

SKRIPSI
PENGARUH JUMLAH PELAT CATALITYC
CONVERTER BERBAHAN KUNINGAN (CuZn)
TERHADAP PERFORMANSI MESIN SEPEDA
MOTOR JUPITER MX

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



DEVAN OKTABRI H
03051181419166

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH JUMLAH PELAT CATALITYC CONVERTER BERBAHAN KUNINGAN (CuZn) TERHADAP PERFORMANSI MESIN SEPEDA MOTOR JUPITER MX

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

DEVAN OKTABRI H
03051181419166



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

Indralaya, Juli 2019
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi,

Ellyanie, S.T, M.T
NIP. 19690501 199412 2 001

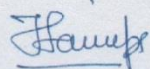
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pengaruh Jumlah Pelat *Catalytic Converter* Berbahan Kuningan Terhadap Performansi Mesin Sepeda, Motor Jupiter MX” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 4 Juli 2019.

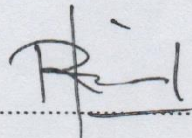
Indralaya, Juli 2019

Tim Pembahas:

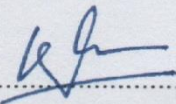
Ketua: Dr. Dewi Puspitasari, S.T, M.T
NIP. 19700115 199412 2 001


(.....)

Anggota: 1. Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc, Ph.D
NIP. 19560604 198602 1 001


(.....)

2. Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA
NIP. 19570118 198503 1 004

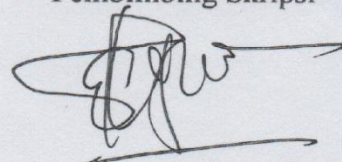

(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

Pembimbing Skripsi



Ellyanie, S.T, M.T
NIP. 19690501 199412 2 001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Devan Oktabri H

NIM : 03051181419166

Judul : Pengaruh Jumlah Pelat *Catalityc Converter* Berbahan Kuningan (CuZn) Terhadap Performansi Mesin Sepeda Motor Jupiter MX.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri dengan didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Juli 2019



Devan Oktabri H

NIM: 03051181419166

KATA PENGANTAR

Assalamua'laikum Warrahmatullahi Wabarakatuh. Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan juga karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik di Universitas Sriwijaya.

Penulis dalam kesehariannya telah mendapat banyak bantuan, kritik dan saran yang cukup untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada :

1. ALLAH SWT, karena rahmat-Nya, anugerah ilmu, kesempatan dan kesehatan dari-Nya, penulis mampu melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak dan Ibu serta adik-adikku yang telah memberikan dukungan materi serta moral, semangat dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Ellyanie, S.T, M.T selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan, dan membantu penulis sehingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Seluruh dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, khususnya dosen KBK Konversi Energi.
7. Para anggota balkon skuad, Ahmad Galih DC, M Ridha Rizki Sihombing, M Chandra A, Hikmah Jevie, Safrialto, M Nursabdin.
8. Kawan seperjuangan satu bimbingan, Imam Sampoerno, Ikhwan Bagus Rasyidin, M Andeni Saputra, yang sudah membantu selama tahap persiapan penelitian dan pengambilan data.

9. Seluruh rekan-rekan Sejurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, terkhusus angkatan 2014.
10. Kepada kekasih tercinta Hade Tri Kusuma yang telah banyak memberikan dukungan dan menemani penulis dalam proses pembuatan skripsi ini.
11. Kepada semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Untuk kesempurnaan skripsi ini, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Wassalamualaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

Indralaya, Juli 2019
Penulis

Devan Oktabri H
03051181419166

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL.....	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Motor Bakar Torak	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Motor Diesel	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 Motor Bensin	Error! Bookmark not defined.
2.2 Catalityc Converter	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Tipe Catalytic Converter	Error! Bookmark not defined.
2.3 Pengaruh Backpressure pada Knalpot.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Performansi Mesin	Error! Bookmark not defined.
2.4.1 Torsi	Error! Bookmark not defined.
2.4.2 Daya	Error! Bookmark not defined.
2.4.3 Pemakaian Bahan Bakar Spesifik	Error! Bookmark not defined.
2.4.4 Efisiensi Thermal	Error! Bookmark not defined.
2.5 Dinamometer Prony brake	Error! Bookmark not defined.
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1 Diagram Alir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2 Desain Catalityc Converter	Error! Bookmark not defined.
3.3 Desain Knalpot Motor.....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Alat dan Bahan yang Digunakan	Error! Bookmark not defined.
3.5 Desain Alat Uji Prony brake	Error! Bookmark not defined.

