e-ISSN : 2621-5934
p-ISSN : 2621-7112

SUBMISSION 27

Analisis Performa Mesin Electronic Fuel Injection Dengan Sequential Multiport Fuel Injection Pada Low Cost Green Car 1000cc

Abdul Rahman[1], dan Setiyono[1]

[1]Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, 12640, Jakarta, Indonesia

Abstrak. Pertimbangan berkendara adalah keamanan, kenyamanan dan tenaga traksi yang dahsyat saat dikemudikan, dengan pemakaian bahan bakar yang rendah sebagai moda yang tepat untuk lalu lintas di kota. Kendaraan yang berteknologi ramah lingkungan,mampu menghasilkan emisi gas buang sesuai standar Euro 2. Inovasi teknologi menggunakan Gasoline Direct Injection. Merujuk kepada gambaran data pembanding, performance dari kinerja yang terlihat lebih tinggi dibanding Multi Point Injection untuk tiap tingkat putaran.

Kata Kunci-Kinerja, Mesin injeksi langsung

I. PENDAHULUAN

Dalam pertumbuhan Industri Nasional, industri kendaraan bermotor merupakan salah satu bidang yang diprioritaskan untuk dikembangkan. Kementerian Perindustrian telah menerbitkan peraturan mengenai mobil dengan harga terjangkau, rendah emisi dan hemat bahan bakar. Para Agen Tunggal Pemegang Merek (ATPM) yang beroperasi di Indonesia, siap untuk mengembangkan dan memproduksi kendaraan yang berteknologi ramah lingkungan. Memproduksi kendaraan yang memiliki nilai lebih bagi lingkungan hidup,adalah kendaraan yang dapat menghasilkan gas buang yang baik atau berstandar Euro 2 yang tidak membahayakan bagi manusia dan lingkungan. [2]. Catalytic Converter mutlak digunakan untuk memenuhi standar teknologi otomotif dijaman sekarang. Teknologi masa kini yang ramah lingkungan harus dapat meredam emisi gas buang dan menggunakan teknologi system bahan bakar injeksi. Faktor mesin dan jenis bahan bakar adalah dua faktor yang menyebabkan kendaraan menghasilkan gas buang yang buruk. Di Indonesia sudah terdapat beberapa jenis bahan bakar cair buatan Pertamina,untuk mengatasi masalah bahan bakar kendaraan bermotor.

1.1 Teknologi Otomotif

Bahan bakar minyak sangat dibutuhkan para konsumen seiring dengan pesatnya perkembangan kendaraan roda empat. Perubahan teknologi sangat penting untuk dikuasai dan dikembangkan. Perkembangan teknologi yang pesat membutuhkan Sumber Daya Manusia yang mampu menguasai dan mengembangkan (melebarkan) Teknologi Otomotif , maka dengan perkembangan Ilmu dan Teknologi meningkatkan kualitas maupun kuantitas dari produk teknolgi. [1]. Tehnik Otomotif adalah cabang Ilmu Tehnik Mesin yang salah satunya mempelajari tentang cara merancang,membuat dan mengembangkan alat-alat Transportasi darat yang menggunakan mesin terutama Truck, bis, mobil dan sepeda motor, Tehnik Otomotif menggabungkan elemen - elemen pengetahuan mekanika, listrik, elektronik dan lain-lain.

Cabang-cabang dari teknik otomotif meliputi :

- Perencanaan (product atau design)
- Pengembangan (development)
- Produksi (manufacturing)
- Perawatan (maintenance)

1.2 Kajian Umum Motor Bakar Torak

Proses pembakaran yang berlangsung didalam motor bakar pada umumnya dikenal dengan nama motor bakar torak. Sehingga gas pembakaran yang terjadi, sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja.Terdapat beberapa silinder yang digunakan pada motor bakar torak, didalamnya terdapat torak yang bergerak bolak-balik. Pembakaran bahan bakar terjadi didalam silinder,bolak-balik torak menyebabkan gerak putar pada poros engkol. [3].

