

ANALISA KERUSAKAN KOMPONEN FUEL SYSTEM ENGINE 2J TOYOTA FORKLIFT

Faisyal^{1,*}, Abdul Muis², Abdul Halim³, Muh. Taufik⁴, Mustafa⁵, Alya Nisrina^{6,**}
^{1,2,3,4,6} Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda
⁵ Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda

ABSTRACT

The aim of this research is to determine the damage, causes of damage, repair steps and maintenance of the 2J Toyota Forklift engine fuel system components. During the research process, the author carried out remove, disassemble, visual inspection, assemble, install and carried out measurements and tests on fuel components and systems. The results of the visual inspection and testing on the Toyota Forklift 2J engine fuel system showed a leak in the fuel hose from the tank to the fuel filter. The author repaired it by adding a clamp to the hose and tightening it. The other components are still in good condition and can be reused.

Keywords: Heavy Equipment, Fuel System, 2J Toyota, Forklift

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kerusakan, penyebab kerusakan, langkah perbaikan, dan perawatan pada komponen fuel system engine 2J Toyota Forklift. Pada saat proses penelitian, penulis melakukan remove, disassemble, visual inspection, assemble, install serta melakukan pengukuran dan pengujian pada komponen dan sistem fuel. Hasil dari visual inspection serta pengujian pada fuel system engine 2J Toyota Forklift didapatkan kebocoran pada hose fuel dari tangki ke fuel filter, penulis melakukan perbaikan dengan menambahkan clamp pada hose tersebut dan mengencangkan. Untuk komponen lainnya masih dalam kondisi baik dan dapat digunakan kembali.

Kata Kunci: Alat Berat, Sistem Bahan Bakar, 2J Toyota, Forklift

1. PENDAHULUAN

Sistem bahan bakar (*fuel system*) pada motor *diesel* memiliki peranan yang sangat penting dalam menghasilkan energi pembakaran sebagai suatu sistem yang berfungsi menyediakan dan mensuplai bahan bakar bertekanan tinggi ke dalam silinder [1].

Dalam kerjanya sistem bahan bakar motor *diesel* memiliki syarat-syarat khusus diantaranya: harus memiliki tekanan tinggi sesuai agar dapat berpenetrasi ke dalam silinder, dan tepat waktu. Pada motor *diesel* aliran bahan bakarnya dimulai dari tangki bahan bakar, *feed pump*, *fuel filter*, pompa injeksi, pipa tekanan tinggi dan *nozzle* [2,

Kegagalan *fuel system* dapat berpengaruh besar terhadap unit tersebut dan juga komponen *fuel system*. Jika terjadi kegagalan pada *fuel system* unit tersebut akan mengalami *low power* bahkan dapat menyebabkan unit tersebut tidak beroperasi [3].

Fuel system merupakan satu dari beberapa sistem yang ada pada *engine* alat berat yang memegang peran sangat penting bagi *engine* itu sendiri, baik untuk performa *engine*, hasil gas buang sampai efisiensi penggunaan bahan bakar, akibat dari *fuel system* yang mengalami masalah, akan menyebabkan ketidak normalan dalam mengoperasikan unit seperti penurunan tenaga, penggunaan bahan bakar yang meningkat, emisi gas buang yang tidak terkontrol dan lain lain [3,4,5].

Hal serupa terjadi pada *engine* yang akan penulis jadikan objek penelitian, yaitu *engine* 2J TOYOTA yang terindikasi mengalami kegagalan pada fuel system nya, menurut informasi, engine dapat di *start* namun tidak dapat *running* dengan normal serta terdapat beberapa titik yang mengalami kebocoran oleh karena itu salah satu langkah untuk mengatasi masalah di atas adalah dengan melakukan analisa kerusakan komponen terhadap *fuel system* pada *engine* 2J TOYOTA, analisa kerusakan komponen ini akan meliputi pemeriksaan kebocoran pada *fuel injection pump* dan *fuel lines*, penyumbatan pada *nozzle* dan *fuel lines*, tekanan yang di hasilkan *feul pump* serta pengantian komponen jika di perlukan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kerusakan, penyebab, perbaikan, dan perawatan pada *fuel system engine* 2J Toyota.

