

Pemanfaatan skrap besi ST-40 pada knalpot untuk mengurangi pencemaran udara

Utilization of ST-40 iron scrap in exhaust to reduce air pollution

Ahmad Marabdi Siregar*, Chandra Amirsyahputra Siregar, Affandi, Wawan Septiawan
Damanik, Toto Herdianto, Ardi Syahputra

*Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

*Jalan Mukhtar Basri No.3 Medan 20238, Kota Medan, Indonesia

*Koresponden email: ahmadmarabdi@umsu.ac.id

Article Submit: 19/09/2022

Article Revision: 29/10/2022

Article Accepted: 29/10/2022

Abstrak. Pencemaran udara dari emisi gas buang kendaraan bermotor semakin meningkat, sehingga perlu upaya pengendalian emisi gas buangnya. Mengingat bahaya emisi gas buang, maka perlu usaha-usaha untuk mengendalikan dan mengurangi pencemaran udara agar dampak negatif bagi manusia dan lingkungan dapat dikurangi. Salah satu teknologi rekayasa sebagai wujud dari kontrol emisi kendaraan adalah merekayasa dan modifikasi saluran gas buang. Rekayasa dan modifikasi diharapkan dapat dibuat alat yang akan mampu dan berfungsi untuk mereduksi bahaya gas buang. Peneliti akan melakukan eksperimen dan pembuatan alat serta pengujian awal pada satu kendaraan bermotor untuk melihat dan mengamati komposisi gas buang yang dihasilkan dari knalpot. Unsur yang akan diamati adalah nilai CO, nilai HC, dan nilai CO₂ sebagai data pembandingan. Alat yang akan digunakan untuk mengamati dan melihat unsur-unsur tersebut adalah alat Gas Analyzer. Alat ini salah satu alat instrument yang bermanfaat untuk mengukur porsi dan komposisi dari gabungan gas. 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 gr, 70 gr, dan 90 gr skrap dari besi ST-40 diperoleh kesimpulan yang paling baik untuk menurunkan dan mengurangi bahaya emisi gas buang adalah knalpot rekayasa yang ditambahkan 90 gr 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 CO₂ turun hingga 74,28%.

Katakunci: Polusi udara, skrap besi ST-40, knalpot, bahaya emisi gas buang

Abstract: Controlling exhaust emissions is essential because of the rise in air pollution caused by motor vehicle exhaust emissions. Given the risks posed by exhaust gas emissions, action must be taken to limit and regulate air pollution in order to lessen its detrimental effects on both people and the environment. Engineering and changing exhaust gas pathways is one of the engineering techniques used to control vehicle emissions. Tools that will be able to and function to lessen exhaust gas dangers are anticipated to be created through engineering and improvements. To see and observe the composition of exhaust gases emitted from the exhaust, researchers will carry out experiments, create equipment, and do preliminary testing on a motor vehicle. As comparison data, the CO value, HC value, and CO₂ value must be noticed. The Gas Analyzer tool will be used to monitor and identify these components. This device is one of the helpful tools for determining the quantity and make-up of the gas mixture. Data on exhaust emission tests with an average engine speed of 500 rpm and an exhaust outer tube temperature of 40°C to 45°C were gathered from the testing and analytical results. After testing the standard exhaust model and the engineering exhaust model that included 50 grams, 70 grams, and 90 grams of scrap from ST-40 iron, it was determined that the engineered exhaust model with the addition of 90 grams of ST-40 iron scrap was the best choice for reducing and reducing the danger of exhaust emissions. The CO element lowers to 72.35%, the HC element to 58.70%, and the CO₂ element to 74.28% when compared to the regular exhaust.

Keywords: Exhaust, threat from exhaust emission, ST-40 iron scrap.



