



## **Analisis Modifikasi Pemasangan *Fuel Filter* Terhadap *Fuel Rail Pressure Common Rail* Pada Chevrolet Captiva**

### ***Analysis of Fuel Filter Installation Modification on Fuel Rail Pressure Common Rail on Chevrolet Captiva***

Indra Bayu<sup>1\*</sup>, Rifdarmon<sup>1</sup>, M Nasir<sup>1</sup>, Nuzul Hidayat<sup>1</sup>, Lasyatta Syaifullah<sup>2</sup>

#### **Abstrak**

Tujuan dari penelitian untuk mengetahui kondisi *fuel filter* yang dapat berfungsi dengan baik setelah dimodifikasi pada mobil Chevrolet Captiva. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dan dalam penelitian ini data dikumpulkan melalui instrumen data pengujian dalam tabel yang kemudian dianalisis menggunakan teknik deskriptif rata-rata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum dilakukan modifikasi pemasangan *fuel filter* tekanan bahan bakar di *fuel rail pressure* pada jarak tempuh 3000 km sebesar 97.946 Kpa. Saat dilakukan akselerasi lampu *check engine* menyala, sedangkan setelah dilakukan modifikasi pemasangan *fuel filter* didapatkan bahwa tekanan bahan bakar di *fuel rail pressure* pada jarak tempuh 3000 km sebesar 149.296 Kpa dan saat dilakukan akselerasi lampu *check engine* tidak menyala. Dapat disimpulkan setelah dilakukan modifikasi pemasangan *fuel filter* pada mobil Chevrolet Captiva kondisi *fuel filter* mampu berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya.

#### **Kata Kunci**

Filter Bahan Bakar, Tekanan Bahan Bakar, *Fuel Rail Pressure*

#### **Abstract**

*The purpose of the research is to determine the condition of the fuel filter which can function properly after being modified on the Chevrolet Captiva car. This research was conducted using an experimental method and in this research data was collected through test data instruments in tables which were then analyzed using average descriptive techniques. The results of the research show that before the modification of the installation of the fuel filter, the fuel pressure in the fuel rail pressure at a distance of 3000 km was 97,946 Kpa. When accelerating, the check engine light comes on, whereas after modifying the installation of the fuel filter, it is found that the fuel pressure in the fuel rail pressure at a distance of 3000 km is 149,296 Kpa and when accelerating, the check engine light does not come on. It can be concluded that after modifying the installation of the fuel filter on the Chevrolet Captiva the condition of the fuel filter is able to function properly as it should.*

#### **Keywords**

*Fuel Filter, Fuel Pressure, Fuel Rail Pressure*

<sup>1</sup>Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

<sup>2</sup>Pendidikan Teknologi Kejuruan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\* [ibayu8824@gmail.com](mailto:ibayu8824@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Mobil diesel yang menggunakan sistem bahan bakar *common rail* memiliki sistem sirkuit tekanan rendah (*low pressure circuit*) [1] yang berfungsi menyalurkan bahan bakar ke *supply pump* agar bisa menaikkan tekanan bahan bakarnya menjadi bertekanan tinggi yang kemudian akan disalurkan menuju pipa *common rail* dan diteruskan ke injektor. Banyak atau sedikit, bahan bakar selalu mengandung kotoran yang sama sekali tidak boleh berada dalam pompa bahan bakar apalagi pada injektor, hal ini dapat dicegah oleh alat penyaring bahan bakar atau *fuel filter* [2]. Meskipun *fuel filter* termasuk komponen yang kecil dalam sistem bahan bakar mesin diesel, akan tetapi *fuel filter* sangat berpengaruh dalam kinerja suatu mesin diesel [3].

Peneliti mengamati pada beberapa mobil Chevrolet Captiva di Bengkel M-Dos Technic sering terjadinya permasalahan pada *high pressure circuit* yang dimana pada saat dilakukan akselerasi yang mengakibatkan lampu *check engine* menyala sehingga hilangnya performa pada mesin dan mobil secara otomatis akan berada pada posisi *safe mode*. Saat dilakukan pemeriksaan dengan menggunakan *scan tools*, terdapat gangguan atau kerusakan pada sistem *low pressure circuit* dalam hal ini ditunjukkan dengan kode gangguan P0089 yang berarti terdapat tekanan bahan bakar yang tidak mencukupi untuk disalurkan ke *supply pump* sehingga *supply pump* tidak dapat menaikkan tekanan bahan bakar bertekanan tinggi agar dapat disalurkan menuju *fuel rail pressure* dan diteruskan ke injektor.