3.6	Prosedur Pengujian	Error! Bookmark not defined.
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		Error! Bookmark not defined.
4.1	Data Hasil Pengujian	Error! Bookmark not defined.
4.2	Perhitungan Data Pengujian	Error! Bookmark not defined.
4.2.1	Torsi.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2	Daya Poros.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.3	Pemakaian Bahan Bakar Spesifik.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.4	Efisiensi Thermal.....	Error! Bookmark not defined.
4.3	Pembahasan	Error! Bookmark not defined.
4.3.1	Pengaruh Catalytic Converter Terhadap Daya Poros ..	Error! Bookmark not defined.
4.3.2	Pengaruh Catalytic Converter Terhadap Laju Pemakaian Bahan Bakar	Error! Bookmark not defined.
4.3.3	Pengaruh Catalytic Converter Terhadap Brake Spesific Fuel Consumption	Error! Bookmark not defined.
4.3.4	Pengaruh Catalytic Converter Terhadap Efisiensi Thermal	Error! Bookmark not defined.
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		Error! Bookmark not defined.
5.1	Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR RUJUKAN.....		i
LAMPIRAN		i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Kerja Motor 2 Tak (<i>Encyclopedia Britania, inc., 2007</i>).....	7
Gambar 2.2	Diagram P-v Siklus Ideal Motor Bakar 2 Tak (https://dokumen.tips/documents/diagram-p-v.html).....	7
Gambar 2.3	Diagram P-v Siklus Ideal Motor Bakar Empat Tak (Wardono, 2004).....	9
Gambar 2.4	Siklus Kerja Motor 4 Tak (Cengel and Boles, 2006).....	10
Gambar 2.5	<i>Catalytic Converter</i> Oksidasi.....	11
Gambar 2.6	<i>Catalytic Converter</i> Reduksi.....	12
Gambar 2.7	Fenomena <i>backpressure</i> yang rendah (walkerexhaustsystem.com)	13
Gambar 2.8	Fenomena <i>backpressure</i> yang tinggi (walkerexhaustsystem.com)	14
Gambar 2.9	<i>Prony brake</i> (Ganesan, 2012)	19
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3.2	Desain <i>Catalytic Converter</i>	23
Gambar 3.3	Desain 2D Knalpot Standar.....	24
Gambar 3.4	Desain 3D Knalpot Standar.....	24
Gambar 3.5	Desain 2D Knalpot Dengan 5 Pelat <i>Catalityc</i>	25
Gambar 3.6	Desain 2D Knalpot Dengan 8 Pelat <i>Catalityc</i>	25
Gambar 3.7	Desain 3D Knalpot Dengan 8 Pelat <i>Catalityc</i>	25
Gambar 3.8	Pelat Berbahan Kuningan (CuZn).....	26
Gambar 3.9	Jangka Sorong	27
Gambar 3.10	Gerinda Tangan dan Amplas.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.11	Bor dan Mata Bor.....	28
Gambar 3.12	Lem Logam	28
Gambar 3.13	<i>Tachometer</i> Digital	29
Gambar 3.14	Anak Timbangan.....	29
Gambar 3.15	<i>Stopwatch</i> Digital.....	30
Gambar 3.16	Tabung Ukur Bahan Bakar	30
Gambar 3.17	Desain 3D <i>Prony brake</i>	31

