

ANALISIS PENGARUH KETEBALAN SHIM INJEKTOR NOZZEL TERHADAP WAKTU KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG PADA MITSUBISHI CANTER

Candra Eko Mulyo¹, Sena Mahendra², Fahmy Fatra³

¹Pendidikan Vokasional Teknik Mesin
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ivet
Email: chandraeko@gmail.com

²PJJ Pendidikan Vokasional Teknik Mesin
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ivet
E-mail: sena.mahendra@yahoo.com

³Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ivet
Email : fathrafahmi@gmail.com

ABSTRAK

Persaingan kendaraan niaga di pasar otomotif Indonesia kian tumbuh dan berkembang semakin pesat. Kendaraan diesel dapat mengalami penurunan performa setelah pemakaian lebih dari 5 tahun. Penurunan performa kendaraan itu dapat disebabkan oleh beberapa macam masalah seperti sistem bahan bakar yang tersumbat atau bermasalah, injector nozzle yang kotor sehingga terjadi penyumbatan pada nozzle yang menyebabkan tekanan nozzle itu berkurang. Bahan bakar yang digunakan pun menjadi boros sehingga tenaga atau performa yang dihasilkan pun berkurang. Pencemaran udara yang disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap kesehatan manusia maupun lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah (1) Menganalisis pengaruh ketebalan shim injector nozzle terhadap konsumsi bahan bakar, (2) Menganalisis pengaruh ketebalan shim injector nozzle terhadap emisi gas buang. Penelitian ini merupakan penelitian quasi eksperimen, dan menggunakan metode kuantitatif untuk menganalisa pengaruh ketebalan shim pada injector nozzle yang mempengaruhi terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Berdasarkan hasil penelitian bahwa: (1) Ukuran ketebalan shim pada injector nozzle yang lebih tipis akan menghasilkan tekanan injector yang kecil dan menghasilkan konsumsi bahan bakar yang irit serta menghasilkan emisi gas buang yang kecil persentasenya. (2) Ukuran ketebalan shim pada injector nozzle yang tebal akan menghasilkan tekanan injector yang lebih besar serta menghasilkan konsumsi bahan bakar yang boros serta menghasilkan emisi gas buang yang besar persentasenya.

Kata Kunci: Shim Injector Nozzel, Tekanan Injector Nozzel, Konsumsi Bahan Bakar, Emisi Gas Buang

ABSTRACT

Competition for commercial vehicles in the Indonesian automotive market is growing and developing more rapidly. Diesel vehicles can experience a decline in performance after more than 5 years of use. A decrease in vehicle performance can be caused by several types of problems, such as a clogged or problematic fuel system, a dirty injector nozzle resulting in a blockage in the nozzle which causes the nozzle pressure to decrease. The fuel used becomes wasteful so that the power or performance produced is reduced. Air pollution caused by motor vehicle exhaust emissions can have a negative impact, both on human health and the environment. The objectives of this research are (1) Analyzing the effect of injector nozzle shim thickness on fuel consumption, (2) Analyzing the effect of injector nozzle shim thickness on exhaust emissions. This research is a quasi-experimental research, and uses quantitative methods to analyze the effect of shim thickness on the injector nozzle which affects fuel consumption and exhaust emissions. Based on the research results, it is clear that: (1) A thinner shim thickness on the injector nozzle will produce a small injector pressure and produce economical fuel consumption and produce a small percentage of exhaust gas emissions. (2) Thick thickness of the shim on the injector nozzle will result in greater injector pressure and result in wasteful fuel consumption and produce a large percentage of exhaust gas emissions.

Keywords: Injector Nozzle Shim, Injector Nozzle Pressure, Fuel Consumption, Exhaust Emissions

PENDAHULUAN

Pasar otomotif Indonesia, khususnya kendaraan niaga kian pesat dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Saat ini dengan adanya kebutuhan kendaraan niaga yang memiliki tenaga atau power yang bandel dan besar maka banyak perusahaan-perusahaan yang memilih truk Mitsubishi Canter sebagai armada untuk usaha bisnisnya. Mitsubishi Canter sendiri memiliki power atau tenaga yang besar dibandingkan para kompetitornya. Dengan mesin yang lebih tangguh dari Mitsubishi Canter mampu menghasilkan tenaga hingga 150 PS dan torsi hingga sebesar 420 Nm, sedangkan para kompetitor dari Mitsubishi Canter itu sendiri tidak dapat menghasilkan tenaga sebesar itu.

Selain memiliki mesin yang tangguh, Mitsubishi Canter memiliki suspensi yang nyaman dan memiliki daya angkut yang lebih besar. Pemeliharaan dari Mitsubishi Canter itu sangat mudah karena suku cadang dari Mitsubishi Canter itu mudah ditemukan dipasaran dengan harga yang terjangkau dibandingkan dengan para kompetitornya. Kendaraan diesel dapat mengalami penurunan performa setelah pemakaian lebih dari 5 tahun. Observasi penelitian saya lakukan di bengkel Mitsubishi Bumen Redja Abadi.

Penurunan performa kendaraan itu dapat disebabkan oleh beberapa macam masalah seperti sistem bahan bakar yang tersumbat atau bermasalah, injector nozzle yang kotor sehingga terjadi penyumbatan pada nozzle yang menjadikan penyemprotan dari nozzle tersebut tidak sempurna dan menyebabkan tekanan yang dihasilkan dari nozzle itu berkurang. Bahan bakar yang digunakan pun menjadi boros sehingga tenaga atau performa yang dihasilkan pun berkurang. Dengan menurunnya performa pada kendaraan Mitsubishi Canter emisi gas

buang yang dihasilkan pun juga pasti sangat berpengaruh. (Digiroom & Toyota, 2021)

Ketebalan shim pada injector memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja sistem bahan bakar dan mesin secara keseluruhan. Shim pada injector adalah komponen yang digunakan dalam mengontrol tekanan bahan bakar yang memasuki ruangan bakar mesin. Pemilihan ketebalan shim akan tergantung pada kebutuhan spesifik dari mesin dan kondisi operasionalnya. Faktor-faktor seperti kebutuhan tenaga, efisiensi bahan bakar, dan emisi gas buang yang mempengaruhi pemilihan ketebalan shim yang sesuai.