Setelah didapatkan hasil pemeriksaan dengan menggunakan *scan tools*, peneliti melanjutkan pemeriksaan pada sistem *low pressure circuit* yang terdiri dari pompa bahan bakar, saluran bahan bakar, dan *fuel filter*. Setelah dilakukan pemeriksaan saluran bahan bakar tidak terdapat kebocoran, pada pemeriksaan tekanan bahan bakar yang disalurkan oleh pompa bahan bakar dengan menggunakan *pressure gauge*, tekanan yang disalurkan oleh pompa bahan bakar mencapai 4 bar dalam artian pompa bahan bakar tidak mengalami gangguan atau kerusakan, dan selanjutnya setelah dilakukan pemeriksaan pada *fuel filter* dimana didapatkan bahwa kondisi *fuel filter* dalam keadaan yang kotor atau tersumbat. Akibatnya, bahan bakar yang bertekanan 4 bar dari pompa bahan bakar tidak dapat tersalurkan secara maksimal ke *supply pump* sehingga *supply pump* tidak dapat menaikkan tekanan bahan bakar bertekanan tinggi agar dapat disalurkan menuju *fuel rail pressure* dan diteruskan ke injektor.

Adapun yang menyebabkan *fuel filter* pada mobil Chevrolet Captiva menjadi kotor atau tersumbat diantaranya yaitu penggunaan bahan bakar yang tidak tertib serta penggunaan bahan bakar yang memiliki kandungan sulfur dan air yang lebih tinggi. Seharusnya, *fuel filter* memiliki fungsi untuk menyaring kotoran yang terdapat pada bahan bakar melalui saringan yang kasar dibagian luar *fuel filter* terlebih dahulu kemudian melalui saringan yang lebih halus yang berada didalam *fuel filter*. Akan tetapi, pada saat di lapangan kondisi pemasangan *fuel filter* standar dari mobil Chevrolet Captiva didapatkan bahwasanya proses penyaringan bahan bakar dalam kondisi yang terbalik dimana penyaringan bahan bakar melalui saringan lebih halus terlebih dahulu kemudian melalui saringan yang lebih kasar. Akibatnya, filter akan cepat tersumbat sehingga bahan bakar hanya sedikit yang bisa di salurkan ke *supply pump* dan *supply pump* tidak dapat menaikkan tekanan bahan bakar bertekanan tinggi agar dapat disalurkan menuju pipa *common rail* dan diteruskan ke injektor.

Apabila pada saat jarak tempuh 3.000 km jika tidak cepat dilakukan pemeriksaan dan pergantian *fuel filter* maka akan menyebabkan *fuel filter* menjadi pecah sehingga akan berdampak terhadap kurang maksimalnya kinerja pompa bahan bakar dan siklus kerja komponen sistem bahan bakar lainnya. Apabila kinerja pompa bahan bakar dan siklus kerja komponen sistem bahan bakar lainnya tidak maksimal, maka akan berdampak proses pembakaran yang tidak sempurna sehingga menyebabkan penurunan performa mesin yang dihasilkan.

Oleh karenanya, muncul ide dari peneliti untuk melakukan penelitian dengan memodifikasi pemasangan *fuel filter* pada mobil Chevrolet Captiva agar mampu meminimalisir terjadinya penyumbatan pada sistem bahan bakar dan menjaga performa mesin agar tetap optimal. Adapun penelitian ini memiliki judul “Pengaruh Modifikasi *Fuel Filter* Terhadap Siklus Kerja Sistem Bahan Bakar dan Performa Mesin Pada Mobil Chevrolet Captiva”. Adapun teori-teori pendukung dalam penelitian ini yaitu: 1) Motor diesel empat Langkah; 2) Sistem bahan bakar motor diesel konvensional; 3) Sistem Bahan Bakar Motor Diesel *Common Rail*; 4)

