

RANCANG BANGUN *FUEL METER* UNTUK MENGUKUR KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL ISUZU C190

Aditya

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: adityaadit245@gmail.com

Warju

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: warju_mesin@yahoo.com

ABSTRAK

Tingkat konsumsi bahan bakar terutama yang bersumber dari bahan bakar fosil semakin meningkat seiring dengan kemajuan zaman. Hal ini menyebabkan timbulnya suatu indikasi bahwa konsumsi energi yang terus meningkat disegala sektor yang berdampak pada semakin menurunnya cadangan minyak bumi dari tahun ke tahun sehingga semakin tidak seimbang dengan ketersediaan sumber energi tersebut. Dampaknya akan menimbulkan permasalahan di berbagai sektor terutama di sektor perindustrian. Sektor yang terkena dampak langsung adalah sektor transportasi. Dimana kebutuhan alat transportasi di berbagai negara terus meningkat. Se jauh ini, untuk mengukur konsumsi bahan bakar mesin menggunakan parameter jarak tempuh kendaraan. Artinya, dalam 1 (satu) liter bahan bakar digunakan untuk menempuh berapa jarak (km). Oleh karena itu, diperlukan alat yang berfungsi untuk mengukur konsumsi bahan bakar mesin dalam skala laboratorium. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsumsi bahan bakar, dan opasitas gas buang mesin Isuzu C190 dengan menggunakan *fuel meter*.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Obyek penelitian adalah mesin diesel Isuzu C190. Standar pengujian konsumsi bahan bakar mesin diesel menggunakan metode pengujian kecepatan berubah dengan katup *throttle* terbuka penuh yang berpedoman pada SNI 7554:2010. Pengujian kepekatan asap dengan metode pengujian SNI 19-7118.2-2005 yang berpedoman pada SAE-J1167. Standar pengujian tingkat kebisingan menggunakan SNI 09-1825-2002 yang berpedoman pada ISO/FDIS 5130. Peralatan dan instrumen penelitian yang digunakan adalah *stopwatch*, *fuel meter*, *smoke opacity meter*, *digital tachometer*, *blower*, *thermocouple*, *manometer* dan *sound level meter*. Analisis data menggunakan metode deskriptif.

Hasil pengujian mesin diesel Isuzu C190 menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar cenderung mengalami peningkatan dari putaran idle 750 rpm (15,54 kg/jam) hingga putaran maksimum 5250 rpm (32,95 kg/jam). Opasitas gas buang knalpot standar sebesar 75,5% HSU (*Hartridge Smoke Unit*). Sedangkan tingkat kebisingan knalpot standar sebesar 99,4 dBA.

Kata Kunci: *Fuel meter*, konsumsi bahan bakar, mesin diesel, opasitas gas buang, dan kebisingan.

ABSTRACT

The level of fuel consumption mainly by from fossil fuels are increasing with the progress of time. This leads to an indication that the energy consumption continues to increase in all sectors that impact on the declining of petroleum reserves from year to year so that more is not balanced by the availability of the energy source. The impact will create problems in various sectors, especially in the industrial sector. Sectors that are directly affected by the transportation sector. Where transportation needs in various countries continues to increase. So far, to measure the fuel consumption of the engine using the vehicle mileage parameters. That is, within 1 (one) liter of fuel used to cover the distance (km). It is therefore, necessary tool that serves to measure the fuel consumption engine in laboratory scale. The purpose of this research was to determine the fuel consumption and exhaust gas opacity Isuzu C190 engine using a fuel meter.

This research is experimental research. Object of research is Isuzu C190 diesel engine. Standard testing of diesel engine fuel consumption testing using speed changes with the throttle valve fully open is based on the ISO 7554: 2010. Testing the smoke opacity test method is based on the ISO 19-7118.2-2005 SAE-J1167. Standard testing of noise levels using SNI 09-1825-2002 guided by ISO/FDIS 5130. Equipment and instruments used is a stopwatch, fuel meter, smoke opacity meter, digital tachometer, blower, thermocouple, manometer and sound level meter. Data analysis used descriptive methods.

Results Isuzu C190 diesel engine testing showed that fuel consumption tends to increase from 750 rpm idle rotation (15.54 kg/h) until the maximum rotation 5250 rpm (32.95 kg/h). Opacity standard exhaust flue gases by 75.5% HSU (Hartridge Smoke Unit). While the standard exhaust noise level of 99.4 dBA.

