

Kaji Eksperimental Pengaruh Jarak Penempatan, Luas Permukaan Kontak Dan Jumlah Plat *Catalytic Converter* Terhadap Nilai Karbon Monoksida (CO) Pada Emisi Gas Buang Toyota Avanza Tahun Produksi 2006

Fajri Muhammad Sihabuddin

Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Pasundan
Bandung – Indonesia

Abstrak

Kontribusi emisi gas buang bermotor sebagai sumber polusi udara terbesar mencapai 60-70%, dibanding polusi industri sebesar 10-15%, sedangkan sisanya dari kegiatan rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan dan lain-lain. Mayoritas emisi gas buang kendaraan bermotor adalah karbonmonoksida (CO) sebesar 60%, sisanya adalah Hidrokarbon (HC), Nitrogen Oksida (Nox) Sulfur Oksida (SO₂) dan Timbal (Pb) sebesar 40%. Untuk mengurangi kadar emisi karbonmonoksida, teknologi alternatif yang disarankan adalah menggunakan *catalytic converter* pada saluran gas buang. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh jarak penempatan, luas permukaan kontak, dan jumlah plat *catalytic converter* terhadap penurunan emisi gas buang karbonmonoksida. Penelitian ini menggunakan metode Factorial Design 2³. Hasil pengujian mesin tanpa *catalytic converter* dibandingkan dengan pengujian mesin yang menggunakan *catalytic converter*. Hasil pengujian menunjukkan adanya penurunan kadar emisi gas buang CO. Dengan menggunakan *catalytic converter* terjadi penurunan kadar emisi gas buang CO antara 29,77 % - 58,58 %. Main efek Paling berpengaruh terhadap penurunan emisi CO adalah jumlah plat. Interactive efek Paling berpengaruh terhadap penurunan emisi CO adalah luas permukaan kontak dan jumlah plat.

Kata kunci Catalytic converter, main efek, interavtive efek.

1. Pendahuluan

Karbonmonoksida (CO) yang terdapat pada emisi gas buang kendaraan bermotor mencapai 60% dibandingkan dengan kandungan gas lainnya. Usaha untuk mengurangi emisi gas buang karbonmonoksida (CO) yang berbahaya dapat dilakukan dengan berbagai cara dari memodifikasi mesin, modifikasi sistem bahan bakar atau modifikasi sistem gas buang dengan menambahkan *catalytic converter*.

Catalytic converter merupakan komponen yang dapat mengubah gas karbonmonoksida (CO) dengan menggunakan media yang bersifat katalis, dimana media tersebut diharapkan dapat membantu atau mempercepat terjadinya proses perubahan gas menjadi CO². Suharwanto (2020) melakukan penelitian *catalytic converter* pada sepeda motor honda dengan menggunakan media katalis tembaga dan berhasil menurunkan emisi karbonmonoksida (CO) antara 17,74-47,93% pada beberapa variasi percobaan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh

jarak penempatan, luas permukaan kontak dan jumlah plat *catalytic converter* terhadap nilai karbon monoksida (CO) pada emisi gas buang toyota avanza tahun produksi 2006.

