

KARAKTERISASI KATALIS TEMBAGA PADA *CATALYTIC CONVERTER* UNTUK MENGURANGI EMISI GAS CARBON MONOKSIDA MOTOR BENSIN

RM. Bagus Irawan¹, Purwanto², Hadiyanto³

Abstrak

Salah satu teknologi rekayasa yang dapat digunakan untuk mengurangi polusi udara adalah dengan pemakaian *Catalytic Converter* yang dipasang pada saluran gas buang kendaraan bermotor (Heisler, 1995). Pada umumnya bahan yang dipergunakan adalah: Palladium, Platinum, dan Rodium yang relatif cukup mahal. Disamping itu katalis tersebut sangat rentan terhadap bahan bakar premium yang memiliki kadar Timbal (Pb) yang berakibat merusak fungsi katalis karena akan terjadi penyumbatan pada *honeycomb Catalytic Converter*. Penggunaan bahan Tembaga sebagai bahan katalis *Catalytic Converter* pada penelitian-penelitian sebelumnya, mampu menurunkan emisi gas Carbon Monoksida Motor Bensin pada berbagai variasi putaran mesin. Namun demikian belum diketahui bagaimana perubahan bahan uji pada pengujian emisi gas buang tersebut. Oleh sebab itu penelitian ini meneliti tentang karakterisasi material Tembaga sebagai bahan Katalis *Catalytic Converter*. Tujuan yang diharapkan adalah untuk mendapatkan dan menggali informasi tentang karakterisasi material dari bahan Katalis Tembaga yang digunakan sebagai bahan katalis pada *Catalytic Converter* untuk mereduksi Emisi Gas Buang Carbon Monoksida Motor Bensin. Karakterisasi Material dengan menggunakan X-Ray Diffraction berguna untuk mengetahui perubahan unsur material bahan katalis Tembaga sebelum dan sesudah dilakukan pengujian emisi gas buang.

Kata Kunci: *Catalytic Converter*, Katalis Tembaga, X-RD

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia telah mencapai lebih dari 10% per tahun ini menjadi faktor dominan penyebab utama naiknya angka pencemaran udara. Kondisi ini diperburuk dengan angka pertumbuhan jalan yang tidak sebanding dengan pertumbuhan kendaraan bermotor yang hanya 2% per tahun. Hal ini akan semakin memperburuk kondisi udara di berbagai kota. (Statistik Dirjen Perhubungan Darat, 2008)

Peningkatan polusi udara dari sektor transportasi sangat signifikan dan berdampak pada kehidupan dan lingkungan saat ini. Sebuah kendaraan dari proses bekerjanya dapat menghasilkan polutan berupa gas Carbon Monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), Nitrogen

¹ Program Doktor Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro

² Program Doktor Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro

³ Program Doktor Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro

oksida (NO_x), Sulfur Oksida (SO₂) dan Timbal (Pb) yang sering disebut sebagai polutan primer. Salah satu polutan udara yang berbahaya dan sangat dominan jumlahnya adalah gas Carbon Monoksida yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dan udara motor bensin yang tidak sempurna (**Wardhana A.W. 1995**).

Sesuai dengan program *Environment Sustainable Transportation (EST)* atau lebih dikenal dengan transportasi ramah lingkungan ada 12 program atau pendekatan yang bisa dilakukan untuk mengurangi permasalahan polusi udara yang bersumber dari sektor transportasi, salah satunya adalah *Vehicle Emissions Control* yang akan menjadi fokus kajian penelitian. Metode dan teknik yang dilakukan ada beberapa macam, antara lain dengan mengubah atau memodifikasi beberapa bagian dari kendaraan bermotor. Menurut **Mathur (1975 : 15)** pendekatan yang biasanya dilakukan untuk mengurangi gas buang kendaraan bermotor antara lain: modifikasi mesin, modifikasi pada saluran gas buang, modifikasi penggunaan bahan bakar atau sistem bahan bakarnya.

