
PENGARUH PENGGUNAAN AIR SEBAGAI FILTER TERHADAP DAYA PENYERAPAN EMISI NO_x PADA GAS BUANG MOTOR BAKAR BENSIN

I Komang Rusmariadi

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali
Jln. Uluwatu Bukit Jimbaran, P.O. Box 1064 Tuban Badung – Bali
Email: rusmariadi@yahoo.com

Abstract

The purpose of this research is to answer of the research problem which observed the influence of the water level within the filter to the rate of the absorption to the NO_x emission. The achievement of the above goal will provide the answer about the effectiveness of water as a filter for NO_x to be used for any practical purpose. The results of

The research expected to be useful as the preliminary step in providing a simply designed filter in overcoming the pollution of the environment.

In this research, the exhaust gas from gasoline engine was drawn into a reservoir filled with water before being released to the atmosphere. NO_x emission was measured using Automotive Emission Analyzer before and after the use of water filter. It was hypothesized that the length of the path through which the exhaust gas passing the water will affect the rate of the absorption of the NO_x . Hence, the measurement of the influence of the water level of the filter to its rate of the NO_x absorption was done. The data obtained from the measurement was statistically analyzed using least-square linear and nonlinear regression methods. The analysis showed that the higher the water level on the filter, the higher its rate of absorption to the NO_x emission. The regression analysis showed that the second order polynomial equation was the best in representing the relationship of the research variables compared to the linear and exponential regressions.

Key words : water, filter, emission, exhaust gas, nitrogen oxides

1. Pendahuluan

Dewasa ini isu pelestarian lingkungan menjadi kian penting sejalan dengan meningkatnya industrialisasi yang disamping meningkatkan kualitas hidup orang banyak juga membawa dampak negatif berupa peningkatan polusi. Salah satu penyumbang polusi yang signifikan dari industri adalah pemakaian motor bakar bensin. Motor bakar bensin adalah sumber emisi gas berbahaya dalam bentuk hidrokarbon, karbonmonoksida, dan oksida nitrogen. Selama beberapa tahun terakhir teknik pengurangan emisi gas berbahaya pada motor bakar bensin secara sistematis telah diupayakan. Usaha ini berbarengan dengan semakin ketatnya aturan di beberapa negara maju yang telah menggariskan batas maximum emisi yang diijinkan.

Tiga komponen utama dari emisi berbahaya pada gas buang motor bakar bensin adalah hidrokarbon (HC), karbonmonoksida (CO) dan nitrogen oksida (NO_x). Emisi HC dan CO terjadi karena proses pembakaran yang kurang sempurna. Emisi HC dan CO bisa diturunkan dengan perbaikan pada design motor bakar karena penurunan emisi HC dan CO terjadi bersamaan dengan peningkatan efisiensi motor bakar. Berbeda halnya dengan emisi NO_x . Emisi NO_x justru meningkat pada saat emisi HC dan CO berhasil diminimumkan dengan perbaikan design motor bakar yang bertujuan untuk menyempurnakan proses pembakaran (Schwarz, and C.S.,1999).

Dengan demikian upaya pengurangan emisi pada gas buang dengan perbaikan *design* meninggalkan masalah yaitu masih tingginya emisi

NO_x. Berangkat dari masalah ini, peneliti berpikir bahwa pengurangan emisi NO_x harus diupayakan dengan cara proses memfilterkan gas buang.

Oksida Nitrogen adalah hasil reaksi sampingan yang terjadi pada setiap proses pembakaran yang menggunakan udara. Oksida nitrogen bisa mengambil berbagai bentuk, diantaranya NO, NO₂, dan N₂O₅. Dua bentuk utama yaitu NO dan NO₂ terproduksi ketika oksigen bergabung dengan nitrogen yang ada di atmosfer selama pembakaran suhu tinggi. Oksida nitrogen akan menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan. Oksida nitrogen yang mencemarkan atmosfer akan larut pada air hujan dan menyebabkan hujan asam. Oksida nitrogen akan larut dalam air hujan membentuk asam nitrat (HNO₃) (Whitten,1992). Apabila oksida nitrogen bisa larut dalam air hujan, secara logika emisi oksida nitrogen seharusnya bisa dijebak untuk larut dalam air sebelum sempat lepas mencemari udara di lingkungan. Penelitian ini bermaksud untuk membuktikan kebenaran premis ini sekaligus untuk mengukur efektivitas proses ini untuk bisa dimanfaatkan secara praktis.