* Korespondensi penulis: Faisyal, email faisyal@polnes.ac.id

** Mahasiswa tingkat Sarjana Muda (D3)

2. METODE PENELITIAN

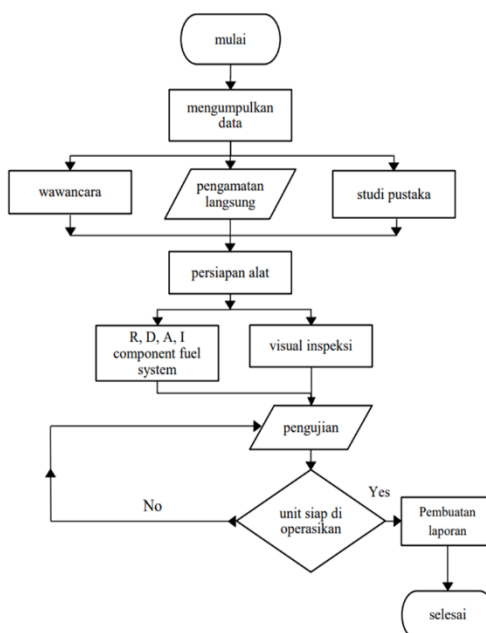
Metode pengambilan data terdiri atas beberapa tahapan yaitu melalui metode observasi melalui pengambilan data langsung saat praktek lapangan pada komponen *fuel system*; metode wawancara dan studi literatur. Objek Penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Dengan spesifikasi pada Tabel 1. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1 Objek Penelitian

Tabel 1. Spesifikasi engine
Specification engine

<i>Serial Number engine</i>	2J
<i>Engine model</i>	TOYOTA
<i>Power</i>	36,8 kW (49,3 HP)
<i>Cylinder Bore</i>	3,46 in. (88 mm)
<i>Cylinder Stroke</i>	4,0 in. (102 mm)
<i>Displacement</i>	151 cu.in (2481 cc)
<i>Length of engine</i>	28,5 in (7239 mm)
<i>Width of engine</i>	22,6 in (5740,4 mm)
<i>Height of engine</i>	27,6 in (7010,4 mm)
<i>Weight of engine</i>	534 lb (242 kg)
<i>Number Of Cylinder</i>	4
<i>Firing Order (Injection Sequence)</i>	1 - 2 - 4 - 3
<i>Direction Of Rotation (From Flywheel End)</i>	Counterclockwise

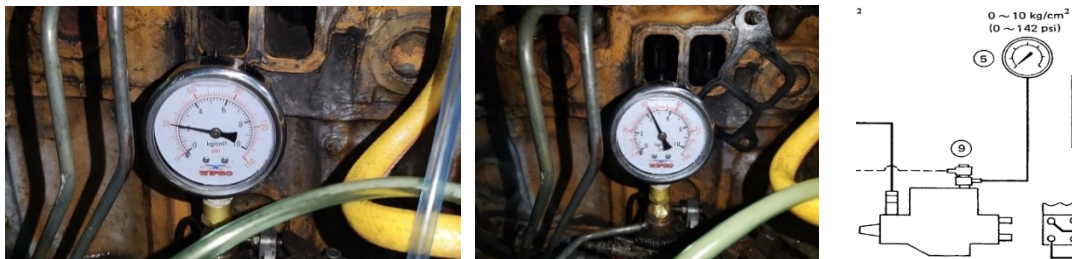


Gambar 2. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pembahasan analisa kerusakan komponen *fuel system engine 2J Toyota Forklift* ini, pembahasan dilakukan dalam beberapa proses, pertama yaitu dengan melakukan pemeriksaan *visual* pada kondisi fisik *engine* kemudian dilanjutkan dengan melakukan pelepasan, pembongkaran, pengukuran/pengtesan, perakitan, dan pemasangan komponen *fuel system*. Adapun beberapa kegiatan analisa dilakukan dengan langkah - langkah sebagai berikut: Analisa *fuel filter, fuel filter base dan priming pump* yaitu *Visual inspection* terhadap *fuel filter, fuel filter base dan priming pump* dan Analisa *fuel injection nozzle dan high pressure pipe* yaitu *Visual inspection* dan pengujian *fuel injection nozzle* [6,7].

