

KAJI EKSPERIMENTAL PERUBAHAN AIR FUEL RATIO TERHADAP DAYA DAN TORSI MOTOR OTTO HONDA L15A7

Hengky Wiratama Hartanto^{a,b}, Christian Jauhari^{b,†}, dan Isdaryanto Iskandar^b

^aTunedbyhk, Jl. Beryl Barat 2 no 6, Gading Serpong, Kelapa Dua, Tangerang, 15810, Indonesia

^bProgram Studi Teknik Mesin, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Raya Cisauk, Tangerang, 15345, Indonesia

Abstract—Untuk mendapatkan daya dan torsi maksimum dapat dilakukan dengan melakukan pengaturan Air Fuel Ratio (AFR) menjadi campuran bahan bakar kaya. Pengaturan dilakukan dengan cara mengubah variabel AFR dengan bantuan piggyback yang diletakkan di depan ECM standar untuk memanipulasi sinyal yang dikirim ke aktuator. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mobil Honda jazz GE8 berkode mesin L15A7 diatas mesin dinamometer. Pengaturan Air Fuel Ratio dilakukan dengan variabel 14,7:1, 13,965:1, 13,23:1, 12,495:1, dan 12,201:1. Dari hasil pengujian didapatkan daya dan torsi maksimum pada pengaturan variabel AFR 12,495:1, kenaikan daya sebesar 10,07% dan kenaikan torsi sebesar 8,24% dibandingkan dengan variabel AFR 14,7:1.

Index Terms—ECM, Air Fuel Ratio, Daya, Torsi, Otomotif

I. LATAR BELAKANG

AIR Fuel Ratio (AFR) merupakan perbandingan antara massa dari udara dengan massa dari bahan bakar yang digunakan untuk melakukan proses pembakaran dalam ruang bakar. Secara stokiometri pembakaran sempurna membutuhkan AFR sebesar 14,7:1. Artinya 14,7 gram udara dicampur dengan 1 gram bahan bakar. Apabila AFR > 14,7:1 maka dikatakan campuran bahan bakar miskin, jika < 14,7:1 maka dikatakan campuran bahan bakar kaya. Secara teoritis dengan mengatur AFR menjadi campuran bahan bakar kaya daya dan torsi akan meningkat tetapi jika campuran bahan bakar terlalu kaya maka daya dan torsi akan kembali menurun [1] sehingga AFR menjadi salah satu parameter yang menentukan besarnya daya dan torsi motor otto. Dalam pengujian ini, variabel yang berubah adalah variabel AFR dengan melakukan 5 variasi pada AFR yaitu 14,7:1, 13,965:1, 13,23:1, 12,495:1, dan 12,201:1 dengan tujuan untuk mendapatkan data daya dan torsi yang beragam pada setiap variabel AFR. Dinamometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur prestasi sebuah mesin [2]. Dinamometer terdiri dari suatu rotor yang digerakkan oleh motor yang akan diukur dan berputar dalam medan magnet [3].

II. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan di dalam penelitian yaitu:

[†]Corresponding author: Christian Jauhari (e-mail: christi.201704510010@student.atmajaya.ac.id).

Manuscript received February 9, 2020; revised March 14, 2020.

- [1] Piggyback digunakan untuk memanipulasi sinyal yang dikirim ECM menuju aktuator dengan 5 variabel AFR yang berbeda.
- [2] Dinamometer digunakan untuk mengukur besarnya daya dan torsi yang dihasilkan motor otto dari 5 variabel AFR yang berbeda.

TABLE I
SPESIFIKASI DINAMOMETER *Dynapack 4000* [4]

Model	4000
Use	2WD
Rated HP	1100
Rated KW	800
Rated Lb/ft	3000
Rated Nm	4000
Max hub RPM	2450
Total weight – Kg	890
Total weight – Lb	1962
Pod weight – Kg	300
Pod weight – Lb	880
Max load per pod – Kg	1500
Max load per pod – Lb	1360

III. HASIL

A. Hasil Pengujian AFR 14,7:1, 13,965:1, 13,23:1, 12,495:1, dan 12,201:1

Dari hasil pengujian AFR 14,7:1, 13,965:1, 13,23:1, 12,495:1, dan 12,201:1 dengan menggunakan alat ukur dinamometer, didapatkan grafik daya terhadap putaran motor dengan variabel AFR 14,7:1, 13,965:1, 13,23:1, 12,495:1, dan 12,201:1, seperti ditunjukkan oleh Gambar 1 dan grafik torsi terhadap putaran motor dengan variabel AFR 14,7:1, 13,965:1, 13,23:1, 12,495:1, dan 12,201:1, seperti ditunjukkan oleh Gambar 2.

