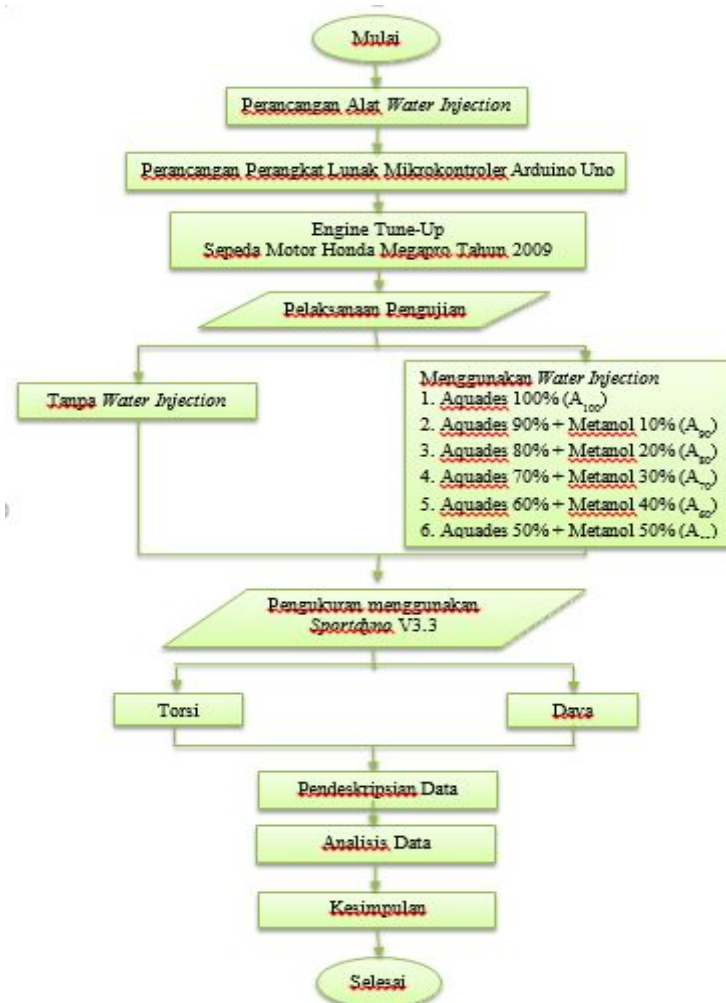
Prosedur penelitian ini diawali dengan pengajuan judul, studi literatur, pelaksanaan eksperimen, analisis data dan pendeskripsian data. Analisis data penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Dimana banyak variabel respons atau variabel terikat dipengaruhi oleh lebih dari satu faktor atau variabel bebas. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang berusaha mendeskripsikan

bahan bakar dan udara.

suatu gejala, peristiwa, kejadian yang terjadi saat ini (Asmani, 2011: 40).

Tahap eksperimen ini diawali dengan perancangan alat *water injection* berbasis mikrokontroler Arduino uno, perancangan perangkat lunak mikrokontroler Arduino uno, dan pelaksanaan pengujian *water injection* berbasis mikrokontroler terhadap torsi dan daya dengan komposisi aquades yang telah ditentukan.

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sepeda motor Honda Mega Pro tahun 2009 menggunakan bahan bakar premium. Alat yang digunakan untuk mengetahui besar torsi dan daya adalah *Sportdyno V3.3*.



Gambar 1. Bagan Tahap Eksperimen

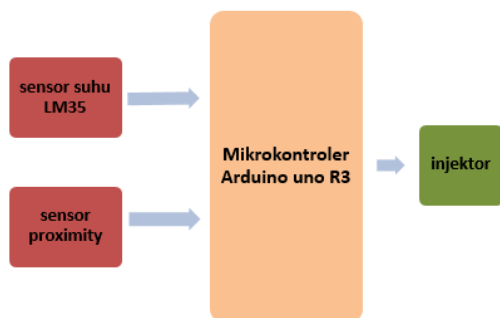
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut Hasil rancang bangun *water injection* berbasis mikrokontroler dan hasil pengujian sistem *water injection* berbasis mikrokontroler Arduino uno terhadap torsi dan daya pada sepeda motor Honda Mega Pro Tahun 2009.