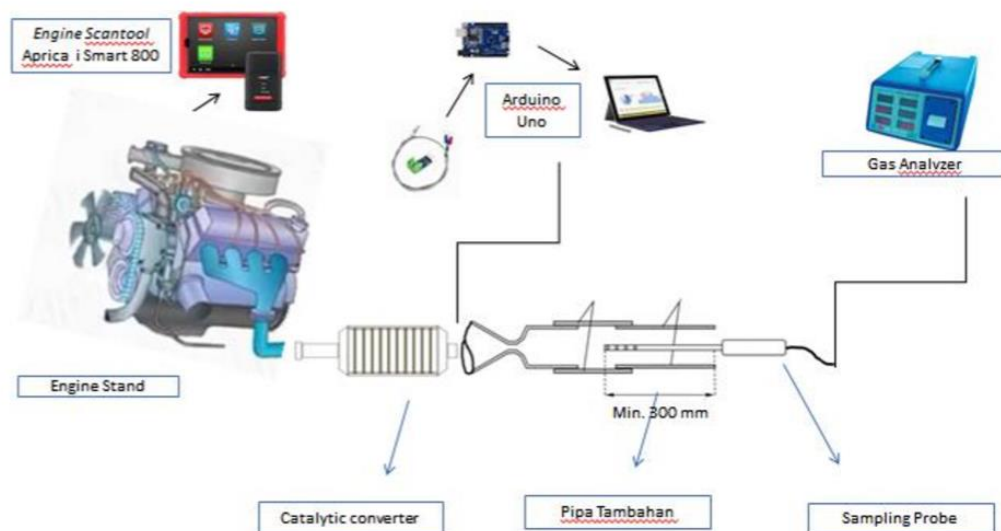
2. Metodologi Penelitian

Langkah awal yang dilakukan adalah menentukan variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas terdiri dari jarak penempatan, luas permukaan kontak dan jumlah plat *catalytic converter*. Variabel terikat adalah emisi gas buang karbonmonoksida (CO)

Tabel 1. *Factorial Design 2³*

Jarak Penempatan (JRP)		Luas Permukaan Kontak (LPK)		Jumlah Plat (JP)	
-	40cm	-	782,57 mm ²	-	5
+	70cm	+	1.122,00 mm ²	+	10

Pelaksanaan Pengukuran gas karbonmonoksida (CO) menggunakan *Heshbon exhaust gas analyzer HG-520* berdasarkan metode pengujian (SNI 19-7118.1-2005) yang dilakukan pada putaran *idle*. Beberapa alat lain digunakan sebagai pendukung diantaranya scantool, arduino uno, dan termocouple max6675. *Setup* pengujian dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. *Setup* Pengujian

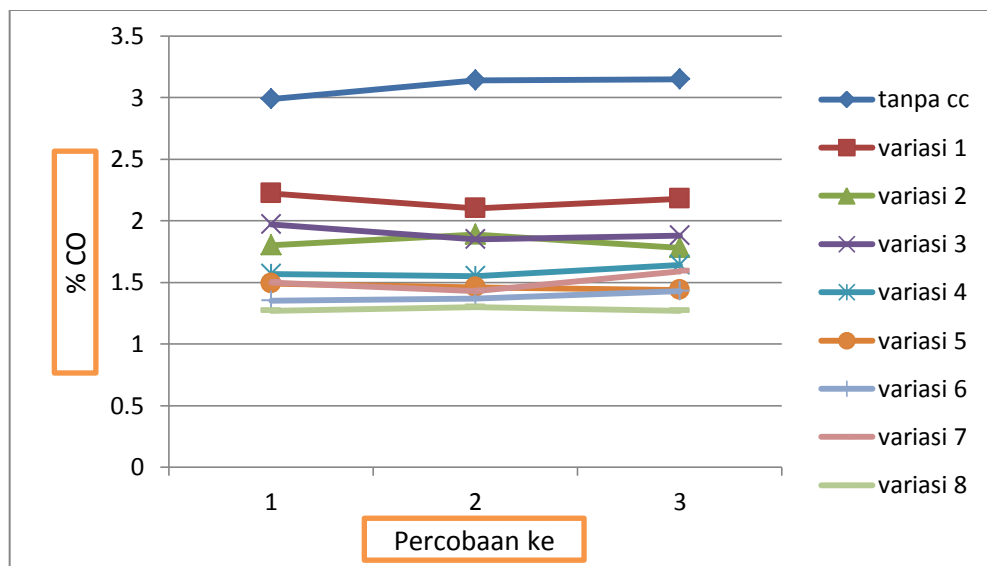
Data hasil pengukuran yang akan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar grafik. Hal ini untuk mempermudah analisis data, pembahasan dan penarikan kesimpulan.

