



## Pemamfaatan logam sisa permesinan pada knalpot guna mengurangi pencemaran udara

### *Utilization of metal remaining from machining in the exhaust to reduce air pollution*

A.M. Siregar\*, C.A. Siregar, Affandi

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan 20238, Indonesia

\*Email : ahmadmarabdi@umsu.ac.id

#### ARTICLE INFO

#### ABSTRACT

##### Article History:

Received 28 August 2020

Accepted 08 February 2021

Available online 01 April 2021

##### Keywords:

Exhaust gases

Air pollution

Scrap of ST-40 iron



Exhaust gas emissions from motorized vehicles also contribute to air pollution in our environment. So it is necessary to reduce air pollution so that the negative impacts on humans, animals and the environment can be reduced. Hoping and making alternative tools to reduce exhaust gas in 100cc motorcycle vehicles. With experimental methods and testing of 100cc motor vehicle exhaust emissions with a comparison of standard exhaust data. Tests are carried out on the exhaust to determine the results of exhaust gas emissions, plus a modified exhaust with the addition of scrap ST-40 iron. The elements to be observed are the CO value, HC value and CO<sub>2</sub> value as comparative data. The tool that will be used to store and view these elements is the Gas Analyzer. This tool is a useful tool for measuring the portion and composition of combined gases. From the results of testing and analysis, it is obtained exhaust gas emission testing data with an average engine speed of 500 rpm, and exhaust pipe temperature of 40<sup>0</sup>C to 45<sup>0</sup>C. After the standard exhaust model, then the exhaust model. In tests that added 50 g, 70 g, and 90 g of ST-40 iron, it was found that the best way to reduce and reduce exhaust emissions was an exhaust with added pieces of ST-40 90 g iron. And when compared to standard exhaust, CO element drops to 72.35% and HC element drops to 58.70%. and the element CO<sub>2</sub> decreased to 74.28%.

*Dinamika Teknik Mesin*, Vol. 11, No. 1 April 2021, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729

## 1. PENDAHULUAN

Transportasi saat ini sebagian besar masih menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar utama, dan makin meningkatnya pemakaian kendaraan berbahan bakar minyak seperti pada mobil, sepeda motor, berakibat pada meningkatnya polusi udara yang disebabkan oleh emisi gas buang.

Beberapa jenis emisi tersebut di antaranya karbon monoksida (CO), hidrocarbon (HC), carbon dioxyda (CO<sub>2</sub>) yang memiliki dampak yang buruk terhadap kesehatan tubuh manusia dan mengikis lapisan ozon yang ada pada atmosfer. Pencemaran udara yang tinggi membuat masyarakat dan dunia prihatin, hal ini membuat masyarakat menginginkan adanya transportasi alternatif yang ramah dan bersahabat dengan lingkungan seperti kendaraan motor berenergi listrik, namun kendaraan yang berenergi listrik ini di Indonesia masih belum diproduksi massal, sehingga masalah polusi udara yang ditimbulkan oleh gas buang ini masih belum selesai.

Mengingat bahaya emisi gas buang tersebut, maka perlu usaha-usaha untuk mengendalikan dan mengurangi pencemaran udara agar dampak negatif bagi Manusia dapat dikurangi dan diminimalkan (Irawan, 2012). 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. Salah satu teknologi rekayasa sebagai wujud dari *Vehicle Emission Control* adalah modifikasi saluran gas buang, Irawan (2012).

Penelitian sebelumnya dengan Konverter katalitik yang terbuat dari tembaga dengan permukaan sarang lebah pada knalpot sepeda motor yang digunakan berkapasitas mesin 125 CC. Pengujian dilakukan berdasarkan tiga putaran mesin berbeda yaitu 2000 rpm, 3000 rpm, dan 4000 rpm. Hasilnya, pada 4000 rpm Kecepatan mesin menurunkan tingkat emisi CO 1,76%, HC 73 ppm dan CO<sub>2</sub> 1,7%, Siregar dkk. (2019).