1. Perancangan Alat

a. Diagram Blok Rangkaian Mikrokontroler

Diagram blok merupakan gambaran dasar dari rangkaian sistem mikrokontroler yang akan dirancang. Setiap diagram blok mempunyai fungsi masing-masing. Adapun diagram blok dari sistem yang dirancang, sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Blok Rangkaian

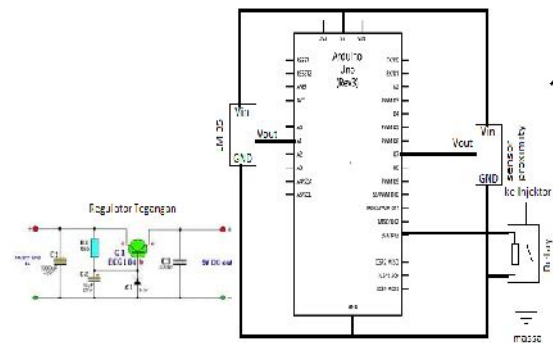
Desain sistem rangkaian terdiri dari:

- 1) Sensor suhu LM35 berfungsi untuk mendeteksi suhu yang masuk keruang bakar yang melalui *intake manifold*. Sensor ini dipasang pada ruang filter udara.
- 2) *Proximity sensor* berfungsi untuk mendeteksi objek berupa logam, yakni tonjolan baut pada gigi *camshaft*. Aplikasi sensor ini digunakan untuk mengetahui atau mendeteksi katup masuk terbuka.
- 3) Mikrokontroler Arduino uno berfungsi menerima, memproses dan mengolah sinyal digital yang dikirim oleh sensor suhu LM35 dan proximity sensor, selanjutnya mikrokontroler akan mengaktifkan injektor.

- 4) Injektor berfungsi untuk menginjeksikan aquades dan metanol yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino uno.

Regulator tegangan dihubungkan dengan mikrokontroler dengan mengambil sumber tegangan dari aki 12V kemudian diturunkan menjadi 9V. Sensor suhu Lm 35 dihubungkan dengan pin tegangan 5V pada mikrokontroler dan pin GND, kemudian V_{out} dari sensor tersebut dihubungkan pada pin A1 (Analog 1) pada mikrokontroler tersebut. *Proximity sensor* juga disambung dengan pin tegangan 5V dan GND, untuk V_{out} dari sensor proximity dihubungkan dengan pin D7 (Digital 7).

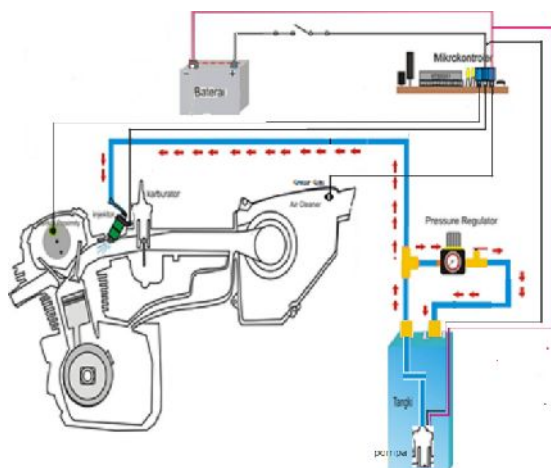
Relay untuk injektor dihubungkan dengan pin D13 (digital 13) dan pin GND. Sinyal-sinyal dari kedua sensor ini akan dibaca oleh mikrokontroler Arduino uno kemudian akan menghasilkan tegangan output pada pin D13 yang akan mengaktifkan *relay*. Setelah *relay* aktif maka *relay* akan mengaktifkan injektor dan injektor pun akan bekerja menyemprotkan air pada *intake manifold*.