3. Hasil dan Pembahasan

Data pengukuran diambil sebanyak 3 kali pengulangan untuk masing-masing *catalytic converter* dan hasilnya ditampilkan pada tabel 2 dan visualisasi grafik pada gambar 2

Tabel 2. Data pengukuran nilai gas karbonmonoksida (CO)

No	Jarak penempatan	Luas permukaan kontak	Jumlah plat	1 st	2 nd	3 rd	AVG (%)	Ketidakpastian			% Ketidakpastian
									±		
1	40	782,57	5	2.22	2.10	2.18	2.17	±	0.06	2.77	
2	70	782,57	5	1.80	1.89	1.78	1.82	±	0.05	3.02	
3	40	1.122	5	1.97	1.85	1.88	1.90	±	0.06	3.16	
4	70	1.122	5	1.57	1.55	1.64	1.59	±	0.04	2.84	
5	40	782,57	10	1.49	1.46	1.44	1.46	±	0.03	1.71	
6	70	782,57	10	1.35	1.37	1.43	1.38	±	0.04	2.89	
7	40	1.122	10	1.50	1.43	1.59	1.51	±	0.08	5.31	
8	70	1.122,	10	1.27	1.30	1.27	1.28	±	0.02	1.17	
9	tanpa catalytic converter			2.99	3.14	3.15	2.99	±	0.08	2.59	



Gambar 2. Grafik nilai hasil pengukuran gas karbonmonoksida (CO)

Dari tabel 2 dan gambar 2 terlihat bahwa penggunaan *catalytic converter* dapat menurunkan emisi gas karbonmonoksida (CO). Hasil dari percobaan penggunaan *catalytic converter* terhadap emisi gas karbonmonoksida CO, terlihat adanya penurunan yang bervariasi antara 29,77% sampai dengan 58,58%. Penurunan kadar emisi gas buang karbonmonoksida (CO) disebabkan oleh adanya *catalytic converter*.

Tabel 3. Perhitungan *algoritama yates* gas buang karbonmonoksida (CO)

Average Result	(1)	(2)	(3)	Divisor (d)	Estimates	
2.17	3.99	7.48	13.11	8	1.64	Average
1.82	3.49	5.63	-0.96	4	-0.24	JRP
1.9	2.85	-0.66	-0.56	4	-0.14	LPK
1.59	2.79	-0.31	-0.12	4	-0.03	JRPXLPK
1.46	-0.34	-0.5	-1.84	4	-0.46	JP
1.38	-0.31	-0.06	0.35	4	0.09	JRPXJP
1.51	-0.08	0.03	0.44	4	0.11	LPKXJP
1.28	-0.23	-0.15	-0.18	4	-0.04	JRPXLPKXJP

Berdasarkan tabel diatas variabel yang paling berpengaruh adalah jumlah plat dimana ketika jumlah plat diubah dari 5 sel menjadi 10 sel maka terjadi penurunan emisi gas buang karbonmonoksida (CO) sebesar 0,46%. Yang berpengaruh selanjutnya adalah jarak penempatan dimana terjadi penurunan emisi gas karbonmonoksida (CO) sebesar 0.24% ketika jarak penempatan diubah dari 40cm menjadi 70 cm. Hal yang sama diraih luas permukaan kontak, dimana terjadi penurunan emisi gas buang karbonmonoksida (CO) sebesar 0,14% ketika luas permukaan kontak diubah dari 782,57 mm² menjadi 1.122 mm². *Interaction effects* berdasarkan tabel 17 di atas ketika dua variabel digabungkan maka yang paling berpengaruh adalah luas permukaan kontak dan jumlah plat, terjadi penurunan emisi karbonmonoksida (CO) sebesar 0,11%. Yang kedua adalah jarak penempatan dan jumlah plat terjadi penurunan emisi karbonmonoksida (CO) sebesar 0,09% dan yang paling kecil adalah jarak penempatan dan luas permukaan kontak terjadi penurunan emisi karbonmonoksida (CO) sebesar 0,03%.