### Motor Diesel Empat Langkah

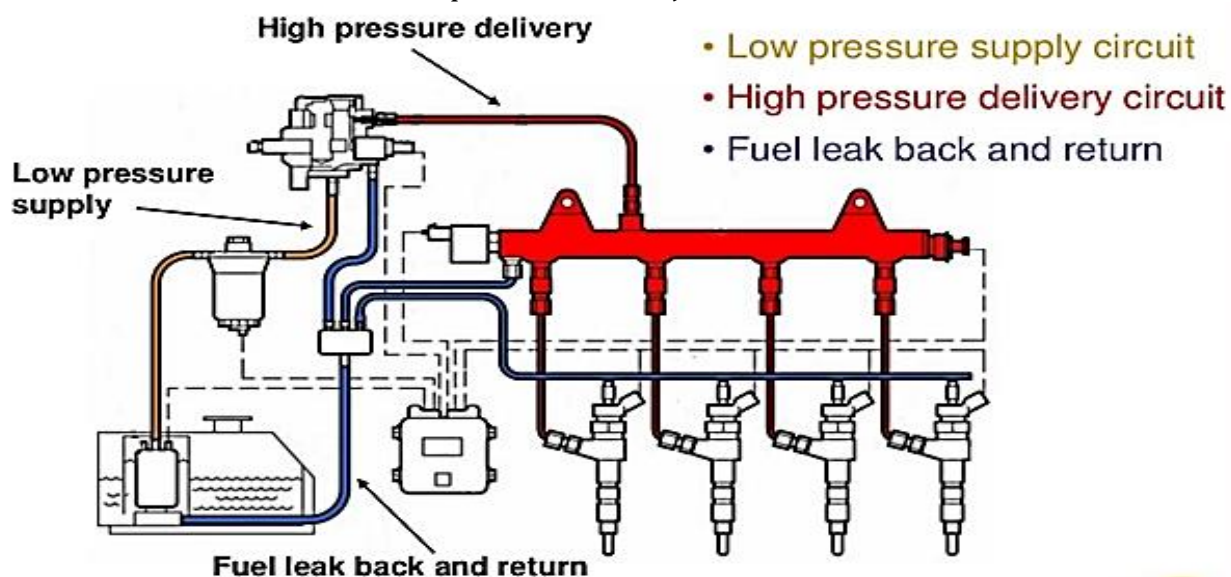
Motor diesel menggunakan bahan bakar solar dan sejenisnya dengan proses pembakaran *internal combustion engine* [4]. Proses pembakaran tersebut terjadi ketika udara murni dikompresi dalam ruang bakar dan menghasilkan udara bertekanan tinggi dan diwaktu yang sama, bahan bakar disemprotkan/dikabutkan sehingga terjadilah pembakaran [5]. Pembakaran tersebut berupa ledakan akan menghasilkan panas mendadak naik dan tekanan menjadi tinggi didalam ruang bakar. Tekanan ini mendorong piston kebawah yang berlanjut dengan poros engkol berputar[6], [7], [8].

### Sistem Bahan Bakar Motor Diesel Konvensional

Sistem bahan bakar mesin diesel menggunakan *feed pump* untuk menghisap bahan bakar dari tangki dan akan disaring oleh filter bahan bakar. *Water sedimenter* berfungsi memisahkan air dari bahan bakar sebelum dialirkan ke pompa injeksi bahan bakar[9]. Terdapat dua tipe pompa injeksi yaitu tipe distributor dan tipe *in-line*[10] dan pompa injeksi berfungsi menekan bahan bakar dan mengalirkannya menuju *delivery line* dan *injection nozzle* yang kemudian diinjeksikan ke dalam silinder berdasarkan urutan pengapian.

### Sistem Bahan Bakar Motor Diesel *Common Rail*

Pada dasarnya, sistem bahan bakar *common rail* memiliki prinsip yang sama seperti *electronic fuel injection* karena bahan bakar dialirkan melalui pipa *rail* dan dikontrol secara elektronik baik waktu injeksi maupun jumlah bahan bakar yang diinjeksikan[11], [12], [13]. Siklus kerja sistem bahan bakar motor diesel tipe *common rail* ini sangat sederhana dimana bahan bakar bertekanan tinggi yang dihasilkan oleh penekanan pompa dimasukkan ke dalam pipa *rail*[14] serta waktu dan lamanya penginjeksian pada injektor diatur secara elektronik oleh *electronic driver control* (EDC) untuk memenuhi kebutuhan mesin. Pada dasarnya sistem *common rail* dibagi menjadi tiga yaitu: 1) skema *low pressure*; 2) skema *high pressure circuit*; dan 3) EDC *with sensor*. Gambar 1. Merupakan siklus kerja dari *Sistem Common Rail*.



