

Perancangan Filter Zeolit Dan Sabut Stainless pada Knalpot Sepeda Motor untuk Menurunkan Emisi Gas Buang

Royan Hidayat⁽¹⁾, Mustaqim⁽²⁾, Galuh Renggani W.⁽³⁾, M Agus Shidiq⁽⁴⁾, Soebyakto⁽⁵⁾, Rusnoto⁽⁶⁾, Ahmad Farid⁽⁷⁾, Hadi Wibowo⁽⁸⁾, Agus Wibowo⁽⁹⁾

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Pancasakti Tegal
Email : royan@upstegal.ac.id

Abstrak

Salah satu cara untuk mengurangi emisi gas buang adalah dengan menambahkan katalitik konverter atau filter. Pada penelitian ini penulis akan memodifikasi knalpot dengan menambahkan katalitik konverter berupa zeolit dan sabut stainless. Uji coba akan dilakukan pada motor HONDA beat 110 cc menggunakan alat uji emisi yaitu Gas Analyzer. Pada penelitian ini akan digunakan tiga knalpot yang sudah dimodifikasi zeolit dan sabut stainless dengan perbandingan 1:2, 1:1 dan 2:1. Penelitian ini dilakukan pada putaran 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm dan 4000 rpm. Parameter yang diuji adalah CO, NOx dan HC. Dari hasil penelitian diperoleh data penurunan emisi CO paling besar terjadi pada rasio zeolit dan sabut stainless 1:2 yaitu sebesar 67,55 %. Untuk emisi NOx penurunan terbesar terjadi pada rasio 1:1 yaitu sebesar 26,14 %. Dan untuk emisi HC penurunan terbesar terjadi pada rasio 2:1 yaitu sebesar 54,6 %. Dari hasil penelitian juga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran rpm nya maka suhunya juga semakin tinggi. Suhu paling tinggi terjadi pada rasio zeolit dan sabut stainless 1:2 yaitu dengan perbandingan zeolit 100 gram dan 200 gram sabut stainless.

Kata Kunci : emisi, sabut stainless, zeolit

Pendahuluan

Emisi gas buang adalah polutan yang mengotori udara yang dihasilkan dari gas buang kendaraan. Emisi gas buang merupakan suatu polutan yang mengotori udara dan berasal dari pembakaran yang terjadi didalam mesin dengan campuran bensin dan udara untuk tingkat polusi yang paling rendah adalah 1:14,7. Dari pembakaran tersebut tentu saja menghasilkan sisa-sisa pembakaran yang jika tidak dilakukan perlakuan yang tepat dapat mencemari lingkungan. Adapun emisi gas buang ini terjadi karena pembakaran yang tidak sempurna. Menambah katalitik konverter pada saluran knalpot berfungsi untuk menurunkan emisi gas buang yang beracun. Pada penelitian ini katalitik konverter akan diganti dengan filter sabut stainless dan zeolit. Pada penelitian ini penulis akan memodifikasi knalpot dengan menambahkan katalitik konverter berupa sabut stainless dan zeolit untuk menurunkan emisi gas buang. Uji coba akan dilakukan pada motor Honda Beat 110 cc menggunakan alat uji emisi yaitu Gas Analyzer. Kondisi motor Honda Beat 110 cc sebelum dilakukan uji, asap knalpot berbau, suara mesin terdengar lebih keras dan mesin memiliki temperatur yang cepat panas saat dikendarai.

Berdasarkan uraian di atas maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah sabut stainless dan zeolit dapat digunakan untuk menurunkan emisi gas buang dengan baik?
2. Berapa persen penurunan emisi gas buang setelah dipasang filter sabut stainless dan zeolit?
3. Berapa tinggi suhu yang bisa ditahan oleh sabut stainless dan zeolit?

