

KAJIAN EKSPERIMEN PENGARUH DIAMETER PLUNGER POMPA INJEKSI BAHAN BAKAR PADA PERFORMA DAN GAS BUANG MESIN DAIHATSU TAFT DIESEL DL62

Joni Dewanto¹, Teng Sutrisno², Nicolas G. W. Wardana³

^{1,2,3} Otomotif/Program Studi Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra

ljedewanto@petra.ac.id

tengsutrisno@petra.ac.id

C12170010@petra.ac.id

Abstrak— Bagi pecinta mobil klasik, penampilan Daihatsu Taft di era tahun sembilan puluhan tidak kalah menarik dibanding mobil SUV saat ini. Namun demikian tenaganya kurang sebanding, karena mesin diesel Daihatsu Taft masih menggunakan teknologi lama. Penelitian ini adalah upaya untuk meningkatkan performa mesin diesel lama, yang tidak menggunakan sistem cammon rail. Khususnya untuk mengetahui pengaruh modifikasi ukuran plunger pompa injeksi bahan bakar, terhadap daya dan torsi mesin, konsumsi bahan bakar serta opasitas gas buang. Analisis dilakukan melalui studi komparasi terhadap performa mesin standar dan mesin dengan modifikasi ukuran plunger I dan II yang lebih besar dari ukuran diameter plunger standar. Pengujian unjuk kerja mesin menggunakan Dastek Dynamometer 2WD Plat Roller. Hasil penelitian menunjukkan semakin besar diameter plunger pompa injeksi berpengaruh meningkatkan daya, torsi, laju konsumsi bahan bakar dan opasitas gas buang serta efisiensi mesin Daihatsu Taft diesel DL62. Kenaikan opasitas gas buang mesin termodifikasi tidak melampaui bahkan masih jauh di bawah ambang batas maksimum menurut Peraturan Kementerian Negara Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama. Metode pengujian emisi menggunakan ISO 11614

Kata Kunci— pembakaran diesel, sistem bahan bakar, emisi.

Abstract— For classic car lovers, the appearance of the Daihatsu Taft in the nineties was no less interesting than today's SUVs. However, the power is not comparable, because the Daihatsu Taft diesel engine still uses old technology. This research is an attempt to improve the performance of old diesel engines, which do not use common rail systems. Specifically, to determine the effect of modifying the size of the plunger of the fuel injection pump, on engine power and torque, fuel consumption and exhaust gas opacity. The analysis was carried out through a comparative study of the performance of standard machines and machines with modified plunger sizes I and II which were larger than the standard plunger diameter. Testing the performance of the machine using a Dastek Dynamometer 2WD Plate Roller. The results showed that the larger the plunger diameter of the injection pump, the effect of increasing power, torque, fuel consumption rate and exhaust gas opacity as well as the efficiency of the Daihatsu Taft DL62 diesel engine. The increase in exhaust gas opacities of modified engines does not exceed and is still far below the maximum threshold according to the Regulation of the State Ministry of Environment No. 5 of 2006 concerning Thresholds of Exhaust Emissions of Old Motor Vehicles. The emission test method uses ISO 11614

Keywords— Diesel Burning, Fuel System, Emission

PENDAHULUAN

Di era tahun sembilan puluhan, mobil Daihatsu Taft merupakan kendaraan Sport Utility Vehicle (SUV) yang banyak diminati masyarakat. Bermesin diesel 2765 cc, memiliki daya 97 HP dan torsi 245 Nm pada putaran 3400 rpm [1]. Pasar Daihatsu Taft sempat menurun diawal tahun 2000, karena animo masyarakat bergeser ke pemilihan kendaraan jenis Multi Purpose Vehicle (MPV) seperti Isuzu Panter, Toyota Kapsul dan atau Innova. Tetapi penampilannya yang gagah, tidak mengherankan bila saat ini Daihatsu Taft kembali banyak diminati. Terlebih dengan kehadiran kendaraan SUV

berkelas premium [2,3] yang juga menggunakan mesin diesel. Seperti Mitsubishi Pajero, Toyota Fortuner yang gagah penampilanya, bertenaga dan hemat bahan bakar serta dapat menggunakan jenis bahan bakar yang relative murah. Yang menjadi tantanganya adalah bahwa, dengan kapasitas mesin yang relative sama, Daihatsu Taft dianggap kurang bertenaga dibanding kendaraan SUV saat ini. Untuk itu perlu dilakukan penelitian, modifikasi dan atau pengembangan mesin penggerakanya. Dimana, mesin diesel Daihatsu Taft belum mengadopsi teknologi common rail dan masih menggunakan satu pompa plunger untuk melayani pemasukan bahan bakar ke empat silindernya.

