

**PENGARUH PENGGUNAAN CDI PREDATOR DUAL MAP TERHADAP  
KARAKTERISTIK PERCIKAN BUNGA API DAN KINERJA MOTOR 4  
LANGKAH 110 CC TRANSMISI *AUTOMATIC* TAHUN 2009 DENGAN  
KONSUMSI BAHAN BAKAR PERTAMAX**

**Ricky Septianda**

**Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Yogyakarta**

**Jl. Ringroad Barat, Bantul DIY 55184**

**Email: [ricky.septianda@gmail.com](mailto:ricky.septianda@gmail.com)**

**INTISARI**

Telah dilakukan penelitian perbandingan penggunaan CDI untuk mengetahui pengaruh perbedaan jenis CDI Standar (*limiter*) dan CDI Predator Dual Map (*unlimiter*) dengan penggunaan bahan bakar pertamax terhadap karakteristik percikan bunga api dan kinerja motor 4 langkah transmisi *automatic* tahun 2009. Penelitian ini dilakukan karena sistem pengapian sangat berpengaruh pada kinerja ataupun konsumsi bahan bakar yang digunakan.

Pengujian percikan bunga api pada busi diuji menggunakan alat uji percikan bunga api busi yang memanfaatkan putaran mesin listrik sebesar 3000 RPM. Torsi dan daya diuji menggunakan alat dynotest dari kecepatan putar mesin 4000-10000 RPM. Sedangkan untuk pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan dengan pengujian uji jalan pada kecepatan  $\pm 30$  km/jam dengan takaran bahan bakar 100 ml.

Hasil pengujian percikan bunga api pada busi menunjukkan nilai transfer panas maksimum yang dihasilkan dari penggunaan variasi CDI Predator Map1 sebesar  $\pm 5500$  K melampaui hasil nilai transfer panas yang dihasilkan oleh CDI Standar dengan nilai transfer panas  $\pm 5000$  K. Diikuti hasil pengujian torsi tertinggi sebesar 10,45 N.m pada kecepatan mesin 4869 rpm. Hasil torsi penggunaan variasi CDI Predator Map1 melampaui torsi penggunaan CDI standar sebesar 6,96%. Daya maksimum dihasilkan dari penggunaan CDI Predator Map2 sebesar 7,3 HP melampaui hasil daya penggunaan CDI Standar sebesar 1,38%. Sedangkan untuk pengujian konsumsi bahan bakar pada penggunaan variasi CDI Predator Map1 bisa menempuh jarak 55,16 Km/l, hasil tersebut 3,6% lebih irit dari penggunaan CDI Standar.

Kata kunci: Percikan Bunga Api, CDI, dan Konsumsi Bahan Bakar.

## 1. PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dibidang otomotif mengalami kemajuan yang sangat pesat. Banyak inovasi-inovasi baru hadir untuk meningkatkan kemampuan sistem pengapian pada motor bakar. Banyak penemuan atau penelitian di bidang otomotif untuk meningkatkan pengapian yang baik pada motor bakar. karena sistem pengapian akan berpengaruh pada kinerja ataupun konsumsi bahan bakar yang digunakan.

penggunaan bahan bakar harus sesuai dengan kebutuhan karena masing masing jenis bahan bakar memiliki angka oktan yang berbeda. Angka oktan menunjukkan berapa besar tekanan maksimum yang dapat diberikan di dalam mesin sebelum bahan bakar terbakar secara spontan. Pada tekanan tertentu bahan bakar akan menyala seiring adanya tekanan pada piston yang menaikkan temperatur didalam silinder. Penyalaan yang diakibatkan tekanan ini tidak dikehendaki karena dapat menyebabkan detonasi. Penyalaan yang baik disebabkan oleh pengapian busi. (Mulyono, 2014)

Salah satu komponen dalam sistem pengapian adalah CDI (*Capasitor Discharge Ignition*). Pada produksi motor saat ini kebanyakan menggunakan CDI *limiter*. CDI *limiter* merupakan CDI yang memiliki batasan dalam memercikkan bunga api pada 9500 rpm dan percikan api yang dihasilkan pada putaran rpm tinggi kurang stabil. CDI pada motor bawaan pabrik memiliki *limiter*, sehingga saat motor dipacu pada putaran tinggi melebihi dari rpm yang ditentukan oleh CDI motor akan terjadi pemutusan pengapian dari CDI dan performa motor akan menurun. Dengan kelemahan yang ditimbulkan CDI *limiter* kurang diminati oleh pengguna yang suka kecepatan tinggi.