Secara umum dengan merujuk pada program EST, untuk mengontrol atau mengurangi polutan udara dari kendaraan bermotor (*internal combustion engine*) dapat dilakukan dengan cara modifikasi pada mesin, modifikasi penggunaan bahan bakar atau sistem bahan bakarnya dan modifikasi pada saluran gas buang. (**B. Irawan, 2003**). Sedang hal yang dapat dilakukan para peneliti sebagai wujud dari *Vehicle Emission Control* adalah cara ke tiga yaitu dengan memodifikasi saluran gas buang dengan melakukan Rancang Bangun dan Pemasangan *Catalytic Converter* pada sistem saluran pembuangan gas kendaraan bermotor.

Catalytic Converter pada dasarnya merupakan sebuah reaktor unggun tetap (*Fixed Bed Reaktor*) yang beroperasi dinamis dan mengolah zat-zat yang mengandung emisi gas buang berbahaya menjadi zat-zat yang tidak berbahaya. *Catalytic Converter* merupakan sebuah *Converter* (pengubah) dengan menggunakan media yang bersifat katalis, dimana media tersebut diharapkan dapat membantu atau mempercepat terjadinya proses perubahan suatu zat (reaksi kimia). (**Springer, 1970**).

Media katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Media yang biasa digunakan sebagai katalis adalah logam yang mahal dan jarang ditemukan seperti Palladium, Platinum dan Stainless Steel (**Heisler, 1995**).

Aplikasi pada perlakuan terhadap gas buang kendaraan bermotor dengan memasang *Catalytic Converter* banyak dikembangkan dan dilakukan oleh peneliti akhir-akhir ini. Menurut Dowden dalam bukunya "*Catalytic Hand Book*", umumnya *Catalytic Converter*

yang dipakai pada kendaraan bermotor (ada di pasaran) adalah tipe pelet dan monolithic dengan bahan katalis dari logam-logam mulia seperti Paladium (Pd), Platinum (Pt), dan Rodium (Rh) **(Dowden, 1970)**.

Logam-logam mulia tersebut memiliki aktifitas spesifik yang tinggi, namun memiliki tingkat volatilitas besar, mudah teroksidasi dan mudah rusak pada suhu 500 - 900 derajat Celcius sehingga mengurangi aktifitas katalis. Selain itu logam-logam mulia tersebut mempunyai kelimpahan yang rendah dan harga yang cukup mahal.

Pemasangan *Catalytic Converter* pada saluran gas buang yang menggunakan bahan logam katalis Pd, Pt dan Rh dengan penyangga alumina, silica dan keramik, saat ini memerlukan biaya yang cukup mahal dalam pembuatannya, sulit di dapat dan kurang cocok digunakan di Indonesia yang bahan bakarnya masih ada yang mengandung Pb. Jenis *Catalytic Converter* ini dapat mengkonversi emisi gas buang (CO, HC dan NOx) cukup tinggi (80 - 90%). **(Warju.2006)**

Beberapa logam yang diketahui efektif sebagai bahan katalis oksida dan reduksi mulai dari yang besar sampai yang kecil adalah Pt, Pd, Ru > Mn, Cu >> Ni > Fe > Cr > Zn dan oksida dari logam-logam tersebut **(Dowden, 1970)**.

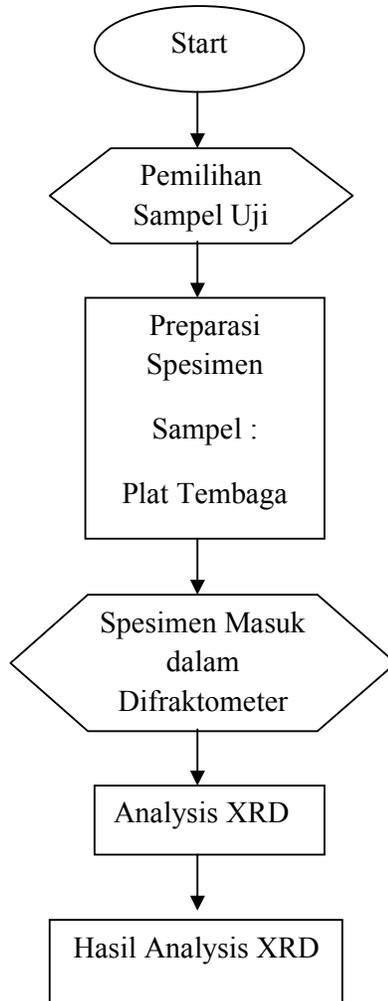
Disamping itu masih ada logam katalis yang lebih murah, mudah dikerjakan dan mudah didapat untuk dijadikan *catalytic Converter* antara lain : CuO/zeolite alam, Cu-Al₂O₃, Cu, Mn, Mg dan Zeolit Alam, *Catalytic Converter* jenis ini mampu mengurangi emisi gas buang (CO, HC, Nox) cukup tinggi antara 16% sampai 80% **(Dwyer, 1973)**.

