

PENGARUH PENGGUNAAN *SPEEDSPARK OPEN LOOPER* TERHADAP DAYA DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA NMAX 155

Ahmad Koirudin, Sumarli, Imam Muda Nauri
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang (UM)
Jl. Semarang 5, Malang (65145)
E-mail: ahmadkoirudin96@gmail.com

Abstrak. Pada penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui perbedaan daya antara sepeda motor yang standar dengan yang menggunakan *speedspark open looper* (2) mengetahui perbedaan konsumsi bahan bakar antara sepeda motor yang standar dengan yang menggunakan *speedspark open looper*. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *true eksperimental* dengan menggunakan uji analisis data *paired sample t test*. Penelitian ini dilakukan di AHASS Asia Motor Pakisaji dengan pengambilan data pada putaran mesin 4000 – 8500 rpm dengan kelipatan 500 rpm. Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan dari pemasangan *speedspark open looper* memberikan efek terhadap daya dan konsumsi bahan bakar sepeda motor. Daya yang dihasilkan dengan menggunakan *speedspark open looper* memberikan rata-rata presentase peningkatan sebesar 5,5% daripada kondisi standar. Peningkatan daya tertinggi terjadi pada putaran mesin 7500 rpm pada penggunaan *speedspark open looper* 10,1% dari pada kondisi standar. Konsumsi bahan bakar pada yang menggunakan *speedspark open looper* cenderung meningkat (lebih boros) yang menandakan komposisi bahan bakar dan udara lebih kaya atau terjadi penurunan afr dari dengan rata-rata presentase peningkatan secara keseluruhan sebesar 2,8 % daripada kondisi standar.

Kata Kunci: *Speedspark Open Looper*, Daya, Konsumsi Bahan Bakar

Abstract. In this study aims to (1) determine the difference in power between a standard motorcycle with a *speedspark open looper* (2) determine the difference in fuel consumption between a standard motorcycle with a *speedspark open looper*. The research method used in this study is the *true experimental method using paired sample t test data analysis test*. This research was conducted at AHASS Asia Motor Pakisaji by taking data at 4000-8500 rpm engine speed with a multiple of 500 rpm. Based on the results of the study, the conclusion of the installation of the *speedspark open looper* has an effect on the power and fuel consumption of the motorcycle. Power generated by using a *speedspark open looper* gives an average percentage increase of 5.5% compared to standard conditions. The highest increase in power occurs at 7500 rpm engine speed at the use of *open looper speedspark* 10.1% of the standard conditions. Fuel consumption on using a *speedspark open looper* tends to increase (more wasteful) which indicates the composition of fuel and air is richer or there is a decrease afr than the average percentage increase overall by 2.8% than standard conditions.

Keyword: *Speedspark Open Looper*, Power, Fuel Consumption

Pesatnya perkembangan teknologi khususnya dunia transportasi yang membuat peningkatan terus dilakukan untuk mendapatkan kinerja mesin yang optimal dengan meminimalisir penggunaan bahan bakar dan rendahnya kadar emisi gas buang sehingga tetap ramah bagi lingkungan. Kendaraan sepeda motor Yamaha NMAX 155 sebenarnya dibuat untuk konsumen dengan mengedepankan kenyamanan dalam berkendara. Bobotnya yang besar sangat nyaman saat dikendarai di jalan raya. Sepeda motor ini diteliti untuk tujuan *sport* atau balap agar memperoleh daya yang semaksimal

mungkin sehingga akan mempengaruhi dalam hal kecepatan kendaraan. Pengendara selalu mengedepankan tenaga mesin yang optimal jika dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar dan kadar emisi yang rendah dari sebuah mesin, karena memang pengendara dapat langsung merasakan efeknya sendiri meskipun hanya dengan asumsi si pengendara. Pada motor *matic* injeksi, saat ini hampir semuanya dilengkapi dengan O2 sensor, yang sangat diperlukan untuk mengendalikan emisi gas buang atau debit bahan bakar. Hal ini bertujuan untuk menyesuaikan standar yang telah ditetapkan