Dalam penelitian ini, gas buang dari motor bakar bensin disalurkan ke dalam air sebelum dilepas ke udara. Emisi NO_x akan diukur sebelum dan setelah pemakaian filter air dengan *Automotive Emission Analyzer* sebagai pengujian. Diduga panjangnya saluran air yang dilewati gas buang akan mempengaruhi besarnya penyerapan NO_x oleh air. Sehingga dalam penelitian ini dipandang perlu juga untuk mengukur pengaruh tingginya permukaan air filter terhadap penyerapan NO_x.

Berdasarkan latar belakang penelitian yang diuraikan di atas, dapat dirumuskan permasalahan, yaitu : seberapa besar pengaruh tinggi permukaan air filter terhadap daya penyerapan emisi NO_x? Daya serap filter air ini akan sangat dipengaruhi oleh lamanya gas buang bersentuhan dengan air. Faktor lamanya sentuhan ini bisa direpresentasikan oleh tingginya permukaan air di filter.

Berdasarkan rumusan masalah di atas, hipotesis penelitian dapat disampaikan sebagai hipotesis nol yaitu tidak ada pengaruh tinggi permukaan air di filter dengan daya penyerapannya terhadap NO_x. Pengaruh antara dua variabel ini bisa direpresentasikan dengan koefisien korelasi ρ . Bila ρ mendekati nol, hubungan linear antara dua variabel penelitian sangat lemah atau mungkin tidak ada sama sekali. Hipotesis ini bisa dinotasikan sebagai berikut:

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_a : \rho \neq 0$$

Hipotesis inilah yang menjadi acuan dalam analisa data. Dalam analisa data hipotesis nol yang diuji.

Adapun tujuan dari penelitian diatas akan menjadi data awal untuk penelitian lebih lanjut dalam perancangbangunan filter air pada gas buang. Penelitian ini akan memberi manfaat sebagai langkah awal untuk menyediakan filter sederhana dalam mengatasi polusi lingkungan. Secara umum penelitian ini telah memberikan petunjuk bahwa air bisa difungsikan sebagai filter untuk mengurangi emisi NO_x yang disebabkan oleh proses pembakaran dalam beragam bentuk. Secara khusus, data yang diberikan oleh penelitian ini bisa dipakai untuk merancang filter untuk motor bakar bensin sejenis dengan yang dipakai dalam percobaan yang telah dilakukan.

2. Metode Penelitian

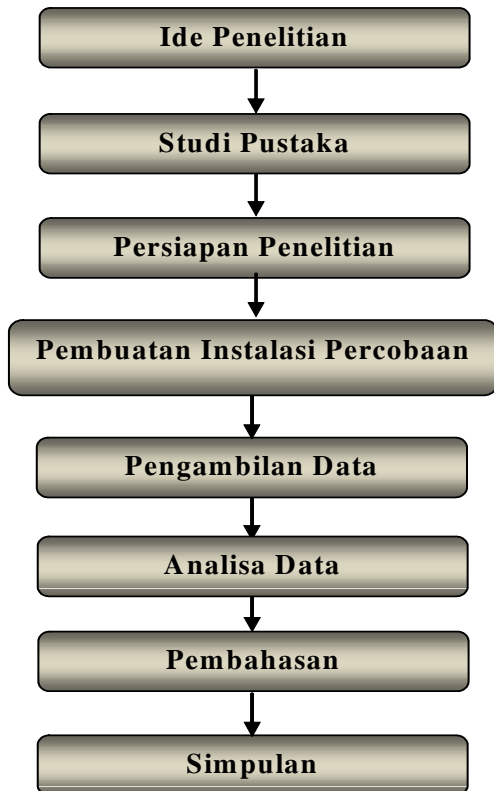
2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian eksperimental terkontrol guna mencari korelasi dua buah variabel. Dua variabel yang dicari hubungannya adalah antara tinggi permukaan air di filter dan daya penyerapan NO_x. Disebut eksperimental terkontrol karena variabel lain selain dua variabel diatas dikontrol untuk supaya tidak memberikan pengaruh kepada variabel yang diukur.