1.3 Teknologi SFI (Sequential multi port Fuel Injection)

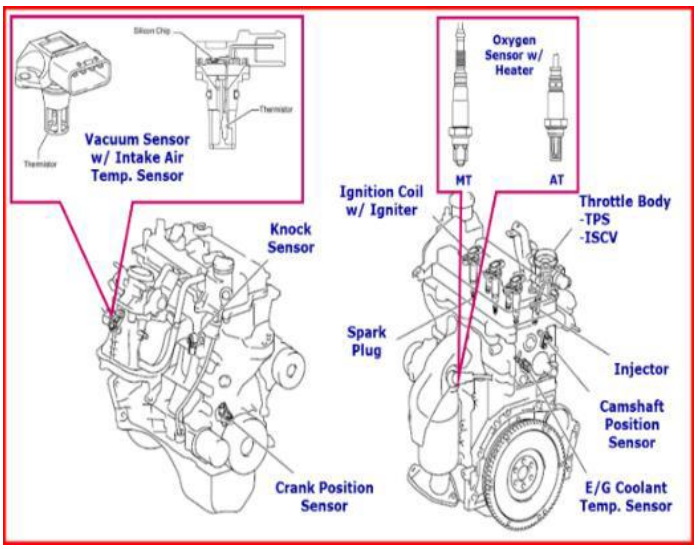
Sistem SFI tipe-D, mengkalkulasi volume udara masuk berdasarkan signal tekanan intake manifold yang diterima dari vacuum sensor dan engine speed. Sistem injeksi Independent, yang mana bahan bakar diinjeksikan sekali ke setiap cylinder dalam dua putaran crankshaft. [4]. Format Injeksi bahan bakar :

1. Synchronous injection, terjadi dengan waktu yang sama sesuai dengan durasi injeksi dasar dan koreksi tambahan berdasarkan sinyal yang diberikan oleh sensor[5]
2. Non Synchronous injection, terjadi pada saat permintaan injeksi berdasarkan sinyal yang diberikan oleh sensor terdeteksi,tidak tergantung dari posisi crankshaft. [6]. Pengurutan penembakan injeksi ke mesin sangatlah akurat dan selalu memenuhi kebutuhan.regulator port fuel injection. Bagaimanapun juga, pengurutan tersebut sangatlah penting dan bernilai tinggi untuk bentuk dan pembuatan. Dalam sistem ini perhitungan dan penekanan injektor dengan sendirinya, kebanyakan seperti busi yang urutan. operasi penembakannya ke mesin. Sistem ini sering disebut Sequential Fuel Injection atau SFI. [7].

[1] Corresponding author: rahmanangeli@gmail.com

e-ISSN : 2621-5934
p-ISSN : 2621-7112

Keuntungan utama dalam penggunaan sistem injeksi adalah sangat sederhananya throttle body yang hanya berisi bahan bakar pada intake manifold dan udara pada mesin, bukan terdiri atas campuran udara dan bahan bakar. Ini memungkinkan desain mesin untuk mengacu pada desain lama. Penyesuaian pada intake manifold sebagai bagian yang [8]terpenting untuk membantu mesin menghasilkan torsi pada kecepatan rendah.



Gambar 1. Engine SFI (Sequential Fuel Injection) [8]

1.4 Parameter Perhitungan Kinerja Engine SFI (Sequential multi port Fuel Injection)

Dengan menggunakan metode interpolasi maka didapat torsi (T) dari daya efektif (Ne) untuk tiap putaran tertentu yang dicari dengan persamaan :

Ne = (T x n)/716,2 (kW)

T = (Ne x 716,2)/n (N.m)

1.5 Parameter Tekanan Efektif Rata-Rata Motor (Pe)

Tekanan Efektif Rata-rata Motor (Pe) terjadi didalam silinder dimana tekanan ini merupakan tekanan yang dapat mendorong torak sepanjang langkahnya untuk mendapatkan usaha per-siklus. Tekanan efektif motor dapat diperoleh dengan menggunakan rumus: [1]

