

PENGARUH TEKANAN NOZZEL TERHADAP EMISI GAS BUANG RAMAH LINGKUNGAN MESIN DIESEL TYPE C190

Tinus Ginting

Dosen Akademi Teknologi Industri Immanuel
tinusgintingm30@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui emisi gas buang HC (ppm) dan CO (%), melalui variasi tekanan nozzle dan variasi putaran. sampel penelitian menggunakan *engine stand* 2300 CC, bahan bakar solar. melalui variasi putaran 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm dan tekanan nozzle 130 kg/cm², 140 kg/cm², dan 150 kg/cm² diukur emisi gas buang pada engine smoke tester. Data penelitian ditabulasi dan dilanjutkan analisis menggunakan program excel. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa variasi tekanan nozzle dan putaran berpengaruh terhadap emisi gas buang, nilai emisi gas buang HC (ppm) paling rendah pada tekanan nozzle 130 kg/cm² pada putaran 1000 rpm, sementara nilai emisi gas buang CO (%) paling rendah terjadi pada tekanan nozzle 140 kg/cm² pada putaran 3000 rpm.

Kata kunci : Nozel, Emisi Gas, Mesin Diesel

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin cepat mendorong manusia untuk selalu mempelajari ilmu pengetahuan dan teknologi. Sepeda motor, seperti juga mobil dan pesawat tenaga lainnya, memerlukan daya untuk bergerak, melawan hambatan udara, gesekan ban dan hambatan-hambatan lainnya. Untuk memungkinkan sebuah kendaraan yang kita kendari bergerak dan melaju di jalan raya, roda kendaraan tersebut harus mempunyai daya untuk bergerak dan untuk mengendarainya diperlukan mesin. Mesin merupakan alat untuk membangkitkan tenaga, dan disebut juga sebagai penggerak utama. Jadi mesin disini berfungsi merubah energi panas dari ruang pembakaran ke energi mekanis dalam bentuk tenaga putar. Tenaga atau daya untuk menggerakkan kendaraan tersebut diperoleh dari panas hasil pembakaran bahan bakar. Jadi panas yang timbul karena adanya pembakaran itulah yang dipergunakan untuk menggerakkan kendaraan, dengan kata lain tekanan gas yang terbakar akan menimbulkan gerakan putaran pada sumbu engkol dari mesin.

Sistem bahan bakar merupakan sistem yang sangat vital bagi keberhasilan operasi suatu motor diesel mengingat bahwa sangat berkaitan dengan penyediaan tenaga yang berasal dari bahan bakar.

Sistem pengabutan bahan bakar harus sempurna, karena bila sistem pengabutan bahan bakar yang tidak sempurna akan menyebabkan kekurangan tenaga atau tidak maksimal dan hal ini akan menimbulkan kerugian tenaga serta mempengaruhi daya motor.

Injector Salah satu komponen utama dalam sistem bahan bakar diesel di antaranya adalah injector atau pengabut atau Nozle. Injector berfungsi untuk menghantarkan bahan bakar diesel

dari *injection pump* ke dalam silinder pada setiap akhir langkah kompresi dimana torak (piston) mendekati posisi TMA. Injector yang dirancang sedemikian rupa merubah tekanan bahan bakar dari *injection pump* yang bertekanan tinggi untuk membentuk kabut yang bertekanan antara 60 sampai 200 kg/cm², tekanan ini mengakibatkan peningkatan suhu pembakaran didalam silinder meningkat menjadi 600°C. Tekanan udara dalam bentuk kabut melalui Injector ini hanya berlangsung satu kali pada setiap siklusnya yakni pada setiap akhir langkah kompresi saja sehingga setelah sekali penyemprotan dalam kapasitas tertentu dimana kondisi pengabutan yang sempurna maka injector yang dilengkapi dengan jarum yang berfungsi untuk menutup atau membuka saluran injector ini sehingga kelebihan bahan bakar yang tidak mengabut akan dialirkan kembali ke bagian lain atau ke tangki bahan bakar sebagai kelebihan aliran (*over flow*).