2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dari timbulnya ide dilanjutkan dengan melakukan studi pustaka untuk mengumpulkan dasar-dasar teori yang mendukung ide penelitian sekaligus pengetahuan yang dipakai untuk menyusun rancangan percobaan. Setelah rancangan percobaan selesai, dilanjutkan dengan pembuatan instalasi percobaan.

Puncak dari tahapan penelitian adalah pengambilan data yang akan dijelaskan secara lebih rinci pada sub bab 2.5. Data yang didapat diolah secara statistik menggunakan analisa regresi dengan metode kuadrat terkecil. Hasil analisa dibahas untuk mendapatkan kesimpulan penelitian. Secara skematik tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



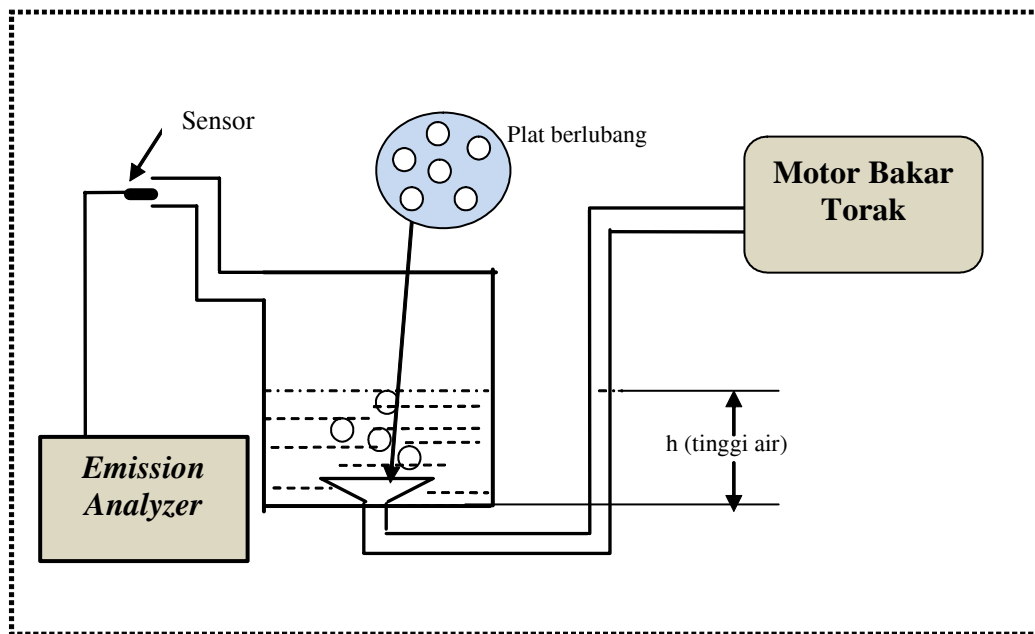
Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.3 Rancangan Percobaan

Motor bakar yang dipakai pada percobaan ini adalah Mesin Toyota tipe 5K. Mesin Toyota tipe 5K adalah mesin 4 silinder dengan total volume silinder sebesar 1496 cc. Masing-masing silinder memiliki diameter antara 80,50 mm sampai dengan 80,52 mm.

Pada percobaan ini, dari saluran gas buang dibuat pemipaan dengan diameter dalam sebesar 1,5cm untuk menyalurkan gas ke sebuah bejana berisi air. Bejana ini berbentuk silinder dengan diameter dalam 55cm dan tinggi 90 cm. Di ujung pemipaan di pasang plat berlubang yang berguna untuk memecah gelembung gas buang dalam air menjadi egelembung-gelembung kecil. Dengan ph-nya gelembung gas buang maka permukaan kontak antara gas buang dengan air menjadi semakin lebar dengan demikian meningkatkan kelarutan gas NO_x dalam air. Plat berlubang yang dipakai berbentuk lingkaran dengan diameter luar 10cm. Gambar 2 adalah sketsa rancangan percobaan yang telah dilakukan.

Alat ukur yang dipakai dalam percobaan ini adalah *Automotive Emission Analyzer* dan *Dwell-Tachometer*. *Automotive Emission Analyzer* memberikan pembacaan kandungan NO_x dalam satuan ppm (vol.)/AFR yaitu *part per million* dalam ukuran volume per *Air to Fuel Ratio* (Hephzibah,



Gambar 2. Rancangan Percobaan

2006). *Dwell-Tachometer* dalam penelitian ini dipakai untuk mengukur putaran mesin dalam satuan RPM. Alat ini mengukur kecepatan mesin dengan membaca tegangan pada dua ujung terminal *coil* yang terdapat pada rangkaian primer dari sistem pengapian busi.