Keywords: *Fuel meter, fuel consumption, diesel engine, exhaust gas opacity, and noise level.*

PENDAHULUAN

Tingkat konsumsi bahan bakar terutama yang bersumber dari bahan bakar fosil semakin meningkat seiring dengan kemajuan zaman. Hal ini menyebabkan timbulnya suatu indikasi bahwa konsumsi energi yang terus meningkat disegala sektor yang berdampak pada semakin menurunnya cadangan minyak bumi dari tahun ke tahun sehingga semakin tidak seimbang dengan ketersediaan sumber energi tersebut. Dampaknya akan menimbulkan permasalahan di berbagai sektor terutama di sektor perindustrian. Sektor yang terkena dampak langsung adalah sektor transportasi. Dimana kebutuhan alat transportasi di berbagai negara terus meningkat. Sejauh ini, untuk mengukur konsumsi bahan bakar mesin menggunakan parameter jarak tempuh kendaraan. Artinya, dalam 1 (satu) liter bahan bakar digunakan untuk menempuh berapa jarak (km). Oleh karena itu, diperlukan alat yang berfungsi untuk mengukur konsumsi bahan bakar mesin dalam skala laboratorium.

Menurut Obert (1973:39), untuk mengukur jumlah bahan bakar yang dikonsumsi mesin, metode yang digunakan adalah menimbang bahan bakar. Metode yang lebih sederhana, tetapi bukan yang formal diterima oleh kode pengujian, adalah mengukur aliran volume bahan bakar dalam interval waktu dan mengkonversikan volume ke massa setelah mengukur gravitasi spesifik.

Konsumsi bahan bakar adalah banyaknya bahan bakar yang diperlukan oleh mesin dalam waktu tertentu. Menurut Heywood (1988:52), pada pengujian mesin, konsumsi bahan bakar diukur sebagai laju aliran-aliran massa per satuan waktu m_f .

Konsumsi bahan bakar dalam penelitian ini adalah banyaknya volume bahan bakar yang dikonsumsi dalam waktu tertentu dengan satuan ml/detik.

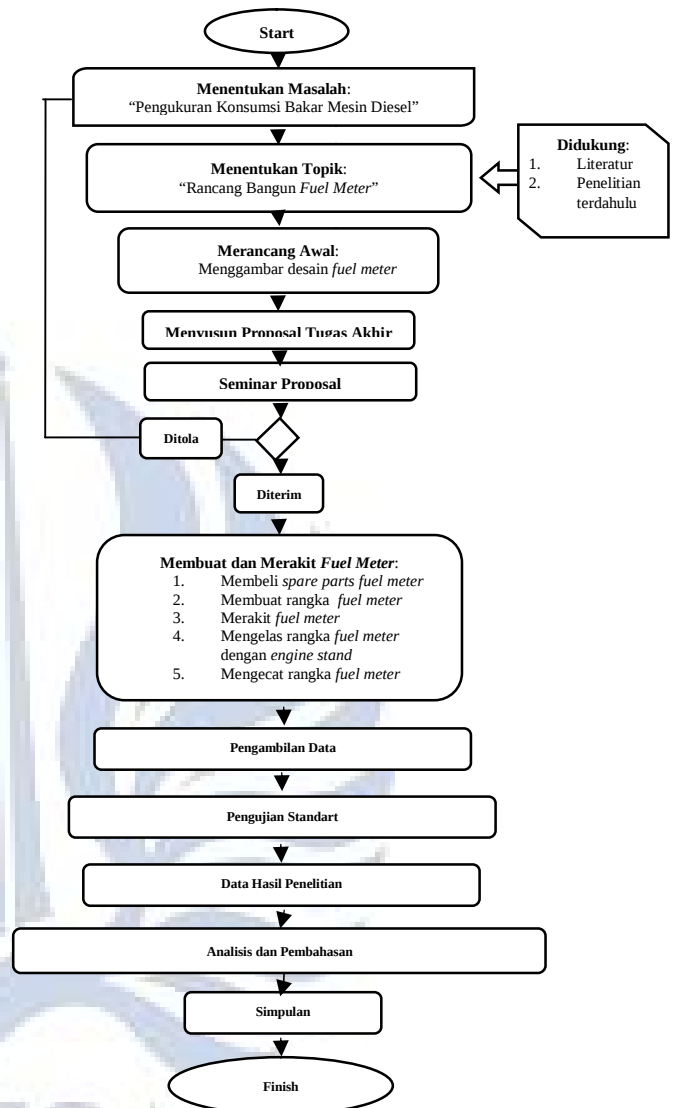
Tujuan penelitian ini adalah mengetahui desain *fuel meter* sebagai pengukur konsumsi bahan bakar mesin, mengetahui konsumsi bahan bakar, opasitas gas buang serta tingkat kebisingan dari mesin diesel Isuzu C190.

Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah ditemukannya desain *fuel meter* sebagai alat untuk mengukur konsumsi bahan bakar mesin diesel Isuzu C190.

Maka pada pembahasan kali adalah menentukan desain *fuel meter*. Parameter performa mesin yang diukur hanya konsumsi bahan bakar. Emisi gas buang yang diukur hanya opasitas gas buang saja, serta melakukan pengukuran pada tingkat kebisingan mesin diesel Isuzu C190.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Flow chart

Tempat Penelitian

Penelitian eksperimen (*experimental research*) ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Performa Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya (UNESA).

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian yang berbentuk eksperimen (*experimental research*).

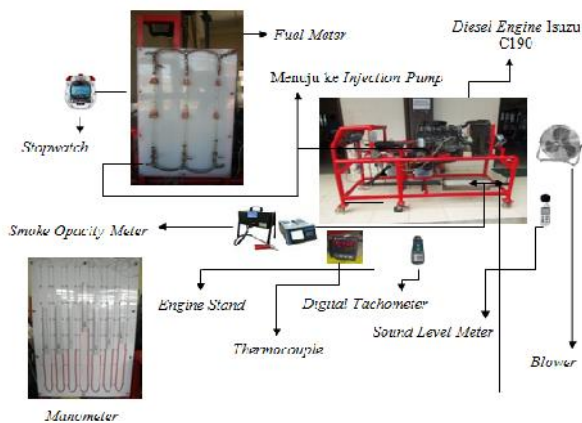
Desain Penelitian



Gambar 2. Desain *fuel meter*

Gambar 2 di atas merupakan desain dari *fuel meter* yang digunakan untuk mengukur konsumsi bahan bakar mesin diesel isuzu C190.

Peralatan dan Instrumen Penelitian



Gambar 3. Instrumen Penelitian

Pada Gambar 3 di atas, dijelaskan instrumen yang digunakan dalam penelitian, diantaranya adalah sebagai berikut:

- Mesin diesel Isuzu C190 Tahun perakitan 1985, sebagai objek penelitian.
- *Stopwatch* digunakan untuk mengukur lama waktu mesin menghabiskan bahan bakar yang telah ditentukan pada *fuel meter*.
- *Digital Tachometer* digunakan untuk mengukur putaran yang dihasilkan mesin.
- *Smoke Opacity Meter* adalah alat yang digunakan untuk mengukur kepekatan asap (opasitas) gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermesin diesel.
- *Blower* digunakan untuk mendinginkan mesin sewaktu pergantian pengujian.
- *Electronic Temperature Controller* digunakan untuk mengukur temperatur gas buang saat memasuki DPT.
- *Manometer* digunakan untuk mengukur tekanan balik.
- *Sound Level Meter* (SLM) adalah alat yang digunakan untuk mengukur intensitas bunyi atau menentukan tingkat kebisingan suatu sumber suara pada knalpot (muffler).
- *Blower* digunakan untuk mendinginkan mesin sewaktu pengujian dan pergantian pengujian

Prosedur Pengujian

Adapun prosedur pengujiannya dilakukan sebagai berikut:

