

**PENGARUH VARIASI JUMLAH LUBANG PADA *CATALYTIC
CONVERTER* TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MOTOR
BAKAR 2 LANGKAH**



S K R I P S I

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata 1 Pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti**

Oleh :

TRI MARDIYANTO

2202220110

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

2026

UNIVERSITAS TRIDINANTI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



SKRIPSI

PENGARUH VARIASI JUMLAH LUBANG PADA *CATALYTIC*
***CONVERTER* TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MOTOR**
BAKAR 2 LANGKAH

Oleh :

TRI MARDIYANTO

2202220110

Mengetahui, Diperiksa dan Disetujui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Pembimbing I

Herivanto Rusmaryadi, ST, PG, Dip., MT.

Herivanto Rusmaryadi, ST, PG., Dip, MT.
Pembimbing II

Ir. Togar PO Sianipar. MT.



Disahkan Oleh :
Dekan FT-Universitas Tridinanti

Dr. Ani Farida, ST. MT

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : Tri Mardiyanto

NIM : 2202220110

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul **“Pengaruh Variasi Jumlah Lubang Pada *Catalytic Converter* Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Bakar 2 Langkah”** adalah benar merupakan karya saya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam skripsi tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan skripsi dan gelar yang saya peroleh dari skripsi tersebut.

Palembang, 28 juli 2026

Membuat pernyataan



Tri Mardiyanto
NIM. 2202220110

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : Tri Mardiyanto

NIM : 2202220110

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : **“Pengaruh Variasi Jumlah Lubang Pada *Catalytic Converter* Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Bakar 2 Langkah”**

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri yang didampingi pembimbing bukan hasil penjiplakan/plagiat dan telah melewati proses *plagiarism checker* yang dilakukan pihak jurusan, apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,
Sekretaris program studi

Palembang, 28 juli 2026
Mahasiswa,



Martin Luther King. ST. MT.

Tri Mardiyanto

1 1

TRI MARDIYANTO (2202220110).docx

 Laporan Karya Ilmiah mahasiswa SDN Telkom University

Document Details

Submission ID**trn:oid:::1:3615434911****Submission Date****Jul 22, 2026, 4:36 PM GMT+7****Download Date****Jul 22, 2026, 4:38 PM GMT+7****File Name****TRI_MARDIYANTO_2202220110_.docx****File Size****5.0 MB****71 Pages****11,000 Words****67,057 Characters**

19% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography

Top Sources

- 17%  Internet sources
 - 6%  Publications
 - 7%  Submitted works (Student Papers)
-

Top Sources

- 17% Internet sources
- 6% Publications
- 7% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	lib.unnes.ac.id	3%
2	Student papers	Universitas Negeri Padang	1%
3	Internet	ppjp.ulm.ac.id	1%
4	Internet	jptk.ppj.unp.ac.id	1%
5	Student papers	Lambung Mangkurat University	<1%
6	Internet	repository.upstegal.ac.id	<1%
7	Publication	Radhian Krisnaputra, Ilham Ayu Putri Pratiwi, Yosephus Ardean Kurnianto Prayi...	<1%
8	Internet	docplayer.info	<1%
9	Internet	www.coursehero.com	<1%
10	Internet	www.univ-tridinanti.ac.id	<1%
11	Student papers	Universitas Islam Riau	<1%

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tri Mardiyanto
NIM : 2202220110
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Tugas Akhir/ Skripsi

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti hak bebas Royalti Noneksklusif (*non eksklusif royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Pengaruh Variasi Jumlah Lubang Pada *Catalytic Converter* Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Bakar 2 Langkah”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini Universitas Tridinanti berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Dibuat di Palembang
Tanggal, 28 Juli 2026
Yang menyatakan,



Tri Mardiyanto

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

"Keberhasilan bukan tentang siapa yang paling cepat, tetapi siapa yang tidak pernah berhenti berusaha dan terus belajar."