Gambar 3.18 Desain <i>Prony brake</i> (Tampak Depan)	31
Gambar 3.19 Desain <i>Prony brake</i> (Tampak Atas)	32
Gambar 4.1 Grafik Nilai Daya Poros Mesin Jupiter MX 2007 pada Knalpot Standar pada Putaran Konstan 2000 rpm	41
Gambar 4.2 Grafik Nilai Daya Poros Mesin Jupiter MX 2007 pada Knalpot dengan 5 Pelat <i>Catalityc</i> pada Putaran Konstan 2000 rpm	42
Gambar 4.3 Grafik Nilai Daya Poros Mesin Jupiter MX 2007 pada Knalpot dengan 8 Pelat <i>Catalityc</i> pada Putaran Konstan 2000 rpm	42
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Laju Pemakain Bahan Bakar Mesin Jupiter MX 2007 pada 3 Knalpot Uji	44
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Nilai <i>Brake Spesific Fuel Consumption</i> Mesin Jupiter MX 2007 pada 3 Knalpot Uji	45
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Efisiensi <i>Thermal</i> Mesin Jupiter MX 2007 pada 3 Knalpot Uji.....	48

DAFTAR TABEL

- Tabel 4.1 Data hasil pengujian pada knalpot standar tanpa catalytic converter**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.2 Data hasil pengujian pada knalpot dengan 5 pelat *catalityc* **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.3 Data hasil pengujian pada knalpot dengan 8 pelat *catalityc* **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Performansi Mesin pada Knalpot Standar..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Performansi Mesin pada Knalpot dengan 5 pelat *Catalityc***Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Performansi Mesin pada Knalpot dengan 8 pelat *Catalityc***Error! Bookmark not defined.**

PENGARUH JUMLAH PELAT CATALITYC CONVERTER BERBAHAN KUNINGAN (CuZn) TERHADAP PERFORMANSI MESIN SEPEDA MOTOR JUPITER MX

Ellyanie*, Devan Oktabri H

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya,
Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia
*e-mail: ellyanie@unsri.ac.id

Abstrak

Salah satu cara untuk mengurangi emisi gas buang pada kendaraan bermotor adalah dengan pemasangan konverter katalitik (catalytic converter) pada knalpot. Penambahan catalytic converter terbukti dapat menurunkan emisi gas buang sekaligus meningkatkan performansi mesin kendaraan. Dalam penelitian ini diuji pengaruh jumlah pelat katalis dengan bahan katalis yaitu kuningan (CuZn), terhadap performansi mesin sepeda motor Yamaha Jupiter MX tahun perakitan 2007. Katalis disusun di bagian knalpot motor, dengan variasi jumlah pelat katalis yaitu 5 pelat dan 8 pelat. Sehingga terdapat tiga jenis knalpot yang diuji pengaruhnya terhadap performansi mesin. Parameter performansi mesin yang akan diperhitungkan, yaitu torsi, daya, pemakaian bahan bakar spesifik, dan efisiensi thermal. Pengujian torsi dan daya menggunakan dinamometer prony brake. Hasil penelitian menunjukkan bahwa knalpot dengan jumlah pelat 8 katalis dapat meningkatkan performansi mesin lebih besar dibandingkan knalpot dengan jumlah pelat 5 katalis. Knalpot dengan jumlah pelat 8 katalis mampu meningkatkan efisiensi mesin rata-rata sebesar 17,65%. Jadi, penambahan jumlah pelat katalis dapat meningkatkan efisiensi mesin.

Kata kunci: Catalytic converter, Prony Brake, Performansi.



Indralaya, Juli 2019
Dosen Pembimbing,



Ellyanie, S.T, M.T
NIP. 19690501 199412 2 001

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia menyebabkan jumlah kendaraan bermotor sebagai salah satu transportasi favorit penduduk Indonesia juga mengalami peningkatan. Meningkatnya kendaraan bermotor yang beroperasi, maka terjadi peningkatan polusi udara yang diakibatkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor. Untuk itulah diperlukan suatu teknologi atau alat yang dapat mengurangi jumlah emisi gas buang tersebut.