Terkait dengan masalah tersebut, maka akan dilakukan modifikasi diameter pompa plunger sebagai upaya rekayasa dalam penelitian ini. Hal mana pembesaran diameter pompa diharapkan dapat meningkatkan pemasukan bahan bakar ke ruang bakar, dan diharapkan akan meningkatkan tenaga yang dihasilkan. Namun demikian hal ini juga bisa berdampak pada kenaikan konsumsi bahan bakar. Oleh karenanya perlu adanya optimasi yang efisien antara penambahan konsumsi bahan bakar yang diperlukan dengan kenaikan tenaga yang dihasilkan.

Sementara pendekatan teoritik hubungan dari kedua besaran terkendala pada proses pemodelan yang rumit dan tidak akurat. Penelitian ini dilakukan uji eksperimental performa mesin I dengan memperbesar ukuran diameter plunger pompa injeksi bahan bakar, dan melakukan uji opasitas untuk mengukur tingkat pencemaran lingkungan oleh gas buang yang dihasilkan. Di era mobil SUV bermesin diesel yang hemat bahan bakar dan bertenaga saat ini, mendorong kehadiran kembali mobil Daihatsu Taft yang pernah eksis di tahun 1990 an. Namun kehadirannya terkendala, karena tenaga mesinnya lebih rendah dari tenaga mesin dari mobil lain yang sekelas. Sementara melakukan penggantian mesin secara total untuk mendapatkan tenaga yang diharapkan sulit dilakukan karena terlalu mahal. Ruang dan dudukan untuk penggantian mesin juga tidak mudah dilakukan [1]. Hal yang mungkin dilakukan adalah dengan memodifikasi mesin yang ada. Yaitu dengan memperbesar ukuran diameter plunger pada pompa injeksi bahan bakar.

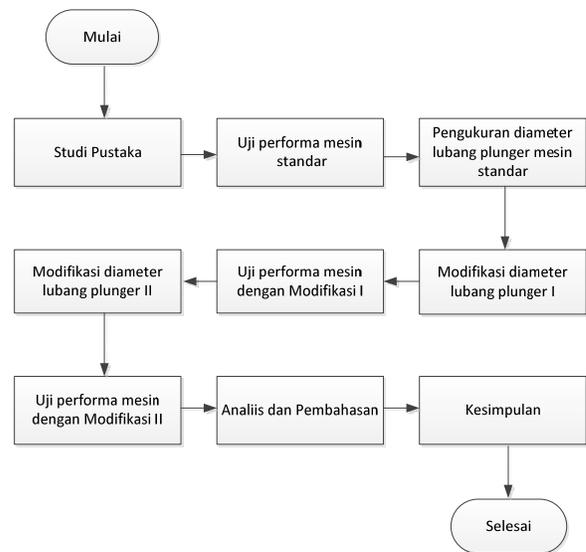
Tujuan penelitian ini untuk meningkatkan kinerja mesin Daihatsu Taft diesel DL62 dengan modifikasi ukuran lubang plunger pompa injeksi bahan bakar. Menentukan performa mesin yang lebih baik dari 2 modifikasi yang dilakukan. Yaitu ketika diameter lubang plunger pompa injeksi bahan bakar dimodifikasi dari ukuran standar (9 mm) di bersarkan menjadi menjadi 10 mm dan 11 mm, selain itu Gas buang mesin termodifikasi, tidak menimbulkan pencemaran yang melampaui kadar standar pencemaran lingkungan yang di atur oleh Kementrian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. Sehingga bermanfaat agar Mobil Daihatsu Taft diesel DL62 yang kinerja telah ditingkatkan dapat kembali dihadirkan dan menjadi pilihan masyarakat ditengah era mobil SUV saat ini

METODE

Alur proses penelitian yang dilakukan ditunjukkan seperti pada Gambar 1. Diawali dengan studi pustaka, mempelajari komponen dan cara kerja mesin Daihatsu Taft, prinsip kerja mesin diesel dan yang ada pada kendaraan sejenis lainnya [1, 4, 5]. Hal mana dilakukan untuk melihat bagian mesin mana yang akan dimodifikasi. Yaitu yang berpotensi signifikan meningkatkan daya mesin, tetapi tidak memerlukan usaha besar. Dalam tahap ini ditetapkan bahwa upaya yang akan dilakukan dibatasi hanya pada modifikasi ukuran diameter lubang plunger pompa injeksi bahan bakar. Penelitian ini juga tidak merekayasa performa mesin dengan penggantian atau penambahan aditif pada bakarnya [6]. Hal ini juga sulit

diimplementasikan karena ketersediaan bahan bakar yang tidak mudah didapat.

