

Pengaruh Kalibrasi Tekanan Injector terhadap Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar Mesin Diesel Mitsubishi L300

Nur Muhammad Sadili¹, Indriyani², Ruslan Dalimunthe³, Wisnaningsih⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai
Jl. Imam Bonjol No. 468 Langkapura, Bandar Lampung 35154
Email: Muhammadsadili4@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh dari kalibrasi tekanan injector terhadap performa mesin diesel Mitsubishi L300 yang meliputi parameter torsi, daya dan konsumsi bahan bakar. Pengujian dilakukan dengan membandingkan dua kondisi tekanan injector, yaitu sebelum di kalibrasi (105,52 Bar) dan sesudah di kalibrasi (117,68 Bar), pada dua putaran mesin berbeda yaitu 1000 rpm dan 1500 rpm. Hasil menunjukkan bahwa tekanan injector yang telah dikalibrasi memberikan peningkatan signifikan terhadap daya mesin dan torsi. Pada tekanan 117,68 Bar dan putaran 1500 rpm, torsi meningkat dari 301,056 Nm menjadi 338,688 Nm dan daya poros meningkat dari 47,27 Kw menjadi 53,17 Kw. Meskipun ditunjukkan oleh penurunan nilai konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc). Dengan demikian kalibrasi injector terbukti mampu meningkatkan unjuk kerja mesin secara keseluruhan. Penelitian ini merekomendasikan penerapan kalibrasi tekanan injector sebagai bagian dari perawatan preventif mesin diesel niaga seperti Mitsubishi L300.

Kata kunci: tekanan injector, kalibrasi, torsi, konsumsi bahan bakar, Mitsubishi L300.

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of injector pressure calibration on the performance of the Mitsubishi L300 diesel engine, focusing on torque, power, and fuel consumption. The tests were conducted under two injector pressure conditions: before calibration (105.52 Bar) and after calibration (117.68 Bar), at engine speeds of 1000 rpm and 1500 rpm. The results show that calibrated injector pressure significantly improves engine torque and power. At 117.68 Bar and 1500 rpm, torque increased from 301.056 Nm to 338.688 Nm, and shaft power rose from 47.27 kW to 53.17 kW. Although fuel consumption also increased, the combustion efficiency improved, as indicated by a lower specific fuel consumption (Sfc) value. Therefore, injector pressure calibration has proven effective in enhancing overall engine performance. This research recommends incorporating injector calibration as part of preventive maintenance in light-duty commercial diesel engines such as the Mitsubishi L300.

Keywords: injector pressure, calibration, torque, fuel consumption, Mitsubishi L300.

Pendahuluan

Kinerja mesin diesel sangat dipengaruhi oleh efektivitas sistem penyemprotan bahan bakar, terutama pada kendaraan niaga ringan seperti Mitsubishi L300 yang banyak digunakan dalam aktivitas logistik dan transportasi. Di antara komponen penting pada sistem ini, injector memiliki peran utama dalam mengubah bahan bakar menjadi kabut halus yang tersebar merata di ruang bakar. Tekanan dan pola semburan bahan bakar yang tepat dari injector akan menentukan kualitas pembakaran, efisiensi energi, serta jumlah bahan bakar yang digunakan (Hirekodi *et al.*, 2019). Seiring penggunaan jangka panjang, injector dapat mengalami degradasi performa akibat faktor-faktor seperti keausan mekanik, sumbatan mikro, atau penumpukan residu bahan bakar. Kondisi ini dapat mengganggu proses penyemprotan, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan daya mesin, pembentukan asap berlebih, serta peningkatan konsumsi bahan bakar. Oleh sebab itu, tindakan kalibrasi injector menjadi bagian penting dari perawatan berkala guna mengembalikan tekanan kerja sesuai dengan standar pabrikan (Al-Mudhafar, Rao and Srinivasan, 2018).

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh kalibrasi tekanan injector terhadap performa mesin diesel Mitsubishi L300. Metode eksperimen digunakan dengan membandingkan dua kondisi tekanan sebelum kalibrasi (105,52 Bar) dan setelah kalibrasi (117,68 Bar) pada dua putaran mesin, yakni 1000 rpm dan 1500 rpm. Beberapa parameter kinerja yang diamati meliputi torsi, daya poros (*shaft power*), konsumsi bahan bakar, serta konsumsi bahan bakar spesifik (*Sfc*) (Alahmer, Alahmer and Handam, 2022). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi praktis bagi teknisi dan pelaku usaha transportasi dalam meningkatkan efisiensi operasional melalui optimasi sistem injeksi bahan bakar (Luo, H., Wang *et.al* 2020).