Uji emisi gas buang dengan putaran mesin rata-rata 500 rpm, dan dengan temperatur sebesar tabung knalpot 40 ° C sampai 45 ° C. Setelah dilakukan pengujian model knalpot standar, selanjutnya dilakukan pengujian model knalpot teknik yang menambahkan 50 g, 70 g, dan 90 g skrap stainless steel diperoleh kesimpulan terbaik untuk mengurangi dan mengurangi bahaya emisi gas buang adalah knalpot yang direkayasa yang menambahkan 70 g potongan baja tahan karat dan jika dibandingkan dengan knalpot standar, CO Unsur turun menjadi 71,09% dan unsur HC turun menjadi 48,26% dan unsur CO<sub>2</sub> turun menjadi 66,35%, Siregar dkk. (2020)

Penelitian ini selanjutnya ber eksperimen akan menggunakan Skrap besi ST-40 untuk mereduksi komposisi gas buang yang berbahaya bagi makhluk dan lingkungan. Penelitian ini akan membahas masalah yang berkaitan dengan pembuatan alat alternatif untuk mereduksi gas buang pada kendaraan sepeda motor 100cc. Pengujian dilakukan untuk mencari hasil emisi gas buang kendaraan bermotor 100cc dengan knalpot standart sebagai data pembanding. Pengujian dilakukan untuk mencari hasil emisi gas buang kendaraan sepeda bermotor 100cc dengan knalpot yang sudah ditambahkan didalamnya alat yang merupakan hasil rekayasa dan modifikasi.

Tujuan penelitian ini dibagi menjadi dua tujuan yaitu tujuan umum dan tujuan khusus. Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menganalisa gas buang kendaraan bermotor 100cc. Dengan demikian kita dapat mengetahui komposisi gas buang yang dihasilkan.

Untuk mengetahui hasil pengujian emisi gas buang pada kendaraan sepeda motor 100cc dengan knalpot yang sudah ditambahkan didalamnya alat yang merupakan hasil dari rekayasa dan modifikasi knalpot. Diharapkan manfaat penelitian adalah adanya alat alternatif yang dapat dipasang pada saluran gas buang untuk mereduksi Karbon Monoksida, Hidrocarbon, dan Carbon Dioxyda. Dan membantu pemerintah dalam mengurangi fakta gas buang kendaraan terhadap batas kualitas udara.

## **1.1 Emisi gas**

buang yang dihasilkan dari proses pembakaran dalam mesin kendaraan merupakan salah satu sumber polusi udara. Emisi gas buang yang dihasilkan berupa karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), hidrokarbon (HC), dan oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>). Bahan bakar secara umum mengandung unsur-unsur karbon, hydrogen, oksigen, nitrogen dan belerang. Dalam pembakaran sempurna, gas buang hasil pembakaran berupa karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O) serta udara yang tidak terlibat pembakaran. Namun pembakaran sempurna sulit dicapai, sehingga terdapat gas buang hasil pembakaran lain seperti CO, HC, dan juga NO<sub>x</sub>, karena 79% udara untuk pembakaran terdiri dari nitrogen, Heisler (1995), Mokhtar (2014).

## **1.2 Sumber polusi**

*Sumber polusi kendaraan bermotor Ada empat sumber polusi yang berasal dari kendaraan bermotor, yaitu :*

1. Pipa gas buang (knalpot) adalah sumber yang paling utama (65-85%) dan mengeluarkan hidro karbon (HC) yang terbakar maupun tidak terbakar, bermacam-macam nitrogenoksida (NO<sub>x</sub>), karbon monoksida (CO) dan campuran alkohol, aldehida, keton, penol, asam, ester, ether, epoksida, peroksida dan oksigen yang lain.

2. Bak oli adalah sumber kedua (20%) dan mengeluarkan hidro karbon (HC) yang terbakar maupun tidak.
3. Tangki bahan bakar adalah faktor yang disebabkan oleh cuaca panas dengan kerugian penguapan hidrokarbon mentah (5%).
4. Karburator adalah faktor lainnya, terutama saat berkendara pada posisi kondisi macet dengan cuaca panas, dengan kerugian penguapan dan bahan bakar mentah (5-10%).

Dampak pencemaran udara Bahan pencemar yang terutama terdapat didalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon, berbagai oksida nitrogen (NOx) dan sulfur (SOx), dan partikulat debu termasuk timbel (PB). pencemaran udara dapat diterangkan dengan 3 proses yaitu (attrition, vaporization, dan combustion), Mukono (1997).