Peningkatan unjuk kerja pada sepeda motor bisa dengan melakukan penggantian CDI *racing* yang memiliki *limiter* lebih tinggi. Dengan beragam jenis CDI yang ditawarkan dipasaran pengguna motor bisa menggunakan CDI sesuai dengan kebutuhan dan harga

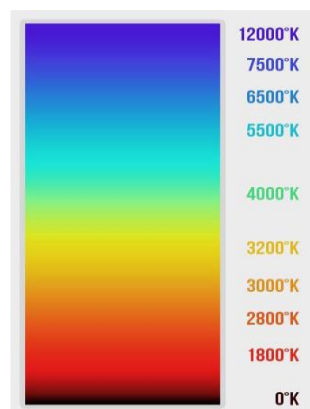
sebagai pengganti CDI *limiter* (Sumasto, 2016).

Oleh karena itu dengan penggunaan bahan bakar dan CDI yang sesuai dengan perbandingan kompresi yang tepat untuk mesin yang digunakan diharapkan akan mengoptimalkan kinerja mesin, mengurangi kerusakan, dan mengefisienkan penggunaan bahan bakar.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, perlu diadakan penelitian lanjut tentang penggunaan CDI *racing (unlimiter)*. Dalam penelitian ini akan dikaji perbandingan unjuk kerja CDI Predator Dual Map (*unlimiter*) dan CDI Standar (*limiter*) terhadap karakteristik percikan bunga api pada motor 4 langkah 110 cc transmisi *automatic* dengan menggunakan bahan bakar pertamax.

## 2. DASAR TEORI

Pada tiap jenis busi memiliki percikan bunga api yang berbeda-beda hal ini tergantung dari jenis bahan elektroda, celah busi, dan bentuk elektroda busi tersebut. Bunga api yang dihasilkan oleh tiap jenis busi mempunyai warna yang berbeda dan hal tersebut menentukan temperatur yang dihasilkan oleh busi. Warna yang menunjukkan tingkat temperatur bisa dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1** Temperature colour chart (Prasetya.2013)

### a. Torsi

Torsi merupakan indikator baik dari ketersediaan mesin untuk kerja. Torsi didefinisikan sebagai daya yang bekerja pada

jarak momen dan apabila dihubungkan dengan kerja dapat ditunjukkan dengan persamaan (Heywood, 1988).

Dimana:

T = Torsi (N.m)

F = Gaya yang terukur pada *dynamometer* (m)

L = Panjang langkah pada *dynamometer* (m)

1kgf.m= 9,807 N.m= 7,233 lbf.ft

b. Daya

Daya adalah besar usaha yang dihasilkan oleh mesin tiap satuan waktu, didefinisikan sebagai laju kerja mesin, ditunjukkan oleh persamaan (Heywood, 1998).

$$P = \frac{N \times T}{5252} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

P = Daya (hp)

N = Putaran mesin (rpm)

T = Torsi (lbf.ft)

Dalam hal ini daya secara normal diukur dalam satuan (kW) dan satuan HP dapat digunakan, dimana:

1 HP = 0,7457 kW

1kW = 1,341 HP

1 HP = 1,01 PS

c. Konsumsi Bahan Bakar

Besar konsumsi bahan bakar diambil dengan cara pengujian jalan dengan menggunakan tangki mini yang telah dimodifikasi dan dilakukan uji jalan dengan jarak tempuh sama pada setiap sampel yaitu 4 km, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$K_{bb} = \frac{s}{v} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

Kbb = Konsumsi bahan bakar (km/l)

v = Volume bahan bakar terpakai (ml)

s = Jarak tempuh (km)

### 3. METODE PENELITIAN

Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode experimental. Metode experimental adalah metode yang dilakukan untuk menguji karakteristik percikan bunga api pada busi dan unjuk kerja sepeda motor dengan menggunakan variasi CDI Standar dan CDI *Racing*.