PERSEMBAHAN

- Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya, skripsi ini saya persembahkan kepada:
- Kedua orang tua tercinta, yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan, pengorbanan, serta motivasi tanpa henti. Terima kasih atas segala perjuangan yang telah diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan pendidikan ini.
- Dosen pembimbing dan seluruh dosen, yang telah memberikan ilmu, arahan, bimbingan, serta motivasi selama proses penyusunan skripsi ini.
- Sahabat dan teman-teman seperjuangan angkatan 2022 Teknik Mesin, yang selalu memberikan bantuan, semangat, serta kebersamaan selama masa perkuliahan.
- Almamater tercinta, yang telah menjadi tempat saya menimba ilmu, pengalaman, dan membentuk karakter hingga menyelesaikan studi.
- Teruntuk Ardelia Octaviani S.P , seseorang yang selalu menemani saya dalam keadaan suka maupun duka, terimakasih sudah bersedia menemani dan mendukung saya hingga saat ini.
- Terakhir, untuk diri saya sendiri, terima kasih karena telah mampu bertahan, berjuang, dan tidak menyerah hingga skripsi ini dapat diselesaikan. Semoga segala usaha ini menjadi awal dari langkah-langkah terbaik di masa depan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Jumlah Lubang Pada *Catalytic Converter* Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Bakar 2 Langkah”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Universitas Tridinanti. Penelitian ini bertujuan untuk menguji secara eksperimental desain *catalytic converter* dengan memvariasikan jumlah lubang dan bahan material yang efektif digunakan untuk mengetahui pengaruh pada penurunan emisi gas buang. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Ir. H. Edizal, AE, MS. Selaku Rektor Universitas Tridinanti
2. Ibu Dr. Ani Firda ST. MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
3. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, ST. MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti.
4. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, ST. MT. Selaku Dosen Pembimbing I, sekaligus Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti, dan kepada Bapak Ir. Abdul Muin. MT. Sebagai dosen delegasi I, yang telah banyak membantu memberikan arahan serta masukan dalam penyusunan Skripsi ini.

5. Bapak Ir. Togar PO Sianipar, MT. Selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak membantu memberikan saran dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh Staf Dosen yang mengajar di lingkungan Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridianti yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
7. Serta Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi penulisan maupun isi. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Palembang, 16 Juli 2026
Penulis

Tri Mardiyanto
NPM.2202220110

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Landasan Teori.....	8
2.1.1 Pengertian Motor Bakar.....	8
2.1.2 Karakteristik Gas Buang Mesin Dua Langkah (Rx King)	9
2.1.3 Reaksi Pembakaran Pada Motor Bensin.....	10
2.1.4 Kelebihan dan Kekurangan Motor Dua Langkah	17
2.2 Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor	18
2.2.1 Parameter Emisi Gas Buang Mesin Bensin	18
2.2.2 Karbon Monoksida (CO)	19
2.2.3 Hidrokarbon (HC)	21
2.2.4 Karbon Dioksida (CO ₂)	21

2.3 Sistem Pembuangan (Knalpot)	22
2.3.1 Fungsi dan Konstruksi Knalpot.....	22
2.3.2 <i>Back Pressure</i> (Tekanan Balik)	23
2.4 Zat Terkandung Pada Kendaraan Bermotor.....	24
2.4.1 Zat Berbahaya Dalam Gas Buang (CO, CO ₂ , HC).....	24
2.4.2 Dampak Emisi Gas Buang terhadap Kesehatan dan Lingkungan	25
2.5 <i>Catalytic Converter</i> (katalisator).....	25
2.5.1 Pengertian <i>Catalytic Converter</i>	25
2.5.2 Prinsip katalisator	27
2.5.3 Jenis-Jenis katalisator	28
2.5.4 Gypsum.....	28
2.5.5 Arang	29
2.6 Penelitian Terdahulu	30
2.6.1 Pentingnya Pengembangan Lebih Lanjut	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.1 Diagram Alir	35
3.2 Jenis Pendekatan Penelitian.....	36
3.2.1 <i>Experimental research</i> (Penelitian Eksperimen).....	36
3.2.2 Pendekatan (Kuantitatif)	36
3.2.3 Alasan Pemilihan Metode Eksperimen	37
3.3 Objek dan Subjek Penelitian.....	38
3.3.1 Objek Penelitian	38
3.3.2 Subjek Penelitian	38
3.4 Waktu dan Tempat	39
3.5 Alat dan Bahan Penelitian.....	40
3.5.1 Alat	40
3.5.2 Bahan	41
3.6 Prosedur Penelitian.....	42
3.7 Prosedur Pengumpulan Data.....	44