Tabel 4. Perbandingan nilai karbonmonoksida (CO) dengan dan tanpa CC

Emisi gas buang	CO (%)
Tanpa CC	3.09
Dengan CC	1.64
Ket.	Turun 46,97%

Pada tabel 4 dapat dilihat erbandingan nilai gas karbonmonoksida (CO) pada knalpot tanpa dilengkapi *catalytic converter* dengan yang dilengkapi *catalytic*

converter. Jika dirata-ratakan penurunan nilai karbonmonoksida (CO) mencapai 46,97%.

Tabel 5. Pengaruh Jarak Penempatan

Luas Permukaan Kontak (mm ²)	Jumlah Plat	Pengaruh Perubahan Jarak 40cm – 70cm	CO
782,57	5	Y2-Y1 =	-0.35
1.122	5	Y4-Y3 =	-0.31
782,57	10	Y6-Y5 =	-0.07
1.122	10	Y8-Y7 =	-0.23
Pengaruh Tebal Plat =			-.024

Berdasarkan Tabel 5 di atas ketika dilakukan perubahan jarak penempatan dari 40cm menjadi 70cm pada *catalytic converter* terjadi penurunan emisi karbonmonoksida (CO) sebesar 0,24%.

Tabel 6. Pengaruh luas permukaan kontak

Jarak penempatan (cm)	Jumlah plat	Pengaruh Perubahan Jumlah Plat 8 – 12 Sel	CO
40	5	Y3-Y1 =	-0.27
70	5	Y4-Y2 =	-0.23
40	10	Y7-Y5 =	0.05
70	10	Y8-Y6 =	-0.10
Pengaruh Jumlah Plat =			-0.14

Berdasarkan Tabel 6 di atas ketika jumlah plat diubah dari 8 sel menjadi 12 sel terjadi penurunan daya serap atau reduksi CO sebesar 0,051%.

Tabel 7. Pengaruh Jumlah plat

Jarak penempatan	Luas permukaan kontak (mm ²)	Pengaruh Perubahan jumlah plat 5 – 10	CO
40	782,57	Y5-Y1 =	-0.71
70	1.122	Y6-Y2 =	-0.44
40	782,57	Y7-Y3 =	-0.39
70	1.122	Y8-Y4 =	-0.31
Pengaruh Jarak Antar Lubang =			-0,46

Berdasarkan Tabel 7 di atas ketika jumlah plat diubah dari 5 sel menjadi 10 sel , terjadi penurunan emisi karbonmonoksida (CO) sebesar 0,46%.

Berdasarkan Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7 yang paling berpengaruh untuk penurunan nilai gas karbonmonoksida (CO) adalah jumlah plat. Dilihat dari data di atas, tren yang berpengaruh terhadap penurunan emisi gas buang karbonmonoksida (CO) adalah jumlah plat dan tebal plat.

Tabel 8. Tren *main effects* dan *interaction effects*

Emisi Gas Buang	Tren <i>Main Effects</i>			Tren <i>Main Effects</i> Terbesar	Tren <i>Interaction Effects</i>
	Jarak Penempatan	Luas permukaan kontak	Jumlah plat		
CO	70 cm	1.122mm ²	10	Jumlah Plat	Luas permukaan kontak dan jumlah plat

Dilihat dari tabel diatas, jumlah plat dan luas permukaan kontak mendominasi sebagai yang paling berpengaruh terhadap penurunan emisi gas karbonmonoksida (CO). Hal ini dikarenakan reduksi akan semakin besar jika lebih banyak emisi gas buang karbonmonoksida (CO) yang bersinggungan dengan *catalytic converter*. Semakin merata gas buang mengenai permukaan *catalytic converter* maka semakin besar terjadi reduksi emisi karbonmonoksida (CO). Hasil dari percobaan menunjukkan bahwa *catalytic converter* yang memiliki luas permukaan kontak 1.122mm² lebih baik dari *catalytic converter* dengan luas permukaan kontak 782,57mm². Ini semua terjadi kemungkinan besar dikarenakan pada *catalytic converter* dengan luas permukaan 1.122mm² telah mencapai efek maksimal dari penurunan nilai emisi gas karbonmonoksida (CO). Jumlah plat yang paling berpengaruh adalah 10 sel. Jumlah plat 10 sel menandakan luas permukaan katalis lebih besar dari pada yang jumlah plat 5 sel. Hal ini sudah sesuai dengan teori, dimana luas permukaan menjadi lebih besar ketika jumlah plat lebih banyak.