- Persiapan Pengujian Konsumsi Bahan Bakar
 - Melakukan *tune-up* pada mesin.
 - Membersihkan tangki dan filter bahan bakar.
 - Mengontrol persediaan bahan bakar yang ada dalam tangki.
 - Menyiapkan dan memasang alat ukur.
 - Menyiapkan peralatan pengukuran tambahan seperti *fuel meter*, *digital tachometer*, *termocouple*, *manometer*, dan *stopwatch*.
- Pelaksanaan Pengujian Konsumsi Bahan Bakar
 - Memasukkan bahan bakar pada *fuel meter*.
 - Menghidupkan mesin dan *blower*.
 - Memastikan mesin bekerja pada temperatur kerja ($\geq 60^{\circ}\text{C}$).
 - Mengatur bukaan katup gas sesuai dengan rpm mesin yang diinginkan.
 - Mencatat data hasil pengukuran waktu konsumsi bahan bakar (detik) tiap 50 ml dengan menggunakan *stopwatch*.
- Akhir Pengujian
 - Putaran mesin diturunkan perlahan sampai putaran *idle*-nya.
 - Membiarkan mesin pada putaran langsam (*idle*) untuk beberapa saat.
 - Mematikan mesin dan *blower*.
- Persiapan Pengujian Opasitas Gas Buang
 - Menyiapkan *diesel engine stand* isuzu C190 yang akan diuji opasitasnya.
 - Menggunakan alat yang disebut *smoke opacity meter* yang memenuhi standar ISO 11614.
 - Alat ukur harus mampu mengukur konsentrasi opasitas pada putaran diakselerasi tanpa beban (*free running acceleration*).
 - Memastikan bahwa alat ukur dalam kondisi telah terkalibrasi sesuai dengan sertifikasi kalibrasi yang masih berlaku (Warju, 2009:129).
- Pelaksanaan Pengujian Opasitas Gas Buang
 - Menghidupkan mesin dan *blower*.
 - Melakukan pengecekan pada knalpot. Apabila knalpot “bocor”, maka kendaraan tidak dapat diukur konsentrasi emisi gas buangnya.
 - Memastikan mesin bekerja pada temperatur kerja ($\geq 60^{\circ}\text{C}$).
 - Melakukan pembersihan pada sistem pembuangan (saluran gas buang) dengan jalan menginjak pedal gas/mengakselerasi sebanyak 3 kali hingga rpm mesin maksimal sekaligus sebagai adaptasi kaki operator dengan kondisi pedal gas.
 - Setelah itu membiarkan putaran mesin langsam (*idle*) selama ± 5 menit.
 - Menghidupkan instrumen pengujian *smoke opacity meter*.
 - Memasukkan sensor gas (*gas probe*) ke dalam pipa gas buang minimal 30 cm, bila kurang dari

30 cm maka pasang pipa tambahan untuk menghindari kesalahan data.

- Melakukan akselerasi (sesuai dengan perintah “*accelerate*” yang ditampilkan pada layar monitor *opacitymeter*) secara cepat namun lembut dan pertahankan selama 4 detik (sampai *opacitymeter* menampilkan perintah “*release/deselerate*”), kemudian melepaskan pedal gas (*deselerasi*) hingga putaran mesin kembali langsam (*idle*) sesuai dengan SAE-J1167 (Snap Acceleration Test Procedure).
- Melakukan langkah akselerasi minimal 3 kali atau sesuai dengan permintaan *opacity meter*.
- Mencetak (*print*) data hasil pengujian atau catat pada formulir pencatatan data.
- Akhir Pengujian
 - Putaran mesin diturunkan perlahan sampai putaran *idle*-nya.
 - Biarkan mesin pada putaran langsam (*idle*) untuk beberapa saat.
 - Matikan mesin dan *blower*.
- Persiapan Pengujian Tingkat Kebisingan
 - *Sound Level Meter* harus memenuhi standar pengujian.
 - Memastikan bahwa alat ukur dalam kondisi telah terkalibrasi sesuai dengan sertifikasi kalibrasi ANSI S1 40-1984.
 - Memposisikan *engine diesel stand* pada area datar.
 - *Sound Level Meter* ditempatkan minimal 0,2 m dari bagian terdekat dari kendaraan tetapi tidak kurang dari 0,5 m dari knalpot, ketinggiannya 0,2 m, dan membentuk sudut 45°.
 - Untuk kendaraan bermesin diesel pilih mode *high respon* (HI).
- Pelaksanaan Pengujian Tingkat Kebisingan
 - Menghidupkan *blower*.
 - Memastikan mesin kendaraan yang diuji harus pada suhu operasi normal selama pengujian ($\geq 60^{\circ}\text{C}$).
 - Memastikan keadaan transmisi dalam keadaan netral.
 - *Throttle* dibuka sebesar 3750 rpm.
 - Untuk mendapatkan tren tingkat kebisingan, maka dilakukan pengujian di setiap rpm.
 - Mencatat data hasil pengujian.
- Akhir Pengujian
 - Menurunkan putaran mesin secara perlahan sampai putaran *idle*-nya.
 - Membiarkan mesin pada putaran langsam (*idle*) untuk beberapa saat.
 - Mematikan mesin dan *blower*.

Metode Penelitian

Untuk mendapatkan data dalam penelitian ini, pengukuran konsumsi bahan bakar menggunakan metode pengujian kecepatan berubah dengan katup *throttle* terbuka penuh yang berpedoman pada SNI 7554:2010.