$Pe = (T \times 2\pi \times 100) / (V_L \times Z \times A)$ (kg/cm2)

Dimana :

Pe = Tekanan efektif rata-rata motor (kg/cm^2)

T = Momen putar (kg.cm)

VL = Volume Langkah (cm^3)

Z = Jumlah silinder

n = Putaran motor (rpm)

a = Siklus perputaran bernilai 0,5 untuk motor 4 langkah

1.6 Parameter Penggunaan Bahan Bakar

Untuk mencari perhitungan pemakaian bahan bakar (Gf) dapat menggunakan persamaan : [12]

$$Gf = \frac{Ne \times 632}{\eta_{th} \times Qc} \quad (kg/jam)$$

Dimana :

Ne = Daya efektif, (kW)

Qc = Nilai kalor bawah bahan bakar, besarnya 10580 kkal/kg

Gf = Pemakaian bahan bakar, (kg/jam)

ηth = Efesiensi termis

r = Perbandingan kompresi

$\eta_{th} = \frac{Ne}{Gf \times Npb} \times 632 \times 100\%$ $\eta_{th} = \frac{Q1-Q2}{Q1}$

atau $\eta_{th} = 1 - \left(\frac{1}{r}\right)^{k-1}$

Dimana :

Ne = Daya efektif motor (kW)

Npb = Nilai kalor bahan bakar (kkal/jam)

Nilai kalor bahan bakar (kkal/jam) premium = 10580 kkal/jam

Setelah nilai Gf diketahui, maka nilai pemakaian bahan bakar spesifik dapat dicari dengan menggunakan rumus

$$Be = \frac{Gf}{Ne} \quad (kg/Ps\ jam)$$

1.7 Parameter Efisiensi Volumetris (ηvol)

$$\eta_{vol} = \frac{BM}{BM'} \times 100\%$$

Dimana :
ηVol = Efisiensi volumertris (%)
BM = Berat campuran gas yang dapat masuk ke dalam silinder
BM' = Berat campuran gas yang seharusnya masuk ke dalam silinder Pada motor 4-langkah perbandingan antara jumlah udara masuk yang sebenarnya terhadap yang ideal dinamai efisiensi volumetrik (ηv), yang dapat juga dicari dengan persamaan: [1]

ηVol = Gai / Ga

Gai = VL × γai × z × n × 0,5 × 60

Dimana :

VL=Volume langkah torak per silinder, m^3

z = Jumlah silinder

n = Putaran poros engkol, rpm

γai = Berat jenis udara pada kondisi masuk, kg/cm^3 γai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

P. V = G . R . T [9]

$$P = \frac{G}{V} \times R \times T$$

$$= \gamma_{ai} \times R \times T$$

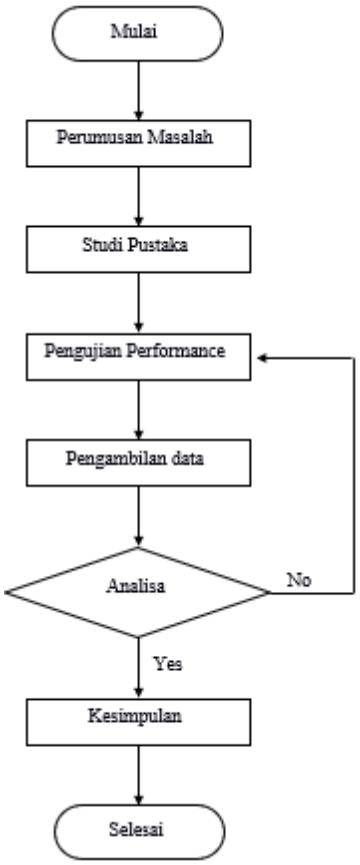
$$\gamma_{ai} = \frac{P}{R \times T}$$

Dengan cara yang sama, maka akan didapat juga Gai untuk tiap tingkat putaran. Setelah Gai didapat maka Ga dari persamaan : [12]