4. Kesimpulan dan Saran

Catalytic converter berbahan Tembaga (Cu) dapat menurunkan emisi gas karbonmonoksida (CO) Toyota Avanza tahun produksi 2006 antara 29,77% sampai dengan 58,58%. Variabel yang paling berpengaruh terhadap penurunan emisi karbonmonoksida (CO) adalah jumlah plat. Berdasarkan hasil penelitian direkomendasikan menggunakan *catalytic converter* dengan jarak penempatan 70cm, luas permukaan kontak 1.122mm² dan jumlah plat 10.

Disarankan untuk penelitian lanjutan agar bisa dilakukan dengan variabel bebas yang sama dan pada variabel terikat nilai emisi hidrokarbon (HC), dan Nitrogen Oksida (NOx). Serta dengan memperhitungkan tekanan balik pada mesin.

Daftar Pustaka

1. Gakindo. Hasil Sensus BPS: Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia Tembus 133 Juta Unit. 2021 [cited 2021 30 Desember]; Available from: <https://www.gaikindo.or.id/data-bps-jumlah-kendaraan-bermotor-di-indonesia-tembus-133-juta-unit/>
2. Bachrun, R., Polusi Udara Perkotaan Pemantauan dan Pengaturan, 1993, Hasil Penelitian Laboratorium Termodinamika PAU ITB, Bandung
3. Guritno, T. 70 Persen Polusi Udara dari Kendaraan Bermotor, Dinas LH DKI Gelar Uj. 2019 [cited 2019 27 Maret]; Available from: <https://megapolitan.kompas.com/read/2019/03/12/11031291/70-persen-polusi-udara-dari-kendaraan-bermotor-dinas-lh-dki-gelar-uji>
4. Amin, C., P.P.J.I.J.o.A.E.R. Rathod, and Studies, *Catalytic converter based on non-noble material*. 2012. **1**(2): p. 118-120.
5. Mokhtar, A.J.J.G., *Catalytic Converter Jenis Katalis Pipa Tembaga Berlubang Untuk Mengurangi Emisi Kendaraan Bermotor*. 2014. **8**(1).
6. Anapuja Khairul, S.B., Wisrayetti, *Pengaruh berat katalis la/ZnO dan waktu reaksi terhadap pembuatan biodisel dari crude palm oil*. Jom FTEKNIK 2018. **5**.
7. Sanata, A.J.J.R., *Analisis variasi temperatur logam katalis tembaga (CU) pada catalytic converter untuk mereduksi emisi gas karbonmonoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) kendaraan bermotor*. 2012. **5**: p. 1-7.
8. Mara, I., et al., *Analisis emisi gas buang dan daya sepeda motor pada volume silinder diperkecil*. 2018. **8**(1): p. 8-13.
9. Mahirul Mursid, D., *Posisi Penempatan Catalytic converter Antar Exhaust manifold Dan Exhaust Silincer Untuk Mereduksi Gas Buang*. Seminar Nasional Perkembangan Dan Aplikasi Teknologilingkungan Dalam Menghadapi Era Global, 2011. **2**(1): p. II.1 - II.9.
10. ABANI KAHFI, M.J.J.T.M., *Pengaruh Variasi Kandungan Logam Tembaga Berlapis Mangan Sebagai Katalis Pada Knalpot Suzuki Satria FU 150 Terhadap konsentrasi polutan CO dan HC*. 2014. **3**(02).
11. Irawan, R.B. *Rancang Bangun Catalytic converter Material Substrat Tembaga Berlapis Mangan Untuk Mereduksi Emisi Gas Karbon Monoksida Motor Bensin*. in *Prosiding Seminar Nasional & Internasional*. 2012.
12. Irawan, R.B., P. Purwanto, and H.J.P.E.S. Hadiyanto, *Optimum design of manganese-coated copper catalytic converter to reduce carbon monoxide emissions on gasoline motor*. 2015. **23**: p. 86-92.
13. Ulum, B.J.J.T.M., *Unjuk Kemampuan Metallic Catalytic Converter Tembaga Berlapis Mangan Terhadap Reduksi Emisi Co Dan Hc Pada Sepeda Motor 4 Langkah*. 2014. **3**(02).
14. Dowden, D.A.E.A., *Catalytic Hand Book*. 1970 Verlag New York, Inc.
15. Mokhtar, A.J.J.G., *Catalytic Converter Jenis Katalis Plat Tembaga Berbentuk Sarang Lebah Untuk Mengurangi Emisi Kendaraan Bermotor*. 2015. **10**(1).
16. Irawan, R.B.J.T.S., *Unjuk Kemampuan Katalis Tembaga Berlapis Mangan Model 2 Untuk Mengurangi Emisi Gas Carbon Monoksida Motor Bensin*. 2014. **14**(1).
17. Ellyanie, E., *Pengaruh Penggunaan Three-Way Catalytic Converter Terhadap Emisi Gas Buang Pada Kendaraan Toyota Kijang Innova*. 2011.
18. Mokhtar, A., H. Supriyanto, and F. Yulianto. *Catalytic Converter Jenis Katalis Kawat Kuningan Berbentuk Sarang Laba-Laba Untuk Mengurangi Emisi Kendaraan Bermotor*. in *Prosiding SENTRA (Seminar Teknologi dan Rekayasa)*. 2017.