Pengujian kepekatan asap kendaraan berbahan bakar solar dilakukan dengan metode pengujian SAE-J1167 (*Snap Acceleration Test Procedure*) dimana putaran mesin diakselerasi tanpa beban (*free running acceleration*) yang berpedoman pada standard SNI 19-7118.2-2005, dengan menggunakan sebuah alat yang disebut *smoke opacity meter*. Sedangkan untuk pengukuran tingkat kebisingan dilakukan berdasarkan standar pengujian ISO/FDIS 5130 dengan transmisi kendaraan harus dalam posisi netral.

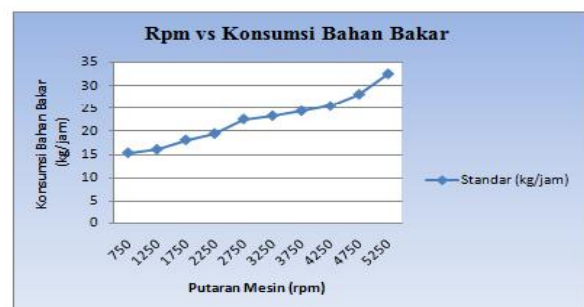
Teknik Analisis Data

Analisis data menggunakan metode deksriptif, yaitu dengan mendeskripsikan atau menggambarkan secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai fakta yang diperoleh setelah melakukan pengujian (Nazir, 2005:54). Data hasil penelitian yang diperoleh dimasukkan dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk diagram batang untuk opasitas, grafik hubungan putaran mesin (rpm) vs Tingkat kebisingan (dBA), dan grafik hubungan putaran mesin (rpm) vs konsumsi bahan bakar (kg/jam).

Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan data dalam tabel dan grafik tersebut dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan yang pada intinya sebagai upaya mencari jawaban atas permasalahan yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui besarnya konsumsi bahan bakar mesin diesel Isuzu C190 dengan menggunakan *fuel meter*, berdasarkan hasil pengujian knalpot standar dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Grafik konsumsi bahan bakar (kg/jam) terhadap putaran mesin (rpm)

Pada putaran *idle* mesin 750 rpm, konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sebesar 15,35 kg/jam. Pada putaran 1250 rpm, konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sebesar 16,09 kg/jam. Pada putaran 1750 rpm, konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sebesar 18,13 kg/jam. Pada putaran 2250 rpm, konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sebesar 19,49 kg/jam. Pada putaran 2750 rpm, konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sebesar 22,6 kg/jam. Pada putaran 3250 rpm, konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sebesar 23,33 kg/jam. Pada putaran 3750 rpm, konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sebesar 24,38 kg/jam. Pada putaran 4250 rpm, konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sebesar 24,38 kg/jam.

25,53 kg/jam. Pada putaran 4750 rpm, konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sebesar 28,15 kg/jam. Pada putaran 5250 rpm, konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sebesar 32,54 kg/jam.

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa grafik konsumsi bahan bakar mesin diesel Isuzu C190 pada knalpot standar, dari putaran idle hingga putaran maksimum cenderung mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan semakin tinggi putaran mesin, maka semakin besar pembukaan injection nozzle serta semakin banyak pula bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar sehingga mengakibatkan konsumsi bahan bakar meningkat tajam.

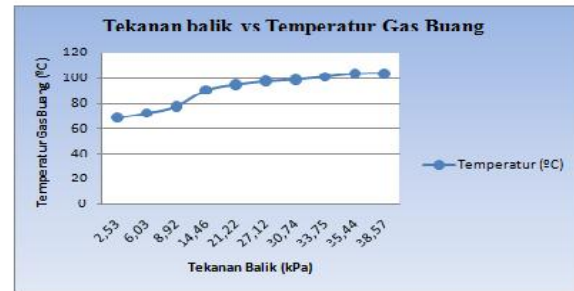
Mesin diesel empat langkah pada kondisi idealnya dapat mencapai performa yang optimal. Namun pada kenyataannya, aliran gas buang dipengaruhi oleh efek tekanan balik (*back pressure*) yang dapat menurunkan performa mesin akibat dari tidak sempurnanya pembakaran. Pada Gambar 5 di bawah ini, dapat diketahui bahwa konsumsi bahan bakar berbanding lurus dengan *back pressure*, artinya semakin rendah *back pressure*, semakin rendah pula konsumsi bahan bakar pada mesin. Begitu juga sebaliknya, semakin tinggi *back pressure* konsumsi bahan bakar juga akan semakin banyak.