Di Indonesia, kuranglebih 70% pencemaran udara disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor. Emisi gas buang dari kendaraan bermotor dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap kesehatan manusia maupun lingkungan. Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang semakin meningkat dari tahun ketahun sehingga pulosi akibat emisi kendaraan akan semakin berbahaya bagi kehidupan manusia dan lingkungannya. Menurut data terakhir dari Gaikindo pertumbuhan pasar penjualan kendaraan baru untuk roda 4 naik hampir 25% pada tahun 2010. Sedangkan pertumbuhan pasar penjualan sepeda motor naik hampir 35% pada tahun 2013.

Bahaya gas buang kendaraan bermotor terhadap kesehatan tergantung dari toksitas (daya racun) masing-masing senyawa dan seberapa luas masyarakat terpajan olehnya. Beberapa faktor yang berperan di dalam ketidakpastian setiap analisis resiko yang dikaitkan dengan gas buang kendaraan bermotor antara lain adalah :

- a. Definisi tentang bahaya terhadap kesehatan yang digunakan
- b. Relevansi dan interpretasi hasil studi epidemiologi dan eksperimental Realibilitas dari data pajanan
- c. Jumlah manusia yang terpajan
- d. Keputusan untuk menentukan kelompok resiko yang mana yang akan dilindungi
- e. Interaksi antara berbagai senyawa di dalam gas buang, baik yang sejenis maupun antara yang tidak sejenis
- f. Lamanya terpajan (jangka panjang atau pendek) Pada umumnya istilah dari bahaya terhadap kesehatan yang digunakan adalah pengaruh bahan pencemar yang dapat menyebabkan meningkatnya resiko atau penyakit atau kondisi medik lainnya pada seseorang ataupun kelompok orang.

Pengaruh ini tidak dibatasi hanya pada pengaruhnya terhadap penyakit yang dapat dibuktikan secara klinik saja, tetapi juga pada pengaruh yang pada suatu mungkin juga dipengaruhi faktor lainnya seperti umur misalnya. Telah banyak bukti bahwa anak-anak dan para lanjut usia merupakan kelompok yang mempunyai resiko tinggi di dalam peristiwa pencemaran udara.

Berdasarkan sifat kimia dan perilakunya di lingkungan, dampak bahan pencemar yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor digolongkan sebagai berikut :

- i. Bahan-bahan pencemar yang terutama mengganggu saluran pernafasan. Yang termasuk dalam golongan ini adalah oksida sulfur, partikulat, oksida nitrogen, ozon dan oksida lainnya.
- ii. Bahan-bahan pencemar yang menimbulkan pengaruh racun sistemik, seperti hidrokarbon monoksida dan timbel/timah hitam.
- iii. Bahan-bahan pencemar yang dicurigai menimbulkan kanker seperti hidrokarbon.

Komposisi dan perilaku gas buang kendaraan bermotor emisi kendaraan bermotor mengandung berbagai senyawa kimia. Komposisi dari kandungan senyawa kimianya tergantung dari kondisi mengemudi, jenis mesin, alat pengendali emisi bahan bakar, suhu operasi dan faktor lain yang semuanya ini membuat pola emisi menjadi rumit.

Setelah berada di udara, beberapa senyawa yang terkandung dalam gas buang kendaraan bermotor dapat berubah karena terjadinya suatu reaksi, misalnya dengan sinar matahari dan uap air, atau juga antara senyawa-senyawa tersebut satu sama lain. Proses reaksi tersebut ada yang berlangsung cepat dan terjadi saat itu juga di lingkungan jalan raya, dan adapula yang berlangsung dengan lambat. Reaksi kimia di atmosfer kadangkala berlangsung dalam suatu rantai reaksi yang panjang dan rumit, dan menghasilkan produk akhir yang dapat lebih aktif

atau lebih lemah dibandingkan senyawa aslinya. Sebagai contoh, adanya reaksi di udara yang mengubah nitrogen monoksida (NO) yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor menjadi nitrogen dioksida (NO₂) yang lebih reaktif, dan reaksi kimia antara berbagai oksida nitrogen dengan senyawa hidrokarbon yang menghasilkan ozon dan oksida lain, yang dapat menyebabkan asap awan fotokimi (photochemical smog).