1. PENDAHULUAN

Transportasi saat ini sebagian besar masih menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar utama, dan makin meningkatnya tingkat pemakaian kendaraan berbahan bakar minyak seperti pada mobil, sepeda motor, berakibat pada meningkatnya tingkat polusi udara yang disebabkan oleh emisi gas buang [1][2][3]. Beberapa jenis emisi tersebut di antaranya *Karbon Monoksida* (CO), *Hydrocarbon* (HC), *Carbon Dioxida* (CO₂) 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 [4].

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 [5]. 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 [6].

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 yang akan diuji terlebih dahulu emisi gas buangnya berupa karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), hidrokarbon (HC), sebagai data pembanding. Pengujian dilakukan untuk mencari hasil emisi gas buang kendaraan sepeda bermotor 100cc dengan knalpot yang sudah ditambahkan di dalamnya alat yang merupakan hasil rekayasa dan modifikasi [7][8].

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 di dalamnya alat yang merupakan hasil dari rekayasa dan modifikasi knalpot [9]. Diharapkan manfaat penelitian adalah adanya alat alternatif yang dapat dipasangkan pada saluran gas buang untuk mereduksi *Karbon Monoksida*, *Hydrocarbon*, dan *Carbon Dioxida*. Dan membantu pemerintah dalam mengurangi fakta gas buang kendaraan terhadap batas kualitas udara [10].

2. METODE

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 (CO₂), hidrokarbon (HC), dan oksida nitrogen (NO_x) [11]. Bahan bakar secara umum mengandung unsur-unsur karbon, hydrogen, oksigen, nitrogen dan belerang.

2.1 Sumber polusi kendaraan bermotor [12].

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

- a. Pipa gas buang (knalpot) adalah sumber yang paling utama (65-85%) dan mengeluarkan *hydrocarbon* (HC) yang terbakar maupun tidak terbakar, bermacam-macam nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO) dan campuran alkohol, aldehida, keton, penol, asam, ester, ether, epoksida, peroksida dan oksigen yang lain.

Pemanfaatan skrap besi ST-40 pada knalpot untuk mengurangi pencemaran udara

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

2.2 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 timbal (PB). pencemaran udara dapat diterangkan dengan 3 proses yaitu (*attrition, vaporization, dan combustion*) [13][14].

Tabel 1. Dampak gas emisi terhadap Kesehatan

Pencemar	Dampak
CO (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 ₂ (Carbon Dioksida)	Meningkatkan risiko penyakit paru-paru dan menimbulkan batuk pada pemajanan singkat dengan konsentrasi tinggi.
HC (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.

2.3 Knalpot

Knalpot itu bukan semata fungsinya menyalurkan sisa pembakaran. Knalpot masih satu kesatuan dari proses langkah buang [15]. 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 [16].

Berikut ini adalah bagian bagian dari knalpot pada kendaraan bermotor:

- a. *Header*; *Header* merupakan bagian ujung knalpot yang di pasang pada mesin. Jumlah *header* pada knalpot tergantung berapa banyak silinder dimiliki oleh mesin. Fungsi utama dari *header* adalah menghubungkan keseluruhan dari sistem knalpot dengan sistem buang yang dimiliki suatu kendaraan bermotor.
- b. *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.
- c. *Silencer*; *Silencer* juga memiliki fungsi yang mirip dengan *resonator*, untuk membantu meminimalisirkan suara bising yang dihasilkan oleh hasil pembakaran dari kendaraan bermotor.