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1 Hasil Penelitian	46
4.1.1 Spesifikasi Objek Penelitian	46
4.1.2 Spesifikasi <i>Catalytic Converter</i>	46
4.2 Penyajian Data Hasil Pengujian	47
4.2.1 Data Emisi Gas Buang <i>Catalytic Converter</i>	47
4.2.2 Pengujian A Tanpa <i>Catalytic Converter</i>	48
4.2.3 Pengujian B Variasi Lubang.....	49
4.2.4 Pengujian C Variasi Lubang.....	49
4.2.5 Pengujian D Variasi Lubang	50
4.2.6 Grafik Hasil Pengujian Penurunan CO, CO ₂ , dan HC.	51
4.3 Pembahasan	53
4.3.1 Data pengujian A tanpa <i>catalytic converter</i>	55
4.3.2 Data pengujian B variasi 85 lubang.....	56
4.3.3 Data pengujian C variasi 97 lubang.....	59
4.3.4 Data pengujian D variasi 128 lubang	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	74

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Hubungan Campuran Bahan Bakar dan Udara Terhadap Emisi Gas Buang	12
Gambar 2.2 <i>Catalytic Converter</i>	26
Gambar 3.1 Diagram Alir	35
Gambar 4.1 Hasil Gas Analyzer Pengujian A.	48
Gambar 4.2 Hasil Gas Analyzer Pengujian B	49
Gambar 4.3 Hasil Gas Analyzer Pengujian C	50
Gambar 4.4 Hasil Gas Analyzer Pengujian D	51
Gambar 4.5 Grafik ambang batas emisi gas buang	51
Gambar 4.6 Grafik penurunan emisi gas buang	52
Gambar 4.7 Pengaruh variasi jumlah lubang	54
Gambar 4.8 Pengaruh Luas Permukaan <i>Catalytic Converter</i> terhadap Emisi Gas Buang	55
Gambar 4.9 Desain <i>Catalytic Converter</i> 85 lubang	56
Gambar 4.10 Desain <i>Catalytic Converter</i> 77 lubang	59
Gambar 4.11 Desain <i>Catalytic Converter</i> 128 lubang	62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor	19
Tabel 2.2 Properties Karbon Monoksida.....	20
Tabel 2.3 Literatur Review	30
Tabel 3.1 Alat yang digunakan pada penelitian.....	40
Tabel 3.2 Bahan Penelitian	41
Tabel 4.1 Ambang batas emisi gas buang Rx king	47
Tabel 4.2 Pengujian tanpa <i>Catalytic Converter</i> (standar)	48
Tabel 4.3 Pengujian <i>Catalytic Converter</i> variasi 85 lubang.....	49
Tabel 4.4 Pengujian <i>Catalytic Converter</i> variasi 97 lubang.....	50
Tabel 4.5 Pengujian <i>Catalytic Converter</i> variasi 128 lubang.....	50
Tabel 4.6 Variasi lubang terhadap luas permukaan.....	54

ABSTRAK

Emisi gas buang pada sepeda motor dua langkah masih menjadi permasalahan lingkungan karena proses pembakarannya cenderung tidak sempurna sehingga menghasilkan kadar karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan karbon dioksida (CO₂) yang relatif tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jumlah lubang pada *catalytic converter* terhadap penurunan emisi gas buang serta menentukan konfigurasi katalis yang paling efektif. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif pada sepeda motor Yamaha RX-King tahun 2003. Dengan variasi jumlah lubang katalis yang digunakan merupakan campuran gypsum 60% dan karbon aktif 40%, sedangkan pengukuran emisi dilakukan menggunakan gas analyzer pada kondisi pengujian yang sama. Parameter yang diamati meliputi kadar CO, HC, dan CO₂. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jumlah lubang pada *catalytic converter* berpengaruh terhadap penurunan emisi gas buang. Semakin banyak jumlah lubang yang digunakan, semakin besar luas permukaan aktif dan semakin efektif proses kontak antara gas buang dengan material katalis sehingga kadar emisi semakin menurun. Konfigurasi terbaik diperoleh pada *catalytic converter* dengan 128 lubang yang menghasilkan penurunan emisi paling optimal, yaitu CO sebesar 2,13%, CO₂ sebesar 1,39%, dan HC sebesar 8.307 ppm pada pengujian 15 menit dibandingkan kondisi tanpa katalis. Dengan demikian, variasi jumlah lubang pada *catalytic converter* berbahan campuran gypsum dan karbon aktif terbukti mampu meningkatkan efektivitas pengendalian emisi gas buang pada motor bakar dua langkah.