Gambar 3. Skematik Rangkaian Mikrokontroler *Water Injection*

b. Perancangan Sistem *Water Injection*

Rangkaian instalasi sistem *water injection* terdiri dari komponen-komponen di atas. Instalasi sistem *water injection* dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4. Skema Sistem Water Injection

Cara kerja dari sistem *water injection* adalah fluida yang berupa aquades dan campuran aquades dengan metanol ditampung di dalam tangki. Kemudian fluida ditekan oleh pompa dan keluar menuju ke injektor. Tekanan fluida diukur menggunakan *pressure gauge* dan tekanan diatur oleh *pressure regulator*. Tekanan fluida yang digunakan dalam pengujian sebesar 50 Psi. Fluida yang melebihi tekanan yang ditetapkan di buang kembali atau di *bypass* ke dalam tangki.

Injektor dikontrol oleh sebuah mikrokontroler Arduino uno. Ketika mendapatkan input sinyal dari *proximity sensor* pada saat katup masuk terbuka, dan sensor suhu Lm35 membaca suhu udara yang akan masuk ke ruang bakar di atas 21° maka sinyal *input* diolah oleh mikrokontroler dan hasil olah data tersebut diberikan kepada *relay*, *relay* akan mengaktifkan injektor untuk membuka, sehingga injektor dapat menginjeksikan fluida yang bertekanan.



Gambar 5. Instalasi Sistem Water Injection

2. Perancangan Perangkat Lunak

Sebuah mikrokontroler dapat bekerja ketika ada sebuah program didalamnya. Pada mikrokontroler ini menggunakan 2 sensor dan satu actuator. Ketika posisi langkah hisap dibaca oleh *proximity sensor* dan suhu udara yang masuk ke ruang bakar melebihi 21° C maka injektor akan bekerja dan menyemburkan air ke dalam ruang bakar.

Berikut adalah program yang digunakan *water injection* untuk mengontrol injektor :

```
float temp;
int proxPin = 7 // input sinyal sensor
proximity
int tempPin = 1; // input sinyal sensor
suhu Lm35
int ledPin = 13; // output injektor
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(tempPin, INPUT);
  pinMode(proxPin, INPUT_PULLUP);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
void loop()
{
  temp = analogRead(tempPin);
  temp = temp * 0.48828125;
  Serial.print("TEMP = ");
  Serial.print(temp);
  Serial.print(" C");
  Serial.println();
}
```



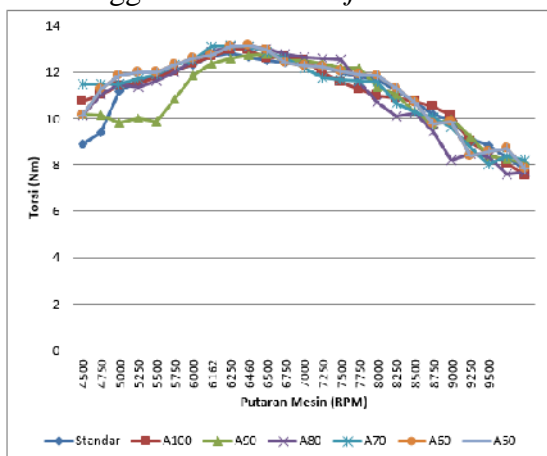
```

proxPin = digitalRead(7);
if(proxPin == HIGH)
  {Serial.print("ON");
  Serial.println();
  }
else
  {Serial.print("OFF");
  Serial.println();
  }
if (temp >= 21 && proxPin == HIGH)
  {digitalWrite(ledPin, HIGH); // jika High
injektor menyala
  delayMicroseconds(6);
  }
else
  {digitalWrite(ledPin, LOW); // jika Low
injektor mati
  delay(20);
  }
}