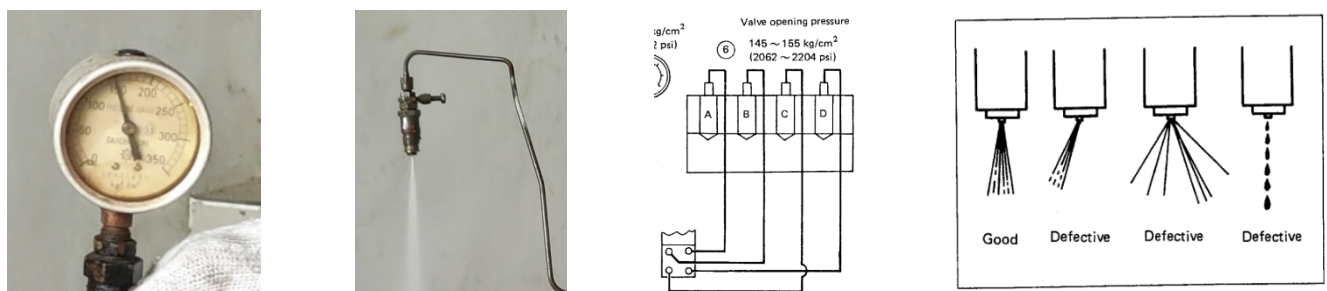
Hasil Pengukuran *Pressure* pada *Fuel System Engine 2J Toyota* dibagi atas tiga bagian yaitu: (1) **Hasil Pengukuran *Overflow Transfer Pump Pressure***. Untuk *overflow fuel transfer pump* bekerja dengan baik, ketika keadaan *engine low idle valve* terbuka pada 30 Psi (2 kg/cm²), sedangkan *engine high idle valve* terbuka pada kisaran 60 Psi (4 kg/cm²) seperti ditunjukkan pada Gambar 3. (2) **Hasil Pengukuran *Input Pressure Transfer Pump***. Untuk *input pressure transfer pump* bekerja dengan baik, bekerja di tekanan 80 Psi masih masuk dalam spesifikasi dengan rentang spesifikasi 0 – 85 Psi seperti pada Gambar 4. (3) **Hasil Pengukuran *Valve Opening Pressure Nozzle Holder***. Untuk pengukuran *valve opening pressure nozzle holder* penulis mendapatkan aktual 150 kg/cm² dan masih masuk nilai *spec*, untuk pengkabutan bahan bakar *good* (Gambar 5). Skema penyusunan *pressure system* ditunjukkan pada Gambar 6 dan hasil pengukuran *Nozzle tester* dan *Pressure system* ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.