Tabel 1. Dampak gas emisi terhadap kesehatan

| Pencemar                             | Dampak  |
|--------------------------------------|---|
| CO<br>(Carbon Monoksida)             | Mengganggu konsentrasi dan refleksi tubuh, menyebabkan kantuk, dan dapat memperparah penyakit kardiovaskular akibat defisiensi oksigen. CO mengikat hemoglobin sehingga jumlah oksigen dalam darah berkurang. |
| CO <sub>2</sub><br>(Carbon Dioksida) | Meningkatkan risiko penyakit paru-paru dan menimbulkan batuk pada pemajanan singkat dengan konsentrasi tinggi.  |
| HC<br>(Hidrokarbon)                  | Mengakibatkan iritasi pada mata, batuk, rasa mengantuk, bercak kulit, dan perubahan kode genetik  |
| NOx                                  | Meningkatkan total mortalitas, penyakit kardiovaskular, mortalitas pada bayi, serangan asma, dan penyakit paru-paru kronis.   |

(Sumber : Laporan WHO-Europe 2004)

### 1.3 Knalpot

Knalpot itu bukan semata fungsinya menyalurkan sisa pembakaran. Knalpot masih satu kesatuan dari proses langkah buang. Pada knalpot inilah, efek turbulensi terus menerus terjaga. Dengan knalpot, aliran turbulensi gas buang diubah jadi gaya pendorong piston. Fungsi lain knalpot sebagai peredam getaran. Getaran akibat naik turun piston dari kepala silinder diteruskan ke bodi knalpot, rangka dan sasis, sehingga getaran mesin tidak keterlaluan. Bagian bagian knalpot Berikut ini adalah bagian bagian dari knalpot pada kendaraan bermotor, Winoko dkk. (2019):

- Header; Header merupakan bagian ujung knalpot yang di pasang pada mesin. Jumlah header pada knalpot tergantung berapa banyak selinder dimiliki oleh mesin. Fungsi utama dari header adalah menghubungkan keseluruhan dari sistem knalpot dengan sistem buang yang dimiliki suatu kendaraan bermotor.
- Resonator; Bagian kedua dari knalpot adalah resonator atau biasa yang kita kenal saringan knalpot. Resonator banyak dimiliki oleh kendaraan bermotor yang berfungsi untuk mengolah bunyi bising yang dihasilkan oleh hasil pembakaran mesin.
- Silencer; Silencer juga memiliki fungsi yang mirip dengan resonator, untuk membantu meminimalisir suara bising yang dihasilkan oleh hasil pembakaran dari kendaraan bermotor.

### 1.4 Bahan Bakar

Bahan bakar yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah PERTALITE. Spesifikasi yang dimiliki Peralite yang resmi PT. Pertamina berdasarkan keputusan Dirjen Migas No.313.K/10/DJM.T/2013 tentang Standar dan Mutu Bahan Bakar Bensin 90 yang dipasarkan di dalam negeri, Warju (2009).

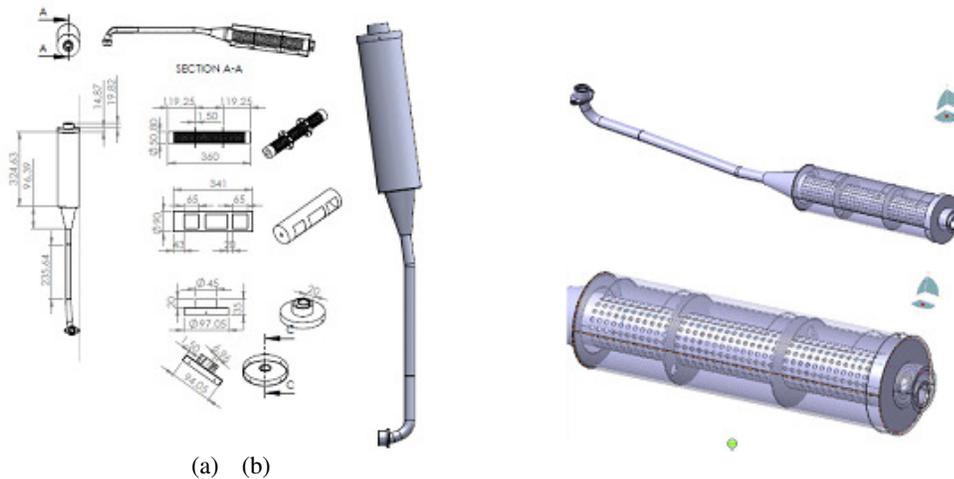
Tabel 2. Spesifikasi BBM pertalite

| No. | Kandungan                 | Keterangan  |
|-----|---------------------------|---|
| 1.  | Kadar oktan               | 90 - 91   |
| 2.  | Kandungan sulfur maksimal | 0,05% m/m (setara dengan 500 ppm)   |
| 3.  | Kandungan timbal          | Tidak ada   |
| 4.  | Kandungan Logam           | Tidak ada   |
| 5.  | Residu maksimal           | 2,0%  |
| 6.  | Berat jenis               | Maksimal 770 kg/m <sup>3</sup><br>Minimal 715 kg/m <sup>3</sup> (pada 15°C) |
| 7.  | Penampilan visual         | Jernih dan terang   |