### Bahan penelitian

Bahan utama penelitian ini adalah CDI Predator Dual Map, CDI Standar dan Bahan Bakar Pertamina.

### Alat

Alat-alat yang digunakan adalah:

- a. Satu unit sepeda motor Honda beat 110cc tahun 2009. Sepeda motor Honda beat 110cc tahun 2009 ditunjukkan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2** Honda Beat 110cc tahun 2009

- b. Satu unit alat uji percikan bunga api, untuk mengukur besar transfer panas pada busi. Alat uji percikan Bunga api ditunjukkan pada **Gambar 3**



**Gambar 3** Alat uji percikan bunga api

- c. Satu unit *Dynamometer*, untuk mengukur torsi dan daya efektif mesin. alat uji *Dynamometer* ditunjukkan pada **Gambar 4**.



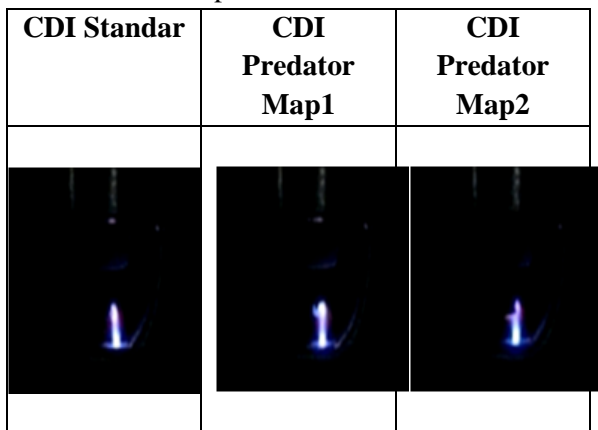
**Gambar 4** Alat uji *Dynamometer*

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dipaparkan data dari hasil percobaan yang dilakukan selama penelitian. Data yang dihasilkan meliputi data spesifikasi obyek penelitian dan data hasil pengujian. Data-data tersebut diolah dengan perhitungan untuk mendapatkan sebuah variabel yang diinginkan. Berikut ini adalah data hasil percobaan yang dilakukan untuk mengetahui kinerja mesin berdasarkan percobaan penggunaan 3 variasi CDI dengan bahan bakar pertamax terhadap motor 4 langkah 110 cc transmisi *automatic* tahun 2009.

##### Hasil Pengujian Percikan Bunga Api Busi

Pengujian percikan bunga api busi dilakukan di laboratorium teknik mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan menggunakan alat percikan bunga api busi. Hasil penelitian ini diperoleh dari eksperimen CDI (*Capasitor Discharge Ignition*). Pada penelitian ini parameter yang diteliti adalah warna transfer panas dan besarnya percikan bunga api yang dihasilkan dari dua jenis CDI yaitu CDI standar dan CDI Predator (Map1 dan Map2) pada putaran motor listrik 3000 RPM. percikan bunga api busi bisa dilihat pada **Gambar 5**



**Gambar 5** Percikan bunga api busi standar (Denso U24EPR9) dan CDI Predator Dual Map (Map1 dan Map2)

Hasil dari pengujian percikan bunga api busi adalah perbedaan warna transfer panas, percikan api dan ukuran besar api. Hasil pengujian yang berbeda dipengaruhi oleh jenis CDI yang di gunakan. Energi panas yang dihasilkan dari 3 variasi CDI pada **Gambar 5** dilakukan pengukuran menggunakan *Colour*

*Temperature Chart* dalam satuan kelvin yang terdapat pada **Gambar 1** Bab II.