Gambar 3. Hasil Pengukuran *Overflow Transfer Pump Pressure*



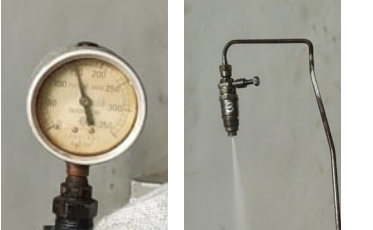



Gambar 4. Hasil Pengukuran *Input Pressure Transfer Pump*



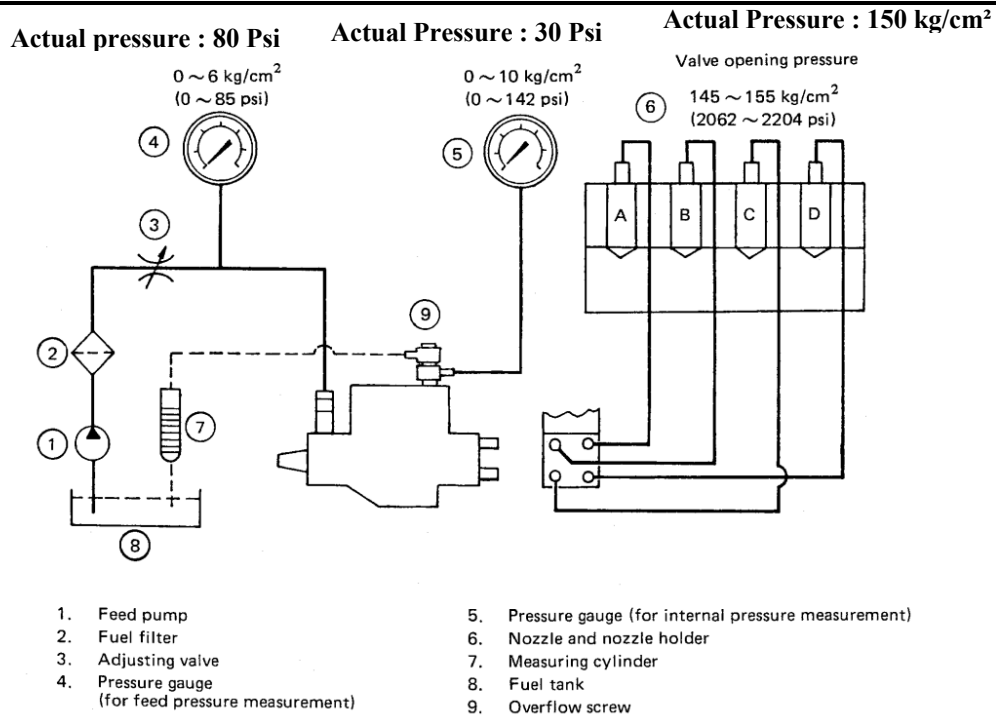
Gambar 5. Hasil Pengukuran *Valve Opening Pressure Nozzle Holder*

Tabel 1. *Nozzle Tester*

No.	Gambar	Bagian	Keterangan
1.		<i>Nozzle no 1</i>	Pengkabutan <i>nozzle</i> dalam kondisi baik dengan tekanan kerja di 150 kg/cm ²
2.		<i>Nozzle no 2</i>	Pengkabutan <i>nozzle</i> dalam kondisi baik dengan tekanan kerja di 150 kg/cm ²
3.		<i>Nozzle no 3</i>	Pengkabutan <i>nozzle</i> dalam kondisi baik dengan tekanan kerja di 150 kg/cm ²
4.		<i>Nozzle no 4</i>	Pengkabutan <i>nozzle</i> dalam kondisi baik dengan tekanan kerja di 150 kg/cm ²

Tabel 2. Hasil Pengukuran *Pressure System*

No	Pengujian	<i>Specification</i>	<i>Actual</i>
1	<i>Overflow Pressure Fuel Transfer Pump</i>	0 – 142 Psi	30 Psi
2	<i>Input Pressure Fuel Transfer Pump</i>	0 – 85 Psi	80 Psi
3	<i>Valve Opening Pressure Nozzle Holder</i>	145 – 155 kg/cm ²	150 kg/cm ²