Walaupun gas buang kendaraan bermotor terutama terdiri dari senyawa yang tidak berbahaya seperti nitrogen, karbon dioksida dan uap air, tetapi didalamnya terkandung juga senyawa lain dengan jumlah yang cukup besar yang dapat membahayakan gas buang membahayakan kesehatan maupun lingkungan. Bahan pencemar yang terutama terdapat didalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon, berbagai oksida nitrogen (NO_x) dan sulfur (SO_x), dan partikulat debu termasuk timbel (PB). Bahan bakar tertentu seperti hidrokarbon dan timbel organik, dilepaskan keudara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar,

1.2. Batasan Masalah

1. Engine bakar solar dengan 2300 cc empat langkah.
2. Tekanan nozzel 130 kg/cm², 140 kg/cm², dan 150 kg/cm²
3. Putaran mesin 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm.

1.3. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan batasan masalah di atas dirumuskan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Seberapa besarkah pengaruh tekanan nozzel 130 kg/cm² dan putaran 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm terhadap tingkat emisi gas buang?
2. Seberapa besarkah pengaruh tekanan nozzel 140 kg/cm² dan putaran 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm terhadap tingkat emisi gas buang?
3. Seberapa besarkah pengaruh tekanan nozzel 150 kg/cm² dan putaran 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm terhadap tingkat emisi gas buang?

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian senantiasa dibuat konsisten dengan rumusan masalah. Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian bertujuan untuk mengetahui :

1. Pengaruh tekanan nozzel 130 kg/cm² dan putaran 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm terhadap tingkat emisi gas buang?

2. Pengaruh tekanan nozzle 140 kg/cm² dan putaran 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm terhadap tingkat emisi gas buang?
3. Pengaruh tekanan nozzle 150 kg/cm² dan putaran 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm terhadap tingkat emisi gas buang?

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Mesin Diesel

Pada tahun 1892 seorang bangsa Jerman bernama Rudol Diesel, merencanakan motor bakar jenis baru yang tidak memerlukan busi untuk menyalakan bahan bakar. Motor tersebut direncanakan dengan mempergunakan perbandingan kompresi yang tinggi, disamping itu bukan menggunakan campuran udara dan bensin melainkan hanya udara segar saja yang dihisap masuk ke dalam silinder pada langkah hisap. Maka dengan mempergunakan perbandingan kompresi yang tinggi dapatlah diperoleh temperature udara yang tinggi pada akhir langkah kompresi, hingga pada saat demikian disemprotkan bahan bakar berupa minyak diesel ke dalam ruang bakar, dan bahan bakar menyala tanpa melakukan loncatan api dari busi bagaimana pada motor bensin umumnya.

2.2. Prinsip Kerja Mesin Diesel

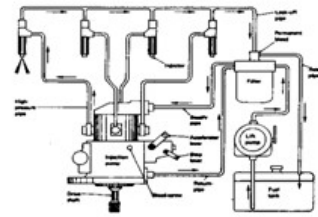
Prinsip kerja mesin diesel adalah ketika gas dikompresi, suhunya meningkat (seperti dinyatakan oleh Hukum Charles) mesin diesel menggunakan sifat ini untuk menyalakan bahan bakar. Udara dihisap ke dalam silinder mesin diesel dan dikompresi oleh piston yang merapat, jauh lebih tinggi dari rasio kompresi dari mesin menggunakan busi. Pada saat piston memukul bagian paling atas, bahan bakar diesel dipompa ke ruang pembakaran dalam tekanan tinggi, melalui *nozzle atomising*, dicampur dengan udara panas yang bertekanan tinggi, hasil pencampuran ini menyala dan membakar dengan cepat. Dengan proses inilah mesin diesel dapat menghasilkan sebuah pembakaran. (lit 1. hal. 18)

2.3. Sistem Bahan Bakar Motor Diesel

Pengertian sistem bahan bakar adalah suatu sistem dimana bahan bakar dari tangki penyimpanan dialirkan ke silinder dan dikabutkan ke dalamnya dengan dibantu dengan sebuah pompa.

Sistem pengabutan bahan bakar harus sempurna, karena bila sistem pengabutan bahan bakar yang tidak sempurna akan menyebabkan kekurangan tenaga atau tidak maksimal dan hal ini akan menimbulkan kerugian tenaga serta mempengaruhi daya motor.

Gambar di bawah ini adalah Sistem Pelayanan Bahan Bakar Motor Diesel.