Ketebalan shim mempengaruhi volume dan tekanan bahan bakar yang disemprotkan di ruang pembakaran. Shim yang lebih tebal akan memberikan pembatasan yang lebih besar terhadap aliran bahan bakar, sehingga menghasilkan volume lebih rendah serta tekanan yang lebih tinggi pada bahan bakar yang disemprotkan. Sebaliknya, shim yang lebih tipis akan memberikan pembatasan lebih rendah, menghasilkan volume yang lebih besar serta tekanan menjadi lebih rendah.

Ketebalan shim juga dapat memengaruhi pola semprotan bahan bakar. Semakin tebal shim, semakin sempit pola semprotan yang dihasilkan, sementara shim yang lebih tipis dapat menghasilkan pola semprotan yang lebih luas. Pentingnya pola semprotan yang sesuai untuk mencapai pembakaran yang efisien dan stabil di dalam ruang pembakaran. Ketebalan shim berdampak terhadap performa kendaraan secara keseluruhan. Dengan mengatur volume dan tekanan bahan bakar yang disemprotkan, shim dapat membantu meningkatkan respons mesin, akselerasi, dan efisiensi bahan bakar. Pemilihan shim yang tepat dapat mengoptimalkan performa mesin.

Pola semprotan bahan bakar yang tidak tepat akibat ketebalan shim yang tidak sesuai dapat berdampak pada ketidaksempurnaan proses pembakaran, yang pada akhirnya meningkatkan emisi gas buang. Dengan memilih shim yang tepat, pola semprotan bahan bakar dapat dioptimalkan untuk memangkas emisi gas buang yang tidak diinginkan, akhirnya dapat menjaga alam tetap bersih dan aman. Penggunaan shim yang tidak sesuai dapat meningkatkan keausan dan kerusakan pada komponen injector dan sistem bahan bakar lainnya.

Pemilihan shim yang tepat dapat membantu mengurangi kebutuhan perawatan dan memperpanjang umur pakai komponen-komponen tersebut, sehingga mengurangi biaya operasional dan perawatan dalam jangka panjang. Emisi kendaraan bermotor menyumbang lebih dari 70% polusi udara di Indonesia.

Ekologi dan segala bentuk kehidupan terkena dampak negatif dari gas buang ini. Semakin besar dampak buruk terhadap lingkungan dan segala bentuk kehidupan yang ditimbulkan oleh sebuah kendaraan, maka semakin tinggi juga emisi gas buangnya. Dampak berbahaya dari gas buang kendaraan bermotor bersifat kompleks dan bergantung pada faktor-faktor seperti toksisitas senyawa tertentu dan jumlah paparan yang diterima seseorang.

Terdapat bukti klinis mengenai dampak polusi udara yang berhubungan dengan kendaraan bermotor terhadap penyakit, dan ada juga kemungkinan bahwa penuaan memainkan perannya. Semakin banyak bukti yang menunjukkan bahwa polusi udara berdampak besar pada generasi muda dan lansia.

Tanah dan air yang terkontaminasi dapat disebabkan oleh pengendapan polutan yang memiliki karakteristik stabil, seperti

timbal (Pb), hidrokarbon halogen tertentu, dan hidrokarbon poliaomatik, bersamaan dengan curah hujan atau debu. Sayuran, susu, dan produk lain yang terbuat dari hewan ternak juga dapat mengangkut bahan kimia ini ke dalam rantai makanan, yang pada akhirnya akan berakhir di tubuh manusia. Tanpa disadari, penduduk perkotaan dan pedesaan mungkin terpengaruh oleh sejumlah perusahaan makanan modern. Mayoritas gas buang kendaraan bermotor mengandung zat yang tidak berbahaya seperti nitrogen, karbon dioksida, dan uap air, namun terdapat molekul tambahan yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan jika berada dalam konsentrasi yang cukup tinggi.

Karbon monoksida (CO), sejumlah hidrokarbon, sejumlah oksida nitrogen (NO_x), sulfur (SO_x), dan partikel debu, beberapa di antaranya termasuk timbal (Pb), merupakan penyumbang terbesar pencemaran udara dalam bentuk gas buang kendaraan bermotor. Penguapan dari sistem bahan bakar melepaskan hidrokarbon dan timbal organik ke udara. Dengan memperhatikan dampak dari ketebalan shim pada *injector*, penting untuk memilih shim yang sesuai dengan kebutuhan spesifik mesin dan aplikasi penggunaannya. Perihal ini akan membantu pencapaian kinerja yang maksimal, efisiensi bahan bakar yang tinggi, serta mengurangi emisi gas buang yang signifikan.

METODE PENELITIAN

Menurut Sugiyono (2010:14), metode penelitian kuantitatif berakar pada positivisme dan memanfaatkan instrumen penelitian untuk pengumpulan data. Tujuan analisis data kuantitatif/statistik adalah untuk menguji hipotesis yang telah ditentukan.

Data kuantitatif dapat berupa data kualitatif yang dinyatakan dalam bentuk angka atau data kuantitatif dalam bentuk mentahnya. Teknik pengambilan sampel biasanya dilakukan secara acak. Sesuai dengan namanya, penelitian kuantitatif sangat mengandalkan data numerik, mulai dari pengumpulan data awal hingga interpretasi data dan penyajian kesimpulan (Arikunto: 2006).