Landasan teori

1. Emisin gas buang

Emisi atau gas buang kendaraan bermotor dihasilkan dari pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor yang berfungsi untuk menghasilkan tenaga gerak. Gas buang pada kendaraan bermotor ini dikeluarkan melalui saluran buang pada kendaraan bermotor atau yang biasa di kenal knalpot. Gas buang ini mengandung berbagai senyawa kimia. Kandungan dari gas buang kendaraan bermotor ini tidak sama untuk setiap kendaraan, tergantung dari kondisi mengemudi, jenis mesin, jenis bahan bakar dan faktor lain yang terlibat.

Gas buang dari knalpot motor terbentuk selama pembakaran bahan bakar fosil untuk menghasilkan tenaga penggerak kendaraan. Senyawa hasil gas buang knalpot yang dinyatakan berbahaya untuk kesehatan maupun dapat menyebabkan pencemaran lingkungan diantaranya adalah oksida sulfur, oksida nitrogen, oksida karbon, hidrokarbon dan logam berat (Dahlan dkk, 2016).

2. Katalitik Konverter

Katalitik konverter ada berbagai macam bahan dan bentuknya, ada yang berbentuk seperti sarang lebah, keramik dan ada juga yang berbentuk *packed bed* yang berbentuk silinder dengan penampangnya berbentuk elips.

Menurut Nasikin, dkk (2004:75) katalitik konverter *packed bed* untuk kendaraan bermesin diesel yang telah dikembangkan dan simulasi yang telah dilakukan maka diperoleh bahwa panjang katalitik konverter yang diperlukan untuk menurunkan kadar jelaga sampai ambang batas yang diperbolehkan sangat dipengaruhi berat jelaga di gas masuk tetapi tidak terlalu dipengaruhi oleh diameter partikel katalis.

3. Sabut Stainless

Sabut stainless atau *Stainless steel* adalah paduan besi dengan minimal 12% kromium. Komposisi ini membentuk *protective layer* (lapisan pelindung anti korosi) yang merupakan hasil oksidasi oksigen terhadap krom yang terjadi secara spontan. Tentunya harus dibedakan mekanisme *protective layer* ini dibandingkan baja yang dilindungi dengan *coating* (misal seng dan cadmium) ataupun cat (Seto,2013).

Sabut stainless atau *Stainless steel* tahan korosi dan suhu yang tinggi, sabut stainless ini akan diletakkan pada knalpot dimaksudkan supaya ketika sabut stainless terkena gas buang yang sangat panas maka sabut stainless akan membara. Sabut stainless yang telah membara pada suhu 350°C akan mampu untuk melakukan proses pembakaran lanjutan yang akan membakar gas CO dan HC yang sesudah pembakaran akan dihasilkan senyawa CO₂ dan H₂O yang tidak berbahaya bagi lingkungan hidup (Seto, 2013).

4. Zeolit

Zeolit merupakan senyawa jaringan alumina silika (Al/Si) berbetuk tetrahedral tiga dimensi dan mempunyai struktur yang relatif teratur dengan rongga terisi oleh logam alkali tanah sebagai muatan penyeimbang sehingga mempunyai sifat adsorpsi yang tinggi

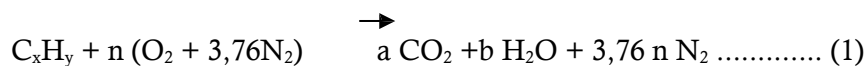
Bentuk kristal zeolit dapat berbentuk kubus, fibrons dan lamela, susunannya persis serta mempunyai banyak rongga dan saluran yang teratur dalam ukuran yang tertentu yang berkesinambungan. Rongga dan saluran ini berisi ion-ion logam dan molekul air yang dapat bergerak bebas sehingga dapat dipakai sebagai penukar ion dan dapat berfungsi sebagai penyerap. Bila kristal tersebut dipanaskan sampai pada temperatur 280-300° C selama beberapa jam, maka molekul-molekul air pada rongga-rongga tersebut akan keluar, sehingga zeolit yang bersangkutan dapat berfungsi sebagai penyerap gas dan cairan.