Gambar 6. Schematic Pengukuran Pressure System

Hasil *Visual Inspection Fuel System Engine 2J Toyota* diperoleh data sebagai berikut: (1) **Fuel Priming Pump dan Fuel Filter Base**. Berdasarkan hasil *visual inspection fuel priming pump* (Gambar 7) masih dalam kondisi baik dan berfungsi secara normal, namun untuk *pressure* yang dihasilkan hanya 80 Psi tidak mencapai *pressure* maksimal yaitu 85 Psi, namun masih dalam rentang spesifikasi 0 – 85 Psi, ini disebabkan oleh *seal* yang sudah mencapai umur pemakaian, untuk melakukan perbaikan pada komponen ini dengan menggantikan *seal* baru. Untuk komponen *fuel filter base* dalam kondisi baik tidak mengalami keretakan dan komponen ini masih bisa digunakan kembali. (2) **Fuel Filter**. Pada Gambar 8, Kondisi setelah dilakukan proses *cutting filter*, ditemukan pada *element fuel filter* terdapat partikel endapan dari kotoran bahan bakar yang disebabkan oleh tangki bahan bakar yang terganggu pada saat unit beroperasi dan dihisap oleh *fuel transfer pump*, sehingga penulis memutuskan untuk mengganti *filter* baru. Untuk meminimalkan endapan yang terhisap ke system maka sebaiknya menggunakan *fuel* yang bersih atau tidak tercampur kontaminan lainnya. (3) **Pipe**. *Pipe* yang terhubung diantar *fuel filter* dan *fuel transfer pump* dalam kondisi baik (Gambar 9), tidak mengalami kebocoran dan kebuntuan, maupun perubahan bentuk. *Pipe* ini masih bisa digunakan kembali. (4) **High Pressure Line**. *High pressure line* pada Gambar 10 dalam kondisi baik, tidak mengalami kebocoran dan kebuntuan pada *line* maupun perubahan bentuk, maka *high pressure line* ini masih layak digunakan kembali. Untuk mencegah terjadinya perubahan bentuk, pastikan pada saat setelah melepaskan *high pressure line* dari *engine* tidak meletakkan *high pressure line* bergabung dengan komponen yang berat dan perhatikan pada saat pemasangan tidak ada *line* yang tertukar. (5) **Nozzle**. Berdasarkan *visual inspection fuel injection nozzle* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11, *Nozzle* masih dalam kondisi bagus tidak mengalami perubahan bentuk, tidak terdapat kebuntuan pada *nozzle tip*, namun untuk *pressure* yang dihasilkan hanya 150 kg/cm² tidak mencapai *pressure* maksimal yaitu 155 kg/cm², namun masih dalam rentang spesifikasi 145 – 155 kg/cm², ini disebabkan oleh *spring/pegas* yang ada pada *nozzle* sudah mencapai umur pemakaian, untuk mendapatkan hasil yang maksimal kita bisa menambahkan *shim* pada *nozzle* sedangkan untuk pengkabutan *nozzle* masih dalam kondisi bagus.



Gambar 7. *Visual Inspection* pada *Filter base & Priming Pump*



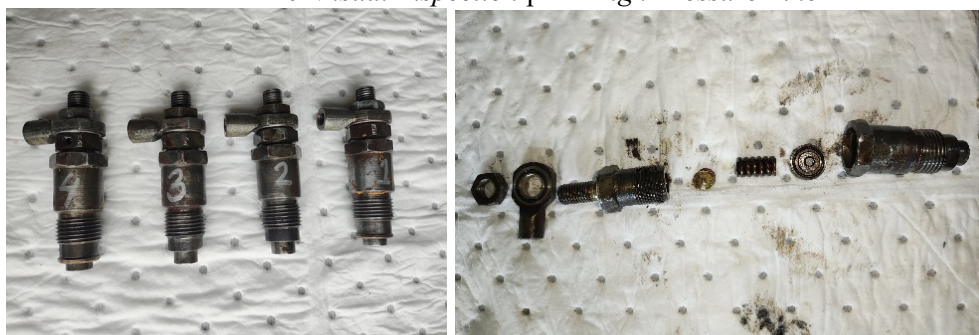
Gambar 8. *Visual Inspection* pada *Element Fuel Filter*