oleh pabrikan maupun pemerintah, yang saat ini mengacu pada standar Euro 3. Menurut Solihin (2017 : 75) konsumsi bahan bakar mesin dengan menggunakan manipulator O2 sensor cenderung sedikit lebih tinggi yang menandakan komposisi udara dan bahan bakar (afr) turun atau campuran menjadi lebih kaya. Rata-rata peningkatan terbesar 5,03 % pada seting rpm rendah atau rpm tinggi step 15/8. Tentu saja ini akan berimbas ke keluaran tenaga mesin yang tidak maksimum karena campuran bahan bakar dengan udara yang menghasilkan tenaga mesin maksimum ada di sekitar 12.5:1.

Pemakaian *piggyback* semacam *fuel controller* atau *fuel adjuster* misalnya di rentang RPM rendah ini pada mode *Close Loop* menjadi kurang efektif karena ECU akan berusaha mengatur debit bahan bakar berdasarkan masukan dari O2 sensor meski *piggyback* juga berusaha untuk mengkoreksinya. Untuk membuat kinerja mesin yang lebih stabil tanpa terpengaruh masukan dari O2 sensor maka perlu untuk dibuat sebuah alat yang bisa mengeliminasi O2 sensor sehingga ECU bisa bekerja pada mode. Alat ini dinamakan sebagai *Speedspark Open Looper*, karena berfungsi membuat ECU bekerja dalam mode *Open Loop*. Menurut Solihin (2017 :75) daya mesin yang dihasilkan dalam penggunaan manipulator O2 sensor pada setting rpm rendah dan rpm tinggi step 15/8 mengakibatkan peningkatan sebesar 3,12 PS dengan persentase perubahan sebesar 71,30% putaran mesin 3000 rpm dibandingkan dengan kondisi standar sebesar 4,38 PS pada putaran mesin 3000 rpm. Hal ini akan membuat tenaga mesin terkoreksi serta mendukung kerja *piggyback fuel controller* atau *fuel adjuster* lebih stabil khususnya di RPM rendah hingga menengah. Dan tentunya berefek positif hingga RPM tinggi. Sesuai dengan latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

1. Pengaruh penggunaan *speedspark open looper* terhadap daya yang dihasilkan pada Yamaha NMAX 155
2. Pengaruh penggunaan *speedspark open looper* terhadap konsumsi bahan bakar pada Yamaha NMAX 155.

Speedsparks Open Looper

Pemakaian *piggyback* semacam *fuel controller* atau *fuel adjuster* misalnya di rentang RPM rendah ini pada mode *Close Loop* menjadi kurang efektif karena ECU akan berusaha mengatur debit bahan bakar berdasarkan masukan dari O2 sensor meski *piggyback* juga berusaha untuk mengkoreksinya.



Gambar 1 Speedspark Open Looper

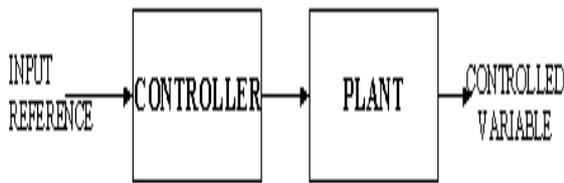
(Sumber: Dokumentasi Penulis)

Untuk menghindari hal ini dan untuk membuat kinerja mesin yang lebih stabil tanpa terpengaruh masukan dari O2 sensor diperlukan sebuah alat yang bisa mengeliminasi O2 sensor sehingga ECU bisa bekerja pada mode *Open Loop*. Alat ini dinamakan sebagai *Speedsparks Open Looper*, karena berfungsi membuat ECU bekerja dalam mode *Open Loop*. Pada alat ini, terdapat potensiometer atau tahanan geser sebagai manipulator.

Pengaturan melalui sebuah potensiometer cukup mudah dengan bantuan obeng min. Perbandingan bahan bakar dan udara bisa diatur irit atau boros. Keakuratan output ditentukan dari kalibrasi secara manual. Akibatnya, akan membuat tenaga mesin terkoreksi serta mendukung kerja *piggyback fuel controller* atau *fuel adjuster* lebih stabil khususnya di RPM rendah hingga menengah tanpa memperhatikan kadar CO yang keluar dari knalpot.