19. Makwana, N.R., C.M. Amin, and S.K.J.I.J.o.A.E.T. Dabhi, *Development and performance analysis of nickel based catalytic converter*. 2013. **4(II)**: p. 10-13.
20. Suyanta, D., *Modul Redoks dan Elektrokimia*. 2013, Universitas Negri yogyakarta (UNY).
21. Sipahutar, R., *Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Catalytic converter Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Yamaha Rx-King Tahun Pembuatan 2006*. 2011.
22. Warju, I.M.M., *Unjuk Kemampuan Metallic Catalytic Converter Tembaga Terhadap Reduksi Emisi Gas Buang Sepeda Motor Yamaha Vega*. Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT), 2013.
23. Irawan, R.B.J.T.S., *Efektifitas Katalis Material Substrat Paduan CuZn (Kuningan) Dalam Mereduksi Emisi Gas Karbon Monoksida Motor Bensin*. 2010. **10(2)**.
24. Subri, M.J.J.L., *Unjuk Kemampuan Catalytic Converter Dengan Material Substrat Kuningan (Panduan CuZn) Untuk Mereduksi Gas Buang Motor Bensin*. 2005. **2(3)**.
25. Setiawan, S. Pengertian Katalis (Katalisator). 2019 [cited 2019 28 Nopember]; Available from: <http://www.gurupendidikan.co.id/pengertian-katalis/>.
26. Cuaca, V.J.J.T.K.U., *Pengaruh Suhu Reaksi Dan Jumlah Katalis Pada Pembuatan Biodiesel Dari Limbah Lemak Sapi Dengan Menggunakan Katalis Heterogen CaO Dari Kulit Telur Ayam*. 2015. **4(1)**: p. 35-41.
27. George E.P. Box, J.S.H., Wiliam G Hunter, *Statistics For Experimenters*. Second Edition ed. 2005, Canada: A john Wiley & Sons, Inc.
28. Wibisono, W.J.J.T.M., *Pengaruh Desain Katalis Tipe Metallic Honeycomb Berbahan Logam Tembaga Berlapis Mangan Terhadap Reduksi Emisi Gas Buang Suzuki Satria FU 150*. 2014. **3(02)**.
29. Suharwanto, *Kaji Eksperimental Pengaruh Tebal Plat, Jumlah Plat Dan Jarak Antar Lubang Catalytic Converter Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Bensin 4 Langkah*. 2020