Gambar 1. Siklus Kerja *Common Rail*[15]

### Modifikasi Pemasangan *Fuel Filter*

*Fuel filter* atau filter bahan bakar merupakan salah satu komponen pada sistem injeksi bahan bakar yang berfungsi untuk menyaring kotoran dan uap air yang ikut terbawa oleh bahan bakar. Pada mesin diesel dengan sistem bahan bakar common rail, aliran bahan bakar yang berasal dari pompa elektrik didalam tangki bahan bakar masuk ke *fuel filter* tidak melewati *water sedimenter* sehingga sensor *water sedimenter* menjadi lambat memberikan informasi bahwasanya pada *fuel filter* kondisi air dan bahan bakar sudah tercampur serta mengendap dibagian dalam *fuel filter* sehingga tekanan bahan bakar menjadi tinggi yang mengakibatkan *fuel filter* menjadi pecah.

Pada penelitian ini, *fuel filter* standar mobil Chevrolet Captiva pada saat penyaringan bahan bakar minyak melalui saringan yang halus terlebih dahulu baru kemudian disaring melalui saringan yang kasar. kasar dibagian luar *fuel filter* terlebih dahulu kemudian melalui saringan yang lebih halus yang berada didalam *fuel filter*. Oleh karenanya peneliti akan melakukan modifikasi *fuel filter* memiliki fungsi untuk menyaring kotoran yang terdapat pada bahan bakar melalui saringan yang kasar dibagian luar *fuel filter* terlebih dahulu kemudian melalui saringan yang lebih halus yang berada didalam *fuel filter*.



Gambar 2. Filter Bahan Bakar Captiva Diesel Standar

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kondisi *fuel filter* mampu berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya setelah dilakukan modifikasi dan mengetahui tekanan bahan bakar di *fuel rail pressure* pada mobil Chevrolet Captiva sebelum dan sesudah dilakukan modifikasi pemasangan *fuel filter*.

### METODA PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode eksperimen dan menggunakan mobil Chevrolet Captiva sebagai objek penelitiannya. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara menggunakan instrument data yang disusun dalam tabel penelitian dengan pengujian sebanyak 3 kali. Data yang diperoleh adalah data primer, antara lain: 1) Kondisi *fuel filter* yang diperoleh berdasarkan pengamatan langsung, 2) Putaran mesin yang didapatkan ketika kendaraan uji dilakukan akselerasi, dan 3) tekanan bahan bakar di *fuel rail pressure* yang diperoleh dari *scan tools*. Setelah didapatkan data penelitian, selanjutnya dilakukan analisis data menggunakan teknik deskriptif rata-rata. Adapun rumus untuk mencari rata-rata adalah dengan persamaan 1 dimana  $M$  merupakan hasil rata-rata yang diperoleh dari jumlah data dibagi banyaknya spesimen.

$$M = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

Keterangan:  $M$  adalah jumlah rata-rata (mean),  $\sum x$  adalah jumlah data yang didapatkan, dan  $n$  adalah jumlah spesimen atau jumlah pengujian.

Tabel 1. Spesifikasi Mobil Chevrolet Captiva (General Motor Specification)