Kata Kunci: *catalytic converter*, emisi gas buang, motor dua langkah, karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), karbon dioksida (CO₂), gypsum, karbon aktif.

ABSTRACT

Exhaust emissions from two-stroke motorcycles remain an environmental concern because their combustion process tends to be incomplete, resulting in relatively high levels of carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), and carbon dioxide (CO₂). This study aimed to analyze the effect of varying the number of holes in a catalytic converter on the reduction of exhaust emissions and to determine the most effective catalyst configuration. An experimental method with a quantitative approach was employed using a 2003 Yamaha RX-King motorcycle. The catalytic converters featured varying numbers of holes and were composed of a mixture of 60% gypsum and 40% activated carbon; emissions were measured using a gas analyzer under consistent testing conditions. The parameters observed included CO, HC, and CO₂ levels. The results indicate that varying the number of holes in the catalytic converter influenced the reduction of exhaust emissions. A higher number of holes increased the active surface area and enhanced the contact between exhaust gases and the catalyst material, thereby leading to lower emission levels. The optimal configuration was achieved with a catalytic converter featuring 128 holes, which yielded the best emission reduction results specifically CO at 2.13%, CO₂ at 1.39%, and HC at 8,307 ppm during a 15-minute test compared to the condition without a catalyst. Thus, varying the number of holes in a catalytic converter made from a gypsum and activated carbon mixture proved effective in improving exhaust emission control for two-stroke internal combustion engines.

Keywords: *catalytic converter, exhaust emissions, two-stroke motorcycle, carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), carbon dioxide (CO₂), gypsum, activated carbon.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan transportasi bermotor merupakan fenomena global yang tidak dapat dipisahkan dari pertumbuhan ekonomi, urbanisasi, dan peningkatan kebutuhan mobilitas masyarakat modern. Di negara-negara berkembang, peningkatan jumlah kendaraan bermotor terjadi secara signifikan seiring meningkatnya aktivitas sosial, distribusi barang, dan pergerakan tenaga kerja. Indonesia mengalami kondisi serupa, di mana sepeda motor menjadi modal transportasi paling dominan karena efisiensi biaya, dan kemudahan penggunaan di berbagai kondisi infrastruktur jalan. Data statistik nasional menunjukkan bahwa jumlah sepeda motor telah melampaui 120 juta unit dalam beberapa tahun terakhir dan terus mengalami peningkatan. Dominasi sepeda motor tersebut menjadikan sektor transportasi memiliki peran strategis dalam dinamika perkotaan sekaligus memberikan kontribusi besar terhadap tekanan lingkungan. Kondisi ini menjadikan sektor transportasi sebagai salah satu sumber utama pencemaran udara perkotaan yang perlu mendapat perhatian serius dalam kebijakan lingkungan (Lapisa *et al.*, 2018).

Sepeda motor menjadi kontributor utama emisi kendaraan karena kuantitasnya yang sangat besar serta tingkat penggunaan yang mengintensifkan dalam aktivitas harian masyarakat. Dibandingkan kendaraan roda empat, sepeda motor umumnya masih menggunakan sistem pengendalian emisi yang lebih sederhana dan kurang optimal. Kondisi ini menyebabkan emisi yang dihasilkan

sangat dipengaruhi oleh faktor perawatan, usia kendaraan, serta pola penggunaan yang beragam. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tingkat emisi sepeda motor cenderung lebih fluktuatif dan sulit dikendalikan secara konsisten. (Rahmandhika *et al.*, 2023).

Meskipun Pemerintah Provinsi DKI Jakarta telah menerapkan kebijakan uji emisi kendaraan bermotor sebagai instrumen pengendalian pencemaran udara, Jakarta tetap menjadi salah satu wilayah dengan keberadaan motor bermesin dua langkah (2-tak) yang relatif menonjol, khususnya pada segmen hobi dan koleksi. Jenis motor seperti Yamaha RX King, Kawasaki Ninja 150 RR, dan Suzuki Satria 2 tak masih dijumpai di jalanan, namun tidak sebagai kendaraan dominan transportasi harian, melainkan sebagai kendaraan pribadi yang dipelihara oleh komunitas penggemar dan kolektor. Dengan demikian, secara akademik dapat disimpulkan bahwa posisi Jakarta sebagai “basis” motor 2 tak lebih bersifat kualitatif dan sosiokultural, yaitu sebagai pusat komunitas, perdagangan motor bekas, dan aktivitas hobi, bukan sebagai kota dengan dominasi motor 2-tak dalam sistem transportasi perkotaan (Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2006).