Secara teoritis untuk mendapatkan daya dan torsi yang lebih besar dapat dilakukan dengan mengatur AFR menjadi campuran kaya bahan bakar. Seharusnya pengaturan variabel AFR 12,201:1 menghasilkan daya yang lebih besar daripada pengaturan variabel AFR 12,495:1, karena bahan bakar yang masuk lebih banyak dan potensi untuk menghasilkan total

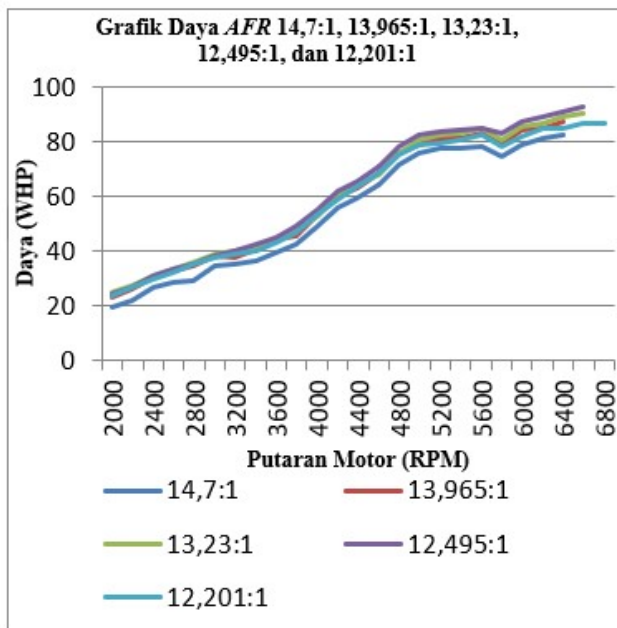


Fig. 1. Grafik Daya Terhadap Putaran Motor dengan Variabel AFR 14,7:1, 13,965:1, 13,23:1, 12,495:1, dan 12,201:1

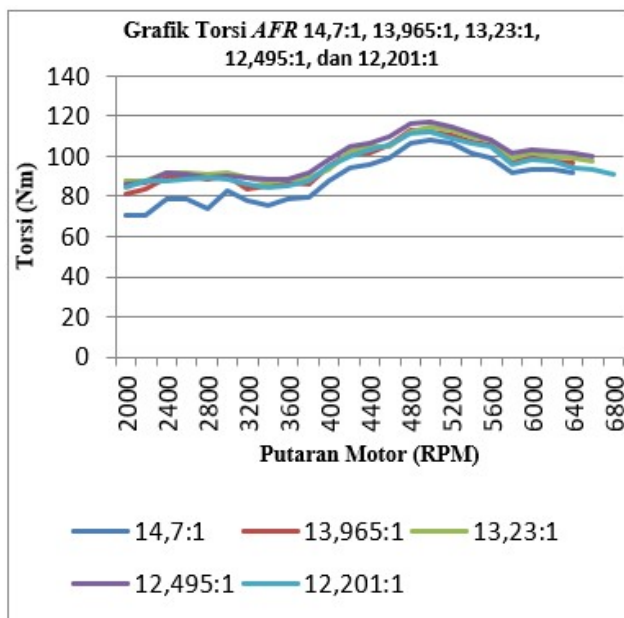


Fig. 2. Grafik Torsi Terhadap Putaran Motor dengan Variabel AFR 14,7:1, 13,965:1, 13,23:1, 12,495:1, dan 12,201:1

kalor pembakaran lebih besar. Tetapi pada percobaan yang dilakukan dan data yang didapat dengan pengaturan variabel AFR menjadi 12,201:1 terjadi penurunan daya dan torsi yang berarti nilai kalor hasil pembakaran pada variabel AFR 12,201:1 lebih kecil dibandingkan variabel AFR 12,495:1. Pada variabel AFR 12,201:1 penurunan daya dan torsi dapat disebabkan oleh massa bahan bakar yang masuk ke ruang bakar terlalu banyak sehingga bahan bakar yang masuk tidak dapat diserap seluruhnya dan terdapat kemungkinan ada bahan bakar yang tidak terbakar sehingga menghasilkan total kalor

pembakaran yang lebih kecil dalam satu siklus pembakaran. Maka, jika melakukan pengaturan AFR terlalu kaya akan mengakibatkan daya dan torsi yang akan kembali menurun secara signifikan.