Gambar 1. Sistem Pelayanan Bahan Bakar Motor Diesel

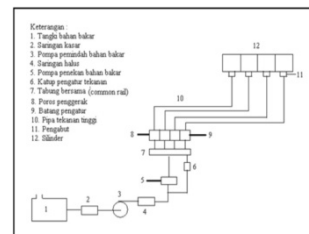
Sistem bahan bakar berfungsi untuk :

- a. Mengalirkan bahan bakar dari tangki harian sampai ke ruang bakar.
- b. Mengatur jumlah bahan bakar yang dikabutkan.
- c. Mengatur saat pengabutan yang tepat.
- d. Mengatur lamanya pengabutan.
- e. Mengabutkan bahan bakar dan memasukkannya ke dalam silinder
- f. Mendistribusikan bahan bakar yang telah ditakar kesetiap silinder.

Metode pengabutan bahan bakar yang banyak digunakan adalah sebagai berikut :

1. Pengabutan sistem *common rail*

Sistem ini mempunyai pompa tunggal yang menekan bahan bakar ke sebuah "*header*" (*common rail* atau tabung bersama) dengan tekanan yang tinggi. Bahan bakar tersebut dialirkan ke pengabut melalui pipa bahan bakar tekanan tinggi. Saat pengabutan bahan bakar oleh pengabut tersebut diatur oleh gerakan kam.



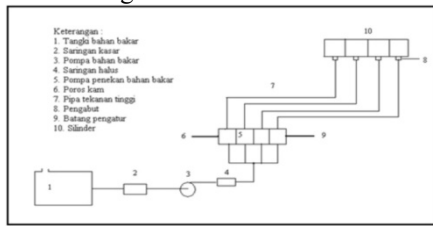
Gambar 2. Sistem Pengabutan *Common Rail*

Sistem pengabutan bahan bakar dengan *common rail* memiliki keuntungan, bahwa konstruksinya sederhana sehingga memudahkan dalam pemeliharaannya, apabila karena suatu beban kecepatannya turun, secara otomatis aliran bahan bakar ke silinder bertambah.

2. Pengabutan sistem pompa *Individual*

Pada sistem pompa pribadi setiap silinder dilayani oleh satu pompa penekan bahan bakar. Jadi, setiap pengabut dilayani oleh satu pompa penekan bahan bakar. Pompa penekan bahan bakar adalah pompa plunyer yang dilengkapi dengan pengatur kapasitas pengabutan, sedangkan daya untuk menggerakkan pompa diambil dari daya motor itu sendiri. Pompa penekan bahan bakar dihubungkan dengan nozzle melalui pipa tekanan tinggi dan nozzle akan memberikan bentuk

pengabutan ke dalam silinder sesuai dengan bentuk mulut atau lubang nozel.

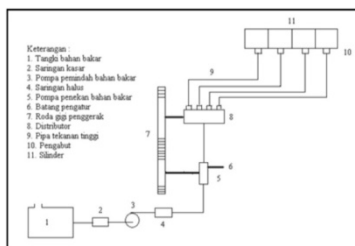


Gambar 3. Sistem Pengabutan Pompa Individual

Pompa tipe ini memerlukan ketelitian yang tinggi, baik untuk keperluan timing maupun untuk pengontrolan jumlah bahan bakar yang dikabutkan. Jumlah pengabutan bahan bakar setiap langkah pompa antara 1/2000 untuk beban penuh sedangkan pada keadaan motor diesel tanpa beban mencapai 1/100.000 dari volume silindernya.

3. Pengabutan sistem distribusi

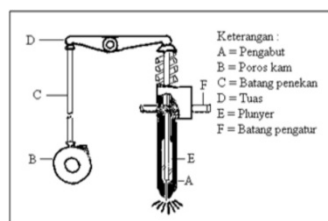
Pada sistem distribusi hanya menggunakan sebuah pompa penekan bahan bakar untuk melayani semua pengabut yang ada disetiap silinder. Pada sistem ini pompa tersebut mengalirkan bahan bakar dengan tekanan tinggi masuk ke dalam distributor. Pompa penekan bahan bakar pada sistem distributor juga dilengkapi dengan alat pengatur kapasitas.



Gambar 4. Pengabutan Sistem Distribusi

4. Pengabutan sistem unit pengabut

Pada sistem ini tidak diperlukan pipa-pipa tekanan tinggi karena pompa penekan bahan bakar dan pengabut dibuat menjadi satu kesatuan. Pada setiap silinder dilayani oleh satu pengabut yang bekerjanya diatur oleh poros kam, batang penekan dan tuas. Pada unit pengabut terdapat sebuah plunyer yang berfungsi untuk menaikkan tekanan bahan bakar, mengatur jumlah bahan bakar dan menentukan saat pemasukan bahan bakar ke dalam silinder.