Application		Description		
Engine Performance	Engine Type	In-line 4 Cylinder (127 psi)	In-line 4 Cylinder (150 psi)	
	Cylinder	Bore	83 mm	83 mm
		Stroke	92 mm	92 mm
	Diplacement		1991 cc	1991 cc
	Compression Ratio		17.5	17.5
	Maximum Power		127 ps/4.000 rpm	150 ps/4.000 rpm
	Maximum Torque		30.1 kg*m/2.000 rpm	31.6 kg*m/2.000 rpm
	Idle Speed	Auto Transmisson	840 ± 20 rpm	840 ± 20 rpm
Manual Transmisision		840 ± 20 rpm	840 ± 20 rpm	
Engine Part	Low Fuel Pressure Line	Fuel Pump Type	Gerotor Type	
		Fuel Flow Rate	165 ~ 215 L/hour (@4.5 bar)	
		Fuel Flow Pressure	4.15 ~ 5.35 bar	
		Fuel Filter Type	Depth Media	
		Fuel Filter Capacity	65 L	
	High Fuel Pressure Line	Fuel Pump Type	3 - Cylinder Radial Plunger	
		Delivery/Pump Rotation	695 mm <sup>2</sup> /rev	
		Common Rail Pressure	Max 1600 bar	
		Injection Pressure	Max 1600 bar	
		Injector Type	Solenoid type	
	Engine Oil	Cooling Type	Forced Water Cooling	
		Standard	MB 229.31 5W40	
		Engine Dissasambly	6.5	
		Oil Change (Including Filter)	6.2	
		Oil Change (Not Including Filter)	5.94	
		Oil Pump Type	Internal Rotor	
	Exhaust System	Mufler Type	Baffle Type	
		Catalyst Type	Oxidation Convertor	
		DPF Type	SiC Coated Filter	
	Electric System	Battery	12 V - 90 Ah	
Alternator		AD237		
Starter		PG260NS		

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Data Penelitian

Setelah dilakukan penelitian sebanyak 3 kali pengujian, didapatkan hasil data kondisi *fuel filter* dengan melihat serta mengamati kondisi *fuel filter* secara langsung dan tekanan bahan bakar di *fuel rail pressure* menggunakan instrumen *scan tools* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Data Penelitian Sebelum Modifikasi Pemasangan Fuel Filter (Standar)

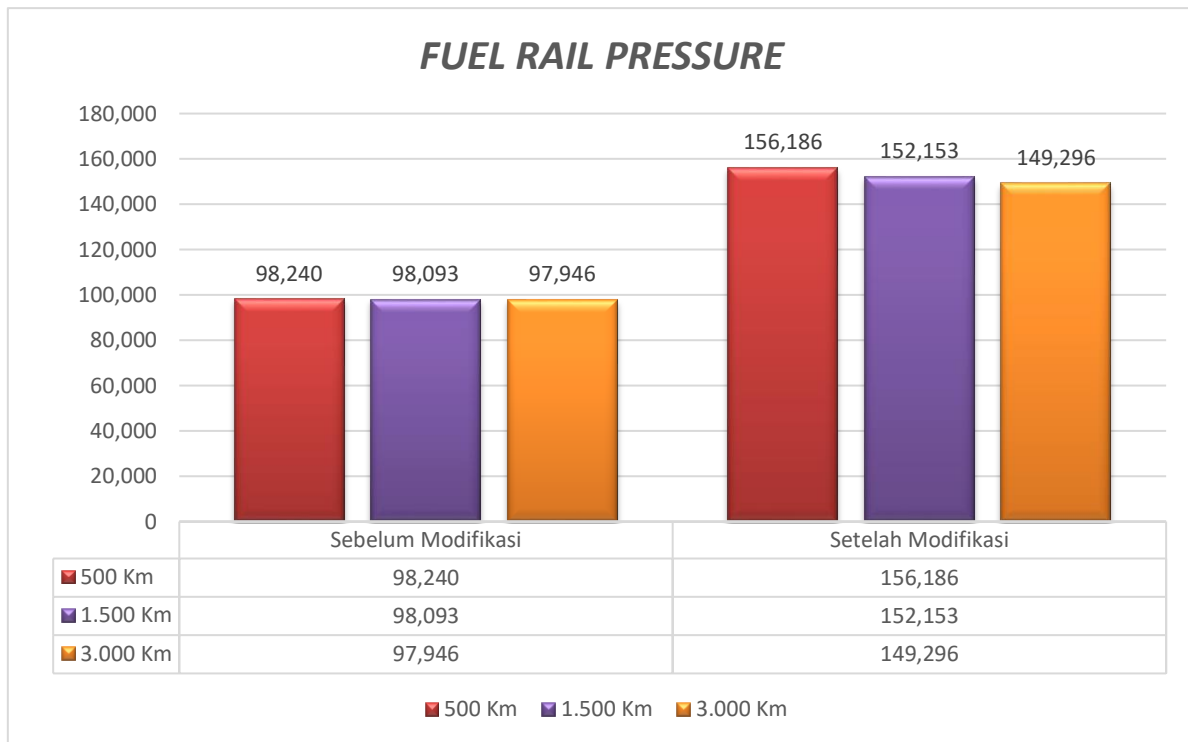
Jarak Tempuh (Km)	Sebelum Modifikasi Pemasangan Fuel Filter (Standar)								
	Fuel Filter	Putaran Mesin (Rpm)				Fuel Rail Pressure (Kpa)			
		P1	P2	P3	Rata Rata	P1	P2	P3	Rata Rata
500	Kotor	4.254	4.280	4.238	4.257	99.340	97.580	97.800	98.240
1.500	Kotor	4.423	4.386	4.431	4.413	97.800	98.900	97.580	98.093
3.000	Tersumbat	4.364	4.329	4.315	4.336	97.140	99.340	97.360	97.946