Gambar 5. Hubungan tekanan balik knalpot dengan konsumsi bahan bakar

Dari pengujian tekanan balik pada mesin diesel Isuzu C190 dapat dilihat pada Gambar 5 di atas bahwa semakin tinggi konsumsi bahan bakar, tekanan balik yang dihasilkan juga tinggi. Karena semakin banyak bahan bakar yang disuplai ke dalam ruang bakar, maka gas buang yang dihasilkan dari sisa pembakaran juga semakin banyak. Tentunya gas buang yang banyak akan menimbulkan tekanan balik yang besar ke ruang bakar.

Akan tetapi tekanan balik yang dihasilkan *muffler* standar tidak terlalu besar karena gas buang yang keluar dari *exhaust manifold* langsung menuju *muffler* yang kemudian terbuang langsung ke atmosfer. Hanya saja tekanan balik yang kembali ke ruang bakar terbilang sedikit. Tekanan balik juga berakibat meningkatnya suhu gas buang yang masuk ke dalam ruang bakar, hal ini dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Hubungan tekanan balik dengan temperatur gas buang

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, terbukti bahwa *back pressure* pada P1 knalpot berakibat pada meningkatnya suhu gas buang. Dari Gambar 6 tentang hasil pengujian temperatur gas buang mesin diesel C190 di atas terbukti bahwa semakin besar tekanan balik gas buang berbanding lurus dengan meningkatnya temperatur gas buang.

Adanya tekanan balik yang besar akan diikuti oleh temperatur yang tinggi. Temperatur yang tinggi akan menjaga kondisi ruang bakar tetap pada suhu pembakaran, dan disaat langkah kompresi pembakaran bisa terjadi secara sempurna. Hal tersebut yang membuat konsumsi bahan bakar semakin boros dari putaran rendah hingga mencapai putaran maksimalnya, karena tekanan balik yang dihasilkan knalpot standar tidak terlalu tinggi, mengingat tekanan balik yang cukup tinggi juga diperlukan untuk mencapai pembakaran yang sempurna.

Akan tetapi, akibat dari *back pressure* yang terlalu tinggi juga akan menyebabkan kurang efektifnya langkah hisap dan langkah buang sehingga mempengaruhi konsumsi bahan bakar. *Back pressure* ini akan mengembalikan gas yang sudah terbakar sebagian masuk kembali ke dalam ruang bakar saat terjadi overlap katup (saat kedua katup membuka). Masuknya sebagian gas buang (gas yang sudah tidak bisa terbakar lagi) masuk ke dalam ruang bakar sehingga akan mengurangi efisiensi volumetris udara yang masuk dari katup isap. Sisa gas buang yang tersisa dalam ruang bakar ini mempengaruhi campuran baru pada saat langkah isap.

Setelah dilakukan pengujian tingkat kepekatan asap (opasitas) pada knalpot standar mesin diesel Isuzu C190, opasitas (kepekatan asap) gas buang yang dihasilkan sebesar 75% HSU. Hal ini disebabkan oleh desain knalpot standar pabrikan tidak terdapat penjebak gas buang seperti *Diesel Particulate Trap* (DPT) yang dapat menyaring gas buang yang dikeluarkan oleh ruang bakar, sehingga gas buang dari sisa hasil pembakaran langsung terbuang bebas ke udara luar dampaknya kepekatan asap yang dihasilkan akan cenderung lebih besar. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor, nilai opasitas tersebut tidak lolos uji emisi jika

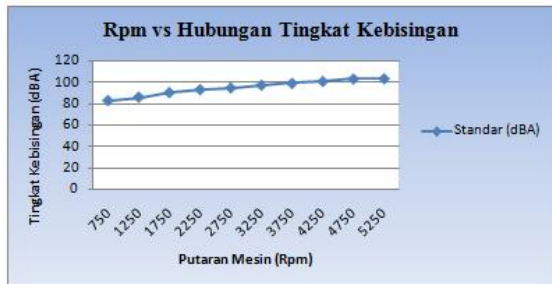
dibandingkan dengan standarisasi yang diijinkan yaitu 70% HSU. Ambang batas opasitas gas buang dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1.