2.4 Bahan bakar minyak *pertalite*

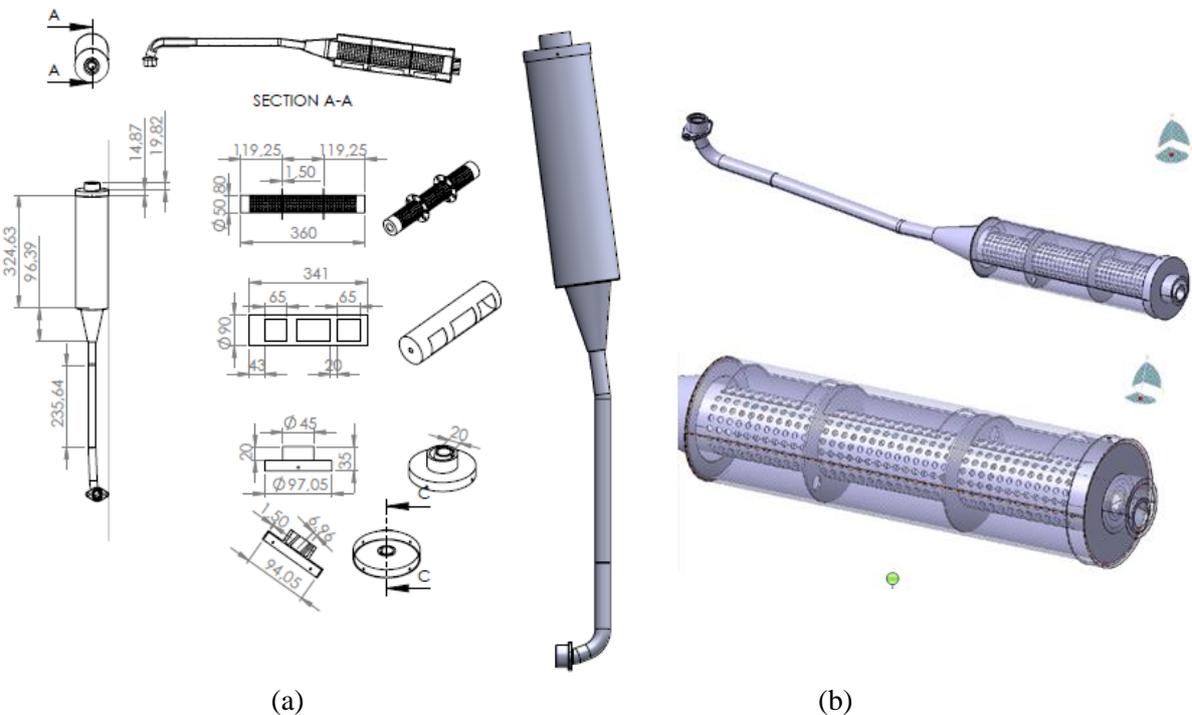
Bahan bakar yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah PERTALITE. Spesifikasi yang dimiliki Pertalite yang resmi PT. Pertamina berdasarkan SK Dirjen Migas No. 0486.K/10/DJM.S/2017

tanggal 23 November 2017 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin 90 yang Dipasarkan di Dalam Negeri, diperlihatkan pada tabel 2 [8].

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 ³ Minimal 715 kg/m ³ (pada 15°C)
7.	Penampilan visual	Jernih dan terang

Metode berikutnya diawali dengan merancang dan membuat gambar teknik rekayasa knalpot, kemudian melakukan modifikasi pada knalpot standart sesuai rancangan. Dilanjutkan menguji emisi gas buang pada knalpot standar dan pada knalpot rekayasa, serta membuat analisa dan kesimpulan dari eksperimen dan penelitian.



Gambar 1. Gambar teknik rekayasa knalpot (a), knalpot hasil rekayasa dan modifikasi 3D (b) [17]

2.5. Prosedur penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode penelitian eksperimental dengan perlakuan *variable* berat gram atau skrap yang berbeda (pemanfaatan 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 ± 500 rpm, dan dengan suhu tabung luar knalpot 40°C hingga 45°C.



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

Setelah pengujian model knalpot standart, kemudian model knalpot rekayasa yang ditambahkan 50 gr, 70 gr, dan 90 gr skrap besi ST-40.



