



Design and Development of a Fuel Injection System for a Four-Stroke Motorcycle

Rancang Bangun Sistem Injeksi Sepeda Motor Empat Langkah

Wahyu Danang Veby Yansyah^{1*}, Wawan Purwanto¹, Hasan Maksum¹, Ahmad Arif¹, Irma Wirantina Kustanrika², Syalsa Billa Ahmad¹

Abstract

This study discusses the design of a four stroke motorcycle injection system with the aim of reducing harmful substances in exhaust emissions by changing the conventional system to an EFI system and to determine the torque and power and fuel consumption produced. This research method uses the experimental method. The results of this study are the power produced in the designed EFI system decreased by 4.33% with a difference of 0.23 kW, torque decreased by 6.95% with a difference of 0.57 kW, and the content of HC exhaust emissions decreased by 394.58% with a difference of 365.66 ppm, CO content decreased by 39.13%, with a difference of 0.63%, the content of CO₂ in exhaust emissions on a four stroke motorcycle that was converted to an EFI system increased by 68.99% with a difference of 2.67%, and fuel consumption was getting smaller so that it increased by 31.85% with a difference of 21.98 Km/L.

Keywords

Injection System, Motorcycles, Power, Torque, Exhaust Emissions, Fuel Consumption

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang rancang bangun sistem injeksi sepeda motor 4 langkah dengan tujuan mengurangi zat berbahaya dalam emisi gas buang dengan mengubah sistem konvensional menjadi sistem EFI dan untuk menentukan torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan dalam sistem EFI yang dirancang menurun sebesar 4,33% dengan selisih 0,23 kW, torsi menurun sebesar 6,95% dengan selisih 0,57 Nm, dan kandungan emisi HC menurun sebesar 394,58% dengan selisih 365,66 ppm, kandungan CO menurun sebesar 39,13% dengan selisih 0,63%, kandungan CO₂ dalam emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah yang dikonversi menjadi sistem EFI meningkat sebesar 68,99% dengan selisih 2,67%, dan konsumsi bahan bakar menjadi lebih kecil sehingga meningkat sebesar 31,85% dengan selisih 21,98 km/L.

Kata Kunci

Sistem Injeksi, Sepeda Motor, Daya, Torsi, Emisi Gas Buang, Konsumsi Bahan Bakar

¹Departemen Teknik Otomotif, Universitas Negeri Padang

Kampus, Jalan Prof.Dr.Hamka, Air Tawar Padang, Sumatera Barat

²Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi PLN

Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, DKI Jakarta

* wahyudanangvebyyansyah@gmail.com

Submitted : August 15, 2022. Accepted : June 30, 2024. Published : June 30, 2024

PENDAHULUAN

Pada era modern seperti saat ini, perkembangan kendaraan di dunia khususnya di Indonesia sangatlah pesat sekali. Hal ini terbukti dengan data yang dinyatakan oleh badan pusat statistik bahwasanya di Indonesia jumlah kendaraan bermotor menurut jenis (unit) dari tahun ke tahun semakin meningkat. Mengingat jumlah kendaraan semakin meningkat maka jumlah zat berbahaya yang terkandung dalam emisi gas buang dari kendaraan bermotor semakin meningkat pula. Akibatnya maka gas HC (*Hydrocarbon*) dan Oxides of nitrogen menggumpal di udara sehingga menahan sinar matahari dan terjadilah reaksi photochemical dan akan membentuk substansi kimia serta oksigen lain terutama lapisan ozon (O₃) yang merupakan oksidan paling kuat sifatnya mengakibatkan fenomena kabut asap. Hal ini akan menghalangi pandangan, iritasi mata dan menjadi penyebab kanker. Secara umum dampak yang ditimbulkan oleh emisi gas buang terhadap kesehatan sangatlah banyak sekali seperti menyebabkan tenggorokan gatal-gatal, batuk, pemicu hipertensi dan lain-lainnya [1].

Gas berbahaya diatas cenderung dihasilkan oleh sepeda motor konvensional yang masih menggunakan karburator pada sistem bahan bakar, penelitian kali ini coba menjawab permasalahan ini dengan merancang sistem EFI pada sepeda motor konvensional. Rancangan sistem EFI ini diharapkan menghasilkan emisi gas buang yang rendah serta daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar lebih baik dibandingkan sistem karburator pada sepeda motor 4 langkah ini. Keuntungan memakai sistem EFI merupakan emisi gas buang (*exhaust emission*) yg didapatkan lebih bersih, konsumsi bahan bakar yg lebih ekonomis & daya guna atau efisiensinya lebih baik, kemudian membentuk energi & torsi lebih besar dikarenakan penyaluran bahan bakar yg optimal dalam rpm rendah [2].