Tabel 1 Perbandingan Kandungan Oksigen Dalam Knalpot

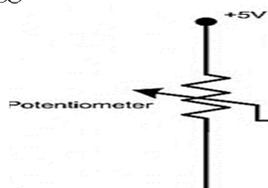
No	Kandungan Oksigen	Output Voltage	Keterangan
1	3 %	0,1 V	Campuran kurus
2	1,5 %	0,45 V	Campuran sedang
3	0,3 %	0,9 V	Campuran kaya



Gambar 2 Skema Sistem Kontrol Open Loop

(Sumber: <https://embeddednesia.com/v1/sistem-kendali-robot-bagian-1>)

Sistem kontrol terbuka *output* nya tidak diperhitungkan ulang oleh kontroler. Tegangan masuk melalui *input* kemudian menuju *controller*. Tegangan diubah-ubah sesuai yang diperlukan seperti pada tabel diatas. Tegangan kemudian diteruskan melalui *output* diteruskan ke ECU untuk diolah datanya. Prinsip kerja *speedspark open looper* yaitu potensiometer pada modul *speedspark open looper* terhubung dengan tegangan baterai yang akan memberikan keluaran tegangan sebesar 0 sampai 5 volt. Keluaran tegangan tersebut digunakan sebagai sebuah variabel dalam program. Untuk memperoleh campuran kurus potensiometer diputar kearah kiri untuk mendapatkan tegangan sebesar 0,1 V. Untuk memperoleh campuran ideal potensiometer diputar kearah kanan tegangan menunjukkan 0,45 V. Untuk memperoleh campuran kaya potensiometer diputar kekanan untuk menghasilkan tegangan 0,9 V. Pada modul *open looper* telah dilengkapi lampu led yang telah dihubungkan dengan potensiometer. Tingkat kecerahan led dapat berubah-ubah karena dapat dikendalikan langsung dari potensiometer dengan tujuan untuk memberikan informasi kepada pengguna.

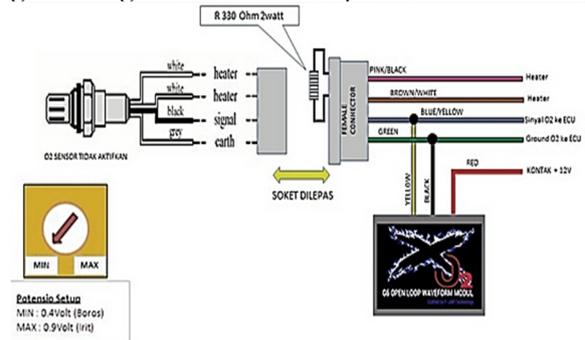


Gambar 3 Diagram Kontruksi Modul Speedspark Open Looper

(Sumber: <http://blog.famosastudio.com/2011/08/tutorial/tutorial-arduino-potentiometers/326>)

Modul *open looper* terhubung dengan tiga terminal, pertama dari kunci kontak 12 V, kedua *ground* O2 ke ECU, dan ketiga sinyal O2 ke ECU. Tegangan dari baterai akan

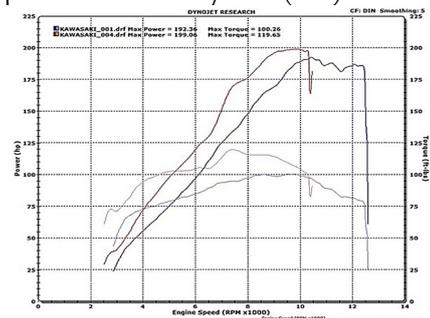
dirubah oleh modul *open looper* dengan mengubah resistansi dari potensiometer sehingga *output* yang akan dikirimkan dari modul open looper sebesar 0,1 V sampai 0,9 V sesuai dengan kebutuhan pengguna. *Output* tegangan tersebut akan dikirimkan ke ECU untuk diolah dan diproses seolah-olah menggantikan peran O2 sensor untuk menginformasikan kandungan oksigen pada gas buang akibat dari hasil pembakaran.