Salah satu cara untuk mengurangi jumlah emisi gas buang yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor, adalah dengan pemasangan konverter katalitik (*catalytic converter*) pada knalpot. *Catalytic converter* adalah alat pengendali yang mengubah zat-zat beracun pada gas buangan menjadi polutan yang tidak terlalu beracun. *Catalytic converter* dibuat menggunakan material yang bersifat katalis, tujuannya bisa membantu atau mempercepat proses terjadinya pembentukan suatu unsur emisi gas buang tetapi unsur katalis tidak ikut bereaksi. *Catalytic converter* dalam menurunkan kadar emisi gas buang dipengaruhi oleh bahan katalis dan bentuk katalis.

Selain untuk mengurangi zat berbahaya dari emisi gas buang, penambahan *catalytic converter* pada kendaraan bermotor harus diperhatikan agar performansi mesin yang dihasilkan terjaga. Berdasarkan penelitian (Manunggal and Warju, 2013) diketahui bahwa pemasangan *catalytic converter* berbahan tembaga pada knalpot akan memberikan efek penurunan emisi gas buang, serta menaikkan torsi sebesar 25,96% dan daya sebesar 25,54%. (Sulistiyono and Warju, 2014) melakukan penelitian tentang pengaruh tebal pelat *metallic catalytic converter* berbahan kuningan berlapis nikel dapat menurunkan emisi CO dan HC, serta dapat meningkatkan performansi mesinnya.

Penggunaan *catalytic converter* pada knalpot sepeda motor akan mempengaruhi performansi mesinnya. Kualitas suatu mesin dapat dilihat dari seberapa baik performansinya. Kinerja suatu mesin umumnya ditunjukkan dalam tiga parameter, yaitu torsi yang dihasilkan, daya guna yang dapat dihasilkan, dan jumlah bahan bakar yang dipakai. Pengukuran torsi dan daya sebagai parameter uji pada sepeda motor dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya menggunakan dinamometer *prony brake*. Prinsip kerja *prony brake* adalah dengan melawan torsi yang dihasilkan dengan suatu gaya pengereman.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis berniat melakukan pengujian terhadap pengaruh penggunaan *catalytic converter* berbahan kuningan (CuZn) terhadap performansi mesin sepeda motor. Topik yang akan diangkat yaitu pengaruh jumlah pelat *catalytic converter* terhadap performansi mesin sepeda motor Jupiter MX 2007.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang dipaparkan, dapat diambil dua permasalahan pada penelitian ini.

1. Bagaimana pengaruh jumlah pelat *catalytic converter* terhadap performansi mesin?
2. Bagaimana efisiensi motor Jupiter MX tahun 2007 sebelum dan sesudah dipasang *catalytic converter*?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis membatasi masalah yang akan diteliti, yaitu :

Bahan Katalis yang digunakan untuk pembuatan *catalytic converter* adalah kuningan (CuZn).

Digunakan pertalite (C_8H_{18}) sebagai bahan bakar motor.

Putaran mesin yang digunakan selama pengujian konstan pada 2000 rpm.

Variasi beban *prony* sebanyak 5 pembebanan yang berbeda yaitu 0,1 kg; 0,3 kg; 0,5 kg; 0,7 kg, dan 0,9 kg.

Parameter yang akan diukur adalah torsi (T), daya (P), pemakaian bahan bakar spesifik (bsfc), dan efisiensi thermal (η_t).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Mengukur torsi dan daya pada sepeda motor dengan alat uji *prony brake*, serta menghitung performansi mesinnya.
2. Mengetahui pengaruh jumlah pelat *catalytic converter* berbahan kuningan (CuZn) terhadap performansi mesin sepeda motor Jupiter MX.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan adalah dapat mengetahui pengaruh jumlah pelat *catalytic converter* terhadap performansi sepeda motor. Serta sebagai referensi ilmiah mengenai *catalytic converter*.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dilakukan dengan menggunakan sistematika untuk membuat konsep penulisan yang berurutan, sehingga didapat kerangka secara garis besar. Adapun sistematika penulisan tersebut digambarkan dalam bab-bab yang saling berkaitan satu sama lain.

BAB 1 : PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan tinjauan pustaka mengenai teori dasar yang melandasi pembahasan tugas akhir dan yang akan mendukung dalam melakukan penelitian berdasarkan literatur.

BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan tempat dan waktu penelitian, prosedur penelitian, diagram alir dan hasil yang diharapkan.

BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan data hasil pengujian, analisis, dan pembahasan dari hasil pengujian.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dan saran hasil penelitian

DAFTAR RUJUKAN

- Asnawi, and Setiawan, A., 2017. Pengaruh penggunaan Elpiji Sebagai Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 2, 43–51.
- Cengel, Y.A., and Boles, M.A., 2006. Thermodynamics An Engineering Approach, 5th ed. *McGraw Hill*, New York.
- Ganesan, V., 2012. Internal Combustion Engines, Third. ed. *McGraw Hill*, New Delhi.
- Heisler, H., 1995. Advanced Engine Technology. *Edward Arnold Ltd*, London.
- Heywood, J.B., 1988. Internal Combustion Engine (ICE) Fundamentals, Handbook of Clean Energy Systems. *McGraw Hill Series in Mechanical Engineering*. <https://doi.org/10.1002/9781118991978.hces077>
- Intang, A., 2016. Analisa Performa Mesin Diesel Penggerak Alat Pembuat Pelet Pakan Ikan dengan Menggunakan Dinamometer Prony Brake II, 54–63.
- Keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi Nomor: 0486.K/10/DJM.S/2017 Tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin 90 yang Dipasarkan di dalam Negeri, 2017.
- Manunggal, R., and Warju, 2013. Pengaruh Penggunaan Metallic Catalytic Converter Berbahan Tembaga dan Aplikasi Teknologi SASS Terhadap Performa Sepeda Motor Honda New Mega Pro. *JTM* 01, 110–115.
- Mardiansyah, A., 2015. Analisis Performa mesin Menggunakan Bahan Bakar Premium Terhadap Daya dan Torsi pada Toyota Kijang Innova Engine 1 TR-FE. *Biomass Chem Eng* 49, 22–23.
- Munandar, A., 1994. Motor Bakar Torak. *Pradya Paramita*, Jakarta.
- Murali Krishna, M.V.S., Kishor, K., Murthy, P.V.K., Gupta, A.V.S.S.K.S., and Narasimha Kumar, S., 2012. Comparative studies on Performance evaluation of a two stroke copper coated spark ignition engine with alcohols with catalytic converter. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, 6333–6339. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.07.008>

- Pulkrabek, W.W., 2013. Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine, Prentice Hall. *Prentice Hall*, New Jersey. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Putra, N., Bugis, H., and Ranto, 2007. Pengaruh Jenis bahan Bakar Bensin dan Variasi Rasio Kompresi pada Sepeda Motor Suzuki Shogun FL 125 SP Tahun 2007. *Journal of Experimental Psychology: General* 136, 23–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00393-018-0552-0>
- Ramalingam, S., Rajendran, S., and Ganesan, P., 2018. Performance improvement and exhaust emissions reduction in biodiesel operated diesel engine through the use of operating parameters and catalytic converter: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 81, 3215–3222. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.069>
- Saepudin, and Admono, 2005. Kajian Pencemaran Udara Akibat Emisi Kendaraan Bermotor di DKI Jakarta. *Jurnal Teknol. Indones.*
- Sitepu, A.H., and Setiawan, W., 2011. Analisa Back Pressure Terhadap Prestasi Mesin Diesel Nanchang 2105 A-3 5, 978–979.
- Springer-Verlag, and Inc, N.Y., 1970. Springer-Verlag.
- Sulistiyono, S.D., and Warju, 2014. Unjuk Kemampuan Metallic Catalytic Converter Berbahan Dasar Kuningan Berlapis Nikel Terhadap Performa Mesin, Reduksi Emisi Gas Buang, dan Tingkat Kebisingan Sepeda Motor Yamaha V-IXION Tahun 2011 02, 1–10.
- Wardono, 2004. Modul Pembelajaran Motor Bakar 4 Langkah. *Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung*, Bandar Lampung.
- Warju, Harto, S.P., and Soenarto, 2018. The Performance of Chrome-Coated Copper as Metallic Catalytic Converter to Reduce Exhaust Gas Emissions from Spark-Ignition Engine. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 288. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/288/1/012151>