Penelitian kuantitatif didefinisikan sebagai pemeriksaan terorganisir terhadap suatu fenomena dengan pengumpulan data yang dapat dinilai dengan menggunakan pendekatan statistik, matematika, atau komputer (Pendekatan penelitian, Muhammad Ramdhan, 2021). Banyak disiplin ilmu dan sosial yang menggunakan strategi penelitian ini.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif yang tergolong eksperimental. Studi eksperimental adalah cara untuk mempelajari bagaimana terapi yang berbeda mempengaruhi orang yang berbeda dalam lingkungan yang terkendali, seperti yang dinyatakan oleh Sugiyono (2010:72).



Gambar 1. Kerangka Pikir

Prosedur Penelitian

1. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menganalisa pengaruh ketebalan shim dengan berbagai ukuran pada injector nozzle untuk mendapatkan konsumsi bahan bakar yang spesifik dengan menghasilkan emisi gas buang yang baik pada kendaraan Mitsubishi Canter.

2. Proses Eksperimen

Dalam langkah penelitian eksperimen ini hal-hal yang harus dipersiapkan adalah sebagai berikut:

- a) Siapkan satu unit kendaraan Mitsubishi Canter
- b) Persiapkan alat nozzle tester untuk Pengujian Sealing Bahan Bakar Injector, Jarum Injeksi Bahan Bakar Dan Nosel Injeksi Bahan Bakar.
- c) Siapkan gas *analyzer tester* untuk pengecekan emisi gas buang pada kendaraan diesel.
- d) Siapkan beberapa ukuran ketebalan shim injector nozzle
- e) Lepaskan *injector nozzle* pada kendaraan Mitsubishi Canter, lalu bongkar injector nozzle tersebut.
- f) Ganti adjusting washer atau shim pada injector dengan beberapa ketebalan lalu tes injector nozzle menggunakan nozzle tester sebanyak 3 kali dan catat berapa tekanan yang dihasilkan dengan penggantian beberapa ketebalan shim pada injector nozzle tersebut.
- g) Setelah pengecekan dan penggantian shim pada injector lakukan pengecekan emisi gas buang menggunakan gas analyzer tester untuk mengetahui hasil gas buang pada kendaraan Mitsubishi Canter tersebut.

Setelah mendapatkan data dari semua peneliti yang dilakukan, proses

selanjutnya adalah mengolah data untuk dapat mendapatkan kesimpulan dari penelitian Eksperimen.

3. Alat dan Bahan Penelitian

Kegiatan menganalisa pengaruh ketebalan shim terhadap waktu konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada Mitsubishi Canter meliputi pengambilan sampel data pengamatan di dealer Mitsubishi Bumen Redja Abadi Semarang. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

a) *Injektor atau nozzle*

Pada penelitian pengaruh ketebalan shim terhadap konsumsi bahan bakar menggunakan injektor kendaraan Mitsubishi Canter. Injektor nozzle adalah sebuah alat dalam kendaraan mesin diesel yang berfungsi dalam mengontrol proses penginjeksian bahan bakar berdasarkan bentuk dari jarum pintel dan tekanan pompa injeksi bahan bakar. Injektor nozzle itu akan dicek tekanannya terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai tekanan awal penelitian. Selain mengecek tekanan perlu di cek juga pengkabutan yang diciptakan oleh injektor nozzle tersebut.

b) *Shim*

Pada penelitian pengaruh ketebalan shim terhadap tekanan dan pengkabutan nozzle shim itu sendiri berfungsi sebagai penyetel tekanan pengkabutan bahan bakar pada nozzle. Semakin tebal shim yang digunakan sebagai penyetelan injektor semakin besar pula tekanan pengkabutan yang diciptakan oleh injektor nozzle tersebut.

c) *Nozzel Tester*

Nozzel Tester merupakan alat yang digunakan sebagai berikut:

- 1) Mengevaluasi penyegelan, jarum, dan nosel injektor bahan bakar.

- 2) Memverifikasi dan menyetel tekanan bukaan injektor bahan bakar.
- 3) Memverifikasi penyebaran injeksi bahan bakar dan pola semprotan.

Dalam pengujian tekanan injector nozzle menggunakan nozzle tester berikut langkah-langkah dalam menggunakan nozzle tester sebagai berikut:

1. Siapkan semua instrumen pengujian.
2. Isi reservoir nosel pengujian dengan bahan bakar diesel.
3. Buka katup bahan bakar diesel.
4. Hubungkan nosel injektor ke selang yang menghubungkan nosel tester.
5. Tarik pegangannya
6. Hati-hati dan catat pembacaan pada layar manometer.

Pengujian menggunakan shim standard pada injektor nozzle ialah tekanan penyemprotan standar yang direkomendasikan mesin berkisar antara 120 hingga 150 kg/cm², dan pengujian ini dimaksudkan untuk memastikan kisaran tersebut. Jika hasilnya tidak sesuai standar, coba ukur lagi dengan ketebalan shim yang berbeda untuk menemukan titik tepat untuk tekanan penyemprotan.

Pengujian menggunakan variable ketebalan shim ialah menemukan ketebalan shim yang optimal untuk mengembalikan tekanan semprotan yang dibutuhkan mesin adalah tujuan pengujian ini.