Permasalahan emisi menjadi semakin kompleks pada sepeda motor yang menggunakan mesin bakar dua langkah. Mesin dua langkah memiliki karakteristik pembakaran yang relatif kurang sempurna karena pencampuran bahan bakar dan pelumas dalam satu siklus kerja. Pada proses operasionalnya, sebagian campuran bahan bakar tidak terbakar secara optimal dan langsung terbangun melalui sistem pembuangan. Kondisi ini menyebabkan emisi hidrokarbon dan karbon monoksida yang dihasilkan cenderung lebih tinggi dibandingkan mesin empat langkah. Selain

itu, desain mesin dua langkah juga memungkinkan terjadinya hilangnya campuran bahan bakar selama proses pembakaran. Penelitian Prasetyo dan Fahrurrozi (2023) menegaskan bahwa mesin dua langkah memiliki potensi emisi yang lebih besar apabila tidak dilengkapi dengan sistem pengendalian emisi yang efektif dan sesuai dengan karakteristik operasionalnya.

Salah satu komponen utama dalam sistem pembuangan adalah Katalisator yang berfungsi mempercepat reaksi kimia oksidasi dan reduksi terhadap gas berbahaya. Beberapa jurnal menyebutkan bahwa penggunaan *catalytic converter* mampu menurunkan kadar karbon monoksida, karbon dioksida, dan hidrokarbon secara signifikan jika bekerja pada kondisi optimal. Efektivitas katalisator sangat dipengaruhi oleh luas permukaan aktif, suhu operasi, serta kondisi aliran gas buang yang melaluinya. (Duy *et al.*, 2023).

Desain katalisator tidak hanya mempengaruhi mekanisme reaksi kimia, tetapi juga karakteristik aliran gas buang di dalam knalpot. Parameter seperti kecepatan aliran, tingkat turbulensi, dan waktu tinggal gas di dalam katalisator sangat menentukan keberhasilan proses reduksi emisi. Desain yang kurang tepat dapat menyebabkan aliran gas tidak merata sehingga mengurangi efektivitas kontak antara pembuangan gas dan permukaan katalis. Studi Lapisa dkk. (2018) menunjukkan bahwa perubahan geometri katalis dapat meningkatkan efektivitas penurunan emisi dengan mengoptimalkan pola aliran gas. Salah satu aspek desain yang berpengaruh adalah jumlah dan konfigurasi lubang pada media katalisator. Variasi jumlah lubang yang berpotensi meningkatkan luas kontak antara gas buang

dan permukaan katalis, sehingga proses konversi emisi dapat berlangsung lebih efektif.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa peningkatan luas permukaan katalisator memiliki pengaruh langsung terhadap efisiensi penurunan emisi gas buang kendaraan bermotor. Semakin luas permukaan aktif katalis, semakin besar peluang terjadinya interaksi antara buangan gas dan material katalitik. Beberapa jurnal melaporkan bahwa modifikasi knalpot internal, seperti penambahan struktur berpori atau elemen pengarah aliran, mampu menurunkan kadar karbon monoksida dan hidrokarbon secara signifikan. Rahmandhika dkk. (2023) melaporkan bahwa penggunaan katalis berbentuk *honeycomb* memberikan penurunan emisi yang lebih stabil karena distribusi aliran gas yang lebih merata. Penelitian lain menekankan pentingnya keseimbangan antara efisiensi katalis dan kelancaran aliran gas buang agar tidak menimbulkan tekanan balik berlebih. Namun demikian, hasil penelitian yang ada masih menunjukkan variasi yang cukup besar tergantung pada desain katalisator, kondisi mesin, serta metode dan parameter pengujian yang digunakan.

Keterbatasan utama penelitian sebelumnya terletak pada kurangnya pendekatan kuantitatif yang secara eksplisit menjadikan variasi jumlah lubang katalisator sebagai variabel utama penelitian. Banyak penelitian yang masih mempertimbangkan desain katalisator hanya sebagai komponen pendukung tanpa analisis numerik yang mendalam (Lapisa *et al.*, 2018).