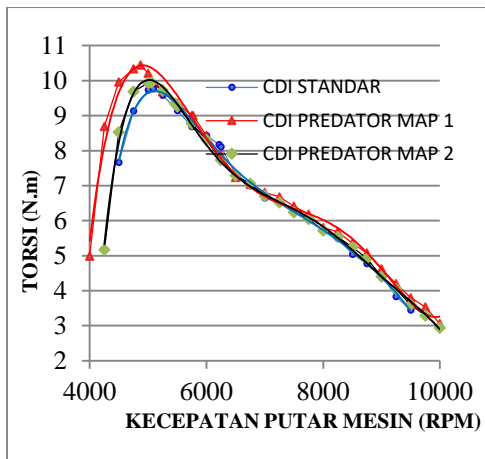
Bunga api busi dengan variasi CDI standar memiliki percikan api yang baik karena percikan yang dihasilkan fokus pada satu titik dengan warna transfer panas  $\pm 5000^{\circ}\text{K}$ . CDI Predator Map1 mendapat-kan hasil yang lebih baik karena luasan api pada ujung elektroda lebih besar dari pada CDI standar, pengapian yang dihasilkan fokus pada satu titik dengan warna transfer panas yang dihasilkan  $\pm 5500^{\circ}\text{K}$ . Sama halnya dengan CDI predator Map1, CDI Predator Map2 menghasilkan luasan elektroda yang lebih besar dibandingkan CDI standar, pengapian yang dihasilkan fokus pada satu titik dengan warna transfer panas  $\pm 5500^{\circ}\text{K}$ . Kesimpulan yang di dapat dari eksperimen bunga api busi adalah CDI Predator mendapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan CDI Standar. Hasil ini diperoleh dari pengukuran dengan membandingkan hasil pengujian warna bunga api busi Pada **Gambar 4** dengan *Colour Temperature Chart* (**Gambar 1**).

##### Pengujian Kinerja Mesin

Pengujian kinerja mesin pada penelitian ini dilakukan di *Mototech* Bandungan Yogyakarta dengan menggunakan alat *dynamometer*. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui torsi dan daya yang dihasilkan oleh dua jenis CDI diantaranya CDI Standar dan CDI Predator Dual Map (Map1 dan Map2).

##### Pengaruh Jenis CDI Terhadap Torsi

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat *dynamometer* yang bertujuan untuk mengetahui torsi (N.m) yang dihasilkan dari kinerja motor 4 langkah menggunakan bahan bakar pertamax dengan 3 variasi CDI diantaranya CDI Standar, CDI Predator Map1, dan CDI Predator Map 2 dengan kecepatan putar mesin dari 4000-10000 rpm. Grafik hasil pengujian torsi (N.m) CDI Standar dan CDI Predator Dual Map dengan menggunakan mesin 4 langkah 110 cc transmisi *automatic* dalam keadaan standar bisa dilihat pada **Gambar 6**.



**Gambar 6** Grafik perbandingan Torsi (N.m) CDI Standar, CDI Predator Map 1 dan CDI Predator Map2 dengan bahan bakar pertamax

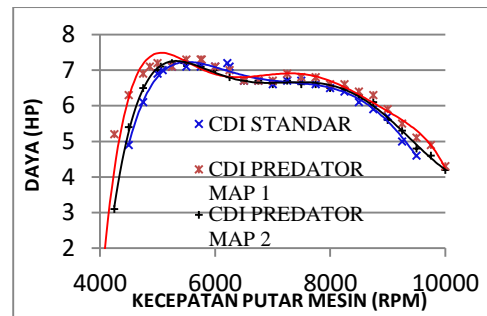
Dari **Gambar 4.2** bisa dilihat bahwa hasil torsi dari CDI Standar sebesar 9,77 (N.m) pada putaran mesin 5090 rpm. pengujian torsi CDI Predator Map1 menghasilkan torsi sebesar 10,45 (N.m) pada kecepatan mesin 4869 rpm.

sedangkan CDI Predator Map2 menghasilkan torsi 9,94 (N.m) pada putaran mesin 5056 rpm.