Pada Gambar 1 dan 2 terdapat *Overlap* kurva yang terjadi pada daya dan torsi dengan pengaturan variabel AFR 13,965:1, 13,23:1 dan 12,495:1 di beberapa titik RPM. Fenomena tersebut terjadi karena untuk melakukan pengaturan variabel AFR dengan target AFR yang berbeda dilakukan pada *Main Fuel Map*, tetapi *Main Fuel Map* juga dipengaruhi oleh *input* sensor suhu udara *Intake* dan sensor suhu air radiator. Kedua sensor tersebut yang selalu memberikan koreksi kepada *ECM* untuk mengoreksi waktu pengapian dan *Main Fuel Map* terhadap suhu udara *Intake* dan suhu *air radiator* untuk mencegah terjadinya kerusakan komponen mesin, pada percobaan ini kemungkinan koreksi yang terjadi ada pada waktu pengapian yang secara otomatis dimundurkan oleh *ECM*, karena untuk *Main Fuel Map* sudah dilakukan pengaturan untuk mendapatkan target AFR yang dibutuhkan dan hasil akhir pembacaan AFR sesuai dengan target yang di atur pada *Main Fuel Map*. Pemuatan logam, suhu logam, suhu oli mesin, suhu oli transmisi juga merupakan parameter yang dapat memberikan hasil yang berbeda meskipun tidak terukur oleh sensor dan tidak memberikan koreksi kepada *ECM* tetapi memberi hasil yang berbeda pada percobaan ini. Untuk menghindari kemungkinan koreksi tersebut terjadi, pada setiap pengambilan data untuk setiap variabel AFR sudah diberi jarak 20 menit untuk menurunkan suhu namun koreksi tersebut tetap terjadi.

B. Hasil Pembacaan AFR 14,7:1, 13,965:1, 13,23:1, 12,495:1, dan 12,201:1

Dari hasil pengukuran variabel AFR 14,7:1, 13,965:1, 13,23:1, 12,495:1, dan 12,201:1 dengan menggunakan alat ukur sensor *Wideband* dan *Pro Lambda Meter Module*, didapatkan grafik pembacaan nilai lambda terhadap putaran motor dengan pengaturan lambda 1 (AFR 14,7:1), 0,95 (AFR 13,965:1), 0,90 (AFR 13,23:1), 0,85 (AFR 12,495:1), dan 0,83 (AFR 12,201:1) seperti ditunjukkan oleh Gambar 3.

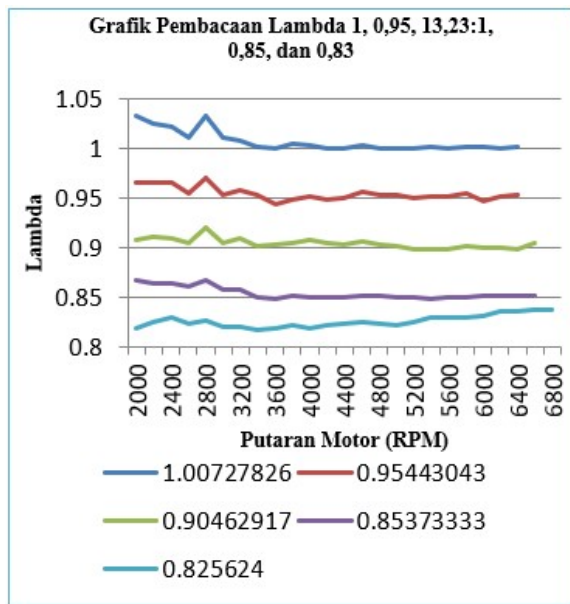


Fig. 3. Grafik Pembacaan nilai Lambda Terhadap Putaran Motor dengan Variabel Lambda 1, 0,95, 0,90, 0,85, 0,83