$$F = \frac{Gf}{Ga}$$

f = perbandingan bahan bakar dan udara = 0,0662

II. Metodologi Penelitian



Gambar 2. Metodologi Penelitian

2.1 Perumusan Masalah :

1. Apakah sistem injeksi SFI (Sequential multi port Fuel Injection) lebih baik dibandingkan dengan sistem injeksi EFI (Electronic Fuel Injection) pada mesin tiga silinder 1000cc?
2. Berapa peningkatan performance (daya, torsi dan komsumsi bahan bakar) dari sistem injeksi SFI (Sequential multi port Fuel Injection) dibandingkan dengan sistem injeksi EFI (Electronic Fuel Injection) pada mesin tiga silinder 1000cc ?

2.2 Studi Pustaka

Adalah kegiatan untuk.menghimpun informasi yang relevan dengan topik atau masalah yang menjadi.obyek penelitian. Informasi tersebut, dapat diperoleh dari buku-buku, karya ilmiah, tesis, disertasi, ensiklopedia, internet, dan sumber-sumber lain.

2.3. Pengujian Performance

Mendapatkan data-data yang dibutuhkan untuk keperluan penelitian ini .Data utama yang diambil adalah Daya pada mesin bensin 1000cc jenis injeksi EFI dan SFI.

2.4. Pengambilan data

Mencari data yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data adalah bahan keterangan berupa himpunan fakta, angka, huruf, grafik, tabel, lambang, objek, kondisi. Data merupakan bahan. baku informasi.

2.5. Analisa

Data yang sudah didapat dari mesin injeksi SFI dan EFI kemudian di analisa untuk mendapatkan hasil yang mendekati tujuan dari penelitian ini.

2.6. Kesimpulan

Hasil yang didapatkan dari penelitian performa injeksi SFI dan injeksi EFI, dapat disimpulkan untuk daya , torsi dan penggunaan bahan bakar mana yang lebih baik dihasilkan dari kedua mesin injeksi tersebut.

Tabel 2.1 Data Pembanding

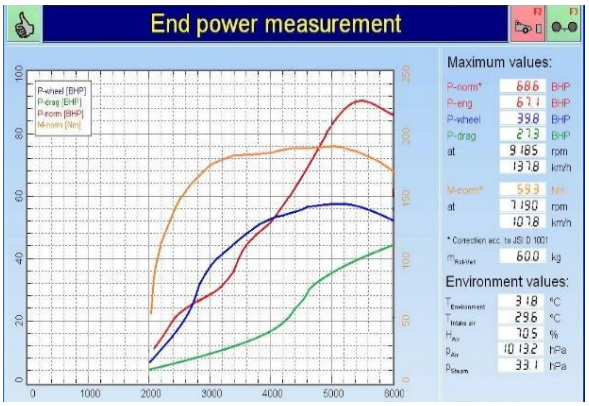
Data		AYLA SFI 1000 CC	XENIA EFI 1000 CC
Total Displacement	dm^3	998	989
Cylinder Bore x Stroke	mm	71 x 84	72 x 81
Combustion Chamber Shape		*Pent Roof*	*Pent Roof*
Compression Ratio		10	10
Valve Mechanism		12 Valve DOHC , Chain Drive	12 Valve DOHC , Belt Drive
Fuel Used		Ron 88 or Higher	Ron88 or Higher
Maximum Output	k.W/rpm	65/6000	43/6000
Maximum Torque	N.m/rpm	87/3600	91/4200
Fuel System		SFI *(Sequential multi port Fuel Injection)*	EFI *(Eletronic Fuel Injection)*
Ignition System	Power Distribution Method	Full Transistorized DLI	Full Transistorized DLI
	Ignition Timing Control	(3 Ignition Coil / 3 Silinder)	(3 Ignition Coil / 3 Silinder)
Injector		Tipe 4-Lubang	Tipe 4-Lubang
Idle Control		ISCV	ISC
Lash Adjuster		valve lifter tanpa shim	Tipe Outer Shim
Engine Oil API. SL higher	Full Capacity	2,6	2,6
	Oil Filter	0,7	0,7
	Oil Cooler	-	-