Gambar 9. *Visual Inspection* pada *Pipe*



Gambar 10. *Visual Inspection* pada *High Pressure Line*



Gambar 11. *Visual Inspection* pada *Nozzle*

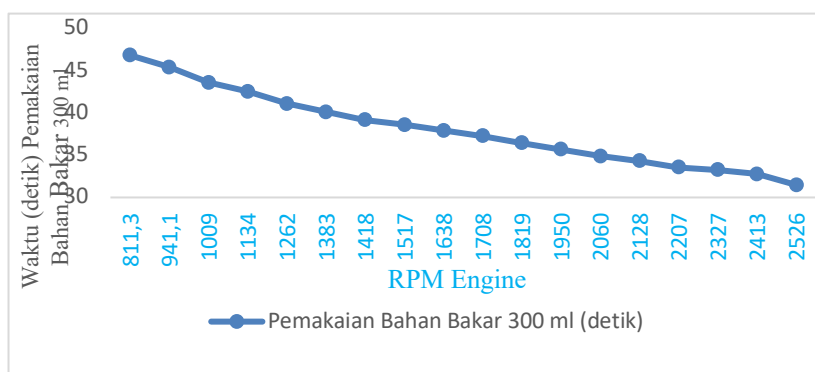
Hasil dari analisa dan pengukuran yang telah penulis lakukan, penulis menyimpulkan bahwa sebagian besar komponen yang telah di analisa dan di lakukan pengukuran masih masuk spesifikasi dan semua komponen masih bisa digunakan kembali.

Penulis menemukan dua penyebab *engine* tidak dapat langsung *running* pada saat awal *start*. Yang pertama dikarenakan adanya kebocoran pada *line* hisapan *fuel* dari tangki ke *fuel filter*, karena *line* tersebut tidak dirapatkan sehingga *fuel* selalu kembali ke tangki bahan bakar atau tidak *standby* apabila *engine* dalam kondisi tidak *running*, maka penulis memberi *clamp* untuk merapatkan *line* sehingga tidak terjadi kebocoran yang menyebabkan *fuel* didalam *line* kembali ke tangki.

Masalah kedua disebabkan instalasi *glow plug* yang tidak terpasang, sehingga temperatur didalam ruang bakar tidak tercapai pada saat *start* pertama kali, maka hal inilah yang menyebabkan *engine* susah *running* pada saat awal *starting*. Detail Analisa pengukuran yaitu: (1) **Pengujian Engine 2J Toyota Setelah dilakukan Overhaul**. Setelah dilakukan *overhaul* dilakukan pengujian ulang *engine* 2J Toyota (Gambar 12) dan hasilnya *engine* dapat *running* dengan baik pada *rpm* rendah dan tinggi serta asap dari pembakaran berkurang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13 dan Tabel 3 dan Tabel 4.



Gambar 12. Pengujian Engine 2J Toyota Setelah dilakukan Overhaul



Gambar 13. Grafik Perbandingan RPM Engine Dengan Pemakaian Bahan Bakar 300 ml

Tabel 3. Nilai Data Perbandingan RPM Engine dengan Pemakaian Bahan Bakar 300 ml

No	Putaran Engine (RPM)	Waktu (detik)
1	811.3	46.80
2	941.1	45.41
3	1009	43.57
4	1134	42.52
5	1262	41.09
6	1383	40.09
7	1418	39.17
8	1517	38.58
9	1638	37.90
10	1708	37.28
11	1819	36.45
12	1950	35.66
13	2060	34.87
14	2128	34.33
15	2207	33.54
16	2327	33.27
17	2413	32.78
18	2526	31.48

Tabel. 4. Hasil pengecekan mesin

Gambar Penelitian	Keterangan
	<p>Pada putaran <i>engine</i> (<i>rpm</i>) 811.3 memerlukan waktu selama 46.80 detik untuk bisa menghisap 300 ml bahan bakar.</p>
	<p>Pada putaran <i>engine</i> (<i>rpm</i>) 1517 memerlukan waktu selama 38.58 detik untuk bisa menghisap 300 ml bahan bakar.</p>
	<p>Pada putaran <i>engine</i> (<i>rpm</i>) 2526 memerlukan waktu selama 31.48 detik untuk bisa menghisap 300 ml bahan bakar</p>

4. KESIMPULAN

Ditemukan 2 penyebab *engine* tidak dapat langsung *running*. Yang pertama dikarenakan adanya kebocoran di jalur hisapan dari tangki ke *fuel filter*, karena *line* tersebut tidak dirapatkan menggunakan *clamp*, maka penulis memberi *clamp* dan mengencangkan *clamp* tersebut. Yang kedua disebabkan instalasi *glow plug* yang tidak terpasang, karena instalasi *glow plug* tersebut tidak terpasang maka temperatur di dalam ruang bakar tidak tercapai pada saat *start* pertama kali, maka hal inilah yang menyebabkan *engine* susah *running* pada saat awal *starting*.