Selanjutnya adalah melakukan uji performa mesin yang belum dimodifikasi, yang hasilnya digunakan sebagai acuan performa mesin standar. Pengujian tersebut meliputi pengukuran daya dan torsi roda sebagai fungsi putaran mesin, konsumsi bahan bakar, opasitas gas buang. Adapun Chassis Dynamometer Test bench yang digunakan adalah merk Dastek tipe 2WD . Perangkat ini beroperasi menggunakan software produksi dastek yang sudah dilengkapi berbagai fitur dan pemrograman. Seperti pembacaan putaran roller, pembacaan putaran mesin, pembacaan daya, pembacaan torsi, pengukuran waktu pengujian dan kecepatan roda. Dinamometer Dastek 2WD juga dilengkapi dengan blower pendingin mesin, dudukan dan pengikat kendaraan, penahan roda kendaraan, serta kipas gas buang kendaraan. Gambar 2 menunjukkan kondisi pengujian dan pengukuran menggunakan dyno test tersebut.



Gbr. 1 Alur proses penelitian



Gbr. 2 Pengujian kinerja mesin dengan chassis Dynamometer.



Gbr. 3 Pengukuran opasitas gas buang.



Gbr 4. Plugger Standard dan Modifikasi

Adapun tingkat pencemaran lingkungan dari gas buang diukur menggunakan alat Digital smoke opascity meter, merk Technomotor OPAB. Alat dan kondisi pengujian opasitas gas buang ditunjukkan pada Gambar 3. Mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama, dimana kendaraan diesel 3,5 ton ke bawah, harus memiliki opasitas emisi gas buang kurang dari 40% HSU. [7]. Pengujian menggunakan metode akselerasi pada posisi transmisi netral hingga putaran mesin 3000 rpm dan ditahan ditahan pada putaran tersebut sampai alat uji memberi instruksi decelerate. Pengujian dilakukan berulang sebanyak tiga kali dengan interval waktu sekitar 5 menit. Hasil pengujian yang dikeluarkan oleh alat ukur smoke opacity meter ini dinyatakan dalam satuan % m-1 dan % HSU (*Hartridge Smoke Unit*). Namun sesuai dengan regulasi tentang emisi gas buang di Indonesia [7], maka pengukuran obasitas gas buang pada penelitian dinyatakan dalam % HSU. Gambar 4 merupakan gambar plugger standard dan modifikasi.

Laju konsumsi bahan bakar, diukur menggunakan dua gelas ukur, besar dan kecil. Gelas ukur besar digunakan uantuk menampung dan mengukur laju bahan bakar yang masuk ke dalam mesin. Sedang gelas ukur kecil digunakan untuk menampung dan mengukur laju bahan bakar balik dari mesin. Selisih dari hasil pengukuran di kedua gelas ukur digunakan untuk menentukan besarnya konsumsi bahan bakar mesin yang sesungguhnya.

Selain pengukuran beberapa besaran di atas, dalam penelitian ini juga dilakukan uji dan pengukuran temparatur gas buang dan performa pompa injeksi bahan bakar. Temperatur gas buang diukur menggunakan Defi Exhaust Gas Temperature Gauge yang dipasang di ujung buang knalpot. Pembacaan temperatur gas buang ditunjukkan seperti pada Gambar 5. Pengaruh modifikasi mesin pada tekanan dan pengkabuatan bahan bakar sebelum digunakan perlu dikalibrasi [8,9] dan diuji menggunakan Injection Pump Test Bench merk Bosch EPS-604, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gbr. 5 Pembacaan temperature gas buang