hasil torsi pada CDI Predator Map1 juga dipengaruhi oleh derajat atau waktu pengapian yang sempurna. Pada RPM rendah sistem pengapian atau derajat CDI Predator Map1 tidak terlalu dekat dengan TMA yang menghasilkan tenaga maksimal dan pada saat RPM tinggi Sistem pengapian menyesuaikan pembakaran dengan pembakaran lebih lambat atau lebih mendekati TMA

#### **Pengaruh Jenis CDI Terhadap Daya**

Pada eksperimen ini pengujian torsi dengan alat dynamometer digunakan untuk mengetahui daya (HP) dengan kecepatan putar mesin dari 4000-10000 rpm. Grafik hasil pengujian Daya (HP) CDI Standar dan CDI Predator Dual Map (Map 1 dan Map 2) dengan menggunakan mesin 4 langkah 110 cc transmisi *automatic* berbahan bakar pertamax dalam keadaan standar bisa dilihat pada **Gambar 7**.



**Gambar 7** Grafik perbandingan daya antara CDI Standar, CDI Predator Map 1, dan CDI Predator Map 2 dengan bakar pertamax

**Gambar 7** merupakan grafik hubungan antara kecepatan putar mesin (rpm) dengan Daya (HP). Pengujian CDI Standar mendapatkan nilai daya sebesar 7,2 (HP) pada kecepatan putar mesin 6212 rpm. Pengujian CDI Predator Map1 mendapatkan nilai daya tertinggi sebesar 7,3 (HP) pada kecepatan putar mesin 5769 rpm. Pada pengujian CDI Predator Map 2 daya yang didapat 7,2 (HP) pada putaran mesin 5460 rpm. Hasil daya yang tinggi pada CDI Predator Map1 di pengaruhi oleh hasil torsi yang telah dijelaskan sebelumnya karena nilai daya didapat dari nilai torsi dikali dengan RPM dan dibagi dengan nilai konstanta untuk mengetahui daya. Jadi nilai torsi mempengaruhi nilai daya yang dihasilkan.

#### **Pengaruh Jenis CDI Terhadap Konsumsi Bahan Bakar**

Pada pengujian ini akan di uji motor 4 langkah 110 cc transmisi *automatic* dalam keadaan standar. Motor tersebut akan di uji dengan 3 variasi CDI menggunakan bahan bakar pertamax. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian uji jalan dengan penggunaan tangki mini volume maksimal 100 ml, jarak tempuh 4 km dan kecepatan motor berkisar

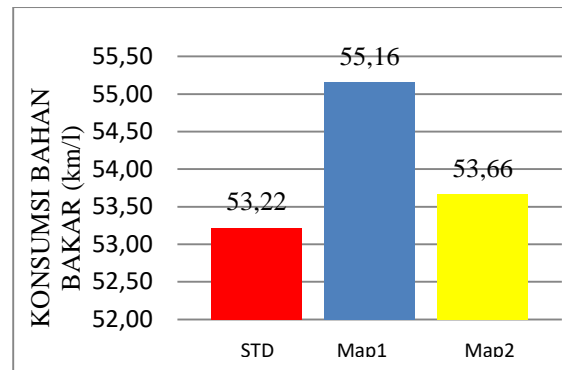


antara 30-35 km/jam. Pengujian ini dilakukan di Sirkuit Stadion Sultan Agung Bantul, Yogyakarta. Hasil data yang di peroleh dari pengujian 3 variasi CDI ditunjukkan pada **Tabel 8**.

Jenis CDI	jarak rata-rata (km)	BB (ml)	KBB rata-rata (ml)	KBB (km/l)
Standar	4	76,6	75,16	53,22
		72,5		
		75,2		
		74		
		77,5		
Map1	4	73,5	74,54	53,66
		74,6		
		72,5		
		76,2		
		75,9		
Map2	4	73,7	72,52	55,16
		71,9		
		72,3		
		70,9		
		73,8		

**Tabel 8** Perbandingan konsumsi bahan bakar penggunaan CDI Standar, CDI Predator Map 1 dan CDI Predator Map2

Dari masing-masing jenis CDI didapatkan hasil yang berbeda. Untuk menempuh jarak 4 km pada penggunaan CDI Standar mengkonsumsi bahan bakar sebanyak 75,16 ml (53,22 km/l), penggunaan CDI Predator Map 1 mengkonsumsi bahan bakar sebesar 74,54 ml (53,66 km/l) dan konsumsi bahan bakar pada penggunaan CDI Predator Map 2 sebanyak 72,52 ml (52,45 km/l). Dapat di simpulkan bahwa penggunaan CDI Predator (Map 2) 3,6% lebih irit dibandingkan dengan CDI Standar. Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar CDI Standar dengan CDI Predator Dual Map (Map 1 dan Map2) ditunjukkan pada **Gambar 9**.