Salah satu teknologi rekayasa sebagai wujud dari *Vehicle Emission Control* adalah modifikasi saluran gas buang dengan melakukan pemasangan *Catalytic Converter* pada system pembuangan gas kendaraan bermotor. Peneliti telah melakukan penelitian dengan mengkaji dan melakukan rancang bangun *Catalytic Converter* dengan bahan Katalis Tembaga dan diperoleh hasil bahwa katalis tersebut mampu menurunkan emisi gas buang carbon Monoksida berbagai variasi putaran mesin.

Pada penelitian lanjutan ini bertujuan mengetahui tentang karakterisasi material dari bahan Katalis Tembaga yang digunakan sebagai bahan katalis pada *Catalytic Converter* untuk mereduksi Emisi Gas Buang Carbon Monoksida Motor Bensin. Secara khusus ingin dikaji bagaimana perubahan karakter bahan uji setelah dilakukannya pengujian emisi gas buang Carbon Monoksida. Karakterisasi Material ini menggunakan *X-Ray Diffraction* untuk mengetahui perubahan unsur material bahan katalis Tembaga sebelum dan sesudah dilakukan pengujian emisi gas buang.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahap awal penelitian dilakukan dengan studi pustaka untuk memperdalam bidang yang akan diteliti. Studi pustaka pada penelitian terdahulu digunakan sebagai pijakan dan untuk membandingkan hasil penelitian yang nantinya di dapat dengan penelitian terdahulu, sehingga originalitas penelitian tetap terjaga dan tidak terjadi duplikasi penelitian. Adapun tahapan pengujian XRD adalah sebagai berikut :



Bahan Penelitian.

Bahan penelitian ini berupa plat Tembaga yang digunakan sebagai bahan katalis pada *Catalytic Converter* yang berbentuk plat lembaran berukuran 36 x 120 cm dengan ketebalan 1 mm. Plat kemudian dipotong berbentuk oval sesuai dengan bentuk *chasing* dan setengah dari luasan diberi lubang 2 mm dengan jarak antar lubang 3 mm.



Gambar 1. Kalatis Tembaga

Persiapan Pengujian

Sebelum penelitian dan pengambilan data dilakukan oleh peneliti, perlu dipersiapkan alat-alat yang akan digunakan saat penelitian berlangsung terdiri dari :