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian

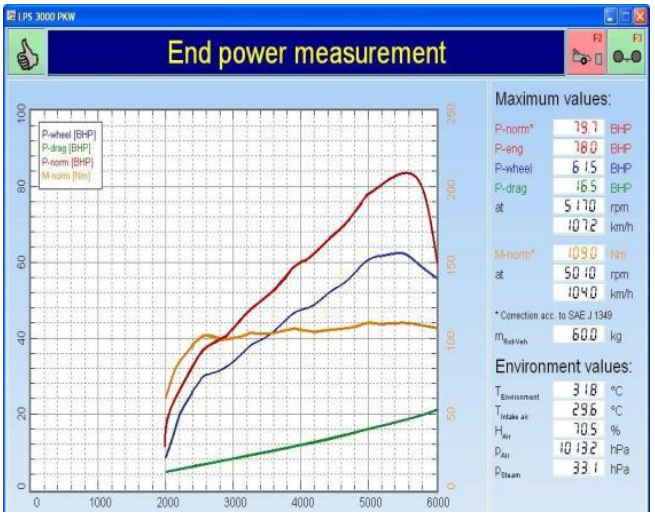
Dari hasil pengujian dari alat Dynotest maka didapat hasil seperti pada gambar dibawah ini yaitu:

a. Hasil pengujian pada sistem injeksi SFI (Sequential multi port Fuel Injection)



Gambar 3. Hasil pengujian Dyno test pada engine SFI 1000 cc

b. Hasil pengujian pada sistem injeksi EFI (Electronic Fuel Injection)\



Gambar 4. Hasil pengujian Dyno test pada engine EFI 1000 cc

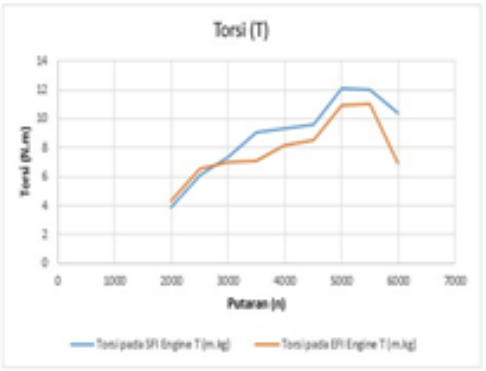
Tabel 3.1 Daya output pada tiap tingkat putaran

n (rpm)	**Daya output pada SFI Engine**	**Daya output pada EFI Engine**
	k.W	**k.W**
2000	10,82	12,09
2500	22,46	22,79
3000	30,84	29,41
3500	44,29	34,95
4000	50,31	45,59
4500	60,35	53,64
5000	84,48	76,44
5500	92,53	84,48
6000	87,19	57,54

Tabel 3.2 Perhitungan torsi pada tingkat putaran tertentu

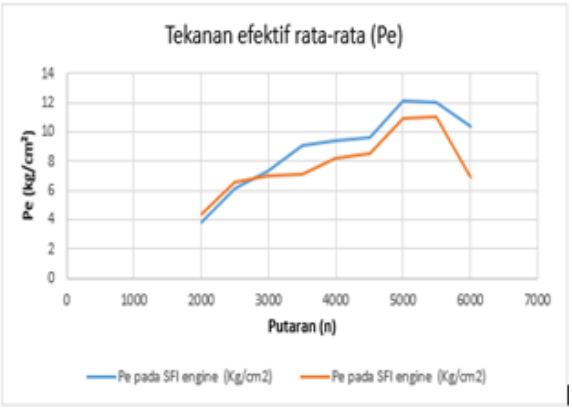
n **(rpm)**	**Torsi pada SFI Engine** T **(N.m)**	**Torsi pada EFI Engine** T **(N.m)**
2000	3,9388	4,3223
2500	6,3479	6,5289
3000	7,4625	7,0426
3500	9,0548	7,1354
4000	9,3625	8,1629
4500	9,6050	8,5371
5000	12,3009	10,9493
5500	12,0491	11,0008
6000	10,2052	6,8827