Dari Gambar 3 menunjukkan pada hasil pembacaan disemua variabel AFR terdapat loncatan hasil pembacaan yang terjadi terutama pada variabel AFR 14,7:1, 13,965:1, 13,23:1 di putaran motor dibawah 3000 RPM. Hal tersebut terjadi karena proses pengambilan data daya dan torsi dengan dinamometer dilakukan kalibrasi putaran motor yang terjadi di mesin dengan pembacaan putaran motor yang terjadi di dinamometer pada 1500 RPM dengan cara menjaga putaran motor yang terjadi di mesin konstan pada 1500 RPM kemudian setelah dilakukan kalibrasi secara langsung dilakukan kondisi *Wide Open Throttle* yang berarti pada kondisi ini ada pada keadaan skep pada *throttle body* terbuka penuh secara tiba-tiba dan berakselerasi, pada kondisi tersebut kemungkinan terjadi keterlambatan respons yang di kirimkan ECM kepada injektor untuk mensuplai bahan bakar sesuai dengan target AFR yang di atur sehingga pada putaran motor di bawah 3000 RPM hasil akhir pembacaan nilai AFR tidak sesuai dengan yang di atur pada *Main Fuel Map*. Kemungkinan lain yang menyebabkan terjadinya loncatan pembacaan nilai akhir AFR karena alat yang digunakan untuk mengatur *Main Fuel Map* yang berarti pada percobaan ini adalah *Piggyback Dastek* memiliki keterbatasan yang hanya bisa mengatur *Main Fuel Map* dengan putaran motor kelipatan 400 RPM seperti pada gambar 4.

	500	800	1000	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4400	4800	5200	5600	6000	6400	6800	7200
FT	0	0	0	3.12	4.69	4.3	4.69	5.08	6.25	7.42	7.81	8.98	9.38	9.38	9.38	9.38	9.77	9.77	10.16

Fig. 4. Setting Software Pengaturan *Piggyback Dastek*

Pada percobaan ini pengaturan variabel AFR pertama di atur pada putaran motor 1200 RPM kemudian selanjutnya di atur pada putaran motor 1600 RPM dan seterusnya hingga

putaran motor 7200 RPM dengan kelipatan putaran motor 400 RPM, sehingga pada titik putaran motor yang tidak bisa di atur seperti pada putaran motor 1300 RPM sampai 1500 RPM ECM melakukan interpolasi target AFR sehingga terjadi kemungkinan pembacaan hasil akhir AFR tidak sesuai dengan yang di atur.

C. Hasil Pengujian AFR 14,7:1 dan AFR 12,495:1

Dari hasil pengujian AFR 14,7:1 yang berarti rasio campuran udara dengan bahan bakar sebesar 14,7:1 dan AFR 12,495:1 yang berarti rasio campuran udara dengan bahan bakar sebesar 12,495:1 dengan menggunakan dinamometer, didapatkan grafik daya terhadap putaran motor dengan variabel AFR 14,7:1 dan 12,495:1, seperti ditunjukkan oleh Gambar 5 dan grafik torsi terhadap putaran motor dengan variabel AFR 14,7:1 dan 12,495:1, seperti ditunjukkan oleh Gambar 6

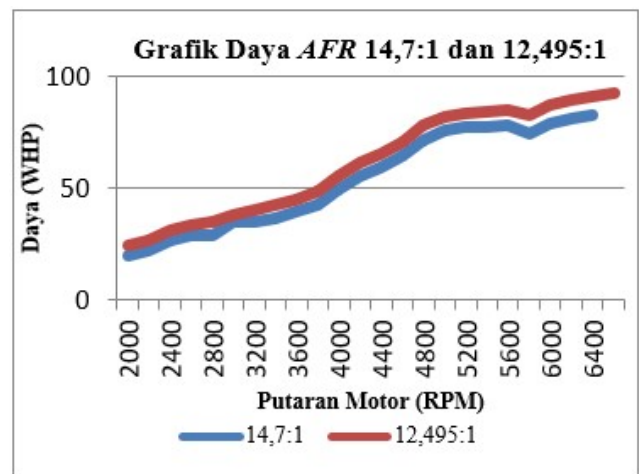


Fig. 5. Grafik Daya Terhadap Putaran Motor dengan Variabel AFR 14,7:1 dan 12,495:1

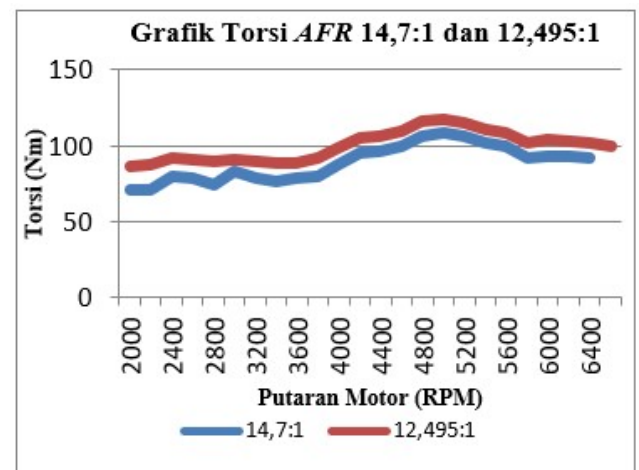


Fig. 6. Grafik Torsi Terhadap Putaran Motor dengan Variabel AFR 14,7:1 dan 12,495:1