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

Adapun tahapan-tahapannya yaitu tahap persiapan, pembuatan, pengujian dan tahap penyelesaian. Rincian tahapan sebagai berikut;

2.5.1 Tahapan Pengujian

- Mempersiapkan sepeda motor dan mengisi BBM pertalite.
- Mempersiapkan alat dan bahan penelitian.
- Set Up alat uji Gas Analyzer dan Probe, probe ini sebagai alat yang dimasukkan ke dalam knalpot untuk menghubungkan ke gas *analyzer*.
- Membuka cup gigi tarik depan sepeda motor, hal ini untuk mengukur putaran mesin dengan tachometer.
- Putaran mesin diatur hingga ± 500 rpm
- Mengukur kecepatan angin gas buang
- Mengukur panas pangkal tabung knalpot
- Implementasi dan pengujian pada knalpot yang standar.
- Memasukkan probe ke knalpot.
- Perhatikan gas analyzer, Baca data emisi gas buang yang diprint-out.

k. Catat data untuk diolah atau dianalisis. Berikut ini adalah contoh tabel yang akan diisi saat pengujian dan pengambilan data.

2.6 Menghitung emisi gas buang

Rumus dibawah ini akan digunakan untuk;

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

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Jumlah Nilai}}{\text{Banyaknya Data}} \tag{1}$$

b. Persentase emisi;

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

c. Persentase penurunan emisi;

$$\text{Persentase penurunan emisi} = 100\% - \text{persentase emisi} \tag{3}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

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

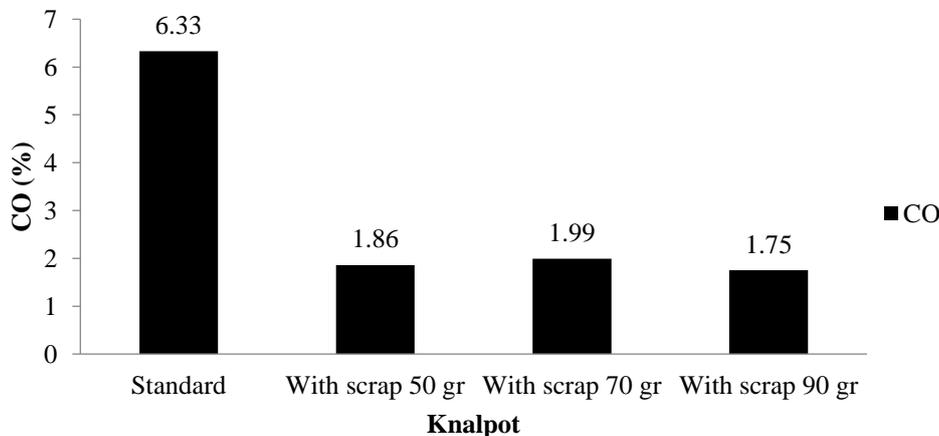
Tabel 3. Data perbandingan pengujian emisi gas`buang pada knalpot standart dan pada knalpot modifikasi dengan tambahan skrap besi ST-40

No.	Knalpot	Putaran Mesin	Kecepatan Angin Gas buang	CO	HC	CO ₂	Suhu tabung knalpot
		rpm	m/s	%	ppm	%	°C
1	Standart	500	28.00	6,33	513,3	4,16	42,60
2	Dengan skrap 50 gr	500	20,96	1,86	216,3	1,13	46,13
3	Dengan skrap 70 gr	500	20,96	1,99	207,3	1,20	41,96
4	Dengan skrap 90 gr	500	20,93	1,75	212,0	1,07	43,27

3.1. Persentase emisi dan penurunan emisi

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

a. Kondisi penurunan unsur CO pada emisi gas buang dengan knalpot yang ditambahkan skrap 50 gr berkurang 70,62%, dan pada skrap 70 gr terjadi penurunan 68,56 % tetapi untuk yang ditambahkan skrap 90 gr unsur CO pada emisi gas buang lebih turun lagi sebesar 72,35 %, seperti diperlihatkan pada gambar grafik 4.