Motor Bakar

Motor bakar adalah mesin atau *engine* penggerak utama yang merubah bahan bakar menjadi energi panas dan dirubah menjadi energi gerak. [3]“Motor bakar dapat didefinisikan sebagai alat atau wahana yang berfungsi mengubah energi kalor menjadi energi mekanik, kebanyakan dalam bentuk poros berputar dan kadang-kadang dalam bentuk gerakan translasi seperti dalam mesin pancar gas atau jet *engine*”. Persyaratan dalam reaksi pembakaran adalah terdapat pada segitiga pembakaran yakni udara, api dan bahan bakar. Tanpa salah satu dari itu maka tidak akan terjadinya proses reaksi pembakaran [3].

Sistem Electronic Fuel Injection

Sistem EFI adalah sistem bahan bakar yang mana cara pengkabutan bahan bakar dan udaranya di kontrol oleh sensor dan diatur oleh *elektronik control modul* (sebagai otaknya) yang kemudian di teruskan oleh *actuator* sebagai pelaksana. Sistem EFI terbagi menjadi 2 jenis yakni L-*jetronic* yang berarti menggunakan *sensor air flow meter* sebagai pengukur jumlah udara yang masuk ke ruang bakar dan D-*jetronic* yang berarti menggunakan *manifold absolute pressure sensor* untuk mengetahui jumlah udara yang masuk ke ruang bakar [1].

Daya dan Torsi

Daya adalah hasil kerja yang dilakukan dalam batas waktu tertentu [F.c/t]. Pada motor, daya merupakan perkalian antara momen putar (Mp) dengan putaran mesin (n) [10], [12]. Torsi atau momen putar adalah nilai yang dihasilkan dari kinerja poros engkol yang kemudian diteruskan ke roda yang akhirnya menggerakkan kendaraan [4], [15].

Konsumsi bahan bakar

Jumlah bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan satu hp daya motor per satuan waktu jam yaitu pengertian dari konsumsi bahan bakar spesifik [5]. Untuk konsumsi bahan bakar hanya digunakan volume bahan bakar per satuan waktu saja yakni kg/jam.

Emisi gas buang

Emisi gas buang adalah sisa gas hasil pembakaran yang tidak terbakar sempurna di dalam ruang bakar [1]. Kandungan yang ada dalam emisi gas buang motor bensin ada 2 jenis yakni gas berbahaya (NO_x, HC serta CO) dan gas tidak berbahaya (N₂, CO₂ dan H₂O) [5]. Emisi gas buang pada kendaraan bermotor sangat berbahaya bagi manusia, hewan, tumbuhan dan lingkungan. Kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan solar akan menghasilkan emisi gas buang seperti hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), timbale (Pb), sulfur oksida (SO_x), dan partikulat

METODE

Jenis penelitian ini menggunakan metode Experiment [7]. *“Experimental research is unique in two very important respects: It is the only type of research that directly attempts to influence a particular variable, and when properly applied, it is the best type for testing hypotheses about cause-and-effect relationships”*. Dapat diartikan bahwasanya metode experimental yaitu metode yang sangat unik dengan secara langsung mencoba untuk mempengaruhi variable tertentu dengan diterapkannya variabel bebas dan terikat serta penelitian ini sangat baik dalam pengujian hipotesis hubungan sebab akibat [13]. Objek dalam penelitian ini menggunakan sepeda motor 4 tak Yamaha Vega ZR tahun 2010 Karburator.

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan analisis deskriptis menggunakan grafik dan table. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk mengetahui seberapa persen besar perubahan yang dihasilkan dari sistem karburator menjadi sistem EFI.