**Gambar 9** Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar CDI Standar dengan CDI Predator Dual Map (Map1 dan Map2)

Banyaknya konsumsi bahan bakar yang digunakan sebanding dengan besar torsi dan daya yang di hasilkan. Penggunaan CDI Standar bisa menempuh jarak 53,22 km/l, Penggunaan CDI Predator Map1 mendapatkan hasil 53,66 km/l Sedangkan pada CDI Predator Map2 bisa menempuh jarak 55,16 Km/l. Dari data diatas disimpulkan bahwa penggunaan CDI Predator Map2 bisa menempuh jarak yang lebih jauh dengan konsumsi bahan bakar lebih sedikit dari menggunakan CDI Standar. Hasil ini dipengaruhi oleh derajat atau sistem pembakaran yang ada pada CDI Predator Map1 bisa menyesuaikan waktu pembakaran dengan RPM yang di gunakan. Dari hasil torsi dan daya yang dibahas pada Gambar 4.2 dan 4.3 dapat di simpulkan bahwa dengan RPM yang lebih kecil dari CDI Standar maupun CDI Predator map2, CDI Predator Map1 bisa mendapatkan torsi maupun daya yang lebih besar. Untuk pengujian konsumsi bahan bakar pada penelitian ini tidak memerlukan putaran mesin yang tinggi karena pengujian ini dilakukan dengan menempuh jarak 30 km/liter yang mengakibatkan laju konsumsi bahan bakar kurang dari penggunaan CDI Predator Map2 maupun CDI Standar

#### Perhitungan

Perhitungan unjuk kerja mesin berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian

motor 4 langkah 110 cc transmisi *automatic* berbahan bakar pertamax dengan menggunakan 2 jenis CDI diantaranya CDI Standar dan CDI Predator Dual Map (Map 1 dan Map 2) adalah sebagai berikut:

1. Torsi (T), diukur pada hasil pengujian *dynamometer*.

$$T = 10,45 \text{ N.m} \quad (\text{Torsi tertinggi dari CDI Predaor Map 1})$$

$$1 \text{ N.m} = 0,101972 \text{ kgf.m}$$

$$T = 10,45 \text{ N.m} \times 0,101972 \text{ kgf.m} = 1,106 \text{ kgf.m}$$

2. Daya (P), di ukur pada hasil pengujian *dynamometer*.

$$P = 7,3 \text{ HP} \quad (\text{Daya tertinggi dari CDI Predator Map 1})$$

$$1 \text{ HP} = 0,7457 \text{ kW}$$

$$P = 7,3 \text{ HP} \times 0,7457 \text{ kW} = 5,444 \text{ kW}$$

3. Konsumsi bahan bakar ( $K_{bb}$ )

$$K_{bb} = \frac{s}{v}$$

v = Volume bahan bakar yang digunakan (l)  
s = Jarak tempuh (km)

Jika :

$$v = 75,16 \text{ ml} = 0,07516 \text{ liter}$$

$$s = 4 \text{ km}$$

Maka :

$$K_{bb} = \frac{4 \text{ km}}{0,07516 \text{ liter}} \quad (\text{KBB CDI Predator Map 1}) = 53,219 \text{ km/liter}$$