Peralatan Pengujian

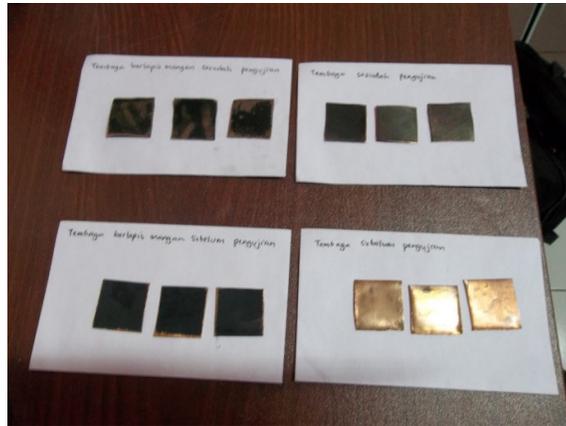
Alat Uji yang digunakan adalah XRD



Gambar 2 . Alat Uji XRD

Specimen Uji

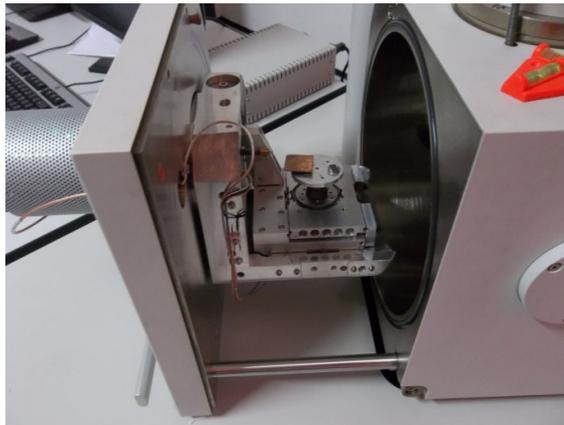
Specimen Uji bahan katalis perlu dipersiapkan, mengingat ukuran katalis yang besar, sehingga perlu di potong dan disesuaikan ukurannya. Ukuran specimen uji 3 cm 2 berbentuk Bujur Sangkar.



Gambar 3. Specimen Uji Tembaga

Posisi Specimen

Specimen uji yang sudah di potong dimasukkan dalam alay Uji XRD untuk dianalisis.

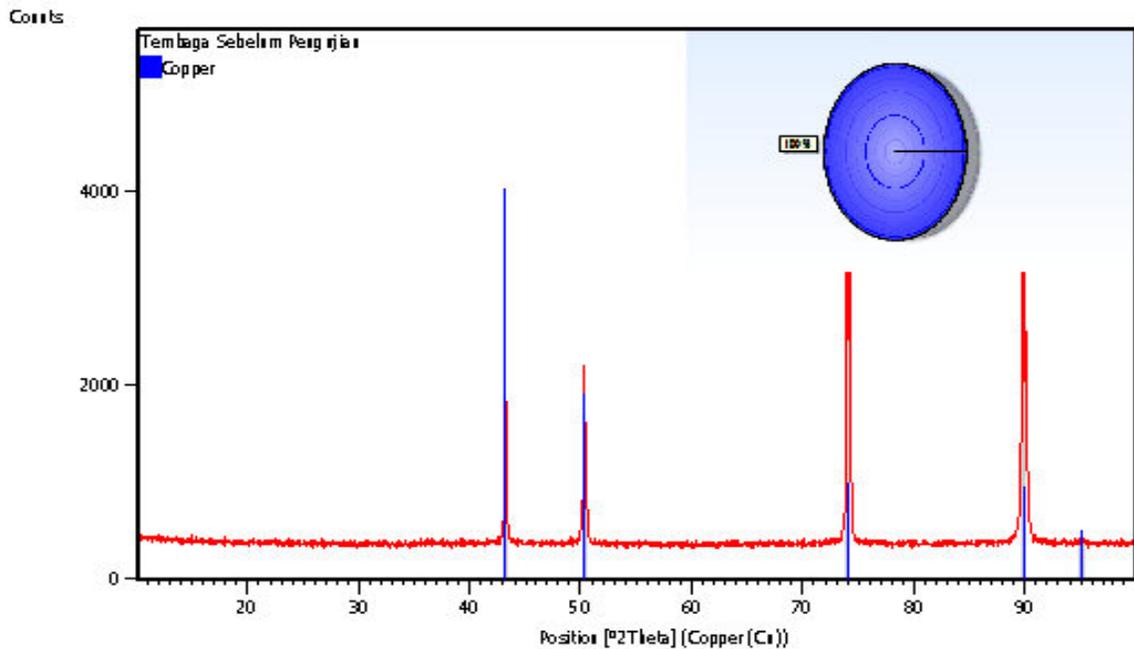


Gambar 4. Letak Specimen pada Alat Uji XRD

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum Pengujian

Dari hasil pengujian XRD yang telah dilakukan peneliti pada spesimen uji bahan katalis sebelum dilakukan pengujian emisi gas buang ditunjukkan dengan metode grafis seperti pada Gambar 5.