Berikut adalah prosedurnya:

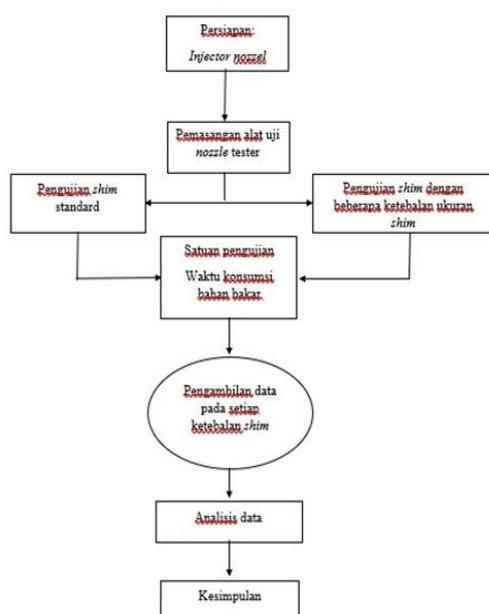
- 1) Pembongkaran nosel injektor dan penggantian shim dengan ketebalan yang bervariasi
- 2) Gunakan penguji nosel untuk melihat cara kerjanya.
- 3) Jika ingin temuan uji tekanan penyemprotan lebih dapat diandalkan,

maka harus menjalankannya hingga tiga kali

- 4) Dapatkan pembacaan dari monitor manometer tekanan yang digunakan dalam pengujian injektor dan nosel.
- 5) Kemudian, modifikasi ketebalan shim berbeda yang dibuat dengan mengulangi proses yang sama.

Sama seperti pada tahap pengujian, tahap ini juga melibatkan pengujian. Statistik pembukaan semprotan untuk injektor untuk mempelajari bagaimana mengubah shim penyetel mempengaruhi tekanan pembukaan semprotan. Bongkar injektor setelah mencatat tekanan, kebocoran, arah penyemprotan, dan bentuk penyemprotan. Ikuti langkah-langkah berikut secara berurutan untuk mengganti shim:

- 1) Bongkar Unit Injektor
- 2) Gunakan bahan bakar solar untuk mencuci dan membersihkan, lalu bersihkan dengan spons.
- 3) Sesuaikan ketebalan shim
- 4) Pasang kembali nosel injektor.
- 5) Untuk memudahkan pengujian lebih lanjut dengan ketebalan shim yang bervariasi, pasangkan pada alat uji.



Gambar 2. Skema Pengujian

d) Gas Analyzer

Gas Analyzer adalah perangkat penting dalam dunia otomotif modern untuk memastikan kinerja kendaraan lebih efisien dan ramah lingkungan. Perangkat ini bisa digunakan untuk menganalisis komposisi gas buang yang diciptakan oleh mesin kendaraan.

Gas analyzer merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk menganalisis komposisi gas dalam suatu substansi atau medium. Dalam konteks otomotif, gas analyzer digunakan untuk menganalisis gas-gas buang yang diciptakan oleh mesin kendaraan.

Selain menganalisis secara akurat gas yang dikeluarkan oleh mobil, perangkat ini juga dapat membantu menilai jumlah gas berbahaya seperti nitrogen oksida (NOx), karbon monoksida (CO), dan hidrokarbon (HC). Memastikan mobil memenuhi tingkat emisi yang diamanatkan oleh undang-undang lingkungan memerlukan informasi ini.

Gas analyzer sendiri mempunyai beberapa fungsi, yaitu:

1) Pemantauan Emisi Gas Buang

Salah satu fungsi utama gas analyzer adalah memantau emisi gas buang kendaraan. Gas-gas berbahaya yang dihasilkan selama pembakaran bahan bakar bisa memiliki dampak negatif pada kualitas udara dan kesehatan manusia. Melalui proses pengukuran konsentrasi gas-gas tersebut, gas analyzer membantu mendeteksi apakah kendaraan melepaskan emisi yang melebihi batas yang ditetapkan atau tidak.

2) Diagnosis Kerusakan Mesin

Gas analyzer juga berperan sebagai alat diagnostik untuk mengidentifikasi kerusakan atau

masalah pada mesin kendaraan. Ketika komposisi gas buang tidak sesuai dengan standar, perihal ini dapat mengindikasikan adanya masalah dalam sistem pembakaran atau komponen lainnya. Informasi ini memudahkan mekanik untuk menemukan sumber masalah dengan cepat dan melakukan perbaikan yang diperlukan.

- 3) Pengaturan Campuran Bahan Bakar *Gas analyzer* membantu dalam mengoptimalkan campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke mesin. melalui analisis komponen gas buang seperti kandungan oksigen, *gas analyzer* memungkinkan sistem kendaraan untuk disesuaikan secara presisi, sehingga menghasilkan pembakaran bahan bakar yang lebih efisien dan optimal. Proses ini tidak hanya mengurangi konsumsi bahan bakar, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan emisi gas berbahaya, sehingga membuat kendaraan lebih ramah lingkungan dan efektif dalam penggunaan sumber daya.
- 4) Uji Kendaraan
Dalam proses pemeriksaan kendaraan, perangkat ini digunakan untuk mengukur dengan akurat emisi gas buang yang diciptakan oleh kendaraan. Untuk kendaraan yang melampaui batas emisi yang ditetapkan dapat dikenai sanksi atau bahkan dilarang beroperasi di jalan raya sampai masalahnya diperbaiki. Berkat *gas analyzer* dalam proses uji kendaraan, pengawasan emisi kendaraan dapat dilakukan secara lebih efisien dan akurat, menjaga kebersihan udara yang dihirup serta memastikan kendaraan beroperasi

secara sesuai dengan standar lingkungan yang telah ditetapkan.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian ini dilakukan dengan metode praktek yang bagaimana data di ambil dari nominal angka yang tertera pada monitor manometer tekanan nozzle tester, dengan cara mencatat secara langsung tiap variabel ketebalan shim yang di ukur dengan satuan Kg/cm².