Gambar 4 Wiring kelistrikan modul speedspark open looper

(Sumber: <https://gisikuntung.wordpress.com/2016/02/14/pemasangan-g6-openloop-kawasaki-ninja-250-rr-mono/>)

Daya motor adalah besarnya daya yang dihasilkan oleh mesin setelah melakukan proses pembakaran dalam satuan waktu. Wiratmaja (2010: 20) mengatakan daya adalah hasil dari suatu kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu saat mesin beroperasi. Daya dapat diukur dengan alat yang dinamakan *dynotest*. Satuan daya yang ditetapkan adalah *horsepower* (HP).



Gambar 5 Kurva Daya Mesin

(Sumber: <https://www.medcom.id/otomotif/motor/9K5RZe1N-kawasaki->)

Daya adalah besarnya kerja motor persatuan waktu. (Arends dan Berenschot 1980: 18). Pengukuran daya dan torsi pada poros motor menggunakan *dynamometer*. 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.

Sebuah motor dapat hidup dikarenakan adanya energi panas yang dihasilkan dari pembakaran campuritan bahan bakar dan udara didalam mesin. Jumlah bahan bakar yang diperlukan untuk menghasilkan energi panas tergantung dari efisiensi volume metrik pengisian dan besar volume langkah torak. Konsumsi bahan bakar pada sepeda motor diukur menggunakan tabung ukur. Bahan bakar dialirkan melalui tabung ukur dengan volume yang telah ditentukan dan dilihat berapa lama waktu untuk menghabiskan volume bahan bakar sebanyak 30 ml. Konsumsi bahan bakar dapat dikonversikan dalam kg/jam dengan rumus seperti berikut.

$$F_c = b/t \text{ (Petrovsky, 1979: 63)}$$

Dimana :

F_c = konsumsi bahan bakar (ml/s)

B = volume bahan bakar (ml)

T = lama waktu untuk menghabiskan bahan bakar (s)

METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian merupakan penjelasan mengenai pemilihan rancangan penelitian yang dipilih melalui pendekatan penelitian yang digunakan. (Mukhadis, 2015:151). Berdasarkan topik yang diteliti, metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *True Eksperimental*. *True experimental* adalah metode penelitian yang didesain dengan adanya kelompok kontrol dan cara mengukur perubahan yang terjadi pada kedua kelompok. Pada penelitian ini, metode yang digunakan dalam pengolahan data adalah rancangan secara acak dengan tes akhir dan kelompok kontrol (*the randomized posttest only control group design*). Pada rancangan penelitian ini, terdapat dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Kelompok	Perlakuan	Hasil Pengujian Daya dan Konsumsi Bahan Bakar
Eksperimen	X1	Y1
Kontrol	X2	Y2

Gambar 6 Rancangan Penelitian

Keterangan :

X1 = menggunakan speedspark open looper

X2 = tidak menggunakan speedspark open looper

Y1 = nilai tes daya dan konsumsi bahan bakar yang menggunakan speedspark open looper

Y2 = nilai tes daya dan konsumsi bahan bakar yang tidak menggunakan speedspark open looper

Subjek penelitian yang digunakan adalah *Speedspark Open Looper*, motor Yamaha NMAX 155, pengontrolan rpm pakai tachometer, pengukuran daya menggunakan *dynotest*, pengukuran konsumsi bahan bakar menggunakan buret dan *stopwatch*. Penelitian ini menggunakan teknik analisis data inferensial yakni uji T atau *paired sample t test*. Pengujian ini menerapkan *paired sample t test* dengan taraf signifikan 0,05 dengan menggunakan program *SPSS 20 for Windows*. Dengan teknik analisis data menggunakan uji T, penelitian ini membandingkan antara sepeda motor Yamaha NMAX 155 yang standar (tidak menggunakan *speedspark open looper*) dengan Yamaha NMAX 155 yang menggunakan *speedspark open looper*.