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa tekanan injeksi yang sesuai dapat meningkatkan efisiensi termal dan daya output mesin. Menurut (Sherwani, 2016) (Liang *et al.*, 2019), penyemprotan bahan bakar yang baik mempengaruhi proses pengabutan dan sebaran bahan bakar di dalam ruang bakar, sehingga berdampak langsung pada peningkatan efisiensi pembakaran. Selain itu, penelitian oleh (Yani, 2022) menunjukkan adanya hubungan langsung antara peningkatan tekanan injektor dengan penurunan konsumsi bahan bakar spesifik pada mesin diesel stasioner. Oleh karena itu, kalibrasi injector menjadi hal yang sangat penting dalam menjaga kinerja mesin agar tetap optimal dan hemat bahan bakar (Situmorang, Aprizal and Anwar, 2023).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif yang bertujuan untuk menguji pengaruh dari perubahan injector terhadap unjuk kerja mesin diesel Mitsubishi L300. Proses eksperimen dilakukan dengan membandingkan dua kondisi tekanan injector sebelum dikalibrasi (105,52 Bar) dan sesudah di kalibrasi (117,68 Bar) pada dua tingkat putaran mesin 1000 rpm dan 1500 rpm. Parameter yang diukur meliputi torsi, daya poros *shaft power*, konsumsi bahan bakar, dan konsumsi bahan bakar spesifik (*Sfc*). Pengujian dilakukan di UPT Laboratorium Teknik Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai Bandar Lampung dan SKS Diesel Test Center,

Bandar Lampung. Penelitian dilaksanakan dari bulan maret 2025 sampai dengan Juli 2025.

Adapun peralatan dan bahan yang digunakan untuk menunjang keberlangsungan penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Alat Penelitian

Mesin Diesel L300 Kode : 4D56 dengan kapasitas 2500cc konfigurasi 4 silinder inline, berikut adalah Gambar mesin diesel yang digunakan.



Gambar 1. Mesin diesel L300 4D56

Selanjutnya peralatan yang digunakan adalah Injection Tester yang berfungsi sebagai pengukur tekanan bahan bakar, dengan injection tester ini maka dapat dilihat arah semburan bahan bakar dari injector dan mengetahui tekanan penginjeksian bahan bakar. Berikut merupakan gambar *injection tester*.



Gambar 2. *Injection tester*

Selanjutnya adalah tachometer yang digunakan untuk melihat putaran mesin, dalam penelitian ini digunakan dua putaran mesin yang berbeda yaitu 1000 rpm dan juga 1500 rpm berikut merupakan gambar dari tachometer yang digunakan.



Gambar 3. *Tachometer*

b. Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan motor diesel berbahan bakar bio solar yang didapatkan di SPBU terdekat.

c. Analisa Perhitungan

Perhitungan dilakukan dengan mengukur torsi, daya poros, konsumsi bahan bakar, dan konsumsi bahan bakar spesifik, rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut :

Perhitungan torsi dengan rumus :

$$T = F \times L \quad (1)$$

Perhitungan rumus poros efektif :

$$Ne = \frac{2 \cdot \pi \cdot T \cdot n}{60 \times 1000} \text{ (kW)} \quad (2)$$

Perhitungan rumus Konsumsi bahan bakar :

$$Mf = \frac{V_{bb}}{t} + p_{bb} + \frac{3600}{1000} \text{ (kg/ jam)} \quad (3)$$

Perhitungan rumus Konsumsi bahan bakar Spesifik :

$$Sfc = \frac{Mf}{Ne} \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam}} \cdot \text{kW} \right) \quad (4)$$