Hasil Uji Opasitas Gas Buang

Kategori	Tahun Pembuatan	Opasitas (% HSU)	Metode Uji	Knalpot Standar (% HSU)	Keterangan
Berpenggerak motor bakar penyalan kompresi (diesel)	<2010	70	Percepatan bebas	75,5	Tidak Lulus Uji Opasitas

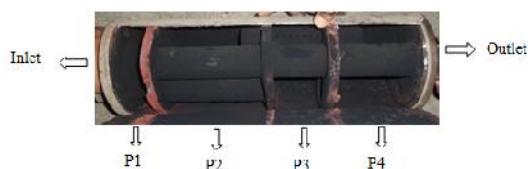
Data hasil pengujian knalpot standar mesin diesel Isuzu C190 terhadap tingkat kebisingan, dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



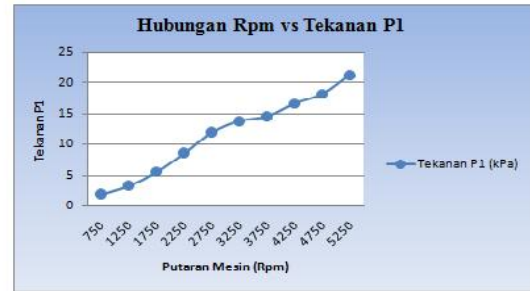
Gambar 7. Hubungan antara putaran mesin dengan tingkat kebisingan

Dari pengujian knalpot standar, dapat dilihat dari Gambar 7 di atas bahwa tingkat kebisingan yang dihasilkan cukup tinggi. Dari putaran idle hingga putaran maksimum (750-5250 rpm) cenderung mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan tidak optimalnya peredam pada knalpot, sebagai akibat dari tingginya tekanan gas buang yang masuk ke dalam knalpot yang menyebabkan suara semakin bising. Meskipun oleh pabrik desain yang digunakan dapat meredam suara dengan baik dan sesuai untuk penggunaan harian, namun pada kenyataannya suara yang dihasilkan masih cukup tinggi.

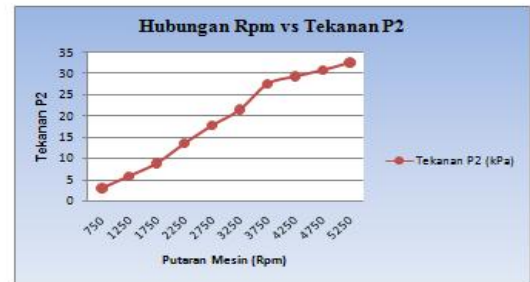
Tingkat kebisingan berbanding terbalik dengan tekanan balik yang menuju ke ruang bakar. Hal itu dibuktikan dengan data hasil pengujian tekanan balik pada knalpot mesin diesel Isuzu C190. Hal ini dapat dilihat pada gambar 8-12 berikut ini.



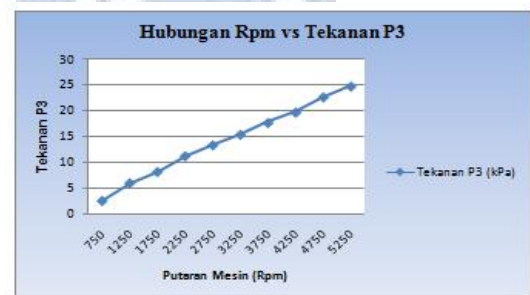
Gambar 8. Penyekat pada knalpot



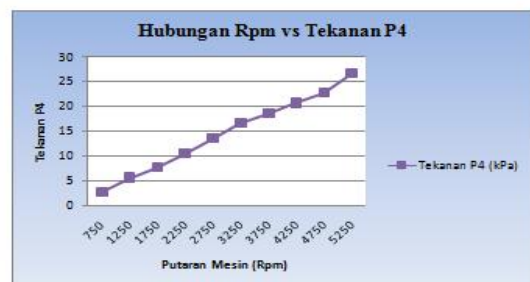
Gambar 9. Hubungan antara putaran mesin dengan tekanan balik pada P1



Gambar 10. Hubungan antara putaran mesin dengan tekanan balik pada P2



Gambar 11. Hubungan antara putaran mesin dengan tekanan balik pada P3



Gambar 12. Hubungan antara putaran mesin dengan tekanan balik pada P4

Dari gambar 8-12 dapat diketahui bahwa dari putaran *idle* hingga putaran maksimum, tekanan balik pada *muffler* semakin tinggi. Tekanan balik yang tinggi akan menimbulkan suara kebisingan yang rendah. Tekanan balik terjadi akibat terhalangnya aliran sistem pembuangan, baik dalam pipa pembuangan, peredam suara atau komponen lain yang ada di bagian sistem pembuangan. Jadi, jika gas buang semakin lancar

mengalir (*free flow*), maka akan semakin kecil tekanan balik yang dihasilkan karena tekanan gas buang yang di buang oleh ruang bakar langsung menuju atmosfer sehingga tingkat kebisingan yang dihasilkan cenderung tinggi. Tingginya tingkat kebisingan pada knalpot standar, juga disebabkan karena pada knalpot standar tidak terdapat material *glasswool*, dimana material *glasswool* tersebut dapat meredam tingkat kebisingan yang timbul dari tekanan gas buang yang tinggi. Jadi sebenarnya knalpot yang baik harus memiliki rancangan yang dapat memberikan tekanan balik (*back pressure*) yang tinggi agar dapat menghasilkan tingkat kebisingan yang lebih rendah.