2.4 Variabel Penelitian

Dalam mencapai tujuan penelitian maka ditetapkan ada dua variabel dalam penelitian ini, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah tinggi permukaan air dalam filter (h) yang diukur dari 0 cm sampai 60 cm dengan interval 10 cm. Variabel terikat yang dibaca dari percobaan ini adalah kandungan NO_x dalam gas buang. Variabel terikat ini menjadi pengukuran terhadap daya serap filter air terhadap kadar NO_x . Jadi semakin kecil nilai kandungan NO_x berarti sebagai indikasi semakin tinggi daya serap filter air terhadap NO_x .

2.5 Pengambilan Data

Sebelum pengambilan data, bejana diisi air sampai di ketinggian yang dikehendaki. Pada percobaan ini data diambil pada saat mesin berputar pada *kecepatan idle* 1100 RPM. Yang dimaksud dengan *kecepatan idle* adalah kondisi dimana mesin berputar tidak untuk menggerakkan beban, tetapi hanya untuk bergerak sendiri dan menggerakkan *accessoriesnya*. Mesin diatur kecepatannya dengan mengatur baut pengatur *idle speed* sehingga *Dwell-Tachometer* menunjukkan kecepatan konstan 1100 RPM. Untuk setiap ketinggian air tertentu, hampir selalu mesin harus diatur kembali agar kecepatan ini tercapai kembali.

Setelah kecepatan mesin bisa diatur konstan, perlu ditunggu untuk kondisi *steady-state* tercapai. Kondisi ini diindikasikan oleh pembacaan nilai pada *Emission Analyzer* yang tidak lagi menunjukkan perubahan terhadap waktu. Kondisi ini biasanya tercapai setelah mesin berputar 10 menit di kecepatan konstan. Lima menit setelah kondisi ini tercapai pembacaan kandungan NO_x dilakukan. Pada setiap ketinggian air tertentu dilakukan tiga kali pembacaan nilai kandungan NO_x dengan selang interval waktu lima menit.

2.6 Analisa Data

Setelah pengambilan data selesai akan didapat dua set data yang berhubungan satu-satu antara variabel bebas tinggi permukaan air dengan variabel

terikat kandungan NO_x hasil filtrasi. Data ini dianalisis secara statistik menggunakan regresi analisis metode kuadrat terkecil baik secara linier maupun nonlinier. Dari itu dipilih kurva yang memberikan nilai kesalahan terkecil.

Untuk regresi linier hubungan antara nilai kandungan NO_x (dalam satuan (ppm (vol.)/ AFR) dengan tinggi permukaan h (dalam satuan cm) adalah berupa persamaan:

$$NO_x = ah + b \quad (2.1)$$

dimana a dan b adalah koefisien regresi.

Untuk regresi nonlinier, ada dua persamaan regresi yang dibandingkan yaitu persamaan eksponensial dan persamaan polinomial orde dua. Persamaan eksponensial akan berbentuk:

$$NO_x = ce^{dh} \quad (2.2)$$

dimana c dan d adalah koefisien regresi.

Persamaan polinomial orde dua akan berbentuk:

$$NO_x = ah^2 + bh + c \quad (2.3)$$

dimana a , b dan c adalah koefisien regresi.

Pemilihan garis regresi terbaik dengan membandingkan nilai *Coefficient of Determination* R^2 untuk ketiga persamaan diatas. Nilai R^2 yang paling mendekati 1 adalah menandakan persamaan yang terbaik untuk mewakili hubungan antara dua variabel itu.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian adalah berupa hasil pembacaan kandungan NO_x dengan menggunakan *Emission Analyzer* dalam berbagai ketinggian air yang diberikan. Pengambilan data dilakukan dalam tujuh ketinggian air yang berbeda dengan tiga kali pembacaan kandungan NO_x pada setiap ketinggian air tertentu. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran

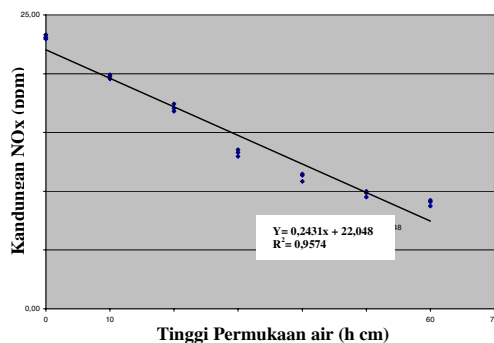
No	Variabel bebas (h cm)	Variabel terikat (NO _x ppm(vd)/AFR)
1	0	23.32
2	0	23.10
3	0	22.95
4	10	19.90
5	10	19.57
6	10	19.76
7	20	17.07
8	20	16.81
9	20	17.42
10	30	12.97
11	30	13.55
12	30	13.31
13	40	11.48
14	40	10.84
15	40	11.37
16	50	9.50
17	50	9.87
18	50	9.99
19	60	9.11
20	60	8.75
21	60	9.23

3.2 Pembahasan

Analisa data menggunakan analisa regresi dengan metode kuadrat terkecil secara linear memberikan hasil persamaan garis lurus (3.1) dengan *Coefficient of Determination* R²=0,9574.

$$NO_x = -0,2431h + 22,048 \quad (3.1)$$

Untuk mendapatkan gambaran seberapa baik persamaan linier bisa mewakili data, bisa dilihat pada Gambar 3.

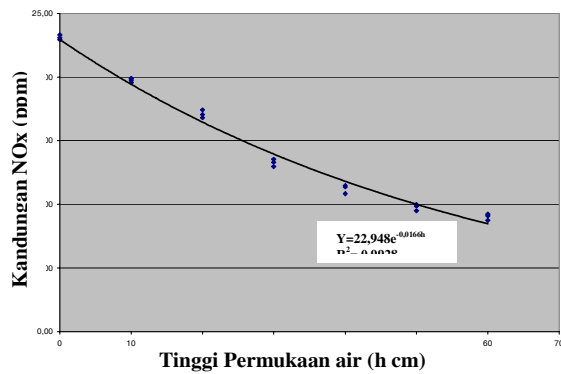


Gambar 3. Data dengan garis regresi linier

Analisa regresi secara nonlinear memakai persamaan eksponensial memberikan hasil persamaan (3.2) dengan *Coefficient of Determination* R²=0,9828.

$$NO_x = 22,948e^{-0,0166h} \quad (3.2)$$

Untuk mendapatkan gambaran seberapa baik persamaan eksponensial bisa mewakili data, bisa dilihat pada Gambar 4.

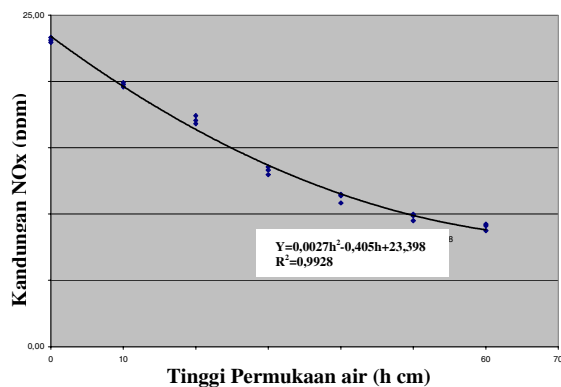


Gambar 4. Data dengan garis regresi eksponensial

Analisa regresi secara nonlinear memakai persamaan polinomial orde dua memberikan hasil persamaan (3.3) dengan *Coefficient of Determination* R²=0,9928.

$$NO_x = 0,0027h^2 - 0,405h + 23,398 \quad (3.3)$$

Untuk mendapatkan gambaran seberapa baik persamaan polinomial orde dua bisa mewakili data, bisa dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Data dengan garis regresi polinomial orde dua

Ekstrapolasi dari persamaan linier (3.1) menyarankan bahwa kandungan NO_x bisa di turunkan ke tingkat nol apabila ketinggian air di filter 90.7 cm. Berarti analisa regresi linier menyimpulkan bahwa ketinggian air di filter tidak perlu melebihi 90.7 cm karena pada ketinggian air tersebut gas buang sudah bersih dari NO_x .