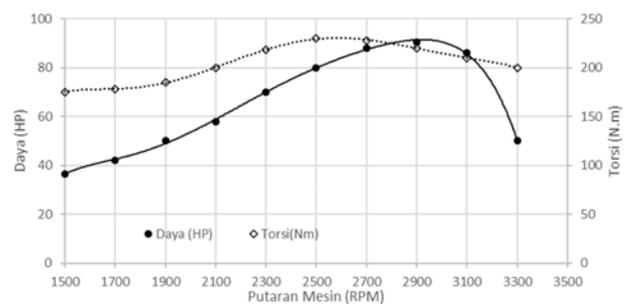


Gbr. 6 Kalibrasi dan pengujian pompa injeksi

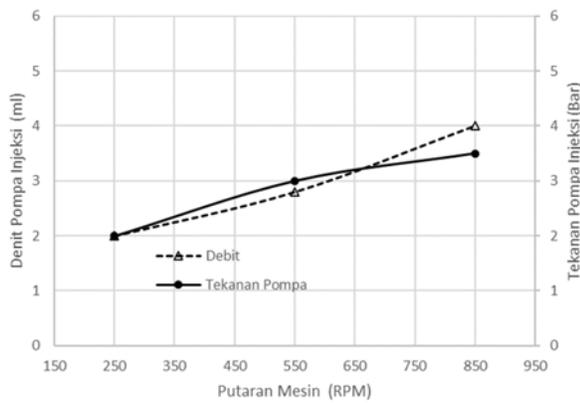
Uji performa mesin dan kondisi gas buang pada modifikasi I dan II dilakukan secara berurutan, menggunakan peralatan dan cara yang sama. Selanjutnya dilakukan studi perbandingan dan pembahasan terhadap semua hasil pengujian dan pengukuran performa mesin standar dan mesin yang sudah dimodifikasi.

HASIL DAN DISKUSI

Daya dan torsi roda yang dihasilkan oleh mesin standar ditunjukkan pada Gambar 7. Keduanya meningkat tidak linear terhadap putaran mesin. Hal mana sesuai dengan perubahan debit dan tekanan injeksi yang juga meningkat tidak liner pada putaran test bench yang lebih tinggi (Gambar. 8). Sehingga daya dan torsi roda juga meningkat pada putaran mesin yang lebih tinggi. Puncak daya 90,5 HP dan torsi sebesar 230 Nm, masing masing dicapai pada putaran 2800 rpm dan 2600 rpm. Sedang hasil rata rata 3 kali pengukuran opasitas gas buang, diperoleh sebesar 12, 3 % HSU dengan deviasi standar 0,4 %. Angka tersebut masih di bawah batas maksimum yang diperbolehkan menurut peraturan kementerian lingkungan hidup Republik Indonesia, No 5 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama [7].

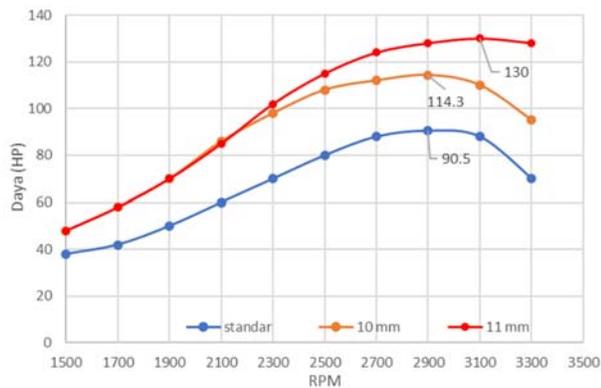


Gbr. 7 Kurva Daya dan Torsi Mesin Standar

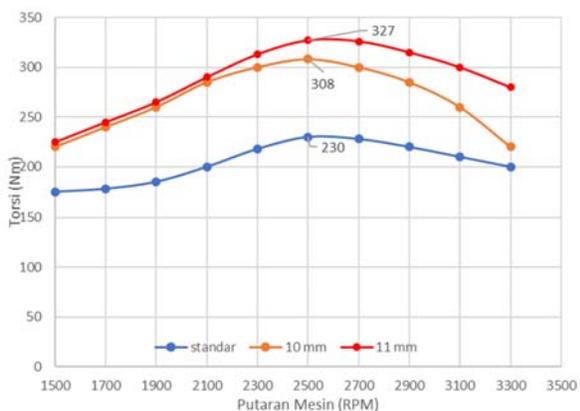


Gbr. 8 Kurva Tekanan dan Debit Pompa Injektor Bahan Bakar

Perbandingan daya dan torsi mesin standar, mesin modifikasi I dan II masing masing ditunjukkan pada Gambar 9 dan 10. Sedang hasil uji opasitas bahan bakar dari ketiga kondisi mesin ditunjukkan pada Gambar 11.