Dari Gambar 5 menunjukkan pada variabel AFR 12,495:1 menghasilkan daya sebesar 89,26 WHP di putaran 6200 RPM dengan pembacaan nilai AFR 12,495:110 sedangkan pada

variabel AFR 14,7:1 menghasilkan 81,09 WHP di putaran motor 6200 RPM dengan pembacaan nilai AFR 14,7:1,0001. Pengaturan variabel AFR menjadi 12,495:1 menghasilkan kenaikan daya sebesar 8,17 WHP atau meningkat 10,07%. Dari Gambar 6 menunjukkan pada variabel AFR 12,495:1 menghasilkan torsi sebesar 117,12 Nm di putaran 5000 RPM dengan pembacaan nilai AFR 12,495:104 sedangkan pada variabel AFR 14,7:1 menghasilkan 108,21 Nm di putaran 5000 RPM dengan pembacaan nilai AFR 14,7:1,0004. Pengaturan variabel AFR menjadi 12,495:1 menghasilkan kenaikan torsi sebesar 8,91 Nm atau meningkat 8,24%.

Secara teoritis variabel AFR 14,7:1 lebih optimal karena pada variabel AFR 14,7:1 didapat stoikiometri proses pembakaran yang sempurna, Sedangkan dengan mengatur variabel AFR menjadi 12,495:1 secara teoritis membuat proses pembakaran menjadi tidak sempurna. Tetapi pada percobaan yang dilakukan dan data yang didapat dengan pengaturan variabel AFR menjadi 12,495:1 terjadi peningkatan daya dan torsi sehingga dengan demikian nilai kalor hasil pembakaran pada AFR 12,495:1 lebih besar dibandingkan AFR 14,7:1. Pada variabel AFR 12,495:1 peningkatan daya dan torsi dapat disebabkan oleh massa bahan bakar yang masuk ke ruang bakar lebih banyak dibandingkan pada variabel AFR 14,7:1 dengan massa udara yang relatif sama sehingga dengan massa bahan bakar yang lebih besar membuat jumlah kalor bahan bakar yang masuk ke ruang bakar lebih banyak sehingga berpotensi menghasilkan total kalor pembakaran yang lebih tinggi dalam satu siklus pembakaran. Maka, untuk mendapatkan daya dan torsi yang lebih besar dapat dilakukan dengan mengatur AFR menjadi campuran kaya tanpa memikirkan konsumsi bahan bakar meskipun pembakaran yang terjadi menjadi tidak sempurna secara stoikiometri.

Pada gambar 6 dapat dilihat kurva torsi pada mesin Honda L15A7 memiliki kurva torsi yang cenderung mendatar tidak seperti kurva torsi pada umumnya yang berbentuk kurva parabolik seperti pada gambar 7.

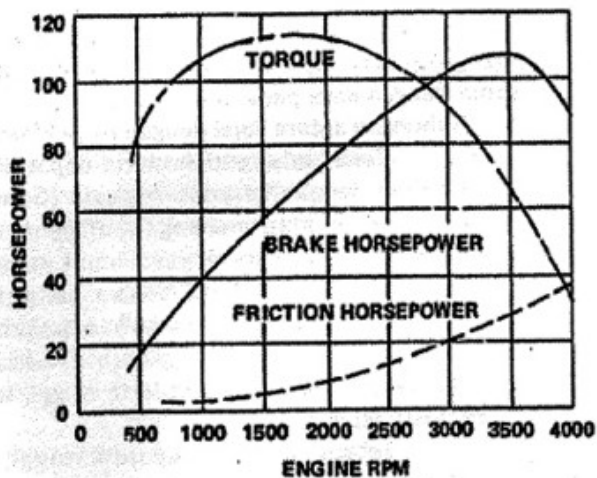


Fig. 7. Grafik Daya dan Torsi Terhadap Putaran Motor [5]

Jenis kurva yang mendatar seperti pada mesin Honda L15A7 merupakan suatu kemajuan teknologi dan pembaharuan desain mesin yang disebabkan oleh *Intake Manifold* dan desain kepala

silinder yang diterapkan pada mesin Honda L15A7. Pada *Intake Manifold* mesin Honda L15A7 menerapkan teknologi *Torque Boost Resonator* seperti pada gambar 8.