5. Proses pembakaran

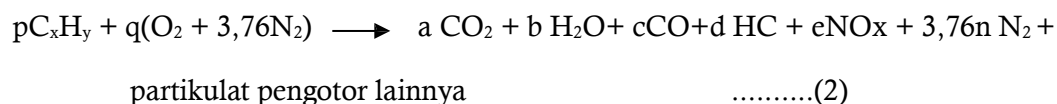
Pembakaran adalah reaksi kimia antara komponen-komponen bahan bakar (karbon dan hidrogen) dengan komponen udara (oksigen) yang berlangsung sangat cepat, yang membutuhkan panas awal untuk menghasilkan panas yang jauh lebih besar sehingga menaikkan suhu dan tekanan gas pembakaran. Elemen utama proses pembakaran adalah

karbon dan oksigen. Selama proses pembakaran, butiran minyak bahan bakar menjadi elemen komponennya, yaitu hidrogen akan bergabung dengan oksigen untuk membentuk air dan karbon bergabung dengan oksigen menjadi karbon dioksida. Kalau tidak cukup tersedia oksigen, maka sebagian dari karbon akan bergabung dengan oksigen menjadi karbon monoksida (Harahap, 2018).

Persamaan reaksi pembakaran sempurna sebagai berikut:



Persamaan reaksi pembakaran tak sempurna sebagai berikut :



Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti akan merancang sebuah knalpot dengan filter sabut stainless dan zeolit untuk mengurangi emisi gas buang pada kendaraan bermotor.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa knalpot yang dimodifikasi dengan filter sabut stainless dan zeolit. Kadar emisi akan di uji dengan menggunakan Gas Analyzer, untuk mengetahui kadar emisi gas buang sepeda motor. Selain itu kita juga menggunakan termokopel untuk menghitung suhu dari knalpot.

Dalam penelitian ini digunakan knalpot yang dimodifikasi dengan filter sabut stainless dan zeolit. Data yang telah didapat dalam pengujian tersebut akan diolah ke dalam tabel dan dijadikan grafik untuk dianalisa. Dalam penelitian ini digunakan knalpot yang dimodifikasi dengan filter sabut stainless dan zeolit. Data yang telah didapat dalam pengujian tersebut akan diolah ke dalam tabel dan dijadikan grafik untuk dianalisa.