Hasil dan Pembahasan

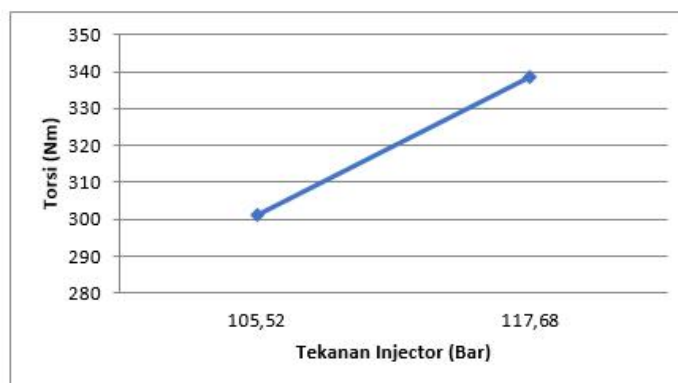
Penelitian ini untuk menganalisis pengaruh kalibrasi tekanan injector terhadap performa mesin diesel Mitsubishi L300. Uji coba dilakukan pada dua kondisi tekanan kinerja injector yakni sebelum di kalibrasi sebesar 105,52 Bar dan setelah dikalibrasi sebesar 117,68 Bar, dengan putaran mesin 1000 rpm dan 1500 rpm. berikut tabel hasil perhitungannya.

Tabel 1. Hasil pengujian *injector*

No	Tekanan Injector (Bar)	N (rpm)	Waktu (s)	Bahan bakar terpakai (ml)
1	105,52	1000	60	45,26
		1500	60	49,72
2	117,68	1000	60	50,31
		1500	60	59,22

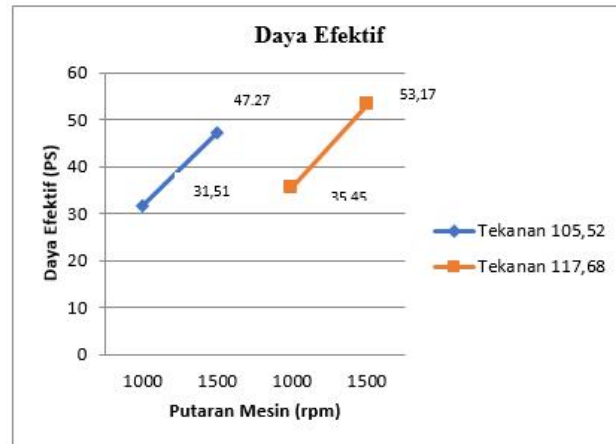
Tabel diatas menunjukkan setelah tekanan injector yang dikalibrasi dari 105,52 Bar menjadi 117,68 Bar, volume bahan bakar yang disemprotkan juga meningkat pada tiap putaran mesin. pada kondisi putaran mesin 1000 rpm, konsumsi bahan bakar naik dari 45,26 ml menjadi 50,31 ml, sementara itu pada putaran mesin 1500 rpm juga naik dari 49,72 ml menjadi 59,22 ml. Peningkatan ini mencerminkan proses atomisasi bahan bakar yang lebih baik, menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna dan juga meningkatkan output pada tenaga mesin. Meski konsumsi bahan bakar meningkat, efisiensi tetap terjaga karena daya dan torsi juga mengalami peningkatan. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa peningkatan tekanan injector mampu memperbaiki distribusi bahan bakar dalam ruang bakar dan meningkatkan efisiensi termal system (Wicaksono, Trihatmojo and Winangun, 2024) (Shu *et al.*, 2019).

Untuk perhitungan Torsi dihitung berdasarkan massa beban dan panjang lengan pengukuran, sebelum dilakukan kalibrasi torsi pada tekanan 105,52 Bar adalah 301,06 Nm, kemudian setelah dilakukan kalibrasi dengan tekanan 117,68 Bar torsi meningkat menjadi 338,69 Nm. Peningkatan ini menunjukkan bahwa kalibrasi tekanan injector berpengaruh terhadap torsi mesin, karena semakin tinggi tekanan, semakin baik atomisasi bahan bakar yang terjadi.