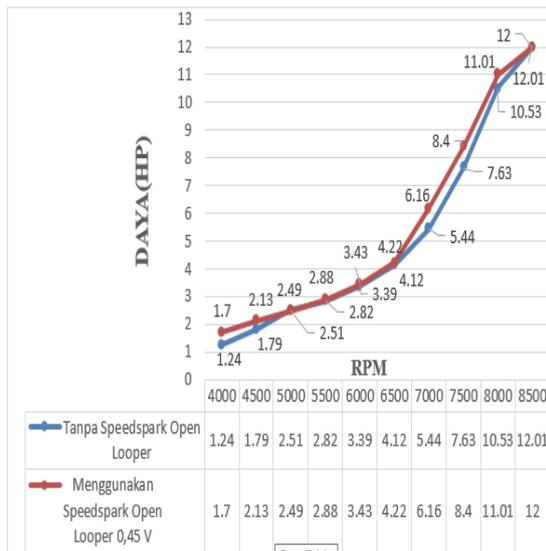
HASIL

Daya

Tabel 2. Daya pada Yamaha NMAX 155cc

Rpm	Pengujian	Daya (HP)			
		Tanpa Speedspark Open Looper	Menggunakan Speedspark Open Looper		
			0,1 V	0,45 V	0,9 V
4000	Rata-rata	1,24	1,56	1,70	1,64
4500	Rata-rata	1,79	2,06	2,13	2,00
5000	Rata-rata	2,51	2,48	2,49	2,38
5500	Rata-rata	2,82	2,81	2,88	2,80
6000	Rata-rata	3,39	3,29	3,43	3,40
6500	Rata-rata	4,12	4,13	4,22	4,31
7000	Rata-rata	5,44	6,05	6,16	6,09
7500	Rata-rata	7,63	8,64	8,40	8,39
8000	Rata-rata	10,53	11,08	11,01	11,03
8500	Rata-rata	12,01	12,02	12,00	12,14

Berdasarkan dari hasil penelitian daya yang dihasilkan oleh sepeda motor Yamaha NMAX yang tidak menggunakan *speedspark open looper* dan yang menggunakan *speedspark open looper*. Ada tiga tahap untuk yang menggunakan *speedspark open looper* yakni output 0,1 V, 0,45V, dan 0,9 V. Hasil penelitian daya mesin dapat dilihat pada gambar diagram rata-rata sebagai berikut.



Gambar 7. Grafik Perbedaan Daya Mesin dengan Output 0,1V (Sumber: Dokumentasi Penulis)

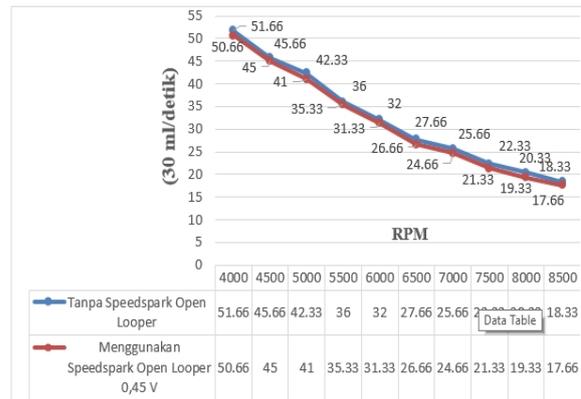
Konsumsi Bahan Bakar

Tabel 3. Konsumsi Bahan Bakar Yamaha NMAX 155

Rpm	Pengujian	Konsumsi bahan bakar (detik/30ml)	
		Tanpa Speedspark Open Looper	Menggunakan Speedspark Open Looper (0,45 v)
4000	Rata-rata	51,66	50,66
4500	Rata-rata	45,66	45
5000	Rata-rata	42,33	41
5500	Rata-rata	36	35,33
6000	Rata-rata	32	31,33
6500	Rata-rata	27,66	26,66
7000	Rata-rata	25,66	24,66
7500	Rata-rata	22,33	21,33
8000	Rata-rata	20,33	19,33
8500	Rata-rata	18,33	17,66

Hasil pengujian menunjukkan emisi gas buang CO antara penggunaan injektor standar dan injektor *racing* terdapat perbedaan, dengan emisi gas buang CO injektor *racing* lebih tinggi daripada injektor standar. Dari hasil rata-rata

pengujian, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik sebagai berikut.