```

3. Torsi pada Poros Roda

Berikut gambar 6. perbandingan torsi pada poros roda sepeda motor Honda Mega Pro tahun 2009 dengan tanpa menggunakan *water injection* (standar) dan menggunakan *water injection*.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Torsi pada Poros Roda dengan Tanpa Menggunakan *Water Injection* (standar) dan Menggunakan *Water Injection*

Berikut tabel 1. Torsi pada Poros Roda Maksimal Sepeda Motor Honda Mega Pro Tahun 2009 dengan Tanpa

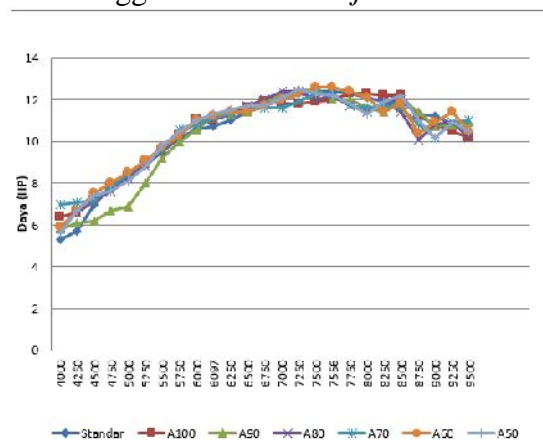
Menggunakan *Water Injection* (Standar) dan Menggunakan *Water Injection*.

Variasi Campuran	Torsi (Nm)	Putaran mesin (RPM)
Tanpa <i>Water Injection</i>	12.79	5883
A100	12.94	6031
A90	12.75	6288
A80	13.08	5953
A70	13.12	5834
A60	13.12	6097
A50	13.08	6155

Berdasarkan tabel 1. menunjukkan torsi tertinggi pada poros roda yang dicapai sepeda motor Honda Mega Pro tahun 2009 adalah dengan menggunakan *water injection* (A₆₀) sebesar 13.13 Nm pada putaran mesin 6097 rpm dan torsi pada poros roda terendah dengan menggunakan *water injection* (A₉₀) sebesar 12.75 Nm pada putaran mesin 6288 rpm.

4. Daya pada Poros Roda

Berikut gambar 7. perbandingan daya pada poros roda sepeda motor Honda Mega Pro tahun 2009 dengan tanpa menggunakan *water injection* (standar) dan menggunakan *water injection*.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Daya pada Poros Roda dengan Tanpa Menggunakan *Water Injection* (standar) dan Menggunakan *Water Injection*.

Berikut tabel 2. Daya pada Poros Roda Maksimal Sepeda Motor Honda Mega Pro Tahun 2009 dengan Tanpa Menggunakan *Water Injection* (Standar) dan Menggunakan *Water Injection*.

Variasi Campuran	Daya (HP)	Putaran Mesin (RPM)
Tanpa <i>Water Injection</i>	12.4	7446
A100	12.3	8115
A90	12.5	7262
A80	12.4	7049
A70	12.3	7517
A60	12.6	7556
A50	12.5	7196

Berdasarkan tabel 2. menunjukkan daya tertinggi pada poros roda yang dicapai sepeda motor Honda Mega Pro tahun 2009 adalah dengan menggunakan *water injection* (A_{60}) sebesar 12.6 HP pada putaran mesin 7556 rpm dan daya terendah pada poros roda dengan menggunakan *water injection* (A_{100}) sebesar 12.3 HP pada putaran mesin 8115 rpm.