Sedangkan pengambilan hasil nilai data dari emisi gas buang yang didapat dari alat gas analyzer tester. Untuk bahan bakar yang spesifik data didapat dengan cara menaruh solar pada gelas ukur, setelah itu lepaskan selang keluar solar dari tangki yang menuju injection pump atau boshpom dan letakkan pada gelas ukur yang digunakan sebagai pengganti tangki solar. Nyalakan mesin kendaraan dari rpm 800-4000 dan siapkan stopwatch untuk mencatat waktu berapa lama solar pada gelas ukur akan berkurang dalam satuan CC. setelah itu data didapat dari perhitungan rumus.

Metode Analisis Data

Data yang diperoleh akan di analisa secara deskriptif dengan melihat melalui tampilan grafik-grafik dan table untuk mengetahui seberapa berarti pengaruh variasi–variasi yang dilakukan dalam penelitian ini terhadap ketebalan shim. Dengan menggunakan microsoft excel maka data yang didapat dihitung sehingga mendapatkan hasil dan kesimpulan dari penelitian eksperimen ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dengan objek injector nozzle pada kendaraan Mitsubishi Canter membuktikan bahwa ketebalan shim pada injector sangat berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar dan juga emisi gas

buang. Pengaruh ketebalan shim pada injector menghasilkan tekanan yang berbeda pada injector. Semakin tebal pemasangan shim pada injector nozzle mengakibatkan pegas didalam nozzle lebih tertekan, sehingga tekanan pengabutannya juga semakin besar.

Karena tekanan pengabutan merupakan selisih antara tekanan pembukaan nozzle dengan pegas nozzle. Berdasarkan teori dasar motor diesel dan didukung oleh penelitian sebelumnya dari (Akhmadi & Qurohman, 2017) Semakin tinggi tekanan pada injector nozzle pengabutan homogen pada mesin diesel mengacu pada pencampuran yang merata antara udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar sebelum pembakaran terjadi. Tujuan dari pengabutan homogen adalah menciptakan kondisi di mana bahan bakar secara merata dalam udara, sehingga proses pembakaran dapat berlangsung lebih efisien.

Pengabutan homogen dimulai dengan penyemprotan bahan bakar ke dalam ruang bakar oleh injector. Injector bertugas menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut halus agar dapat mencampur dengan udara dengan baik. Semakin halus kabut bahan bakar, semakin baik pencampurannya dengan udara. Setelah penyemprotan, bahan bakar diesel harus mencampur secara merata dengan udara di dalam ruang bakar. Proses ini menciptakan campuran homogen yang memiliki komposisi bahan bakar yang seragam di seluruh volume ruang bakar. Pencampuran yang baik diperlukan agar pembakaran dapat terjadi secara efisien.

Campuran udara-bahan bakar yang homogen kemudian dikompresi oleh piston yang bergerak naik. Proses kompresi ini meningkatkan tekanan dan suhu dalam ruang bakar. Ketika campuran homogen mencapai suhu penyalaan spontan bahan bakar diesel akibat kompresi, proses

pembakaran dimulai. Pembakaran yang terjadi pada campuran homogen tersebut menghasilkan tekanan yang mendorong piston ke bawah, menghasilkan daya yang menggerakkan mesin. Penting untuk diketahui bahwa pengabutan homogen diinginkan untuk menghindari daerah yang kaya atau miskin bahan bakar dalam ruang bakar. Daerah-daerah ini dapat menyebabkan ketidaksempurnaan pembakaran, peningkatan emisi gas buang, dan penurunan efisiensi mesin.

Oleh karena itu, pengendalian proses injeksi bahan bakar dan pencampuran udara-bahan bakar sangat penting untuk mencapai pengabutan homogen yang optimal dalam mesin diesel. Karena gaya bahan bakar yang diterima oleh pegas lebih kecil dari tekanan pegas nosel, tekanan penyalaan tidak dapat terjadi jika tekanan bukaan terlalu kecil. Hal ini dikarenakan bahan bakar tidak dapat memancar keluar dari nozzle karena bahan bakar tidak dapat mengangkat jarumnya ke atas. saat keluar dari nosel. Sebuah shim penyesuaian ditempatkan pada pegas nosel, yang meningkatkan tekanan pembukaan, menurut penelitian sebelumnya (Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, n.d.).

Jika shim lebih tebal, pegas akan lebih hancur. Tekanan yang disebabkan oleh fogging meningkat seiring dengan meningkatnya ketebalan shim. Pasalnya, tekanan yang menyebabkan terjadinya fogging terjadi bila tekanan pada pegas nosel lebih kecil dibandingkan tekanan pada bukaan nosel. Karena gaya bahan bakar yang diterima oleh pegas lebih kecil dari tekanan pegas nosel, tekanan penyalaan tidak dapat terjadi jika tekanan bukaan terlalu kecil. Hal ini dikarenakan bahan bakar tidak dapat memancar keluar dari nozzle karena bahan bakar tidak dapat mengangkat jarumnya ke atas. saat keluar

dari nosel. Oleh karena itu, untuk penghematan bahan bakar yang optimal dan emisi yang bersih, gunakan shim injektor dengan ketebalan 0,5 mm. Ini menghasilkan penggunaan bahan bakar yang sangat tidak efisien dan emisi gas buang yang sangat buruk untuk ketebalan shim injektor 0,7 mm. Namun konsumsi bahan bakar menjadi tidak efisien dan polutan gas buang yang menyertainya sangat buruk dan tidak sehat bagi kesehatan bila menggunakan shim injektor setebal 1,1 mm.

Tekanan pada injector *nozzel* dalam mesin diesel dapat memiliki dampak signifikan terhadap pembakaran dan, akibatnya pada emisi gas buang. Banyaknya kabut bahan bakar yang terbentuk dipengaruhi oleh tekanan yang diberikan pada nosel injektor. Biasanya, semprotan bahan bakar yang lebih halus dan seragam dihasilkan dengan pengoperasian pada tekanan tinggi. Pembakaran yang efisien dan pengurangan emisi gas buang dicapai dengan pencampuran bahan bakar dan udara yang tepat. Tekanan nosel yang optimal merupakan faktor lain yang mempengaruhi efisiensi pembakaran.