3.2 Hasil Gambaran Melalui Grafik



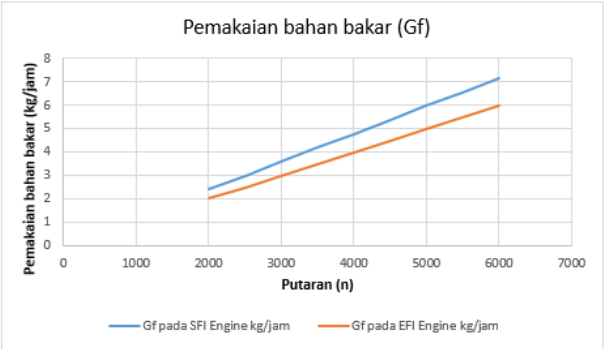
Gambar 5. Grafik Perbandingan torsi pada tiap tingkat putaran

Pada Gambar 5 di atas memberikan gambaran tentang torsi maksimum yang dapat dicapai pada SFI engine terjadi pada putaran yang lebih tinggi dibanding EFI engine. Dari gambaran grafik perbandingan torsi ini dapat dilihat torsi maksimum pada engine SFI sebesar 12,1009 N.m pada putaran 5000 rpm, data ini didukung dari hasil perhitungan daya pada kedua engine,dimana engine SFI mempunyai daya yang lebih baik.



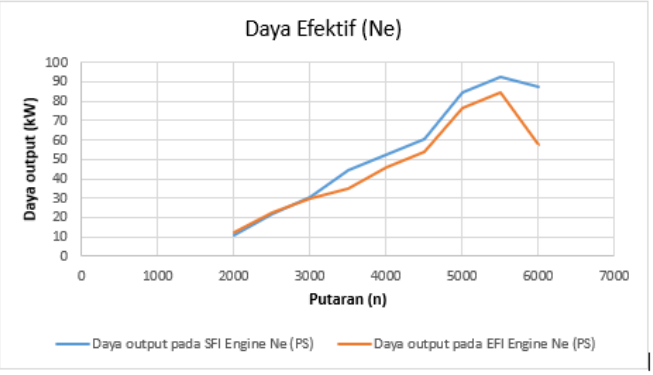
Gambar 6. Grafik Perbandingan tekanan efektif rata-rata pada tiap tingkat putaran

Gambar 6 di atas memberikan gambaran tentang tekanan efektif rata-rata yang dapat dicapai pada SFI engine terjadi pada putaran yang lebih tinggi dibanding EFI engine.Tekanan ini terjadi didalam silinder dan merupakan tekanan yang dapat mendorong torak sepanjang langkahnya untuk mendapatkan usaha persiklus.Besarnya tekanan efektif dipengaruhi oleh besarnya torsi dan volume langkah mesin.



Gambar 7. Grafik Perbandingan pemakaian bahan bakar pada tiap tingkat putaran

Gambar 7 di atas memberikan gambaran tentang penggunaan bahan bakar yang terjadi pada putaran yang sama pada SFI engine lebih baik dibanding EFI engine. Dari gambaran grafik perbandingan penggunaan bahan bakar ini dapat dilihat efisiensi hasil kinerja SFI engine lebih baik dibanding EFI engine.