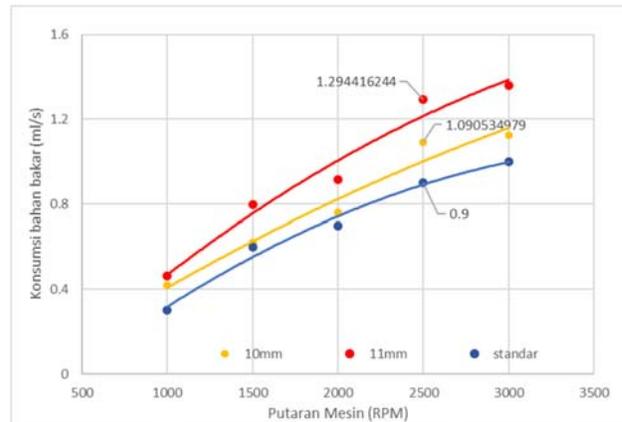
Gbr. 9 Perbandingan daya mesin standar, modifikasi I dan II



Gbr. 10 Perbandingan Torsi mesin standar, modifikasi I dan II

Kedua data menunjukkan bahwa dibandingkan dengan mesin standar, mesin modifikasi 1 dan 2 memiliki daya dan

torsi yang lebih besar. Peningkatan kedua parameter nampak makin signifikan pada putaran yang lebih tinggi. Daya puncak dicapai pada putaran sekitar 2800 rpm. Daya mesin modifikasi I dan II masing masing meningkat sekitar 26 % dan 43 %. Sedang torsi puncak dicapai pada putaran sekitar 2500 rpm. Torsi mesin I dan II masing masing meningkat sekitar 34 % dan 42 %. Kurva konsumsi bahan bakar mesin standar dan modifikasi ditunjukkan pada Gambar 11. Pada putaran 2500 rpm, konsumsi bahan bakar mesin modifikasi I dan II masing masing meningkat sekitar 17 % dan 35 %.



Gbr. 11 Kurva konsumsi bahan bakar

Sedang hasil uji gas buang mesin menunjukkan bahwa opasitas gas buang mesin modifikasi I dan II meningkat. Dimana opasitas gas buang mesin modifikasi II meningkat lebih besar dari opasitas mesin modifikasi I, tetapi peningkatan keduanya masih jauh dibawah ambang batas opasitas yang diijinkan [7]. Persen kenaikan laju konsumsi bahan bakar pada gambar 10 yang lebih kecil dari persen kenaikan performa mesin gambar 7 dan 8 secara umum menunjukkan bahwa modifikasi tersebut juga berdampak meningkatkan efisiensi total mesin.

KESIMPULAN

Memperbesar diameter plunger pompa injeksi berpengaruh pada meningkatkan daya, torsi, laju konsumsi bahan bakar dan opasitas gas buang serta efisiensi mesin Daihatsu Taft diesel DL62. Kenaikan opasitas gas buang mesin termodifikasi tidak melampaui bahkan masih jauh dibawah ambang batas maksimum menurut Peraturan Kementerian Negara Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama.

REFERENSI

[1] Daihatsu Motor, Daihatsu F70, F75, F77 Service Manual General Information, 1991.
 [2] V. B. Kusnandar. (2022) Penjualan Toyota Fortuner Melonjak 82% pada Semester I 2022, homepage on databoks. [Online], <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/07/19/penjualan-toyota-fortuner-melonjak-82-pada-semester-i-2022>

- [3] V. B. Kusnandar. (2022) Penjualan Mitsubishi Pajero (Wholesale) Januari 2019-Juni 2022, homepage on databoks. [Online], <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/07/21/penjualan-mitsubishi-pajero-meningkat-pada-semester-i-2022>
- [4] Philip Kristianto. Motor Bakar Torak. Yogyakarta: Andi Offset, 2015.
- [5] V. Ganesan. Internal Combustion Engines. McGraw-Hill, 2012.
- [6] S. Soeleman, F. Fardiansyah,(2010). Pengaruh Penambahan Aditif Abd – 01 Solar ke dalam Minyak Solar terhadap Kinerja Mesin Diesel. *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 4, no. 2, 2010.
- [7] Kementerian Negera Lingkungan Hidup, Peraturan Kementrian Negara Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama, 2006.
- [8] R. A. Anugrah. Analisis Pengaruh Kalibrasi Pompa Injeksi Tipe Inline dan Injektor Motor Diesel Terhadap Debit dan Tekanan Penginjeksian. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(1) ISSN 2549-2888, 9-14, 2021.
- [9] H. Effendi, A. P. Putra, D. Sartika. Kalibrasi Pompa Injeksi Tipe In-Line Dalam Persamaan Debit Bahan Bakar Motor Diesel 4 Silinder. *Jurnal V-Mac*, 2(1), 13-17, 2017.
- [10] N. Sukirno, D. Prasetyo, M. A. Rohman. Analisa Penyebab Tingginya Suhu Gas Buang Dual Fuel Diesel Engine Dengan Metode Fault Tree Analysis. *Jurnal Dinamika Bahari* Vol. 9 No. 1 , 2018.