Hasil dari *visual inspection* pada komponen *fuel system engine 2J Toyota*. (a) *Fuel filter base*, dalam kondisi baik dan tidak terdapat perubahan bentuk, *fuel priming pump* berfungsi secara normal memompa dan mengalirkan bahan bakar. (b) *Fuel filter*, ditemukan pada *element fuel filter* terdapat partikel endapan dari kotoran bahan bakar yang disebabkan oleh tangki bahan bakar yang terganggu pada saat unit beroperasi dan dihisap oleh *fuel transfer pump*. (c) *Pipe* yang terhubung diantar *fuel filter* dan *fuel transfer pump* dalam kondisi baik, tidak mengalami kebocoran dan kebuntuan, maupun perubahan bentuk. (d) *High pressure line*, dalam kondisi baik, tidak mengalami kebocoran dan kebuntuan pada *line* maupun perubahan bentuk. (e) *Fuel Injection Nozzle*, dalam kondisi baik tidak memiliki perubahan bentuk, tidak terdapat kebuntuan pada ujung *nozzle*, pengkabutan dan *valve opening pressure* masih dalam *spec*

Dari data yang diperoleh penulis komponen *fuel system* pada *engine* 2J Toyota Forklift ini masih layak digunakan kembali kecuali *fuel filter replace new part*. Dengan *pressure* pada *fuel system engine* 2J Toyota Forklift ini masih bekerja dengan baik dan masih masuk *specification*, seperti *pressure actual* pada *Overflow transfer pump* sebesar 30 Psi, *transfer Pump Input* sebesar 80 Psi, dan *Valve Opening Pressure Nozzle Holder* : 150 kg/cm².

Untuk perawatan *fuel system Engine* 2J Toyota disesuaikan dengan *manual book*. Setelah melakukan serangkaian kegiatan perbaikan hasil yang penulis dapatkan adalah *engine* sudah dapat *running* dengan normal.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktur Politeknik Negeri Samarinda beserta jajarannya, Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Samarinda (P2M POLNES) yang telah memberikan kesempatan kepad kami untuk melakukan penelitian, dan memperoleh dana perjalanan penelitian dengan skema penelitian mandiri serta semua pihak yang telah mendukung kelancaran penelitian ini

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Sutrisno, *Teknologi dan Perawatan Alat Berat: Fokus pada Sistem Bahan Bakar*, Jakarta: Penerbit Salemba Empat, 2019
- [2] H.Nugroho. "Pengaruh Kerusakan Sistem Bahan Bakar terhadap Kinerja Forklift Diesel." *Jurnal Teknik Mesin Indonesia* 11(1): 45-52, 2021
- [3] B. Saputra & A.Raharjo, "Pengaruh penambahan biodiesel terhadap kinerja mesin diesel 2J Toyota pada forklift", *Jurnal Teknik Mesin Universitas X*, 5(2), 115-122, 2021.
- [4] B.Setiawan, "Analisis Sistem Bahan Bakar pada Forklift 2J Toyota di Industri Pertambangan." Tesis, Universitas Indonesia, 2022.
- [5] C. D .Susanto, "Optimasi konsumsi bahan bakar mesin diesel 2J Toyota pada forklift dengan menggunakan EGR", *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin* (hal. 123-130). Bandung: ITB, 2020.
- [6] Toyota Forklift, *Repair Manual Models 4FG10, 4FG15, 3FG20, And 3FD30 Series*, East Syracuse New York: Toyota Motor Corporation, 1980.
- [7] Toyota Forklift, *Toyota 2J Engine Repair Manual*. Nagoya Japan: Toyota Motor Corporation, 1983