Tabel 3. Hasil Data Penelitian Setelah Modifikasi Pemasangan Fuel Filter

Jarak Tempuh (Km)	Setelah Modifikasi Pemasangan Fuel Filter								
	Fuel Filter	Putaran Mesin (Rpm)				Fuel Rail Pressure (Kpa)			
		P1	P2	P3	Rata Rata	P1	P2	P3	Rata Rata
500	Bersih	4.760	4.777	4.586	4.707	153.400	155.160	160.000	156.186
1.500	Bersih	4.599	4.698	4.491	4.596	152.300	152.960	151.200	152.153
3.000	Kotor	4.504	4.515	4.455	4.491	150.100	151.200	146.590	149.296

### Pembahasan

Berdasarkan data hasil penelitian pada Tabel 2 dan tergambar pada Gambar 3, menunjukkan bahwa setelah dilakukan tiga kali pengujian pada jarak tempuh 500 km dengan rata-rata putaran mesin sebesar 4.257 Rpm didapatkan tekanan bahan bakar pada *fuel rail pressure* sebesar 98.240 Kpa, pada jarak tempuh 1.500 km dengan rata-rata putaran mesin sebesar 4.413 Rpm didapatkan tekanan bahan bakar pada *fuel rail pressure* sebesar 98.093 Kpa, dan pada jarak tempuh 3.000 km dengan rata-rata putaran mesin sebesar 4.336 Rpm didapatkan tekanan bahan bakar pada *fuel rail pressure* sebesar 97.946 Kpa. Pada pengujian kondisi *fuel filter* sebelum dilakukan modifikasi pemasangan didapatkan bahwa pada jarak tempuh 500 – 1.500 km didapatkan kondisi *fuel filter* dalam keadaan kotor namun pada jarak tempuh 3.000 km didapatkan kondisi *fuel filter* dalam keadaan sudah sangat kotor dan tersumbat. Pada saat pengujian di lapangan pada jarak tempuh 3.000 km, saat dilakukan akselerasi lampu *check engine* pada dashboard menyala sehingga hilangnya performa pada mesin dan mobil secara otomatis akan berada pada posisi *safe mode*.



Gambar 3. Grafik *Fuel Rail Pressure*

Berdasarkan data hasil penelitian pada Tabel 3 dan digambarkan oleh Gambar 3, menunjukkan bahwa setelah dilakukan tiga kali pengujian pada jarak tempuh 500 km dengan rata-rata putaran mesin sebesar 4.707 Rpm didapatkan tekanan bahan bakar pada *fuel rail pressure* sebesar 156.186 Kpa, pada jarak tempuh 1.500 km dengan rata-rata putaran mesin sebesar 4.596 Rpm didapatkan tekanan bahan bakar pada *fuel rail pressure* sebesar 152.153 Kpa, dan pada jarak tempuh 3.000 km dengan rata-rata putaran mesin sebesar 4.491 Rpm didapatkan tekanan bahan bakar pada *fuel rail pressure* sebesar 149.296 Kpa. Pada pengujian kondisi *fuel filter* setelah dilakukan modifikasi pemasangan didapatkan bahwa pada jarak tempuh 3.000 km kondisi *fuel filter* dalam keadaan kotor sehingga cukup dilakukan pembersihan saja. Pada saat pengujian di lapangan pada jarak tempuh 3.000 km, saat dilakukan akselerasi lampu *check engine* tidak menyala performa pada mesin dalam keadaan normal.