Kesenjangan penelitian juga terlihat pada minimnya studi yang secara khusus menggunakan sepeda motor dua langkah sebagai objek penelitian. Sebagian besar penelitian besar dilakukan pada mesin empat langkah yang memiliki

karakteristik pembakaran dan aliran gas buang yang berbeda. Akibatnya, hasil penelitian tersebut kurang aplikatif jika diterapkan pada mesin dua langkah. Penelitian Nguyen Ho Xuan Duy dkk. (2023) tekanan bahwa karakteristik emisi mesin dua langkah berbeda secara signifikan, terutama akibat proses *scavenging* dan baking yang kurang sempurna. Selain itu, strategi optimasi desain katalisator melalui variasi jumlah lubang masih jarang dikaji secara spesifik. Padahal, variasi jumlah lubang berpotensi mempengaruhi kontak luas, pola aliran gas, dan efektivitas katalis. Kesenjangan inilah yang memperkuat urgensi dilakukannya penelitian lanjutan yang lebih terfokus.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara kuantitatif pengaruh variasi jumlah lubang *catalytic converter* terhadap penurunan emisi gas buang pada sepeda motor dua langkah. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk memperoleh data yang objektif dan dapat diukur mengenai perubahan emisi akibat variasi desain *catalytic converter*. Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian mengenai mekanisme aliran gas buang dan reaksi katalis dalam sistem knalpot mesin dua langkah. Temuan penelitian juga diharapkan dapat menjelaskan hubungan antara desain geometris katalisator dan efektivitas pengendalian emisi. Secara praktis, hasil penelitian dapat menjadi acuan dalam perancangan knalpot yang lebih ramah lingkungan dan sesuai dengan karakteristik mesin dua langkah. Oleh karena itu, penelitian ini relevan bagi pengembangan ilmu pengetahuan, industri otomotif, serta upaya perlindungan lingkungan hidup (Rahmandhika *et al.*, 2023).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi jumlah lubang *catalytic converter* terhadap penurunan emisi gas buang (CO, HC, dan CO₂) pada sepeda motor dua langkah.
2. Bagaimana efektivitas variasi jumlah lubang *catalytic converter* berbahan campuran gypsum dan karbon aktif terhadap penurunan emisi gas buang.
3. Konfigurasi jumlah lubang *catalytic converter* manakah yang paling optimal dalam menurunkan emisi gas buang tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap kinerja aliran gas buang.

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian dibatasi pada sepeda motor dua langkah Rx king dengan kondisi mesin standar tanpa modifikasi internal mesin.
2. Variabel penelitian difokuskan pada variasi jumlah lubang *catalytic converter*, dengan jenis material yang sama.
3. Parameter emisi yang dianalisis hanya meliputi karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC) dan Karbon dioksida (CO₂) pada kondisi putaran mesin tertentu.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis secara kuantitatif pengaruh variasi jumlah lubang *catalytic converter* terhadap penurunan emisi gas buang sepeda motor dua langkah.
2. Menentukan hubungan antara jumlah lubang *catalytic converter* dengan efektivitas konversi emisi gas buang pada sistem knalpot.

3. Mengidentifikasi jumlah lubang *catalytic converter* yang paling efektif dalam menurunkan emisi gas buang secara optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan ilmu pengetahuan terkait mekanisme aliran gas buang dan kinerja *catalytic converter* pada mesin dua langkah.
2. Menjadi referensi teknis bagi pengembangan desain knalpot ramah lingkungan yang berbasis optimasi geometris *catalytic converter*.
3. Mendukung upaya pengendalian pencemaran udara dari sektor transportasi, khususnya sepeda motor, melalui pendekatan rekayasa yang aplikatif dan terukur.