$$P = \frac{n - N}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

P = hasil persentase (%)

n = nilai rata-rata hasil uji (perlakuan) / sistem EFI

N = nilai rata-rata hasil uji (tanpa perlakuan) / sistem Karburator

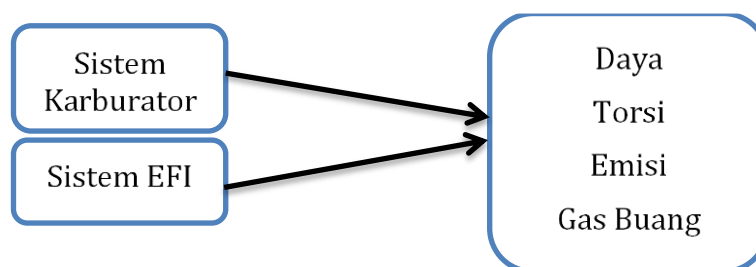
Dengan persamaan rumus sebagai berikut:

$$\text{Hasil persentase} = \frac{(\text{Data EFI} - \text{Data Karburator})}{\text{Data EFI}} \times 100\%$$

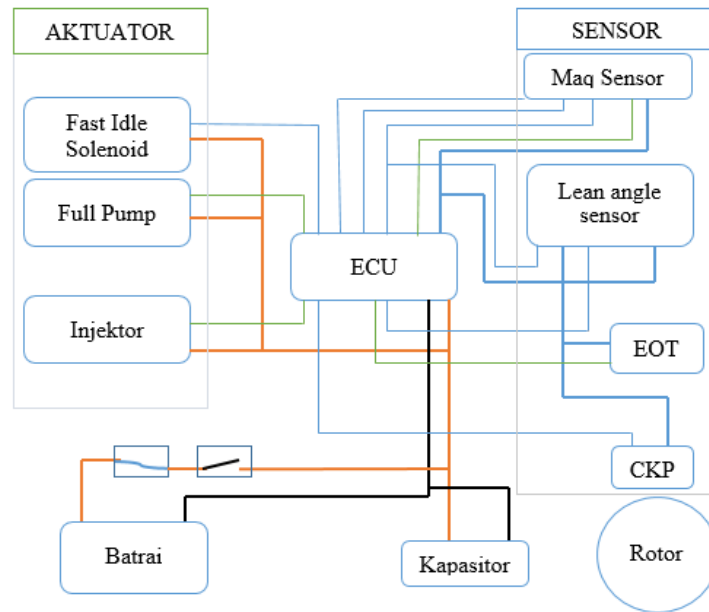
Instrumen Penelitian

Alat penelitian: (1) Dynometer, (2) Gas analyzer Buret 100 ml, (3) Tangki tambahan 50 ml, (4) I-Max rpm meter.

Spesifikasi alat: (1) ECU Vixion old 2011 (2) Rotor magnet Yamaha force 115cc (3) Full pump Yamaha jupiter z1 115cc.



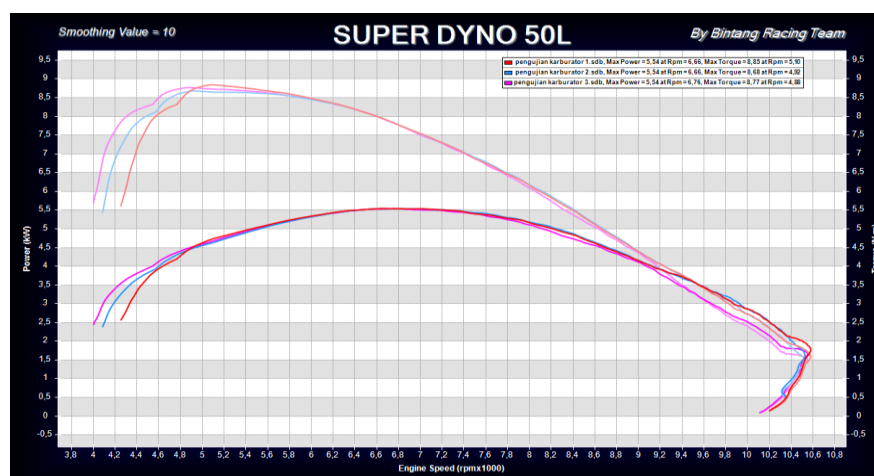
Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 2. Skema Rancangan Sistem EFI