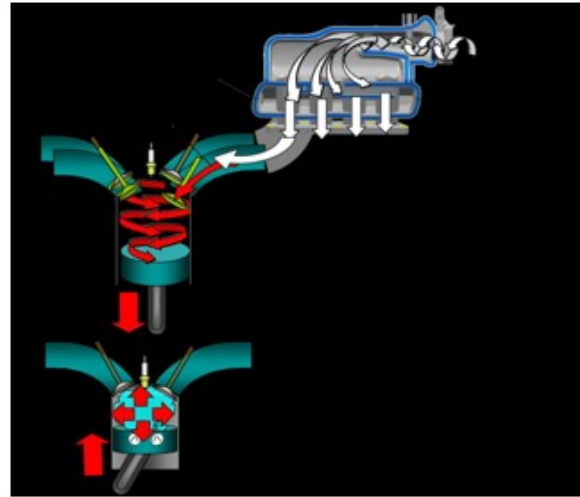


Fig. 8. Teknologi *Torque Boost Resonator* [6]

Teknologi ini mengubah aliran udara yang terhisap pada langkah hisap menjadi udara bertekanan dan berkecepatan tinggi [6]. Aliran udara berkecepatan tinggi itu menghasilkan gerakan udara berputar seperti efek angin tornado. Efek tersebut menghasilkan tekanan tinggi pada langkah kompresi untuk memberikan torsi yang lebih merata di setiap putaran mesin [6]. Pada saluran gas buang mesin Honda L15A7 menerapkan desain saluran gas buang pada kepala silinder sudah terintegrasi menjadi satu untuk ke empat silinder, desain saluran gas buang yang sudah terintegrasi membuat efek *scavenging* dari kerja mesin pada setiap putaran motor menjadi optimum. *Scavenging* ialah proses dimana terjadi pantulan dari gelombang tekanan (*Pressure Wave*) yang menghasilkan efek kevakuman tepat dimulut klep *Exhaust* pada saat klep *Intake* sedang terbuka saat *Overlapping* yang terjadi pada proses siklus pengisapan selanjutnya [7]. Sehingga kemajuan teknologi pada sisi *Intake Manifold* dan pembaharuan desain pada saluran gas buang membuat karakter torsi yang dihasilkan dari mesin Honda L15A7 merata pada setiap putaran motor dan memiliki kurva torsi yang cenderung rata.

IV. SIMPULAN

Dari hasil percobaan dan analisis maka dapat disimpulkan bahwa daya dan torsi maksimum ada pada variabel AFR 0,85 dengan kenaikan daya sebesar 8,17 WHP dan kenaikan torsi sebesar 8,91 Nm dan Mengatur AFR menjadi campuran bahan bakar kaya dapat dilakukan untuk mendapatkan daya dan torsi yang lebih besar tanpa melakukan modifikasi apapun meskipun secara stoikiometri pembakaran menjadi tidak sempurna.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susantya, R., (2007): **Perancangan Sistem Pengaturan Perbandingan Udara Bahan Bakar (*Air Fuel Ratio*) Pada Mesin Pengapian Busi (*Spark Ignition Engine*)**

Menggunakan Metode *Fuzzy*, Journal of Electrical and Electronics E.

- [2] Sinaga, N. dan Dewangga, A., (2012): **Pengujian dan Pembuatan Buku Petunjuk Operasi *Chassis Dinamometer Tipe Water Brake***, ROTASI Jurnal Teknik Mesin, Vol. 14, No. 3, Juli 2012: 8-12, Semarang.
- [3] Kristanto, P., (2015): **Motor Bakar Torak**. Yogyakarta : Andi.
- [4] Dynapack, (2019): ***Model Range***, <http://www.dynapackusa.com/specs.htm>, diakses 20 Agustus 2019.
- [5] Arismunandar, W., (2002): **Penggerak Motor Bakar Torak**, Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [6] honda-indonesia.com., (2017): ***Torque Boost Resonator Technology***, [online] www.honda-indonesia.com. Diambil dari: <https://www.honda-indonesia.com/honda/technology/torque-boost-resonator/Nzg5> [Diakses 15 April 2019].