Pemakaian persamaan eksponensial dalam analisa regresi nonlinier memiliki arti bahwa telah diasumsikan kandungan NO_x akan mendekati nol apabila tingkat ketinggian air di filter mendekati tak terhingga. Hal ini terjadi karena persamaan eksponensial akan bersifat demikian walaupun dengan nilai koefisien regresi dengan nilai apapun. Secara fisika asumsi ini bisa diterima. Bila persamaan hasil analisa regresi (3.2) diekstrapolasi, bisa dinyatakan bahwa kandungan NO_x bisa diturunkan ke tingkat sepersepuluh dari kondisi tanpa filter dengan memakai ketinggian air 138.71 cm.

Ekstrapolasi persamaan polinomial orde dua (3.3) hanya relevan secara fisika sampai ke nilai $h = 75$ cm, karena persamaan ini mencapai nilai minimum di nilai h ini. Secara fisika nilai kandungan NO_x tidak mungkin meningkat dengan nilai ketinggian air filter yang semakin besar. Nilai minimum kandungan NO_x yang bisa dicapai oleh filter ini berdasarkan hasil analisa regresi ini adalah sebesar 8.21 ppm (vol.)/AFR.

Perbandingan nilai *Coefficient of Determination* dari ketiga macam analisa regresi menunjukkan bahwa persamaan polinomial orde dua memiliki nilai paling dekat dengan 1. Analisa regresi menggunakan *Coefficient of Determination* mengimplikasikan bahwa 99.28% data bisa dijelaskan dengan persamaan polinomial orde dua (3.3).

Penelitian ini telah menunjukkan bahwa air bisa dimanfaatkan sebagai filter secara praktis, karena data menunjukkan kandungan NO_x bisa diturunkan dengan menggunakan ukuran filter relatif kecil dalam pengertian masih mungkin untuk dibuat, sehingga Standar Euro II yang telah diberlakukan di Indonesia yang membatasi emisi sampai 4.0 g CO /kWh, 1.1 g HC / kWh, **7.0 g NOx /kWh**, 0.15 g partikel /kWh dapat dicapai. (<http://mandatory.menlh.go.id>).

3.3 Uji Hipotesis

Penelitian ini bertujuan untuk menguji hipotesis nol bahwa tidak ada pengaruh tinggi permukaan air di filter dengan daya penyerapnya terhadap NO_x . Analisa korelasi memberikan nilai koefisien korelasi

Pearson sebesar $r = -0.9785$. Koefisien korelasi contoh r merupakan nilai yang dihitung dari n pengamatan. Dengan demikian r dapat dipandang sebagai suatu nilai dugaan bagi koefisien korelasi linear sesungguhnya yang berlaku bagi seluruh anggota populasi yang dilambangkan dengan ρ . Bila mendekati nol, hubungan linear antara dua variabel penelitian sangat lemah atau mungkin tidak ada sama sekali. Hipotesis diatas bisa diterjemahkan sebagai hipotesis nol $H_0: \rho = 0$. Untuk menguji hipotesis nol bahwa $\rho = 0$ didasarkan pada besaran

$$\frac{1}{2} \ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right) \quad (3.4)$$

Yang merupakan nilai tengah peubah acak yang menyebar menghampiri sebaran normal dengan nilai tengah $(0.5) \ln[(1+r)/(1-r)]$ dan ragam $1/(n-3)$. Jadi prosedur ujinya berupa menghitung

$$z = \frac{\sqrt{n-3}}{2} \ln \left[\frac{(1+r)(1-\rho_o)}{(1-r)(1+\rho_o)} \right] \quad (3.5)$$

dan membandingkannya dengan nilai kritik sebaran normal baku (Walpole, Ronald E., 1992). Dalam penelitian ini $\rho_o = 0$ dan $n=21$. Untuk taraf signifikan $\alpha = 0.05$ maka wilayah kritik adalah $z < -1.96$ dan $z > 1.96$. Dari nilai koefisien korelasi Pearson $r = -0.9785$ yang didapat dalam penelitian ini, maka $z = -9.5913$, yang jatuh di wilayah kritik. Dengan demikian berarti hipotesis nol ditolak.

3.4 Selang Kepercayaan terhadap Kemiringan Regresi Linear

Besarnya pengaruh tinggi permukaan air terhadap penyerapan NO_x oleh filter bisa diwakilkan oleh koefisien a pada persamaan (2.1). Nilai koefisien ini dapat dilihat pada persamaan (3.1) yaitu sebesar $a = -0.2431$ ppm (vol) NO_x /AFR / cm. Nilai negatif menunjukkan bahwa kandungan NOX pada gas buang setelah melewati filter akan semakin rendah bila tinggi permukaan air dinaikkan. Nilai koefisien diatas merupakan nilai rata-rata yang didapat dari analisa regresi, yang merupakan dugaan dari parameter sesungguhnya A . Untuk pertimbangan ilmiah, dipandang perlu memberikan nilai ini dalam bentuk selang kepercayaan terhadap nilai A .