HASIL DAN PEMBAHASAN

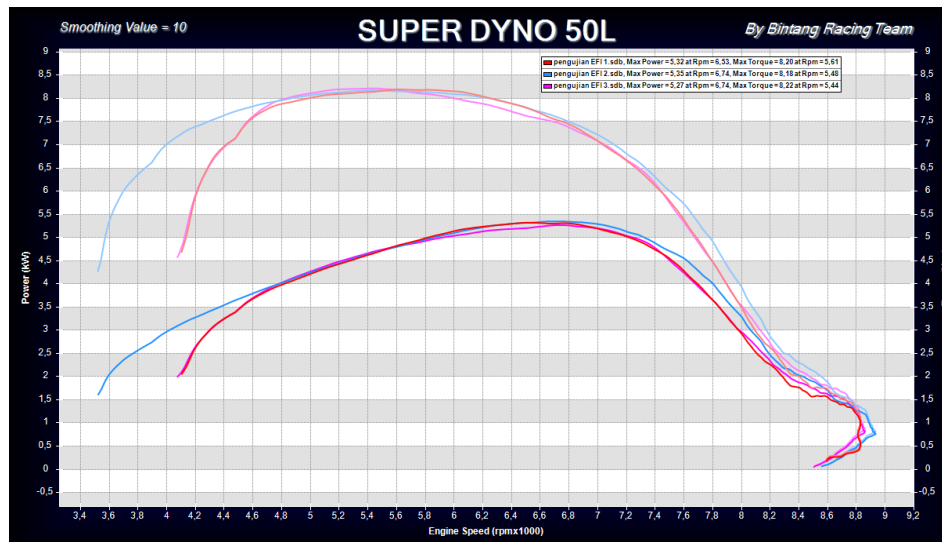
Sistem Karburator				
Uji	Putaran Mesin (Rpm)	Daya Max (Kw)	Putaran Mesin (Rpm)	Torque Max (N.m)
1	6.660	5,54	5.100	8,85
2	6.660	5,54	4.920	8,68
3	6.760	5,54	4.880	8,77
Rata"	6.693	5,54	4.967	8,77



Gambar 1. Grafik Pengujian Torsi dan Daya Sistem Karburator

Table 2. Hasil Pengujian Daya Dan Torsi Sistem EFI

Sistem EFI				
Uji	Putaran Mesin (Rpm)	Daya Max (Kw)	Putaran Mesin (Rpm)	Torque Max (N.m)
1	6.530	5,32	5.610	8,20
2	6.740	5,35	5.480	8,18
3	6.740	5,27	5.440	8,22
Rata"	6.670	5,31	5.510	8,20

**Gambar 2.** Grafik Torsi dan Daya Sistem EFI

Data dari hasil pengujian emisi gas buang dapat dilihat pada **Tabel 3** dan **4**.

Table 3. Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Sistem Karburator

Sistem Karburator												
Putaran Mesin	CO (%)				CO2 (%)				HC (ppm)			
	1	2	3	Rata"	1	2	3	Rata"	1	2	3	Rata"
Idle	2,26	2,53	1,94	2,24	1,1	1,3	1,2	1,2	412	391	572	458,33
Menengah	3,13	3,69	3,13	3,32	1,8	2,4	2,5	2,23	163	177	248	196
Tinggi	2,99	3,53	3,95	3,49	2,1	2,8	2,8	2,57	145	139	209	164,33

Table 4. Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Sistem EFI

Sistem EFI												
Putaran Mesin	CO (%)				CO2 (%)				HC (ppm)			
	1	2	3	Rata"	1	2	3	Rata"	1	2	3	Rata"
Idle	1.24	1.77	1.83	1.61	3.8	3.8	4	387	84	96	98	92.67
Menengah	4.07	4.58	4.97	4.54	7.6	8.2	7.6	7.8	140	136	144	140
Tinggi	3.43	5.06	4.87	4.45	4.9	6.7	5.5	5.7	230	268	268	255.33

Data dari hasil pengujian konsumsi bahan bakar dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Sistem Karburator

Sistem Karburator				
Uji	Jenis bahan bakar	Volume Konsumsi (L)	Jarak tempuh (Km)	Konsumsi bahan bakar (Km/L)
1	Pertalite	0,0212	1	47,16
2	Pertalite	0,0212	1	47,16
3	Pertalite	0,0214	1	46,72
Rata – rata		0,02127	1	47,01

Table 6. Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Sistem EFI

Sistem EFI				
Uji	Jenis bahan bakar	Volume Konsumsi (L)	Jarak tempuh (Km)	Konsumsi bahan bakar (Km/L)
1	Pertalite	0,0174	1	57,47
2	Pertalite	0,0148	1	67,56
3	Pertalite	0,0122	1	81,96
Rata – rata		0,0144	1	68,99