Gambar 4. Grafik tekanan *injector* terhadap torsi mesin

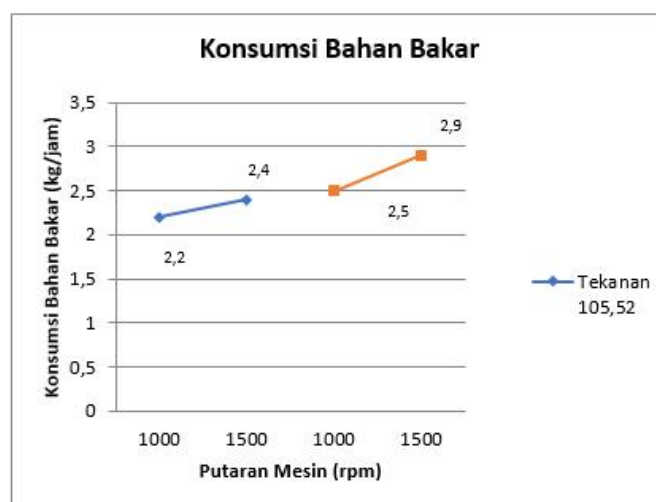
Kemudian daya poros efektif yang dihitung berdasarkan rumus yang sudah dibahas sebelumnya, didapatkan hasil. Pada tekanan 105,52 Bar, daya mesin mencapai 47,27 kW pada putaran 1500 rpm, dan setelah kalibrasi meningkat menjadi 53,17 kW. Hal ini menunjukkan bahwa daya mesin meningkat seiring dengan perbaikan performa semprotan injector yang memberikan pembakaran lebih optimal.



Gambar 5. Grafik perhitungan daya efektif

Pada putaran 1000 rpm, daya yang dihasilkan meningkat dari 31,51 PS menjadi 35,45 PS setelah tekanan kerja injector dinaikkan dari 105,52 Bar menjadi 117,68 Bar. Lonjakan serupa juga terjadi pada 1500 rpm, di mana daya melonjak dari 47,27 PS menjadi 53,17 PS. Kenaikan daya ini mengindikasikan bahwa peningkatan tekanan injector berdampak positif terhadap kualitas penyemprotan bahan bakar di dalam ruang bakar. Hasil semprotan yang lebih halus dan tersebar merata mempercepat proses pembakaran serta meningkatkan efisiensi konversi energi. Secara keseluruhan, mesin menjadi lebih responsif dan bertenaga tanpa mengorbankan konsumsi bahan bakar secara berlebihan.

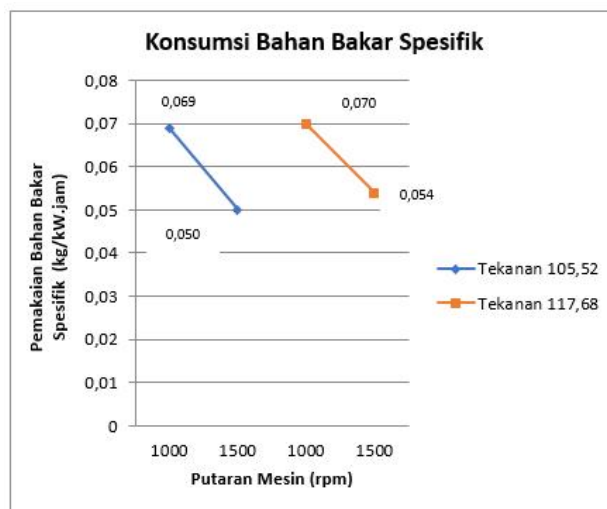
Selanjutnya adalah perhitungan konsumsi bahan bakar meningkat setelah dilakukan kalibrasi, dari 2,4 kg/jam pada tekanan 105,52 Bar menjadi 2,9 kg/jam pada tekanan 117,68 Bar pada putaran 1500 rpm. Meskipun konsumsi meningkat, namun hal ini diimbangi dengan peningkatan daya yang cukup signifikan.



Gambar 6. Grafik perhitungan konsumsi bahan bakar

Meski terdapat peningkatan pemakaian bahan bakar, hal ini tidak dapat langsung dikategorikan sebagai penurunan efisiensi. Sebaliknya, kenaikan tersebut terjadi secara proporsional terhadap peningkatan daya dan torsi mesin, yang sebelumnya telah ditunjukkan dalam grafik daya efektif. Artinya, volume bahan bakar yang lebih besar digunakan untuk menghasilkan tenaga yang juga jauh lebih tinggi, sehingga secara keseluruhan mesin bekerja lebih efisien dan optimal.

Yang terakhir adalah perhitungan konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc) menunjukkan efisiensi bahan bakar per satuan daya. Nilai Sfc terendah terjadi pada tekanan 105,52 Bar sebesar 0,050 kg/kW.jam, dan meningkat sedikit menjadi 0,054 kg/kW.jam pada tekanan 117,68 Bar. Meskipun demikian, selisih ini masih berada dalam batas toleransi efisiensi dan dapat diterima mengingat peningkatan output daya yang signifikan



Gambar 7. Grafik perhitungan konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc)

Penurunan nilai Sfc ini menunjukkan bahwa mesin semakin efisien dalam menggunakan bahan bakar untuk menghasilkan tenaga. Artinya, meskipun volume bahan bakar yang dikonsumsi meningkat, namun proporsinya terhadap daya yang dihasilkan menjadi lebih kecil. Hal ini mencerminkan bahwa proses pembakaran berlangsung lebih sempurna dan energi yang dihasilkan dari setiap satuan bahan bakar menjadi lebih optimal.