<https://www.otosia.com/berita/ini-kandungan-detail-pertalite-menurut-standar-mutu-bahan-bakar-bensin.html>

## 2. METODE PENELITIAN

Metodenya diawali dengan merancang dan membuat gambar teknik rekayasa knalpot, kemudian melakukan modifikasi pada knalpot standart sesuai rancangan, modifikasi ini agar skrap besi ST-40 dapat dipasang pada knalpot, juga alat ini dapat dibuka dan dipasang kembali. Dilanjutkan menguji emisi gas buang pada knalpot standart dan pada knalpot rekayasa, serta membuat analisa dan kesimpulan dari eksperimen dan penelitian.



Gambar 1. Desain teknik rekayasa knalpot (a), knalpot hasil rekayasa dan modifikasi 3D(b). Siregar dkk. (2020)

### 2.1 Menghitung emisi gas buang

Rumus dibawah ini akan digunakan untuk;

- a. Nilai rata-rata saat pengujian emisi gas buang;

$$\text{Nilai rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Nilai}}{\text{Banyaknya Data}} \quad (1)$$

- b. Persentase emisi;

$$\text{Persentase emisi gas buang} = \frac{\text{rata-rata emisi dengan katalis}}{\text{rata-rata emisi tanpa katalis}} \times 100 \% \quad (2)$$

- c. Persentase penurunan emisi;

$$\text{Persentase penurunan emisi} = 100\% - \text{persentase emisi} \quad (3)$$

### 2.2 Prosedur penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode penelitian eksperimental dengan perlakuan *variable* berat gram atau skrap yang berbeda (pemamfaatan sisa pembubutan yang disebut gram atau skrap untuk mengurangi emisi gas buang).

Pengujian dan analisa data pada uji emisi gas buang ini akan diatur variabel terikatnya dengan putaran mesin  $\pm 500$  rpm, dan dengan suhu tabung luar knalpot  $40^{\circ}\text{C}$  hingga  $45^{\circ}\text{C}$ . Setelah pengujian model knalpot standart, kemudian model knalpot rekayasa yang ditambahkan 50 g, 70 g, dan 90 g skrap besi ST-40.



Gambar 2. Skrap besi ST-40 yang ditambahkan pada knalpot rekayasa ditimbang seberat 50 g, 70 g, dan 90 g.



Gambar 3. Pengujian dengan alat gas analyzer pada knalpot rekayasa yang ditambahkan skrap besi ST-40 seberat 50 g, 70 g, dan 90 g.



Gambar 4. Pengambilan data putaran, kecepatan angin, suhu, dan data emisi

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai rata-rata dari data emisi gas buang yang telah diperoleh dari pengujian knalpot standart, pengujian knalpot dengan penambahan skrap 50 g, penambahan skrap 70 g, dan penambahan skrap 90 g ditabulasi dan disatukan, seperti dapat dilihat pada tabel berikut ini;

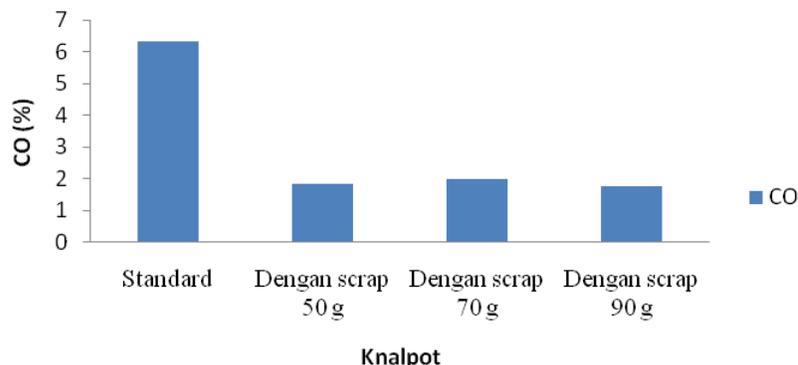
Tabel 3. Data perbandingan pengujian emisi gas`buang pada knalpot standart dan pada knalpot modifikasi dengan tambahan skrap besi ST-40