DAFTAR PUSTAKA

- Applied Sciences. (2022). *The effect of back pressure change on exhaust emissions according to the confluence geometry of a dual exhaust system in idling*. Applied Sciences, 12(4), 1855
- Budiyono. (2023). *Pengaruh catalytic converter dari bahan kuningan dengan ketebalan 0,3 mm terhadap emisi gas buang kendaraan pada motor Honda Supra 2015*. Jurnal Teknik Mesin.
- Duy, NHX, Cong, HT, & Trang, NV (2023). *Studi tentang konverter katalitik untuk pengurangan emisi mesin sepeda motor*. Jurnal Ilmu Pendidikan Teknik.
- Firmansyah, M. S., et al. (2023). *Analisis emisi gas buang (CO, CO₂, dan HC) pada sepeda motor*. Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia, 1(2), 145–158.
- Feriansah, A. (2019). *Studi eksperimental reduksi emisi gas buang dengan catalytic converter berbahan kuningan pada engine stand EFI Toyota Avanza*. Surya Teknika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 4(1), 38-32.
- Heck, R. M., Farrauto, R. J., & Gulati, S. T. (2012). *Catalytic air pollution control: commercial technology*. John Wiley & Sons.
- Heywood, J. B. 1988. Internal Combustion Engine Fundamentals. NewYork. Meraw Hill.
- Jalius Jama, dkk. 2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 2 Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Jeon, J., & Kim, T. (2020). *Spatiotemporal flame propagations, combustion and solid particle emissions from lean and stoichiometric gasoline direct injection engine operation*. Energy, 210, 118652.
- Kurniawan, R., Simatupang, W., Rifdarmon, R., & Arif, A. (2023). *Analisis pengaruh oil mixtures bahan bakar minyak terhadap torsi tenaga dan emisi gas buang pada sepeda motor 150 cc dua langkah*. JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia, 1(2), 227–240.
- Karyasa, T. B., & Syamsuri, S. (2024). *The influence of variation model of brass catalytic converter on exhaust emissions and engine performance*. Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 13(2), 49–57.
- Lapisa, R., Sugiarto, T., & Halim, AG (2018). *Efek geometri pada katalis dalam penurunan tingkat emisi gas buang kendaraan*. Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan.

- Li, Z., Qin, J., Pei, Y., Zhong, K., Zhang, Z., & Sun, J. (2023). *The lean-burn limit extending experiment on gasoline engine with dual injection strategy and high power ignition system*. *Energies*, 16(15), 5662.
- Mustapa, M. S. B., Setiawan, A., & Gumono, G. (2023). *The effect of active carbon as an adsorbent on motorcycle exhaust gas emissions and engine performance*. *Asian Journal of Science and Engineering*, 2(1), 13–21.
- Mokhtar, A., H. Supriyanto, dan F. Yulianto. 2017. Catalytic Converter Jenis Katalis Kawat Kuningan Berbentuk Sarang Laba-Laba Untuk Mengurangi Emisi Kendaraan Bermotor. Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA). ISSN: 2527-6042.
- Paradizsa, I. (2023). *Analisis kebijakan pengendalian polusi udara melalui uji emisi kendaraan bermotor*. *Jurnal EnviScience*, 7(2), 203–216.
- Pranata, D. R. 2018. Pengaruh Air Fuel Ratio (AFR) Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar 6 Langkah 3 Kali Pengapian. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Prasetyo, I., & Fahrurrozi, M. (2023). *Penggunaan catalytic converter dari bahan kuningan dengan ketebalan 0,2 mm terhadap emisi gas buang kendaraan pada motor 2 tak* . Akurat: *Jurnal Teknik Mesin dan Sains*.
- Putra, B. A., & Suci, F. C. (2022). *Analysis of the effect of hole geometry on the catalyst on exhaust gas emissions in motorcycle exhaust*. *Jurnal Teknik Mesin*, 22(2), 249–272.
- Pujiono, A., Feriansah, A., & Matantu, N. (2019). *Pengaruh penggunaan catalytic converter dari bahan tembaga terhadap emisi gas buang kendaraan pada motor Yamaha 2 tak F1ZR*. *Surya Teknika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(1), 8-14.
- Rahmandhika, A., Mokhtar, A., Defantyan, E. D., & Lutfi, V. T. (2023). *Pengaruh penambahan catalytic converter berbahan ceramic cordierite honeycomb dan sponge steel terhadap emisi gas buang kendaraan*. *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*.
- Robles-Lorite, L., García-García, FJ, & Sánchez-Ramos, J. (2023). *Kemajuan terkini dalam pengembangan konverter katalitik otomotif* . *Energies*, 16 (18), 6425.
- Tsai, J. H., et al. (2020). *Characteristics of emissions from a portable two-stroke gasoline engine*. *Aerosol and Air Quality Research*, 20, 630–642.
- Warju, W. (2024). *Optimasi konverter katalitik logam untuk mengurangi emisi CO*. *PengalamanOtomotif*.