Pembahasan

Pada sepeda motor 4 langkah ini yakni dengan sistem bahan bakar karburator yang digunakan masih menghasilkan polusi yang cukup besar dan konsumsi bahan bakar yang terbilang boros. Maka dari itu peneliti mengangkat judul ini untuk memperkecil konsumsi bahan bakarnya dan memperkecil emisi gas buangnya, serta meningkatkan torsi dan daya pada motor dengan sistem EFI dan diharapkan lebih optimal dibandingkan sistem karburator. Peneliti menggunakan metode experiment [7]. “Experimental research is unique in two very important respects: it is only type of research that directly attempts to influence a particular variable, and when properly applied, it is the best type for testing hypotheses about cause-and-effect relationship”. Dapat diartikan bahwa metode experiment ini sangat unik menggunakan cara langsung mencoba mempengaruhi variable tertentu dengan diterapkannya variabel bebas dan terikat, serta penelitian ini sangat tepat dalam pengujian hipotesis hubungan sebab akibat.

Setelah dilakukannya pengaplikasian rancangan sistem injeksi pada sepeda motor 4 langkah ini yang spesifikasinya telah ditentukan oleh peneliti, maka sepeda motor dalam penelitian ini lebih mudah untuk dihidupkan dalam kondisi mesin masih dingin berbeda dengan kondisi awal saat sepeda motor saat menggunakan sistem karburator, saat kondisi mesin dingin susah untuk dihidupkan. Emisi gas buang yang dihasilkan sistem EFI ini lebih bersih dibandingkan dengan sistem konvensional berdasarkan data yang peneliti analisis. Peneliti mengacu berdasarkan peraturan menteri negara lingkungan hidup nomor 05 tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama kategori sepeda motor 2 langkah dan 4 langkah tahun pembuatan diatas 2010 standar CO 4.5% dan HC 2000 ppm serta menggunakan metode uji idle [8].

Dengan menggunakan sistem EFI ini konsumsi bahan bakar yang ditempuh sepeda motor 4 langkah ini meningkat jauh sehingga dapat dikatakan semakin irit konsumsi bahan bakarnya. Pembakaran lebih irit, artinya bahan bakar yang digunakan lebih irit dan mesin menghasilkan tenaga yang lebih besar. Selain itu, pembakaran juga menghasilkan tingkat emisi gas buang yang lebih rendah [1], [9], [11]. Namun pada penelitian ini torsi dan daya yang dihasilkan

menurun sangat kecil hal ini berguna sebagai acuan untuk peneliti selanjutnya agar penelitian ini dikembangkan supaya torsi dan daya diharapkan meningkat dengan baik.

Berdasarkan analisis deskriptif dengan menggunakan grafik dan tabel persentasi didapatkanlah hasil kandungan CO pada emisi gas buang menurun rata-rata sebesar 39.13% dengan selisih 0.63% dan kandungan CO₂ meningkat rata-rata sebesar 68.99% dengan selisih 2.67% serta kandungan HC menurun rata-rata sebesar 394.58% yakni dengan selisih 365.66 ppm, sehingga bisa disimpulkan peningkatan emisi gas buang pada sistem EFI baik. Hasil dari analisis yang sama yakni konsumsi bahan bakar mengalami peningkatan yakni sebesar 31.85% dengan selisih 21.98 Km/L sehingga jarak tempuh yang dihasilkan lebih jauh dari sistem konvensional. Hasil analisis yang sama juga torsi dan daya yang dihasilkan mengalami penurunan yakni torsi sebesar 6.95% dengan selisih torsi sebesar 0.57 Nm dan daya sebesar 4.33% yakni dengan selisih daya 0.23 Kw. Sehingga bisa dikatakan torsi dan daya mengalami penurunan yang sangat kecil.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Bahwa Daya pada sepeda motor 4 langkah yang dirubah menjadi sistem EFI menurun sebesar 4.33% yakni sebesar 0.23 kW. Kemudian Torsi pada sepeda motor 4 langkah yang dirubah menjadi sistem EFI menurun sebesar 6.95% yakni sebesar 0.57 Kw. Kandungan HC pada Emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah yang dirubah menjadi sistem EFI kandungan menurun sebesar 394.58% yakni sebesar 365.66 ppm. Kandungan CO pada Emisi Gas Buang pada sepeda motor 4 langkah yang dirubah menjadi sistem EFI menurun sebesar 39.13% yakni sebesar 0.63%. Kandungan CO₂ pada Emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah yang dirubah menjadi sistem EFI meningkat sebesar 68.99% yakni sebesar 2.67%.