| No. | Knalpot           | Putaran Mesin | Kecepatan Angin Gas buang | CO   | HC    | CO <sub>2</sub> | Suhu tabung knalpot |
|-----|-------------------|---------------|---------------------------|------|-------|-----------------|---------------------|
|     |                   |               | rpm                       | m/s  | %     | ppm             | %                   |
| 1   | Standart          | 500           | 28,00                     | 6,33 | 513,3 | 4,16            | 42,60               |
| 2   | Dengan skrap 50 g | 500           | 20,96                     | 1,86 | 216,3 | 1,13            | 46,13               |
| 3   | Dengan skrap 70 g | 500           | 20,96                     | 1,99 | 207,3 | 1,20            | 41,96               |
| 4   | Dengan skrap 90 g | 500           | 20,93                     | 1,75 | 212,0 | 1,07            | 43,27               |

Dengan menggunakan persamaan 1 dan 2 serta persamaan 3, dihitung persentasi emisi serta persentase penurunan emisi yang terjadi:

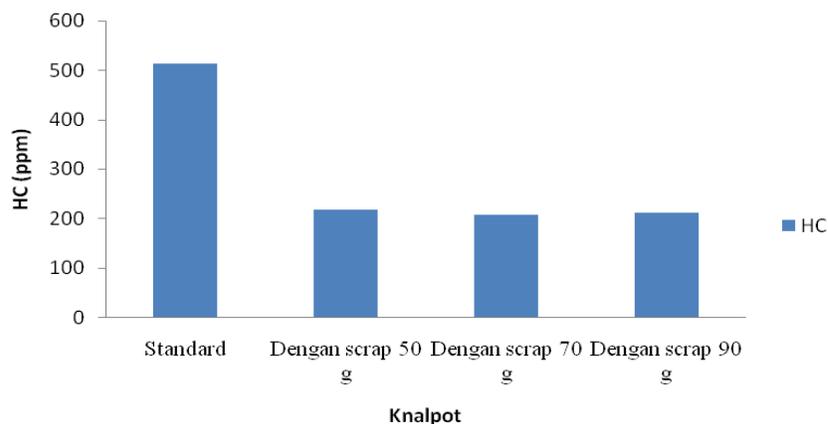
a. Kondisi Penurunan unsur CO pada emisi gas buang dengan knalpot yang ditambahkan skrap 50 g berkurang 70,62%, dan pada skrap 70 g terjadi penurunan 68,56 % tetapi untuk yang ditambahkan skrap 90 g unsur CO pada emisi gas buang lebih turun lagi sebesar 72,35 %, seperti diperlihatkan pada

gambar 5. Unsur CO dapat turun karena gas asap yang keluar melalui knalpot yang telah dimodifikasi tersebut serta ditambahkan skrap besi ST-40 mengalami proses reduksi dan oksidasi dengan baik sehingga emisi CO bisa menurun.



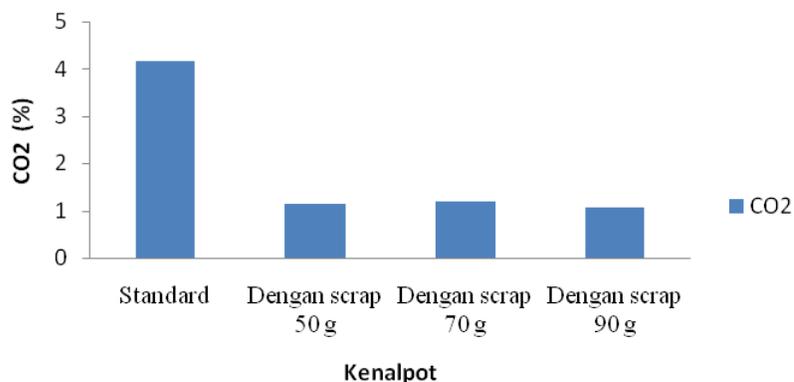
Gambar 5. Model knalpot dengan CO yang dihasilkan

b. Kondisi penurunan unsur HC pada emisi gas buang dengan knalpot yang ditambahkan skrap 50 g berkurang 57,86% dan skrap 90 g terjadi penurunan 58,70% tetapi untuk yang ditambahkan skrap 70 g unsur HC pada emisi gas buang lebih turun lagi sebesar 59,61%, seperti yang diperlihatkan pada gambar 6. Unsur HC dapat turun karena gas asap yang keluar melalui knalpot yang telah dimodifikasi tersebut serta ditambahkan skrap besi ST-40 mengalami proses reduksi dan oksidasi dengan baik sehingga emisi HC bisa menurun.