Berdasarkan data hasil pengujian, tingkat kebisingan knalpot standar yang dihasilkan mesin diesel Isuzu C190 sebesar 99,4 dBA sehingga tidak lulus uji kebisingan. Ambang batas kebisingan yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: Kep.07/MENLH/04/2009 adalah 90 dBA. Perbandingan tingkat kebisingan dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Uji Tingkat Kebisingan

Kategori	Daya	L Max dB(A)		Hasil Pengujian (dBA)	Keterangan
		Tahun Pemberlakuan			
		(i)	(ii)		
M1 (≤ 9 orang)	-	90	87 (2,3)	99,4	Tidak Lulus Uji Kebisingan

PENUTUP

Simpulan

Dari serangkaian rancang bangun, pengujian, dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Konsumsi bahan bakar mesin diesel Isuzu C190 cenderung mengalami peningkatan putaran *idle* 750 rpm (15,54 kg/jam) hingga putaran maksimum 5250 rpm (32,95 kg/jam). Hal ini terjadi karena semakin tinggi putaran mesin maka akan semakin banyak bahan bakar yang suplai oleh injektor ke dalam ruang bakar untuk pembakaran.
- Opasitas gas buang knalpot standar mesin diesel Isuzu C190 sebesar 75,5% HSU artinya tidak lulus uji opasitas berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor karena nilai opasitas yang diijinkan yaitu 70% HSU.
- Tingkat Kebisingan knalpot standar yang dihasilkan mesin diesel Isuzu C190 sebesar 99,4 dBA artinya tidak lulus uji kebisingan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: Kep.07/MENLH/04/2009 tentang ambang batas kebisingan yang diijinkan yaitu 90 dBA.

Saran

Dari serangkaian rancang bangun, pengujian, dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- *Fuel meter* yang dirancang terbukti dapat digunakan untuk mengukur konsumsi bahan bakar mesin diesel

Isuzu C190 sehingga alat ini dapat digunakan sebagai media praktikum mata kuliah performen mesin.

- Penelitian ini hanya menganalisis konsumsi bahan bakar, opasitas gas buang, dan tingkat kebisingan saja. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan untuk menganalisis torsi, daya efektif, tekanan efektif rata-rata, serta efisiensi termal sehingga didapatkan hasil penelitian yang lengkap.
- Penelitian ini menggunakan massa bahan bakar sebesar 50 ml. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan untuk massa bahan bakar yang lain, seperti: 10 ml, dan 25 ml agar lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Heywood, John B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamental*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Isuzu. *Workshop Manual Diesel Engine C190GB, C190KE, C240 Models*.
- International Standard ISO/FDIS 5130 Acoustics – Measurements of Sound Pressure Level Emitted by Stationary Road Vehicles*.
- Moh. Nazir. 1999. *Metode Penelitian*, Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Obert, Edward F. 1973. *Internal Combustion Engine and Air Pollution (3rd. Ed)*. New York: Harper & Row Publisher. Inc.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: Kep.05/MENLH/08/2006. Baku Mutu Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama. Jakarta: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 tahun 2006.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: Kep.07/MENLH/04/2009. Ambang Batas Kebisingan Kendaraan Bermotor. Jakarta: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 07 tahun 2009.
- SAE J1667.1996-02. *Snap Acceleration Smoke test Procedure for Heavy-Duty Powered Vehicles*.
- SNI 19-7118.2-2005 tentang Emisi gas buang – Sumber bergerak – Bagian 2 : Cara Uji Kendaraan Bermotor Kategori M, N dan O berpenggerak Penyalaan Kompresi Pada Kondisi Akselerasi Bebas.
- SNI 09-1825-2002 tentang pengujian tingkat kebisingan kendaraan bermotor.
- SNI 7554:2010 tentang Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Bermotor Kategori M1 dan N1.
- Tjokowisastro, E., dan Widodo, B.U.K. 1995. *Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan Bakar*. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS.
- Tim. 2010. *Panduan Penulisan dan Penilaian Tugas Akhir*. Surabaya: Unesa University Press.
- Warju. 2009. *Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor*. Surabaya: Unesa University Press.