Gambar 5. Pengabutan Sistem Unit Pengabut
Sistem bahan bakar motor diesel dibuat

sedemikian presisi agar dapat menghasilkan kemampuan yang cukup pada waktu tegangan tinggi. Jika kebetulan terdapat kotoran kecil atau air masuk kedalam bahan bakar, maka daya tahan pemakaian pompa penekan bahan bakar dan pengabut yang merupakan bagian terpenting dari motor diesel dapat dikurangi.

3. Metode Penelitian

3.1. Media Dan Alat Penelitian

Media dan alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian (eksperimen) adalah :

1. **Mesin**
Mesin yang diuji adalah mesin duduk tipe mesin Isuzu C190 2300 cc.
2. **Tool set**
Tool set yang digunakan tool set dengan merk kawan lama yang berfungsi untuk pengaturan mesin.
3. **Engine smoke tester**
Engine smoke tester berfungsi untuk mengukur emisi gas buang mesin diesel.
4. **Timing Ligt /Tacho meter**
Timing ligt/tacho meter berfungsi untuk melihat putaran mesin untuk dinormalkan pada putaran 1000 rpm, 2000 rpm dan 3000 rpm
5. **Nozel tester**
Nozel tester berfungsi utama untuk memeriksa tekanan pembukaan injektor dan juga kondisi injektor, kebocoran setelah injeksi. Tidak hanya itu saja, alat ini juga bisa digunakan untuk melakukan pengujian sealing bahan bakar injektor, jarum injeksi bahan bakar dan nozzle injeksi bahan bakar.

3.2 Parameter Penelitian Dan Variabel Bebas

Tabel 1. Parameter Penelitian Dan Variabel Bebas

No	Parameter yang diukur	Variabel bebas/ Faktor
1	Emisi gas buang CO	Tekanan Nozzel, Putaran
2	Emisi gas buang HC	Tekanan Nozzel, Putaran

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1 Uji Emisi Gas Buang

Uji emisi gas buang dilakukan pada unit engine smoke tester. Emisi gas buang yang terukur adalah CO dan HC pada ujung knalpot.

a. Uji Emisi Gas Buang CO (%)

Tabel 2. berikut menyajikan data hasil pengujian emisi gas buang CO dengan 5 level pengujian dan rata-rata hasil pengujian, dengan beberapa variasi perlakuan sesuai dengan desain eksperimen.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Emisi Gas Buang CO (%)

Trial number	Faktor A Putaran (rpm)	Faktor B Tekanan Nozel (kg/cm ²)	HasilPengujian					
			CO (%)					
			Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Rata2
1	1000	130	12	12,5	12,2	12,5	12	12,24
2	2000	130	9,2	9,5	9,2	9,1	9	9,2
3	3000	130	5	5,5	5,2	5	5	5,14
4	1000	140	11,5	11	12	11,5	11	11,4
5	2000	140	8,2	8,1	8	8,5	8	8,16
6	3000	140	4	4	4,5	4,2	4	4,14
7	1000	150	13	13,5	13,2	13,5	13,1	13,26
8	2000	150	10,5	10,2	10,5	10,2	10	10,28
9	3000	150	6	6,5	6	6,2	6,1	6,16

b. Uji Emisi Gas Buang HC (ppm)

Tabel 3. menyajikan data hasil pengujian emisi gas buang HC dengan 5 level pengujian dan rata-rata hasil pengujian, dengan beberapa variasi perlakuan sesuai dengan desain eksperimen.