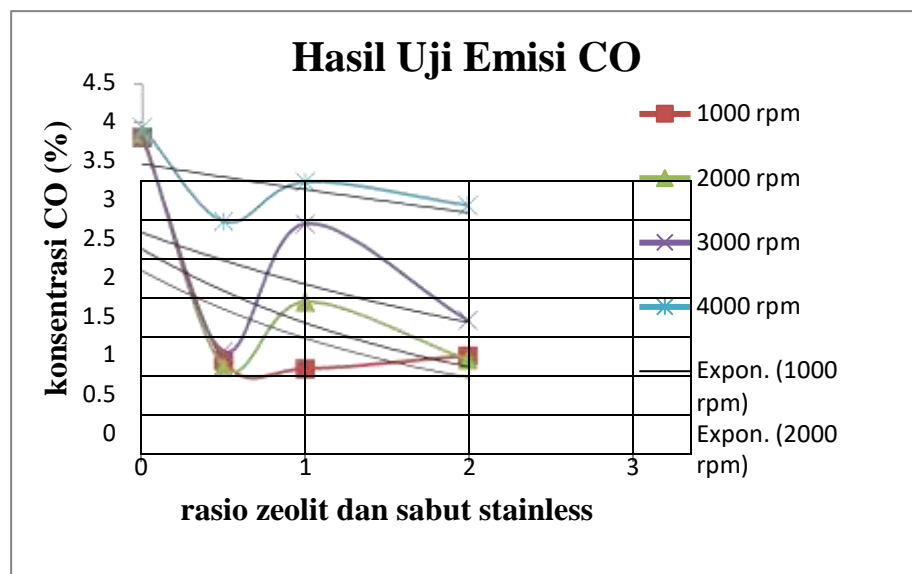
Hasil penelitian dan Pembahasan

Berikut adalah Tabel hasil pengujian emisi gas CO dengan berbagai variasi perbandingan zeolit dan sabut stainless. Yang pertama dilakukan pengujian pada keadaan standar (tanpa zeolit dan stainless) . yang kedua menggunakan zeolit dan sabut stainless dengan perbandingan zeolit dan sabut stainless 1:2 , perbandingan zeolit dan sabut stainless 1:1 , dan dengan perbandingan zeolit dan sabut stainless 2:1.

Tabel 1 Tabel Pengujian Emisi CO dengan berbagai perbandingan zeolit dan sabut stainless

No	Rasio zeolit dan sabut stainless	Konsentrasi CO(%) 1000 rpm	Konsentrasi CO(%) 2000 rpm	Konsentrasi CO(%) 3000 rpm	Konsentrasi CO(%) 4000 rpm
1	Tanpa filter	3,81	3,85	3,82	3,94
2	1:2	0,92	0,84	1,04	2,72
3	1:1	0,81	1,68	2,69	3,23
4	2:1	0,98	0,93	1,44	2,93

Dari Tabel 1 didapat grafik sebagai berikut.



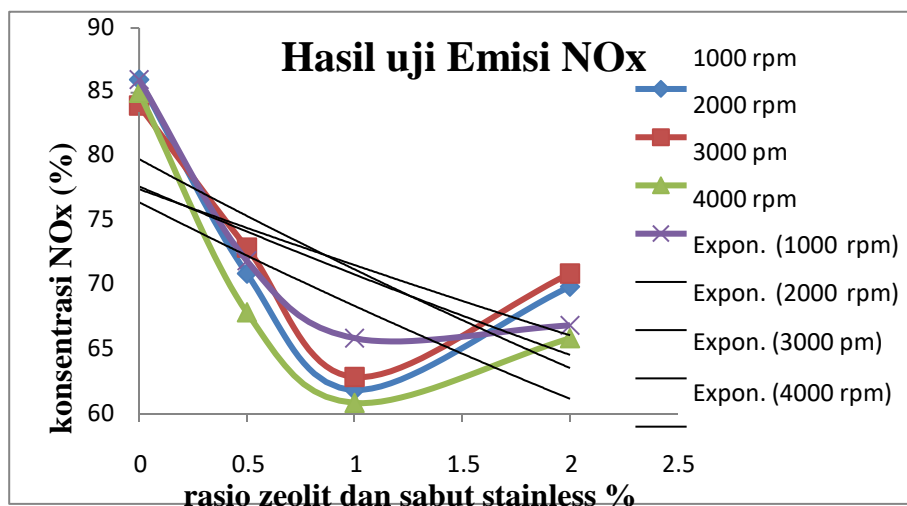
Grafik 1 Grafik Hasil Uji Emisi Gas Buang CO

Dari grafik diatas dapat dilihat adanya penurunan konsentrasi emisi gas buang CO setelah digunakan filter zeolit dan sabut stainless. penurunan paling besar terjadi pada rasio zeolit dan sabut stainless 1:2. Pada pengujian ini dilakukan pada putaran 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm dan 4000 rpm. berdasarkan grafik diatas terlihat semakin besar putaran (rpm) maka konsentrasi emisi CO nya juga semakin besar. Kenaikan emisi gas buang CO ini disebabkan karena kenaikan putaran mesin berakibat naiknya suhu mesin. Menurut Wardhana (2004), saat suhu yang tinggi terjadi reaksi antara karbondioksida (CO₂) dengan karbon C yang menghasilkan gas CO. Pada reaksi pembakaran yang menghasilkan panas dengan suhu tinggi akan membantu terjadinya penguraian (disosiasi) gas CO₂ menjadi gas CO, Dan kadar emisi gas CO pun mengalami kenaikan.