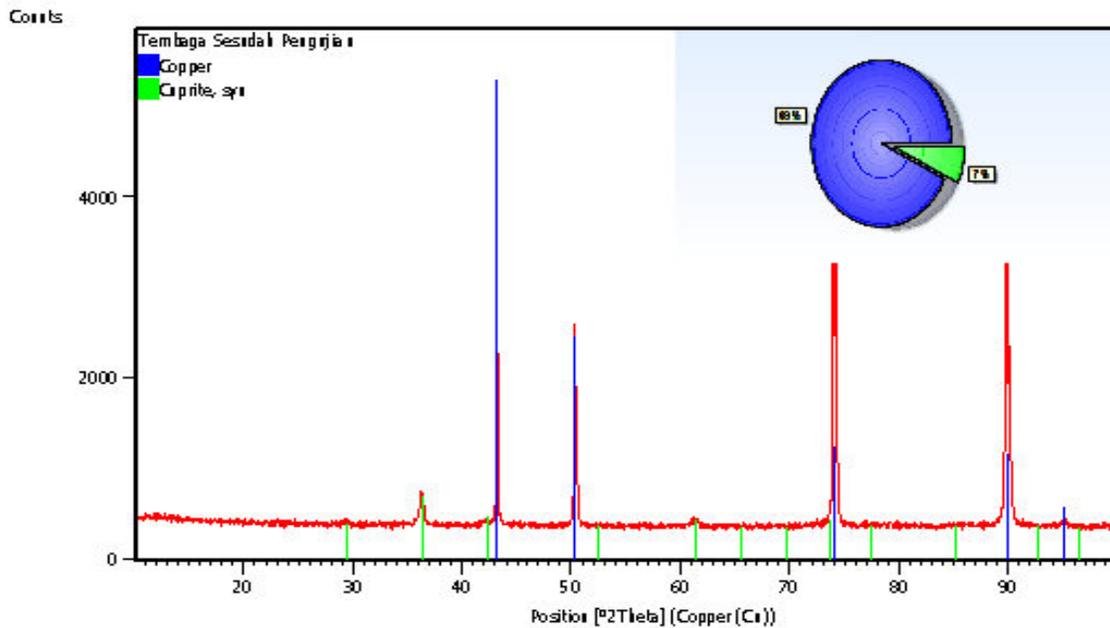


Gambar 5. Grafik Sebelum Pengujian

Dari gambar grafik dapat dilihat bahwa unsur utama dari bahan katalis adalah Tembaga (*Copper*, Cu). Adapun Parameter Kristalografi adalah crystal system cubic, space group Fm-3m, space group number 225, bentuk kristal kubik, memiliki *cell* parameter (Å): 3.6078, b (Å): 3.6078; c (Å): 3.6078; Volume *cell* (10^6 pm^3): 47,05.

Setelah Pengujian

Dari hasil pengujian XRD yang telah dilakukan peneliti pada spesimen uji bahan katalis setelah dilakukan pengujian emisi gas buang ditunjukkan dengan metode grafis seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Sesudah Pengujian

Dari gambar garifik dapat dilihat bahwa unsur utama setelah dilakukan pengujian emisi gas buang dari bahan katalis adalah Tembaga (*Copper*, Cu) berubah menjadi *Copper Oxide*. Adapun Parameter Kristalografi adalah crystal system : cubic, space group Pm-3m, space group number 224, memiliki cell parameter a(Å): 4.2500, b (Å): 4.2500; c (Å): 4.2500; Volume cell (10^6 pm^3): 76.77.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengkajian dan analisis dari hasil penelitian yang diperoleh maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Terjadi perubahan unsur yang semula *Copper* (Cu) menjadi *Copper Oxida* (Cu₂O).
2. Struktur Kristalnya sebelum dan sesudah pengujian sama yaitu Cubic.
3. Terjadi perubahan ukuran cell parameter dimana sebelum pengujian (Å): 3.6078, b (Å): 3.6078; c (Å) :3.6078. menjadi a(Å): 4.2500, b (Å): 4.2500; c (Å): 4.2500.
4. Terjadi perubahan volumen *Cell* sebelum pengujian Volumen *Cell* (10^6 pm^3): 47,05 menjadi Volume cell (10^6 pm^3): 76.77.
5. Terjadi perubahan ukuran kristal untuk peak tertinggi sebelum pengujian yaitu : 2.08420 d (Å) menjadi 2.45370.