5. SIMPULAN DAN SARAN

1. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan dan mengacu pada rumusan masalah, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengembangan dan perancangan sistem *water injection* berbasis mikrokontroler Arduino uno dapat bekerja dan beroperasi dengan baik pada sepeda motor Honda Mega Pro tahun 2009.
2. Terdapat pengaruh penggunaan *water injection* berbasis mikrokontroler Arduino uno terhadap torsi pada sepeda motor Honda Mega Pro tahun 2009. Torsi maksimal paling baik yang dihasilkan adalah menggunakan *water injection* (A_{60}) sebesar 13.13 Nm pada putaran 6097 rpm. Torsi mengalami peningkatan sebesar 0.34 Nm atau 2.65% dari torsi maksimal yang

dihasilkan sepeda motor tanpa menggunakan *water injection* (standar) sebesar 12.79 Nm pada putaran mesin 5883 rpm. Torsi maksimal yang dihasilkan dan dicapai paling buruk sepeda motor Honda Mega Pro tahun 2009 dengan menggunakan *water injection* (A_{90}) sebesar 12.75 Nm pada putaran mesin 6288 rpm. Torsi mengalami penurunan sebesar 0.04 Nm atau 0.31% dari torsi maksimal yang dihasilkan sepeda motor tanpa menggunakan *water injection* (standar).

3. Terdapat pengaruh penggunaan *water injection* berbasis mikrokontroler Arduino uno terhadap daya pada sepeda motor Honda Mega Pro tahun 2009. Daya maksimal paling baik yang dihasilkan adalah menggunakan *water injection* (A_{60}) sebesar 12.6 HP pada putaran mesin 7556 rpm. Daya mengalami peningkatan sebesar 0.2 HP atau 1.61% dari daya maksimal yang dihasilkan sepeda motor tanpa menggunakan *water injection* (standar) sebesar 12.4 HP pada putaran mesin 7446 rpm. Daya maksimal yang dihasilkan dan dicapai buruk sepeda motor Honda Mega Pro tahun 2009 dengan menggunakan *water injection* (A_{100}) sebesar 12.3 HP pada putaran mesin 8115 rpm dan *water injection* (A_{70}) sebesar 12.3 HP pada putaran mesin 7517 rpm. Daya mengalami penurunan sebesar 0.1 HP atau 0.80% dari daya maksimal yang dihasilkan sepeda motor tanpa menggunakan *water injection* (standar).

2. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dan implikasi/dampak yang ditimbulkan, maka dapat disampaikan saran-saran sebagai berikut:

- a. Bagi peneliti yang ingin mengembangkan penelitian ini, hendaknya melakukan penyempurnaan pada sistem *water injection* dengan menambah variasi sensor, seperti sensor oksigen, sensor *temperature*

mesin guna menambah inputan data untuk mengoreksi penginjeksian yang diproses oleh mikrokontroler ataupun mengganti mikrokontroler untuk penyempurnaan pengolahan data dan penginjeksian air.

- b. Bagi peneliti yang ingin mengembangkan penelitian ini, hendaknya melakukan penelitian terhadap pengaruh waktu penyalaan pengapian (*ignition timing*), variasi bahan bakar dan variasi rasio kompresi terhadap torsi dan daya sepeda motor Honda Mega Pro yang sudah dipasang sistem *water injection*.
- c. Bagi peneliti yang ingin mengembangkan penelitian ini, hendaknya melakukan penelitian terhadap torsi dan daya pada kendaraan yang sudah memakai sistem bahan bakar injeksi elektronik (EFI).