Hasil penelitian berikutnya adalah emisi NOx dengan berbagai kondisi perbandingan zeolit dan sabut stainless.

Tabel 2 Tabel Pengujian Emisi NOx dengan berbagai perbandingan zeolit dan sabut stainless

NO	RASIO ZEOLIT DAN SABUT STAINLESS	KONSENTRASI	KONSENTRASI	KONSENTRASI	KONSENTRASI
		ASI NOX(%) 1000 RPM	ASI NOX(%) 2000 RPM	RASI NOX(%) 3000 RPM	ASI NOX(%) 4000 RPM
1	Tanpa filter	86	84	85	86
2	1:2	71	73	68	72
3	1:1	62	63	61	66
4	2:1	70	71	66	67



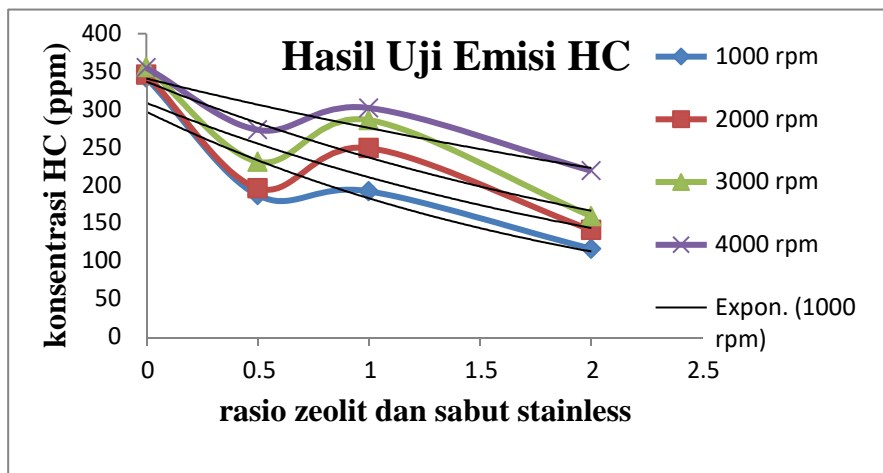
Grafik 2 Grafik Hasil Uji Emisi Gas Buang NOx

Dari grafik diatas dapat dilihat adanya penurunan emisi gas buang NOx dari keadaan standar (tanpa filter) dengan keadaan setelah adanya penambahan zeolit dan sabut stainless sebagai filter. Dalam penelitian ini digunakan perbandingan zeolit dan sabut stainless 1:2 yaitu 100 gram zeolit dan 200 gram sabut stainless. kemudian dengan perbandingan 1:1 yaitu 150 gram zeolit dan 150 gram sabut stainless, dan yang terakhir dengan perbandingan 2:1 yaitu 200 gram zeolit dan 100 gram sabut stainless. Dari semua perbandingan itu menunjukkan adanya penurunan NOx, hal ini berarti penambahan filter zeolit dan sabut stainless dapat menurunkan emisi gas buang NOx.

Hasil penelitian berikutnya adalah emisi HC dengan berbagai kondisi perbandingan zeolit dan sabut stainless.

Tabel 3 Tabel Pengujian Emisi HC dengan berbagai perbandingan zeolit dan sabut stainless

N O	RASIO ZEOLIT DAN SABUT STAINLESS	KONSENTR ASI HC (PPM) 1000 RPM	KONSENTR ASI HC (PPM) 2000 RPM	KONSENTRA SI HC (PPM) 3000 RPM	KONSENTRA SI HC (PPM) 4000 RPM
1	Tanpa filter	342	346	356	355
2	1:2	187	196	231	273
3	1:1	192	249	286	302
4	2:1	116	141	159	219



Grafik 3 Grafik Hasil Uji Emisi Gas Buang HC

Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa emisi gas buang HC mengalami penurunan setelah ditambahkan zeolit dan sabut stainless. Dengan berbagai variasi rasio atau perbandingan antara zeolit dan sabut stainless dengan putaran 1000 rpm, 2000 rpm , 3000 rpm dan 4000 rpm. Dari grafik dapat dilihat semakin besar putaran semakin besar juga emisinya, hal ini terjadi karena adanya penambahan jumlah campuran bahan bakar dan udara baru akibat kenaikan putaran mesin didalam proses untuk meningkatkan daya, sehingga pembakaran sempurna tidak tercapai dan menghasilkan emisi yang lebih besar.