Gambar 8. Grafik Konsumsi Bahan Bakar menggunakan Speedspark Open Looper (Sumber: Dokumentasi Penulis)

PEMBAHASAN

Daya

Berdasarkan gambar 7 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan daya motor yang tidak menggunakan *speedspark open looper* dengan yang menggunakan *speedspark open looper* pada output 0,45V. Pada putaran 4000 rpm, daya yang dihasilkan tanpa menggunakan *speedspark open looper* sebesar 1,24 HP, sedangkan daya yang dihasilkan pada putaran 8500 rpm sebesar 12,01 HP. Hasil pengujian daya motor yang menggunakan *speedspark open looper* pada output 0,45V sebesar 1,70 HP untuk putaran 4000 rpm dan pada putaran 8500, daya yang dihasilkan sebesar 12,00 HP. Peningkatan daya yang signifikan terjadi pada putaran mesin 4000 sampai 4500 rpm dan 6500 rpm sampai dengan 8000 rpm. Untuk peningkatan daya terbesar terjadi pada putaran 7500 rpm sebesar 0,77 HP

Hal ini sesuai dengan teori bahwa, apabila kandungan oksigen dalam gas buang sebesar 1,5% maka O2 sensor akan mengirimkan sinyal berupa tegangan 0,45V ke ECU. Dengan memutar potensiometer kearah kanan, maka *speedspark open looper* akan mengirimkan tegangan ke ECU sebesar 0,45V. Tegangan tersebut dikirimkan secara konstan pada semua putaran mesin sehingga pada rentang rpm bawah, tegangan output dari *speedspark open looper* yang dikirimkan ke ECM stabil, maka debit bahan bakar yang diinjeksikan juga tetap sehingga dengan adanya penambahan debit bahan bakar

menyebabkan ledakan pembakaran yang diterima oleh *piston* semakin besar pula sehingga daya yang dihasilkan juga meningkat. (Solihin, 2017:76). Penggunaan *speedspark open looper* dapat menggantikan fungsi O2 sensor dengan memanipulasi kadar O2 yang dideteksi di *exhaust manifold* dengan seolah-olah telah membaca kadar O2 dengan mengirimkan sinyal output ke ECU sebesar 0,1V sampai dengan 0,9V. Dengan mengatur keluaran secara manual, penyemprotan bahan bakar ke ruang bakar dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penggunaan *speedspark open looper* baik digunakan pada kecepatan sedang di jalan perkotaan dikarenakan dayanya meningkat pada putaran mesin 6500 rpm sampai dengan 8000 rpm.

Konsumsi Bahan Bakar

Dari hasil penelitian pada gambar 8 antara yang tidak menggunakan *speedspark open looper* dengan yang menggunakan *speedspark open looper* terjadi peningkatan konsumsi bahan bakar. Dari grafik konsumsi bahan bakar bisa dilihat bahwa pada putaran mesin 4000 rpm sampai dengan 8500 rpm lama waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan 30 ml bahan bakar semakin cepat. Yamaha NMAX yang tidak menggunakan *speedspark open looper*, waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar 30 ml sebesar 51,66 detik, sedangkan yang menggunakan *speedspark open looper*, waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar sebesar 50,66 detik dengan putaran yang sama yakni 4000 rpm. Pada putaran mesin 8500 rpm, waktu konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan pada motor yang tidak menggunakan *speedspark open looper* dengan volume 30 ml sebesar 18,33 detik, sedangkan dengan putaran mesin 8500 rpm dan volume 30 ml, pada motor yang menggunakan *speedspark open looper* waktu yang diperlukan sebesar 17,66 detik. Pada rentang 4000 – 8500 rpm terjadi perbedaan lama waktu konsumsi bahan bakar sebesar 0,66 –

1,33 detik antara kelompok eksperimen dengan kelompok standar. Hal ini dikarenakan pada kelompok eksperimen telah terjadi penyetabilan penyemprotan debit bahan bakar pada ruang bakar yang diakibatkan dari tegangan *output* oksigen sensor yang dikirimkan ke ECU secara tetap sesuai dengan pengaturan yang telah dilakukan. Dengan penyemprotan bahan bakar yang stabil, menyebabkan konsumsi bahan bakar semakin meningkat jika dibandingkan dengan yang standar. (Syuhada, A, Maksum, H, dan Martias, 2019: 65).