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Agung Nugroho. (2010). *Mekatronika. Edisi Pertama*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Arijanto & Haryadi, G.D. (2006). *Pengujian Campuran Bahan Bakar Premium-Methanol Pada Mesin Sepeda Motor 4 Langkah Pengaruh Terhadap Emisi Gas Buang*. Jurusan Teknik Mesin UNDIP.
- Arikunto, Suharsimi. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Edisi Revisi VI*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, Suharsimi. (2011). *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arismunandar, Wiranto. (2005). *Motor Bakar Torak (edisi kelima)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Asmani, J.M. (2011). *Tuntunan Lengkap Metodologi Praktis Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Diva Press
- Basori, (2014). *Designing Microcontroller-Based Water Injection in The Motorcycle to Improve Engine Performance*. Surakarta: Department of Mechanical Engineering Education, Sebelas Maret University.
- Basyurin, Winarno & Karwono. (2008) *Mesin Konversi Energi*. Semarang: PKUTP UNNES.
- Boretti, Alberto. (2012). *Water Injection in Directly Injected Turbocharged Spark Ignition Engines*. *Applied Thermal Engineering* 52 (2013) 62e68. Diperoleh 7 Maret 2014 dari: www.elsevier.com/locate/apthermeng
- Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret. (2012). *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surakarta: UNS Press.
- Ganesan, V. (2006). *Internal Combustion Engines (2th ed.)*. New Delhi: McGraw-Hill
- Hart, H. (1990). *Kimia Organik*. Terj. Suminar Ahcmadi. Jakarta: Erlangga
- Heywood, J.B. (1988). *Internal Combustion Engines Fundamental*. New York: McGraw Hill.
- Juntarakod, P. (2008). *Analysis of Water Injection Into High-Temperature Mixture of Combustion Product In A Cylinder of Spark Ignition Engine*. Thesis. King Mongkut's University Of Technology North Bangkok . Diperoleh 21 Februari 2014 dari : www.gits.kmutnb.ac.th/ethesis/data/4910082033.pdf
- Kurniawan, Sigit Pramono. (2009). *Pengaruh Water Injection pada Performa Sepeda Motor Empat Langkah*. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Lanzafame, R. (1999). *Water Injection Effects In A Single-Cylinder CFR*

- Engine. SAE Thecnical Papers Series.1999-01-0568*
- Moran, M.J. & Shapiro, H.N. (2004). *Termodinamika Teknik. Jilid 2. Edisi ke-4. Jakarta : Penerbit Erlangga. (Buku asli diterbitkan tahun 2000)*
- Mulyanto, A.R, dkk. (2008). *Rekayasa Perangkat Lunak Jilid 1. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, dan Departemen Pendidikan Nasional*
- Nalwan, Andi. (2012). *Teknik Rancang Bangun Robot. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta*
- Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987-2012. Diperoleh 19 Februari 2014 dari : <http://www.bps.go.id/>*
- Porter, J.C., Roth, W.B., & Wiebe, R. (1948). *Boosting Engine Performance with Alcohol-Water Injection. Automotive Industries.*
- Pulkrabek, Willard W (1997). *Engineering Fundamentals Of The Internal Combustion Engine. Prentice Hall, New Jersey*
- Saftari. (2005). *Water Injection Stage 1. Diperoleh 27 Maret 2014 dari <http://www.saft7.com/water-injection-stage-1/>*
- Sudjana. (1991). *Desain dan Analisis Eksperimen. Bandung: Tarsito.*
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R & D. Bandung: Alfabeta.*
- Surakhmad, W. (1998). *Pengantar Penelitian Ilmiah. Bandung: Tarsito.*
- Syahrul. (2012). *Mikrokontroler AVR Atmega8535. Bandung: Informatika*
- Walkowski, N.A. (2010). *A Study of the Effect of Water Injection before the Combustion Chamber on the Performance of a Turbojet Engine. Diperoleh 25 Februari 2014, dari www.ewp.rpi.edu/~ernesto/SPR/Walkowski-FinalReport.pdf*
- Wardono, Herry dan Raharjo, Yulliarto. (2009). *Pengaruh Penggunaan Water Injection terhadap Prestasi Motor Bensin 4-Langkah Skala Laboraturium. Prosiding Seminar Sehari Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, hal 55-59, Unila, Bandar Lampung, 10 Oktober 2009.*
- Warju. (2009). *Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor. Edisi Pertama. Surabaya: Unesa University Press*
- Wibowo, W. P. (2011). *Pengaruh Water Injection Terhadap Peforma Mesin Toyota Starlet GT Turbo 4E-FTE. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.*
- Wilson, J. (Ed). (2005). *Sensor Technology Handbook. United State of America: Elsevier Inc.*