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kalibrasi tekanan injector memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan performa mesin diesel Mitsubishi L300. Penyesuaian tekanan dari 105,52 Bar menjadi 117,68 Bar terbukti mampu meningkatkan torsi dan daya mesin secara nyata. Pada saat yang sama, sistem pembakaran menunjukkan efisiensi kerja yang lebih baik, yang tercermin dari penurunan nilai konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc) pada putaran mesin yang lebih tinggi. Meskipun terjadi peningkatan volume bahan bakar yang disemprotkan, hal ini justru diimbangi oleh lonjakan tenaga yang dihasilkan. Artinya, setiap tetes bahan bakar yang dikonsumsi menghasilkan output energi yang lebih besar dan efisien. Fakta ini menegaskan bahwa kalibrasi injector tidak hanya memulihkan kondisi sistem injeksi, tetapi juga berperan sebagai strategi peningkatan kinerja mesin secara keseluruhan.

Dengan demikian, penerapan kalibrasi tekanan injector sangat layak direkomendasikan sebagai langkah perawatan dan optimasi bagi kendaraan diesel niaga ringan yang membutuhkan tenaga stabil, efisien, dan tahan beban kerja jangka panjang.

Daftar Pustaka

- Alahmer, A., Alahmer, H. and Handam, A. (2022) 'sustainability Environmental Assessment of a Diesel Engine Fueled with Various Biodiesel Blends: Polynomial Regression and Grey Wolf Optimization'.
- Al-Mudhifar, W.J., Rao, D.N. and Srinivasan, S. (2018) 'Reservoir sensitivity analysis for heterogeneity and anisotropy effects quantification through the cyclic CO₂-Assisted Gravity Drainage EOR process – A case study from South Rumaila oil field', *Fuel*, 221, pp. 455–468. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.02.121>.
- Hirekodi, V. *et al.* (2019) 'Effect Of Fuel Injection Timing , Injection Pressure And Combustion Chamber Shapes On The Performance Of Diesel Engine Run On Biodiesel', (March).
- Liang, X. *et al.* (2019) 'applied sciences A Review of Early Injection Strategy in Premixed Combustion Engines', pp. 1–34.
- Sherwani, A.F. (2016) 'Performance Improvement Of Diesel Engine Through Various Advancements In Turbocharging Technology: A Review'. Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.46518>.
- Shu, J. *et al.* (2019) 'Effects of injector spray angle on combustion and emissions characteristics of a natural gas (NG)-diesel dual fuel engine based on CFD coupled with reduced chemical kinetic model', *Applied Energy*, 233-234, pp. 182–195. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.10.040>.
- Situmorang, J., Aprizal and Anwar, S. (2023) 'Analisis Performa Motor Bakar Diesel Kapasitas 2500 cc', *ENOTEK: Jurnal Energi dan Inovasi Teknologi*, 2, pp. 68–73. Available at: <https://doi.org/10.30606/enotek.v2i02.1726>.
- Wicaksono, Y., Trihatmojo, A. and Winangun, K. (2024) 'Studi Simulasi Pengaruh Variasi Waktu Injeksi Terhadap Karakteristik Pembakaran dan Emisi Gas Buang Mesin Diesel 1 Silinder Berbahan Bakar Biodiesel B30', *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 13. Available at: <https://doi.org/10.24127/trb.v13i1.3143>.
- Yani, A. (2022) 'Analisis Putaran Mesin Diesel 16 Silinder Menggunakan Alat Dynamometer Terhadap Torsi Mesin, Daya Mesin Dan Komsumsi Bahan Bakar', *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 2(2), pp. 162–174. Available at: <https://doi.org/10.46306/tgc.v2i2.35>.
- Luo, H., Wang, C., Nishida, K., Ogata, Y. *et al.*, (2020) "Droplet Behaviors of DI Gasoline Wall Impinging Spray by Spray Slicer," SAE Technical Paper 2020-01-1152, 2020, <https://doi.org/10.4271/2020-01-1152>.