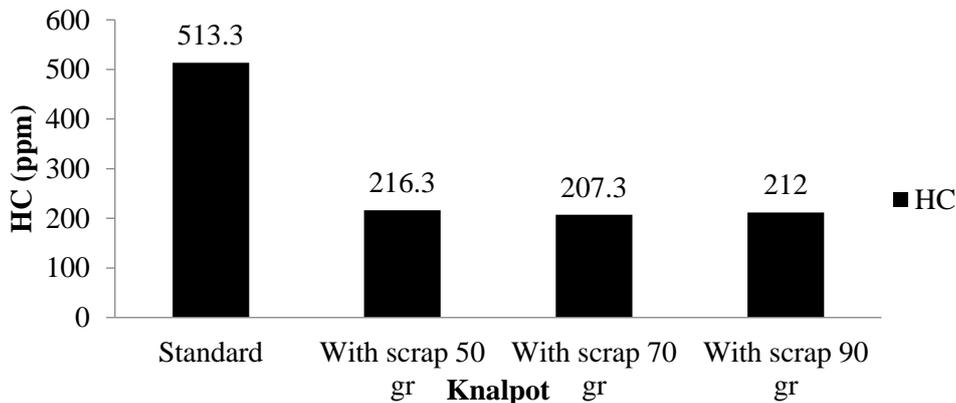


Gambar 4. Grafik model knalpot dengan CO yang dihasilkan

Pemanfaatan skrap besi ST-40 pada knalpot untuk mengurangi pencemaran udara

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

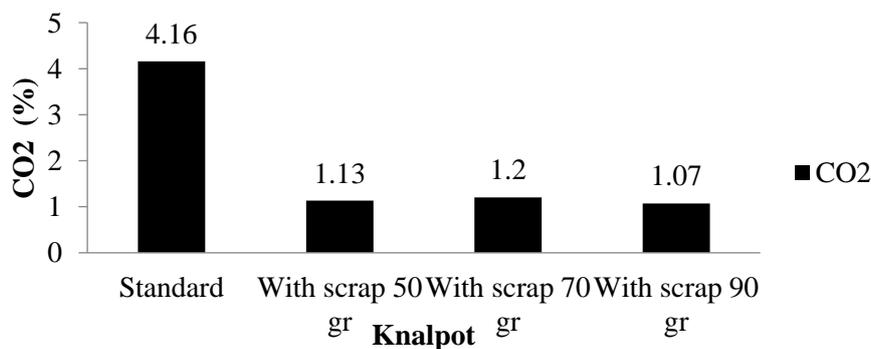
- b. Kondisi penurunan unsur HC pada emisi gas buang dengan knalpot yang ditambahkan skrap 50 gr berkurang 57,86% dan skrap 90 gr terjadi penurunan 58,70% tetapi untuk yang ditambahkan skrap 70 gr unsur HC pada emisi gas buang lebih turun lagi sebesar 59,61%, seperti yang diperlihatkan pada gambar grafik 5.



Gambar 5. Grafik model knalpot dengan HC yang dihasilkan

Selanjutnya unsur HC dapat turun karena gas asap yang keluar melalui knalpot yang telah dimodifikasi dan ditambahkan skrap besi ST-40 mengalami proses reduksi dan oksidasi dengan baik sehingga emisi HC bisa menurun.

- c. Kondisi penurunan unsur CO₂ pada emisi gas buang dengan knalpot yang ditambahkan skrap 50 gr berkurang 72,84% dan skrap 70 gr terjadi penurunan 71,15%, tetapi untuk yang ditambahkan skrap 90 gr unsur CO₂ pada emisi gas buang lebih turun lagi hingga sebesar 74,28%, seperti yang diperlihatkan pada gambar grafik 6.



Gambar 6. Grafik model knalpot dengan CO₂ yang dihasilkan

Dengan demikian unsur CO₂ dapat turun karena gas asap yang keluar melalui knalpot yang telah dimodifikasi serta ditambahkan skrap besi ST-40 mengalami proses reduksi dan oksidasi dengan baik sehingga emisi CO₂ bisa menurun.