### SIMPULAN DAN SARAN

#### Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum dilakukan modifikasi pemasangan *fuel filter* tekanan bahan bakar di *fuel rail pressure* pada jarak tempuh 3000 km sebesar 97.946 Kpa dan saat dilakukan akselerasi lampu *check engine* menyala sedangkan setelah dilakukan modifikasi pemasangan *fuel filter* didapatkan bahwa tekanan bahan bakar di *fuel rail pressure* pada jarak tempuh 3000 km sebesar 149.296 Kpa dan saat dilakukan akselerasi lampu *check engine* tidak menyala sehingga dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan modifikasi pemasangan *fuel filter* pada mobil Chevrolet Captiva kondisi *fuel filter* mampu berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya.

#### Saran

Agar dapat menambahkan variable lain dalam penelitian berupa performa mesin dan pengujian siklus kerja bahan bakar diesel common rail secara keseluruhan.

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] L. C. Tae, "A Study on the Performance Characteristics of Low Pressure Hydraulic Circuit of Common Rail System," *Journal of Power System Engineering*, vol. 18, no. 6, hlm. 51–57, 2014.
- [2] Y. Yusuf, N. K. Caturwati, I. Rosyadi, Haryadi, dan S. Abdullah, "Analisis prestasi mesin mobil diesel turbocharger yang diuji dengan dynamometer," *TEKNIK: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 15, no. 2, hlm. 92–101, 2019.
- [3] Suwandi dan A. H. Hadi, "Value Analysis Method For Cost Reduction Analysis of Fuel Filter Products at PT Duta Nichirindo Pratama," *Journal Of Industrial Engineering & Management Research*, vol. 1, no. 1, hlm. 28–36, 2020.
- [4] H. Maksun, H. Purwanto, dan Reffles, *Teknologi Motor Bakar*. Padang: UNP Press, 2012.
- [5] W. Arismunandar, *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Bandung: ITB, 2005.
- [6] Samlawi dan A. Kusairi, *Teori Dasar Motor Diesel*. Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat, 2015.
- [7] M. Ridwan, I. Gunawan, dan S. H. Abbas, "Analysis Of Caterpillar C15 Fuel Filter Modifications In The Laiwui Electricity Center," *IRA: Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya*, vol. 2, no. 1, hlm. 1–10, 2023.
- [8] K. Raflando, G. Subiyakto, dan A. Farid, "Analisis Volume Air Radiator Terhadap Perubahan Temperatur Pada Motor Diesel Chevrolet," *PROTON Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Mesin*, vol. 4, no. 2, hlm. 30–36, 2016.
- [9] Toyota Astra Motor, *New Step 1 Training Manual Toyota*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor, 1995.
- [10] Rabiman dan Z. Arifin, *Sistem Bahan Bakar Motor Diesel*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011.
- [11] G. S. Putra, "Identifikasi Kerusakan Sistem Bahan Bakar Pada Mesin Diesel Teknologi Common Rail (Kasus Pada Pt. Sulaswesi Berlian Motor) ," Skripsi, Universitas Negeri Makasar, 2020.
- [12] R. Monasari, N. N. Farida, dan A. H. Firdaus, "Pengaruh Manipulator Tekanan Bahan Bakar Mesin Diesel Common Rail Ditinjau Dari Kebisingan & Emisi Gas Buang," *Auto Tech : Jurnal Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Muhammadiyah Purworejo*, vol. 18, no. 1, hlm. 1–9, 2023.
- [13] A. Syahroni dan M. Ferdnian, "Analisa Pengaruh Penambahan Racor Pada Sistem Bahan Bakar Mitsubishi Type Kb4 T Common-Rail," *Transmisi*, vol. 13, no. 1, hlm. 113–122, 2017.
- [14] A. M. Ramadhan, "Analisis Sistem Bahan Bakar Komponen Supply Pump Pada Sistem Commonrail," Doctoral Dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2017.
- [15] J. Willey, *Automotive Handbook BOSCH Invented For Life*, 8th Edition. Chicester: Robert Bosch GmbH, 2011.