DAFTAR PUSTAKA

- Aris, 2005**, *Penggunaan Cu Murni di Exhaust Muffler dalam Upaya Pengurangan Emisi Gas Buang*, Institut Teknologi Subaraya.
- Arismunandar** . 2002, *Penggerak Mula : Motor bakar*, Edisi 5, Intitut Teknologi Bandung
- Arcadio P. Sincero Sr, Gregoria A. Aincero**, 1995, *Environmental Engineering A Design Approach. A Prentice Hall Company*, New Jersey.
- Aryanto , Razif** , 2000, *Study Penggunaan Tembaga (Cu) Sebagai Catalytic Converter Pada Knalpot Sepeda Motor Dua Tak Terhadap Emisi Gas CO* (jurnal), Teknik Lingkungan, ITS.
- Bachrun**, 1993, *Polusi Udara Perkotaan, Pemantauan dan Pengaturan*, Lab Termodinamika PAU Intitut Teknologi Bandung, Bandung.
- Balenovi. M**, 2002, *Modeling and Model-Based Control of a Three-Way Catalytic Converter*
- Bapedal**, 1996, *Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara*, Semarang.
- Bapedal**, 2002, *Presentasi Data ISPU - Januari 2002 hingga Desember 2002*.
- Bapedal**, 2002, *Sumber dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang*.
- Bappenas**, 2009, *Pengaruh Pertumbuhan Kendaraan Bermotor*, Studi Bappenas
- BPS**, 2010, *Angka Pertumbuhan Kendaraan Bermotor*, Jurnal
- BPS**, 2009, *Semarang Dalam Angka*
- Budhi ; Habibi** , 2009, *Kelakuan Dinamik Catalytik Converter pada Kondisi Hot-Run untuk Oksidasi CO*, Institut Teknologi Subaraya.
- Cooper and Alley**, 1994. *Air Pollution Control, a design approach*.
- Darsono, Valentino**, 1995, *Pengantar Ilmu Lingkungan*, Edisi revisi, Penerbit Universitas Airlangga, Yogyakarta.
- Dirjen Perhubungan Darat**, 2000, *Program Langit Biru dan Konservasi Energi* (Jurnal).
- Dowden , at all**, 1970, *Catalytic Hand Book*, Verlag New York, Inc
- Fitiryana**, 2002, *Uji kemampuan Catalytic Converter Tembaga Nikel (CuNi) untuk Mereduksi Emisi Gas Buang Kendaraan Berbahan Bakar Premium*, Institut Teknologi Subaraya.
- Hakam ; Sungkono**, 2006, *Analisa Pengaruh Penggunaan Logam Tembaga sebagai Katalis pada Saluran Gas Buang Mesin Bensin Empat Langkah terhadap Konsentrasi Polutan CO dan HC*.
- Harsanto**, 2001, *Pencemaran Udara, Pengaruh Serta Car a Penanggulangannya* (Jurnal)