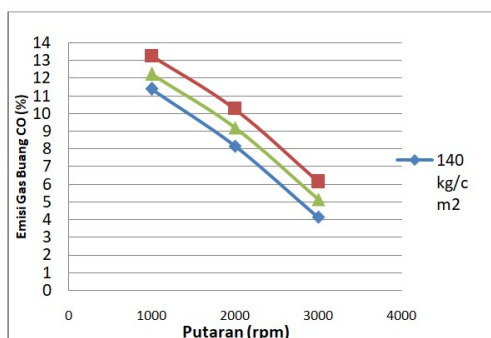
Tabel 3. Hasil Pengukuran Emisi Gas Buang HC (ppm)

Trial number	FaktorA Putaran (rpm)	FaktorB Tekanan Nozel (%)	HasilPengujian					
			HC (ppm)					
			Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Rata2
1	1000	130	12	12,1	12,1	12,1	12	12,06
2	2000	130	28	28,1	28,2	28	28,2	28,1
3	3000	130	48,5	48,1	50	48,5	48	48,62
4	1000	140	12,5	12,2	12,2	12	12,2	12,5
5	2000	140	28,1	30	30	28,1	28,4	28,92
6	3000	140	48,5	48	47,5	48	48,2	48,04
7	1000	150	13	13	12,8	13	13	13,56
8	2000	150	28,4	31	28,5	31	30	29,78
9	3000	150	48,8	48,8	48,6	48,4	48,4	48,6

4.2. Grafik Respon Rerata Pengujian Emisi Gas Buang CO dan HC

Grafik respon rerata pengujian emis gas buang CO dan HC dilakukan dengan menggunakan program excel untuk melihat pengaruh langsung tekanan nozel terhadap emisi gas buang CO dan HC. Dari grafik ini maka akan ditarik suatu kesimpulan dari hasil penelitian.

a. Grafik Respon Rerata Pengujian Emisi Gas Buang CO

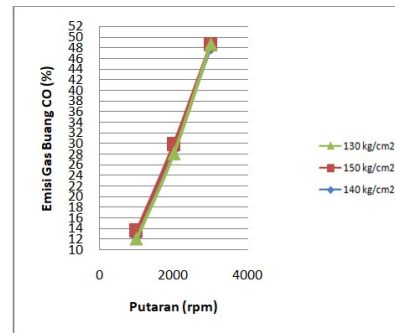


Gambar 6. Grafik respon rerata emisi gas buang CO (%)

Gambar 6. diatas menyajikan grafik respon rerata emisi gas buang CO (%) dimana line berwarna hijau mewakili tekanan nozel 130 kg/cm², warna biru mewakili 140 kg/cm² dan

warna merah mewakili 150 kg/cm². Dari gambar 6. terlihat tekana nozel 140 kg/cm² merupakan tekanan nozel paling rendah emisi gas buang CO pada setiap putaran, diikuti dengan tekanan nozel 130 kg/cm² dan 150 kg/cm².

b. Grafik Respon Rerata Pengujian Emisi Gas Buang HC



Gambar 7. Grafik respon rerata emisi gas buang HC (ppm)

Gambar 7. diatas menyajikan grafik respon rerata emisi gas buang HC (ppm) dimana line berwarna hijau mewakili tekanan nozel 130 kg/cm², warna biru mewakili 140 kg/cm² dan warna merah mewakili 150 kg/cm². Dari gambar 7. terlihat tekanan nozel 130 kg/cm² merupakan tekanan nozel paling rendah emisi gas buang HC pada putaran 1000 rpm dan 2000 rpm, diikuti dengan tekanan nozel 140 kg/cm² dan 150 kg/cm². Sementara pada putaran 3000 rpm tekanan nozel 140 kg/cm² merupakan tekanan yang paling rendah emisi gas buang diikuti dengan tekan.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat pengaruh tekanan nozzle 130 kg/cm², 140 kg/cm², 150 kg/cm² terhadap tingkat emisi gas buang CO, Nilai emisi gas buang CO (%) paling rendah adalah pada : Putaran 3000 rpm = 4,14 % tekanan nozzle 140 kg/cm²
2. Terdapat pengaruh tekanan nozzle 130 kg/cm², 140 kg/cm², 150 kg/cm² terhadap tingkat emisi gas buang HC, Nilai emisi gas buang HC (ppm) paling rendah ada pada : Putaran 1000 rpm = 12,06 ppm, tekanan nozzle 130 kg/cm²

Daftar Pustaka

[1] Drs. Daryanto. Motor Diesel Pada Mobil. Bandung : 2004. Penerbit Yrama Widya.
[2] Rabiman Zainal Arifin. Sistem Bahan Bakar Motor Disel. Yogyakarta: 2011. Penerbit. Graha Ilmu.
[3] Wiranto Arismunandar. Penggerak Mula Motor Torak Penerbit ITB Bandung 1998