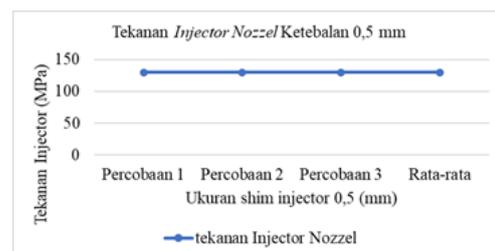
Mempertahankan tekanan nosel yang tepat memungkinkan pembakaran lebih efisien, yang pada gilirannya mengurangi jumlah bahan bakar yang tidak terbakar. Pembakaran yang efisien dapat mengurangi emisi gas buang yang mencakup partikulat dan senyawa-senyawa berbahaya. Peningkatan tekanan nozzle dapat mempengaruhi pembentukan oksida nitrogen (NO_x) selama pembakaran. NO_x adalah gas pencemar yang dapat membentuk polusi udara dan memiliki dampak buruk pada kesehatan manusia. Pengaturan tekanan nozzle yang cermat dapat membantu mengontrol pembentukan NO_x. Tekanan nozzle yang tinggi dapat membantu mengurangi emisi partikulat.

Partikulat dapat terbentuk dari bahan bakar yang tidak terbakar sepenuhnya atau dari reaksi kimia selama pembakaran. Dengan memastikan pengabutan yang baik, tekanan nozzle yang sesuai dapat membantu mengurangi emisi partikulat.

Dengan mengatur tekanan nozzle dengan tepat, sistem injeksi bahan bakar dapat memberikan kontrol yang lebih baik terhadap pembakaran, sehingga dapat mengurangi emisi gas buang secara keseluruhan. Ini termasuk mengoptimalkan rasio udara-bahan bakar dan menciptakan kondisi pembakaran yang lebih bersih. Menurut penelitian sebelumnya (Ginting, 2019) “variasi tekanan nozzle dan putaran berpengaruh terhadap emisi gas buang”. Jadi semakin besar ketebalan shim pada injector nozzle semakin besar opacity yang dihasilkan dalam emisi gas buang pada kendaraan, sedangkan semakin kecil ketebalan shim pada injector nozzle yang digunakan semakin kecil juga opacity yang dihasilkan dalam emisi gas buang pada kendaraan tersebut.



Gambar 3. Uji Tekanan Injector Nozzel dengan Ketebalan Shim 0,5 mm



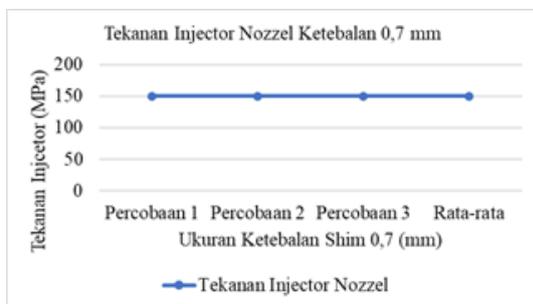
Gambar 4. Grafik Tekanan Injector Nozzel Ketebalan Shim 0,5 mm

Tabel 1. Uji Tekanan Injector Nozzel dengan Ketebalan Shim 0,5 mm

Percobaan	Tekanan <i>Injector Nozzle</i> (MPa)
1	130 MPa
2	130 MPa
3	130 MPa
Rata-rata	130 MPa



Gambar 5. Tekanan Injector Nozzel dengan Ketebalan Shim 0,7 mm



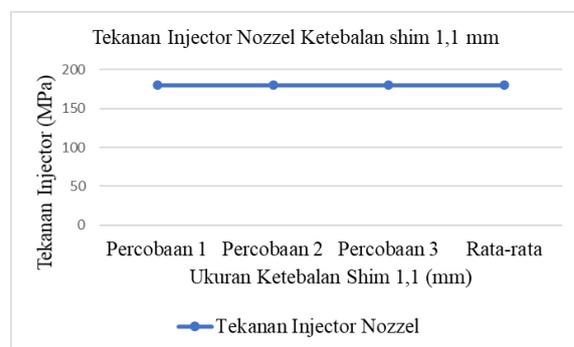
Gambar 6. Grafik Tekanan Injector Nozzel Ketebalan Shim 0,7 mm

Tabel 2. Uji Tekanan Injector Nozzel dengan ketebalan shim 0,7 mm

Percobaan	Tekanan <i>Injector Nozzle</i> (MPa)
1	150 MPa
2	150 MPa
3	150 MPa
Rata-rata	150 MPa



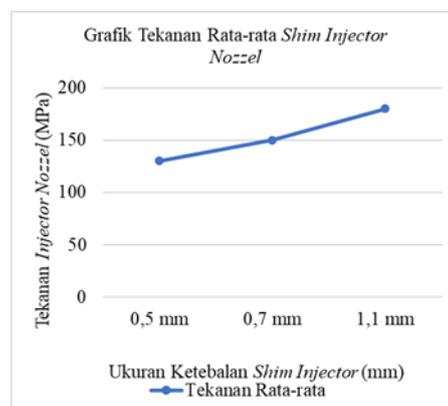
Gambar 7. Uji Tekanan Injector Nozzel dengan Ketebalan Shim 1,1 mm