- Heisler**, 1995, *Advanced Engine Tecnology Hodder Headline Group*, London.
- Intisari**, 1998, *Merenda Birunya Langit Kota* (Jurnal).
- Irawan**, 2003, *Rancang Bangun Catalytic Converter dengan Material Substrat Tembaga (Cu) untuk Mereduksi Emisi Gas CO*, Tesis MIL UNDIP
- Irawan**, 2006, *Pengaruh Catalytic Converter Kuningan Terhadap Keluaran Emisi Gas Carbon Monoksida dan Hidro Carbon Motor Bensin*, Majalah Traksi
- Irawan**, 2007, *Pengaruh Letak Pemasangan Catalytic Converter Terhadap Keluaran Emisi Gas Carbon Monoksida dan Hidro Carbon Motor Bensin*, Majalah Traksi
- Irawan**, 2010, *Modifikasi Catalytic Converter Kuningan Untuk Mereduksi Emisi Gas Carbon Monoksida dan Hidro Carbon Motor Bensin*, Majalah Traksi
- Jenbacher**, 1996, *Combustion Engines I Vol I*
- Jenbacher**, 1996, *Combustion Engines II Vol II*
- Jenbacher**, 1996, *Spark Ignition Engine Design Vol 3*
- J. C. Prince, C. Trevino, and M. Diaz**, 2008, *Modeling a Catalytic Converter for CO and NO Emissions*.
- Krisbayu**, 2001, *Pengaruh injeksi Oksigen pada Catalytic Converter Oksida Tembaga (CuO) terhadap Penurunan CO dan HC Motor Bensin*.
- Mathur**, 1975, *Internal Combustion Engine*. Second Edition. McGraw-Hill Book Company, Inc, New York
- Obert**, 1973, *Internal Combustion Engine and Air Pollution*, Third Edition. Harper & Row, Publisher, Inc, New York
- Onogawa**, 2007, *Environmental Sustainable Transportation (EST)*, Jurnal
- Palguna**, 2010, *Pengendalian Pencemaran Emisi Sumber Bergerak*, KLH
- Peavy, D.R. Rowe and G. Tchobanoglous**, 1985, *Environmental Engineering*. Mc. Graw-Hill. Inc, Singapore
- Pelangi**, 1997, *The Study on The Intregated air Quality Management for Jakarta Metropolitan Area* (Jurnal).
- Pelangi**, 1999, *Upaya Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor* (Jurnal).
- Pramudya**, 2001, *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*, Terbitan pertama, PT. Gramedia Indonesia, Jakarta.
- Setyowarno**, 2010, *Peningkatan Jumlah Kendaraan Bermotor di Semarang*, Suara merdeka
- Sitepoe**, 1997, *Usaha Mencegah Pencemaran Udara*, Terbitan pertama, PT Gransindo, Jakarta

- Sitorus, Ronal , dkk**, 2000, *Reparasi dan Perawatan Mobil*. Pionir jaya, Bandung
- Samin And Shen** , 2003, *Effect of Geometric Parameter on The Performance of Automotive Catalytic Converter* .
- Springer - Verlag New York Inc**, 1970, *Catalyst Hanbook*. Walfe Scintific Book, London - England.
- Surdia** , 1985, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan Pertama, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Swisscontact**, 2003, Clean Air Project, Jakarta.
- V.A.W Heller**, 1995, *Fundamental Motor Vehicle Technology*, Edisi ke-4, FIMI Stanley Thorne (Publischers) Ltd.
- Warju**, 2003, *Eksperimen tentang pengaruh Penggunaan Catalytic Converter Kuningan Berlapis Crom Terhadap Emisi Gas Buang Co dan HCpada Mesin Toyota KijangTipe 4K*. Institut Teknologi Surabaya.
- Warju**, 2006, *Pengaruh Penggunaan Catalytic Converter Tembaga berlapis Mangan Terhadap Kadar Polutan Motor Bensin Empat langkah*. Institut Teknologi Surabaya.
- William**, 1985, *Automotive Cooling Exhaust, Fuel and Lubricating Systems*. A Prentice Hall Company, Reston, Virginia.
- Wisnu**, 1999, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Cetakan Kedua, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta
- WHO**, 2000, *Pengaruh Polusi Udara*, Jurnal
- Wolf**, 1971, *Carbon Monoxide - Measurement and Monitorong in Urban Air Environment*, Sei and Technol.
- Yusad**, 2003. *Polusi Udara di kota Besar Dunia*. Fakultas Kesehatan Masyarakat USU Medan.

PENULIS:

RM. Bagus Irawan, Purwanto, Hadiyanto

Program Doktor Ilmu Lingkungan

Program Pascasarjana Universitas Diponegoro

Jl. Imam Barjo SH No. 5 Semarang

E-mail: bagusirawanmail@yahoo.com, p.purwanto@undip.ac.id,

hady.hadiyanto@gmail.com