Gambar 8. Grafik Perbandingan daya efektif pada tiap tingkat putaran

Gambar 8 di atas memberikan gambaran tentang daya maksimum yang terjadi pada putaran yang sama pada SFI engine lebih baik dibanding EFI engine. Memberikan gambaran tentang penggunaan bahan bakar yang terjadi pada putaran yang sama pada SFI engine lebih baik dibanding EFI engine Dari gambaran grafik perbandingan daya efektif ini dapat dilihat daya maksimum pada SFI engine sebesar 92,53 kW pada putaran 5500 rpm, karena engine SFI memiliki langkah kompresi yang lebih besar.

V. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan analisa data dan pembahasan terhadap permasalahan yang telah ditetapkan, gambaran tentang kinerja. Terbukti bahwa SFI (Sequential multi port Fuel Injection) engine memiliki tingkat efektifitas dan efisiensi yang lebih baik dibanding EFI (Electronic Fuel Injection engine yang seukuran sesuai Total Displacement 1000 cc.
2. Torsi mesin SFI yang dihasilkan lebih tinggi dari mesin EFI dilihat dari rata-rata tiap putaran mesin,torsi maksimum mesin SFI pada putaran 5000 rpm adalah 12,1009 N.m, untuk mesin EFI sebesar 10,9493 N.m pada putaran 5000 rpm.
3. Dalam perbandingan pemakaian bahan bakar pada tiap tingkat putaran ,mesin SFI lebih baik dari mesin EFI . Mesin SFI 4,1731 kg/jam dan mesin EFI 3,4788 kg/jam pada putaran 3500 rpm.

VI. Daftar Referensi

1. W. Arismunandar, Motor Bakar Torak. BANDUNG: ITB, 2014.
2. “PENGARUH SUHU DAN TEKANAN UDARA MASUK TERHADAP KINERJA MOTOR DIESEL TIPE 4 JA 1,” J. Tek. Mesin, vol. 2, no. 1, pp. 7–14, 2012, doi: 10.9744/jtm.2.1.pp.7-14.
3. D. Irawan, “Pengaruh Jenis Busi dan Campuran Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Mobil EFI,” J. Tek. Mesin, 2017.
4. H. P. Seto, “Peningkatan Pemahaman Materi Pembelajaran Sistem Efi (Electronic Fuel Injection) Menggunakan Media Elektronik Berbasis Android,” J. Pendidik. Tek. Mesin Unnes, 2016.
5. B. S. Nugraha, “Aplikasi Teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektronik (EFI) untuk mengurangi Emisi Gas Buang Sepeda Motor,” Ilm. Pop. dan Teknol. Ter., 2014.
6. T. Sugiarto, D. S. Putra, W. Purwanto, and W. Wagino, “Analisis Perubahan Output Sensor Terhadap Kerja Aktuator pada Sistem EFI (Electronic Fuel Injection),” INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol., 2018, doi: 10.24036/invotek.v18i2.418.
7. P. A. I. – Toyota, “ New Step I .” JAKARTA, 2016.
8. Astra daihatsu motor, Modul Training Product Knowlegde “Daihatsu Ayla”. jakarta, 2015.
9. Sumarna Nana., “Analisis Kinerja Gasoline direct Injection Engine Pada kendaraan Otomobil.,” J. Tek. Mesin, vol. 4, no. 1, pp. 1–15, 2012, doi: 10.9744/jtm.4.1.pp.50-58.
10. T. W. Joko Suwignyo, Samsudi Rahardjo, “Perhitungan Daya Dan Konsumsi Bahan Bakar Motor Bensin Yamaha LS 100 cc,” J. Traksi, 2012.
11. N. Sumarna, “ANALISIS KINERJA GASOLINE DIRECT INJECTION ENGINE PADA KENDARAAN OTOMOBIL,” torsi, vol. IV, 2013.
12. Amin, “JURNAL ANALISIS KINERJA SISTEM INJEKSI SFI,” vol. 1, 2016.
13. A. Wiranto, Penggerak Mula Motor Bakar Torak. Bandung: Penerbit ITB, 2015.