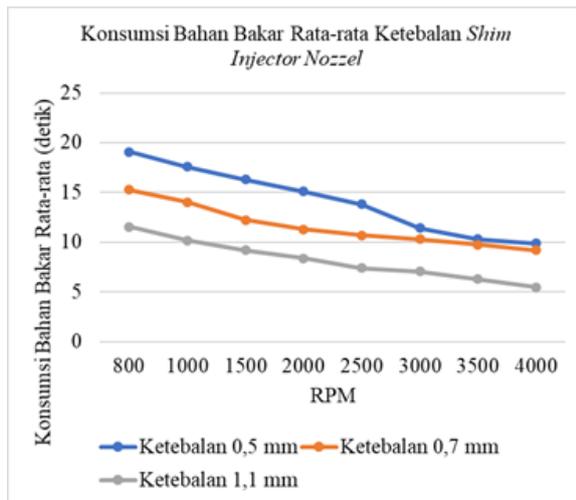
Gambar 8. Grafik Tekanan Injector Nozzel Ketebalan Shim 1,1 mm

Tabel 3. Uji Tekanan Injector Nozzel dengan ketebalan shim 1,1 mm

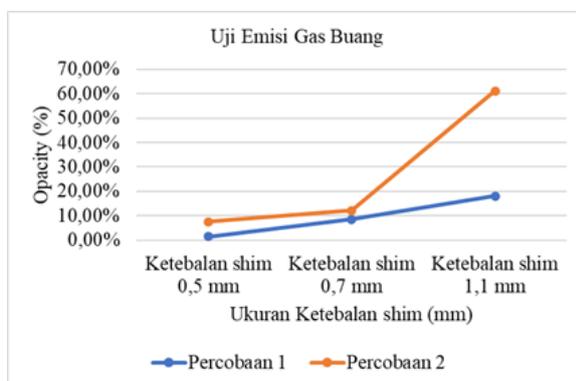
Percobaan	Tekanan <i>Injector Nozzle</i> (MPa)
1	180 MPa
2	180 MPa
3	180 MPa
Rata-rata	180 MPa



Gambar 9. Grafik Tekanan Rata-rata Shim Injector Nozzel



Gambar 10. Grafik Ketebalan Rata-rata Ketebalan Shim Injector Nozzel



Gambar 11. Grafik Uji Emisi Gas

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan pada sebagai berikut:

1. Pengaruh ketebalan shim injector sangat berpengaruh pada konsumsi bahan bakar kendaraan. Semakin tebal shim injector, semakin besar pula tekanan pada injector. Dengan semakin tebal shim injector dan tekanan injector yang meningkat menyebabkan pengabutan yang diciptakan oleh injector nozzel menjadi homogen dan menghasilkan kabut halus sehingga pembakaran terjadi sempurna. Ketebalan shim injector juga membuat konsumsi bahan bakar boros karena membutuhkan konsumsi bahan bakar yang banyak dengan waktu yang cepat.

2. Pengaruh ketebalan shim injector juga sangat berpengaruh terhadap emisi gas buang pada kendaraan. Peningkatan tekanan nozzle dapat mempengaruhi pembentukan oksida nitrogen (NOx) selama pembakaran. NOx adalah gas pencemar yang dapat membentuk polusi udara dan memiliki dampak buruk pada kesehatan manusia. Pengaturan tekanan nozzle yang cermat dapat membantu mengontrol pembentukan NOx. Dengan mengatur tekanan nozzle dengan tepat, sistem injeksi bahan bakar dapat memberikan kontrol yang lebih baik terhadap pembakaran, sehingga dapat mengurangi emisi gas buang secara keseluruhan. Ini termasuk mengoptimalkan rasio udara-bahan bakar dan menciptakan kondisi pembakaran yang lebih bersih.

Saran

1. Perlu penelitian lanjut terkait pengujian torsi daya dan SFC.
2. Perlunya pengecekan dan penggantian filter solar secara rutin supaya injector nozzel tidak mudah tersumbat.
3. Perlunya pengecekan berkala injector nozzel supaya performa kendaraan tetap optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, W. A. (2020). Perbandingan Performa Dan Konsumsi 67 Bahan Bakar Motor Diesel Satu Silinder Dengan Variasi Tekanan Injeksi Bahan Bakar Dan Variasi Campuran Bahan Bakar Solar, Minyak Kelapa Dan Minyak Kemiri. *Automotive Science and Education Journal*, 9(1), 25– 30. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/asej>
- Akhmadi, A. N., & Qurohman, M. T. (2017). Analisis Pengaruh Ketebalan