Selang kepercayaan $(1-\alpha)$ 100% bagi parameter A dalam garis regresi $NO_x = Ah + B$ diberikan oleh:

$$a - \frac{t_{\alpha/2} S_e}{s_x \sqrt{n-1}} < A < a + \frac{t_{\alpha/2} S_e}{s_x \sqrt{n-1}}$$

Dimana

$$S_e^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}$$

$$S_x^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n(n-1)}$$

$$S_y^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n(n-1)}$$

x_i : nilai ke i dari permukaan air (h)

y_i : nilai ke i dari kandungan NO_x

\hat{y}_i : ramalan kandungan NO_x berdasarkan persamaan (3.1) untuk $h=x_i$

Untuk nilai $\alpha = 0,05$ dari tabel sebaran t didapat nilai $t_{0,025} = 2,093$. Dari data diperoleh $s_e = 1,07768$ dan $s_x = 20,4939$. Dengan demikian selang kepercayaan 95% bagi parameter A dalam garis regresi adalah:

$$(-0,243) - \frac{(2,093)(1,07768)}{20,4939\sqrt{21-1}} < A < (-0,243) + \frac{(2,093)(1,07768)}{20,4939\sqrt{21-1}}$$

$$-0,268 < A < 0,218$$

Daftar Pustaka

- Duffy, James E. and Smith, Howard Bud. 1987. *Auto Fuel Systems*. The Goodheart-Willcox Company, Inc., South Holland Illinois USA.
- Haisler, Heinz. 1985. *Vehicle and Engine Technolog*”, Edward Arnold, London UK.
- Hephzibah Co.,Ltd. 2006. *Automotive Emission Analyzer HG-540/550 Operation Manua*.
- Schwarz, and C.S. 1999. *Emission Control for Gasoline Engine*. Robert Bosch Gmbh, Stuttgart Germany.
- Stockel, Martin W. and Stockel, Martin T. 1990. *Auto Mechanics Fundamentals*. The Goodheart-Willcox Company, Inc., South Holland Illinois USA.
- Walpole, Ronald E. 1992. *Pengantar Statistika*. Terjemahan oleh Ir Bambang Sumantri, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Whitten, Kenneth W., Gailey, Kenneth D., and Davis, Raymond E. 1992. *General Chemistr*. Saunders College Publishing, Orlando Florida USA.

4. Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan di atas, dapat disimpulkan beberapa hal mengenai penggunaan air sebagai filter emisi NO_x.

- 1) Hasil analisa data menunjukkan bahwa ketinggian permukaan air pada filter mempengaruhi daya penyerapan terhadap NO_x. Selama gas buang masih mengandung NO_x, semakin tinggi permukaan air di filter, semakin besar daya serap filter terhadap NO_x. Analisa regresi menggunakan *Coefficient of Determination* mengimplikasikan bahwa 99,28% data bisa dijelaskan dengan persamaan polinomial orde dua, 95,74% dengan persamaan linier, dan 98,28% dengan persamaan eksponensial.
- 2) Berdasarkan pengukuran daya serap filter, metode filtrasi NO_x dengan air bisa dimanfaatkan secara praktis untuk motor bakar bensin. Menurut ukuran filter yang dipakai dalam percobaan, pemakaian filter ini pasti bisa dipakai untuk mesin-mesin yang stationer.

4.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan untuk tindak lanjut penelitian, yaitu :

- 1) Ukuran filter yang didapat dari penelitian ini berlaku untuk mesin tipe dan ukuran sejenis. Untuk tipe dan ukuran yang berbeda perlu dilakukan tes dan pengukuran lagi.
- 2) Penelitian menunjukkan bahwa air bisa dipakai sebagai filter emisi NO_x. Secara umum metode ini seharusnya bisa diaplikasi pada sumber emisi NO_x selain motor motor bakar bensin seperti halnya untuk ketel uap, motor bakar diesel dan lain-lain. Hanya penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk aplikasi spesifik lainnya.