### Kesimpulan

Dengan mengkaji kegiatan penelitian yang meliputi proses pengambilan data, hasil pengujian serta pengolahan data pada kinerja motor 4 langkah 110 cc transmisi *automatic* tahun 2009 dengan 3 variasi CDI (Standar, Predator Map1 dan CDI Predator Map2) secara menyeluruh dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengujian bunga api yang dilakukan pada putaran mesin

motor listrik 3000 rpm dengan menggunakan 3 variasi CDI (Standar, Predator Map1 dan Map2) dapat disimpulkan bahwa perolehan bunga api busi tertinggi di hasilkan oleh variasi CDI Predator Map1 dan Map2. Hasil tersebut didapat dengan menganalisis warna transfer panas oleh tiga variasi CDI dimana pada pengujian variasi CDI Predator (Map1 dan Map2) menghasilkan pengapian yang fokus pada satu titik dan luasan elektroda dengan warna transfer panas  $\pm 5500 \text{ K}$

2. Daya HP tertinggi dihasilkan oleh variasi CDI Predator Map1 sebesar 7,3 HP pada kecepatan putar mesin 5769 rpm memperoleh perbandingan besar daya dengan CDI Standar sebesar 1,38%.
3. Torsi N.m tertinggi dihasilkan oleh Variasi CDI Predator Map1 pada kecepatan putar mesin 4869 rpm sebesar 10,45 N.m yang memperoleh perbandingan besar torsi dengan CDI Standar sebesar 6,96%.
4. Pemakaian CDI Predator map1 juga berpengaruh pada konsumsi bahan bakar yaitu lebih irit 5.63% dari pemakaian CDI Standar.

### 5.1 Saran

Saran yang dapat disampaikan berhubungan dengan pengaruh penggunaan CDI Predator Dual Map terhadap karakteristik percikan bunga api dan kinerja motor 4 langkah 110 cc transmisi *automatic* berbahan bakar pertamax yaitu:

1. Untuk mendapatkan kinerja mesin sepeda motor yang maksimal sebaiknya menggunakan CDI Predator Map1 karena mampu menghasilkan pembakaran yang sempurna dengan nilai torsi dan daya lebih tinggi dari CDI Standar.
2. Sebaiknya gunakan CDI Predator Map1 dengan mengkonsumsi bahan bakar pertamax untuk pemakaian sehari-hari karena selain hemat bahan bakar variasi ini juga menghasilkan torsi yang lebih tinggi dari CDI Standar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Mulyono 2014. Pengaruh Penggunaan dan Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar Premium dan Pertamax Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin. Tugas Akhir. Universitas Balikpapan.
- Sumasto, Ivan. 2016. Kajian Experimental Tentang Pengaruh Variasi CDI Terhadap Kinerja Motor Bensin 4 Langkah 200 Cc Berbahan Bakar *Pertalite*. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Sukidjo, 2011. Performa Mesin Sepeda Motor Empat Langkah Berbahan Bakar Premium Dan Pertamax. Tugas Akhir. Universitas Gajah Mada.
- Prasetya, Dhysa Gitta. 2013. Perbandingan Unjuk Kerja Dan Konsumsi Bahan Bakar Antara Motor Yang Menggunakan CDI *Limiter* Dengan Motor Yang Mempergunakan CDI *Unlimiter*. Skripsi. Universitas Negri Malang.
- Awawul M. 2016. Pengaruh Penggunaan Variasi 8 Busi Dan CDI *Hyperband* Terhadap Karakteristik Percikan Bunga Api Dan Kinerja Sepeda Motor Honda Karisma X 125 Berbahan Bakar Premium. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Cengel, Yunus A., dan Boles, Michael A. 2006. *Thermodynamics: An Engineering Approach*. McGraw Hill.
- Arismunandar, Wiranto. 2002. Penggerak Mula Motor Bakar Torak. ITB. Bandung.
- Jama, Jalius. 2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 2. Jakarta. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Heywood, J.B. (1988). *Internal Combustion Engine Fundamentals*. London:Mcgraw Hill Higher Education.
- [www.mediacollage.com](http://www.mediacollage.com), diakses pada 18 mei 2017, pukul 20.29 WIB.
- [www.pertamina.co.id](http://www.pertamina.co.id), diakses pada 14 mei 2017, pukul 21.10 WIB.