- Shim terhadap Perubahan Tekanan Pengabutan Nozzle Tipe Satu Lubang pada Isuzu Panther. SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 11(2), 69–78. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/download/2091/1768>
- Akhmadi, A. N., & Qurohman, M. T. (2017). Analisis Pengaruh Ketebalan Shim terhadap Perubahan Tekanan Pengabutan Nozzle Tipe Satu Lubang pada Isuzu Panther. SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 11(2), 69–78. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/download/2091/1768>
- Anugrah, R. A. (2021). Analisis Pengaruh Kalibrasi Pompa Injeksi Tipe Inline dan Injektor Motor Diesel Terhadap Volume dan Tekanan Penginjeksian. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(1), 9. <https://doi.org/10.22441/jtm.v10i1.10192>
- Ariyawan Syahroni, M. F. (2017). (2017). Analisa pengaruh penambahan racor pada sistem bahan bakar mitsubishi type kb4 t common-rail. 113–122.
- Asmonah, S. (2019). Meningkatkan kemampuan membaca permulaan menggunakan model direct instruction berbantuan media kartu kata bergambar. *Jurnal Pendidikan Anak*, 8(1), 29–37. <https://doi.org/10.21831/jpa.v8i1.26682>
- Bernardi, A., H.D, A. N., & Nurhadi. (2018). Pengaruh variasi sudut tuas kecepatan pompa injeksi terhadap konsumsi bahan bakar mitsubishi diesel I300. RIDTEM (Riset Diploma Teknik Mesin), I(2), 47–52.
- Dharma, U. S., Nugroho, E., & Fatkuahman, M. (2018). Analisa Kinerja Mesin Diesel Berbahan Bakar. *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, 7(1), 1–10.
- Digiroom, A., & Toyota, D. (2021). 5 Penyebab Mesin Diesel Kurang Tenaga. <https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/penyebab-mesin-diesel-kurang-tenaga#>
- Dori Yuvenda, Bambang Sudarmanta, Randi Purnama Putra, Martias, E. A. (2019). Pengaruh Tekanan Injeksi Gas Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Efisiensi Termal pada Mesin Diesel Dual Fuel. <http://invotek.ppj.unp.ac.id/index.php/invotek/article/view/349/93>
- Endyani, I. D., & Putra, T. D. (2011). Pengaruh Penambahan Zat Aditif Pada Bahan Bakar. *Proton*, 3(1), 29–34.
- Erwin Asmara, R. G., & Dwisetiono. (2022). Analisa Kegagalan Sistem Bahan Bakar Kapal Dengan Menggunakan Metode Preliminary Hazard Analysis 66 (PHA) dan Fault Tree Analysis (FTA). *Hexagon Jurnal Teknik Dan Sains*, 3(1), 34–39. <https://doi.org/10.36761/hexagon.v3i1.1348>
- Eryadi, Didi, Putra, Toni Dwi, D. (2012). PROTON, Vol. 4 No 2 / Hal 5-9. Pengaruh Penggunaan Alat Penghemat Bahan Bakar Berbasis Elektromagnetik Terhadap Unjuk Kerja Mesin Diesel, 4(2), 5–10.
- Finto Purwanto, Akhmad Farid, M. A. S. (n.d.). Analisa Pengaruh Tekanan Pembukaan Injektor (Nosel) Terhadap Kinerja Mesin Pada Motor Diesel Injeksi Tidak Langsung/indirect Injection. <https://www.neliti.com/id/publications/220780/analisa-pengaruh-tekananpembukaan-injektor-nosel-terhadap-kinerja-mesin-pada-mo>
- Ginting, T. (2019). Pengaruh tekanan nozzle terhadap emisi gas buang ramah lingkungan mesin disel type c190. *Piston*, 4(1), 29–33.
- Hakim, L. (2010).

- Analisis Teoritis Termodinamika. 2(1).
- Hariyanto, A. (2021). Pembuatan Alat Simulasi Motor Bakar 4 Langkah Sebagai Media Pembelajaran.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, R. dan T. (n.d.). Pengaruh Ketebalan Shim Penyetel Terhadap Pembukaan Tekanan Injektor pada Motor Diesel Injeksi. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset Dan Teknologi. <https://bbppmpvboe.kemdikbud.go.id/>
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, R. dan T. (n.d.). Pengaruh Ketebalan Shim Penyetel Terhadap Pembukaan Tekanan Injektor pada Motor Diesel Injeksi. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset Dan Teknologi. <https://bbppmpvboe.kemdikbud.go.id/bbppmpvboe/berita/detail/pengaruhketebalan-shim-penyetel-terhadap-pembukaan-tekanan-injektor-pada-motordiesel-injeksi-tidak>
- Mahfudin. (2022). Analisis Perbedaan Efisiensi Pemakaian Bahan Bakar Pada Pompa Injeksi Tipe Distributor dan Tipe Inline di Motor Diesel. *RODA : Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Otomotif*, 2(2), 37–41.
- Murni, & Indartono. (2016). Pengaruh Pemakaian Alat Pemanas Bahan Bakar Terhadap Pemakaian Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Motor Diesel Mitsubishi Model 4D34-2A17. *Traksi*, 16(2), 66–74.
- Nasution, I., Fernandez, D., & Martias. (2015). Pengaruh Perbedaan Variasi Tekanan Injektor Terhadap Ketebalan Asap (Opasitas) Pada Diesel L300.1–6. <https://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/poto/article/view/1689> Sudik,
- Sugeng, M., & Mukti, Y. (2020). Analisis Perbandingan Koil Pengapian Standard Dan Koil Pengapian Aftermarket Terhadap Kinerja Sepeda Motor 4 Langkah. *Bina Teknika*, 15(2), 147. <https://doi.org/10.54378/bt.v15i2.1279>
- Surono, U. B., Winarno, J., & Alaudin, F. (2012). Pengaruh penambahan turbulator pada intake manifold terhadap unjuk kerja mesin bensin 4 tak. *Jurnal Teknik*, 2(1), 1–7. Suyanto, W., Siswanto, B. T., & Wakid, M. (2015). Karakterisasi Bahan Bakar Pada Motor Diesel (Fuel Characterization on Diesel Engine). 1, 29–44.
- Utomo, E. B., Widjanarko, D., & Rahardjo, W. D. (2017). Pengembangan Multimedia Sistem Bahan Bakar Motor Diesel Untuk Siswa Sekolah Menengah Kejuruan Pada Kompetensi Sistem Injeksi Bahan Bakar Diesel. *Jurnal MEKOM (Media Komunikasi Pendidikan Kejuruan)*, 4(2), 69–77. <https://doi.org/10.26858/mekom.v4i2.5129>
- Wibawa, I. W. S., Bagus, I. G., Kusuma, W., & Nyoman, I. (2015). Uji Variasi Tekanan Nosel Terhadap Karakteristik Semprotan Bahan. 1(2), 35–44. Zulfihar Nasra. (2013). Perbedaan variasi tekanan injektor terhadap opasitas kepekatan asap pada mitsubishi L300 diesel. *Integration of Climate Protection and Cultural Heritage: Aspects in Policy and Development Plans. Free and Hanseatic City of Hamburg*, 26(4), 1–37.