PENUTUP

Kesimpulan

Daya yang dihasilkan pada Yamaha NMAX dengan menggunakan *speedspark open looper* secara keseluruhan memberikan rata-rata presentase peningkatan sebesar 5,5 % daripada yang tidak menggunakan *speedspark open looper* pada putaran mesin 4000 - 8500 rpm. Peningkatan daya tertinggi terjadi pada putaran mesin 7500 rpm yakni sebesar 10,1 % dari kondisi standar.

Konsumsi bahan bakar pada Yamaha NMAX yang menggunakan *speedspark open looper* cenderung meningkat (lebih boros) yang menandakan komposisi bahan bakar dan udara lebih kaya atau terjadi penurunan afr dari dengan rata-rata presentase peningkatan secara keseluruhan sebesar 2,8 % daripada kondisi standar pada putaran mesin 4000 - 8500 rpm.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian penggunaan *speedspark open looper* dapat dijadikan referensi dalam pembuatan penelitian selanjutnya. Bagi masyarakat diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang meningkatkan daya motor tanpa melakukan *bore up* dengan memanipulasi O2 sensor yang dapat meningkatkan daya mesin dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor Yamaha NMAX 155.

DAFTAR RUJUKAN

Arends, BPM dan H.Berenschot. 1980. Motor Bensin. Jakarta :Erlangga.

- Boentarto. 2005. Cara Pemeriksaan, Penyetelan Dan Perawatan Sepeda Motor. Yogyakarta: Andi.
- Daryanto. 2001. Pengetahuan Teknik Sepeda Motor. Bandung: Gramedia.
- Laksono, H. Pengaruh Pengaplikasian Manipulator O₂ Sensor Terhadap Performa Mesin Turbo 4E-FTE. Skripsi. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Mukhadis. 2015. Kiat Menulis Karya Ilmiah. Malang: Adhitya Media Publisher.
- Pertamina. 2006. Spesifikasi Pertamina. (Online), (<https://www.pertamina.com/industri/lfuel/media/24240/pertamax>) diakses 17 Desember 2018.
- Petrovsky, N. 1979. Marine Internal Combustion Engines. Moscow: Mir Publisher.
- Raharjo W. D dan Karnowo.2008. Mesin Konversi Energi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Rane, R.O. 2017. Rancang Bangun Sistem Manipulasi (Piggyback) Pada Kendali Injeksi Sepeda Motor Honda PGM-FI. Semarang: Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Sinaga, Nazarudiin dan Dewangga, Aria. 2012. Pengujian dan Pembuatan Buku Petunjuk Operasi Chassis Dinamometer Tipe Water Brake. Jurnal Teknik. Fakultas Teknik. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Soenarta. Nakoela dan Shoci Furuham. 2002. Motor Serba Guna. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Solihin. 2017. Pengaruh Tegangan Output Sensor O₂ Menggunakan Manipulator O₂ Sensor Terhadap Unjuk Kerja Mesin Sepeda Motor Vario 125 Tahun 2013. Jurnal Teknik. Surabaya: Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Syuhada, A, Maksum, H, dan Martias. 2019. Pengaruh Pembatasan Tegangan Output Sensor O₂ dengan Menggunakan Mikrokontroler terhadap Daya, Torsi, Pemakaian Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Langkah. Jurnal Teknik. Padang : Universitas Negeri Padang.
- Toyota Astra Motor. 1994. Training Manual New Step 2. Jakarta: PT Toyota Astra.
- VEDC Malang. 2007. Modul Dasar Motor. Malang : VEDC Malang.
- Wiratmaja, I Gede. 2010. Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. 4(1).
- Wiratno, Samsudi dan Suwigyo, 2012. Perhitungan daya dan Konsumsi Bahan Bakar Motor Bensin Yamaha LS 100 cc. Jurnal Teknik. Teknik Mesin. Semarang : Universitas Muhammadiyah Semarang.