Gambar 6. Model knalpot dengan HC yang dihasilkan

c. Kondisi penurunan unsure CO<sub>2</sub> pada emisi gas buang dengan knalpot yang ditambahkan skrap 50 g berkurang 72,84% dan skrap 70 g terjadi penurunan 71,15%, tetapi untuk yang ditambahkan skrap 90 g unsur CO<sub>2</sub> pada emisi gas buang lebih turun lagi hingga sebesar 74,28%, seperti yang diperlihatkan pada gambar 7, model knalpot versus CO<sub>2</sub>. Unsur CO<sub>2</sub> dapat turun karena gas asap yang keluar melalui knalpot yang telah dimodifikasi tersebut serta ditambahkan skrap besi ST-40 mengalami proses reduksi dan oksidasi dengan baik sehingga emisi CO<sub>2</sub> bisa menurun.



Gambar 7. Model knalpot dengan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa didapat data pada uji emisi gas buang dengan putaran mesin rata-rata 500 rpm, dan dengan suhu tabung luar knalpot 40 °C hingga 45 °C. Setelah pengujian model knalpot standart, kemudian pengujian model knalpot rekayasa yang ditambahkan 50 g, 70 g, dan 90 g skrap dari besi ST-40 diperoleh kesimpulan yang paling baik untuk menurunkan dan mengurangi bahaya emisi gas buang adalah knalpot rekayasa yang ditambahkan 90 g skrap dari besi ST-40. Dan jika dibandingkan dengan knalpot standar, unsur CO turun hingga 72,35% dan unsur HC turun hingga 58,70% serta unsur CO<sub>2</sub> turun hingga 74,28%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan teman dosen serta mahasiswa yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini, sehingga tujuan penelitian ini dapat tercapai. Kuat harapan Saya nantinya dapat mengembangkan penelitian ini dengan keterlibatan mahasiswa lebih aktif sehingga dapat memperkaya keilmuan mahasiswa dan universitas.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Heisler, 1995, Proses prubahan suatu zat (reaksi kimia) sehingga gas seperti CO dapat teroksidasi menjadi CO<sub>2</sub>.  
<https://www.otosia.com/berita/ini-kandungan-detail-pertalite-menurut-standar-mutu-bahan-bakar-bensin.html>
- lrawan R.M.B., 2012, Rancang bangun catalytic converter dengan bahan katalis tembaga-mangan untuk unjuk kemampuan dalam mengurangi emisi gas buang, (portalgaruda.org article=4740), diakses 27 oktober 2013.
- Laporan WHO-Europe 2004.
- Mukono, 1997, Pencemaran udara dan pengaruhnya terhadap gangguan saluran pernapasan. Surabaya, Airlangga University Press.
- Mokhtar A., 2014, Pembakaran sisa hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), dan nitrogen oksid (NO<sub>x</sub>) yang semula berbahaya akan berubah menjadi senyawan yang stabil sewaktu melewati catalytic converter berupa CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, dan O<sub>2</sub>. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Siregar A.M., Siregar C.A., Yani M., 2019, Rekayasa saluran gas buang sepeda motor guna mengurangi pencemaran udara. jurnal rekayasa material, manufaktur dan energi, 2 (2), 171-179.
- Siregar A.M., Siregar C.A., Yani M., 2020, Engineering of motorcycle exhaust gases to reduce air pollution. IOP Conf. Series: Materials science and engineering, 821, 012048.
- Warju, 2009, 124, Alat uji emisi menurut kementerian lingkungan hidup mencakupi standar ISO 3930/OIML R-99.
- Winoko Y.A., Rarindo H., Hertomo B., 2019, Desain dan analisis knalpot berbasis spongesteel terhadap gas buang CO, HC, daya, dan sfc pada mesin sepeda motor, Jurnal Teknologi, Edisi 13, 17-23. Universitas Nusa Cendana.