4. SIMPULAN

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 gr, 70 gr, dan 90 gr skrap dari besi ST-40 diperoleh kesimpulan yang paling baik untuk menurunkan dan mengurangi bahaya emisi gas buang adalah knalpot rekayasa yang ditambahkan 90 gr 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 CO₂ turun hingga 74,28%.

REFERENSI

- [1] J. R. Material, M. Energi, W. S. Damanik, and A. R. Nasution, "Vega ZR Tahun 2011 Guna Mengurangi Polusi Udara FT-UMSU FT-UMSU," vol. 4, no. 2, pp. 160–167, 2021.
- [2] A. Syahrani, "Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi," *SMARTek*, vol. 4, no. 4, pp. 260–266, 2006.
- [3] Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, "Indonesia Energy Out Look 2019," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [4] H. . Mukono, *Pencemaran udara dan pengaruhnya terhadap gangguan saluran pernapasan*. 1997.
- [5] B. Irawan, Purwanto, and Hadiyanto, "Unjuk Kemampuan Katalis Tembaga Berlapis Mangan Model 2 Untuk Mengurangi Emisi Gas Carbon Monoksida Motor Bensin," *Pros. Semin. Nas. Pengelolaan Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 532–541, pp. 27–44, 2013.
- [6] M. A. Siregar, C. A. Siregar, Muharnif, A. M. Siregar, and I. Maulana, "Application of catalytic converter copper catalyst with honeycomb surfaces to reduce emissions of flue gas in motorcycles," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 674, no. 1, doi: 10.1088/1757-899X/674/1/012060.
- [7] PerMen LHK No. P.20, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor P.20/MENLHK/SETJEN/KUM.1/3/2017," 2017.
- [8] E. Syahril, "Kepdirjen-No.-0486.K_10_Djm.S_2017-(Spesifikasi-Bbm-Bensin-90).Pdf," *Jakarta*. 2017.
- [9] A. T. Tugawati, "Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan," *Komisi Penghapusan Bensin Bertimbel*, vol. 1, 2008.
- [10] B. Irawan, "Rancangan Bangun Catalytic Converter Material Substrat Tembaga Berlapis Mangan Untuk Mereduksi Gas Karbon Monoksida Motor Bensin," *Semin. Hasil-Hasil Penelit. -LPPM UNISMUS*, pp. 1–14, 2012.
- [11] M. R. Fikri, "Reaksi Kimia Dalam Larutan Air," pp. 78–109, 2014.
- [12] M. Bakeri, A. Syarief, and A. K. S, "Analisa Gas Buang Mesin Berteknologi EFI dengan Bahan Bakar Premium. Teknik Mesin. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarmasin.," *Info Tek.*, vol. 13, no. 1, pp. 28–38, 2012.
- [13] Irpan Setiawan and Wilarso, "ANALISIS PERBANDINGAN TEKanan TIPE POMPA BAHAN BAKAR INJEKSI DAN TIPE BAHAN BAKAR MEKANIK," *TEKNOSAINS J. Sains, Teknol. dan Inform.*, vol. 8, no. 1, 2021, doi: 10.37373/tekno.v8i1.73.
- [14] Sugiarti, "Gas Pencemar Udara dan Pengaruhnya Bagi Kesehatan Manusia," *J. Chem.*, pp. 50–58, 2015.
- [15] A. M. Siregar, C. A. Siregar, and A. Affandi, "Pemamfaatan logam sisa permesinan pada knalpot guna mengurangi pencemaran udara," *Din. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 1, 2021, doi: 10.29303/dtm.v11i1.369.
- [16] W. Putra, H. Maksun, and D. Fernandez, "Pengaruh Penggunaan Knalpot Standar Dan Racing Terhadap Tekanan Balik, Suhu Dan Bunyi Pada Sepeda Motor 4Tak," *JurnalTeknik Otomotif FT UNP*, 2018.
- [17] A. M. Siregar, C. A. Siregar, and M. Yani, "Engineering of motorcycle exhaust gases to reduce air pollution," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 821, no. 1, pp. 0–6, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012048.