Konsumsi bahan bakar pada sepeda motor 4 langkah yang dirubah menjadi sistem EFI meningkat sebesar 31.85 % yakni sebesar 21.98 Km/L. Hasil dari Rancang Bangun Sistem Injeksi Sepeda Motor 4 Langkah ini yaitu terdapat peningkatan yang baik pada pengujian kandungan HC, CO, dan CO₂ di emisi gas buang serta Konsumsi bahan bakar, jarak tempuh yang dihasilkan meningkat dan torsi serta daya yang dihasilkan menurun dengan selisih yang sangat kecil.

Saran

Bagi pembaca agar bisa menentukan bahwa sistem EFI pada sepeda motor 4 langkah.maka kandungan emisi gas buang yang dihasilkan akan lebih bersih dibandingkan pada sistem konvensional dan konsumsi bahan bakar pada sistem EFI pada sepeda motor 4 langkah lebih irit dan jarak tempuh yang dihasilkan lebih jauh atau baik dibandingkan pada sistem konvensional.

Bagi peneliti selanjutnya agar dikembangkan lagi rancangan sistem EFI ini agar Daya dan Torsi yang dihasilkan akan lebih meningkat baik. Penelitian hanya membahas tentang rancangan sistem EFI pada sepeda motor 4 langkah dan menganalisis *output* atau hasil Daya, Torsi, Emisi gas buang dan Konsumsi bahan bakar yang dihasilkan antara sistem Karburator dan Rancangan Sistem Injeksi (EFI).

DAFTAR RUJUKAN

- [1] B. Amin and F. Ismet, *Teknologi Motor Bensin*, Jakarta: kencana, 2016.
- [2] W. Hidayat, *Motor Bensin Modrn*, Jakarta: Rineka Cipta, 2012.
- [3] L. Satibi, I. Purnawan and L. Nazifah, *Mesin Penggerak Utama (primer Mover)*, yogyakarta: Graha ilmu, 2016.
- [4] H. Maksum, R. and W. Purwanto, *Teknologi Motor Bakar*, Padang: UNP Prees, 2012.

-
- [5] S. Huda and D. , "The Effect Of Turbo Cycle Instalation On 4 Stroke Motor Cycle On Fuel Consumption And Exhaust Emissions," *Journal of Mechanicsl, Electrical and Industrial Engineering*, vol. 3, pp. 69-76, 2021.
 - [6] E. Alwi and d. , "Uji Penghemat Bahan Bakar Kendaraan Dengan Sistem Pembatasan Putaran Mesin," vol. 2, pp. 47-54, 2017.
 - [7] J. Fraenkel, N. Wallen and H. Hyun, *How To Design And Evaluate Research In Education*, New York: McGraw-Hill Companies, 2012.
 - [8] K. N. L. Hidup, "Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama," Jakarta, 2006.
 - [9] M. Bakeri and d. , "Analisa Gas Buang Mesin Berteknologi EFI Dengan Bahan Bakar Premium," *Info Teknik*, vol. 13, pp. 81-90, 2012.
 - [10] A. Prasetyo, "Analisis Variasi Penggunaan Busi Pada Sepeda Motor Yamaha Vixion 2015 Terhadap Daya, Torsi Dan Emisi Gas Buang," Padang, UNP, 2020.
 - [11] S. "Perbandingan Konsumsi Bahan bakar Sepeda Motor Sistem Konvensional dan sistemEFI," *Teknologi*, vol. 19, pp. 34-42, 2017.
 - [12] M. Hazwi and d. , "Studi Analisis Performansi Mesin Sistem Pembakaran EFI Dan Karburator Pada Mesin Bensin," *Jurnal Dinamis*, vol. 4, pp. 20-31, 2016.
 - [13] S. Siyoto and S. M.A, *Dasar Metodologi Penelitian*, Yogyakarta: Literasi Media Publishing, 2015.
 - [14] M. Rifal and d. , "Pengaruh Campuran Bahan Bakar Ethanol Bensin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Pada Kendaraan Bermotor 125 cc Sistem Injeksi," *Gorontalo Journal Of Infranstructure & Science Engineering*, vol. 4, pp. 50-57, 2021.
 - [15] M. Yusrian and d. , "Pengaruh Penggunaan Step Up Voltage Dengan Variasi Bahan Bakar Terhadap Torsi Dan Daya Pada Motor Honda Beat," *Nozel Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, vol. 03, pp. 255-256, 2021.