Untuk mengetahui berapa suhu yang dapat ditahan oleh zeolit dan sabut stainless, maka kita lakukan pengujian suhu pada knalpot.

Tabel 4 Tabel pengujian suhu knalpot dengan perbandingan zeolit dan sabut stainless 1:2

NO.	PUTARAN (RPM)	TEMPERATUR °C
1	1000	188
2	2000	198
3	3000	208
4	4000	223

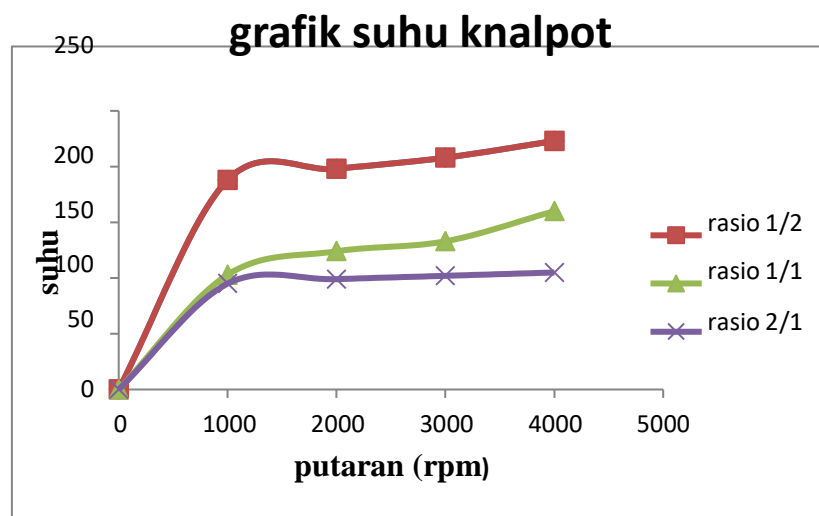
Tabel 5 Tabel pengujian suhu knalpot dengan perbandingan zeolit dan sabut stainless 1:1

NO.	PUTARAN (RPM)	TEMPERATUR °C
1	1000	103
2	2000	124
3	3000	133
4	4000	160

Tabel 6 Tabel pengujian suhu knalpot dengan perbandingan zeolit dan sabut stainless 2:1

NO.	PUTARAN (RPM)	TEMPERATUR °C
1	1000	95
2	2000	99
3	3000	102
4	4000	105

Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan knalpot termodifikasi zeolit dan sabut stainless dengan perbandingan 1:2, 1:1 dan 2:1. Alat yang digunakan adalah termometer krisbow kw06-283. Pengukuran dimulai pada putaran 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm, 4000 rpm dan 5000 rpm. Dari hasil penelitian di peroleh grafik sebagai berikut.



Grafik 4 grafik suhu knalpot

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi putaran rpm nya maka suhunya juga semakin tinggi. Suhu paling tinggi terjadi pada rasio zeolit dan sabut stainless 1:2 yaitu dengan perbandingan zeolit 100 gram dan 200 gram sabut stainless. Dari data ini dilakukan pengujian lanjutan untuk mengetahui berapa suhu yang dapat ditahan oleh zeolit dan sabut stainless. Pada pengujian ini dilakukan sampai putaran 5000 rpm, dan menghasilkan suhu 350°C. Kenaikan suhu yang tinggi ini terjadi karena sabut stainless mulai membara. Sedangkan proses pemanasan untuk zeolit pada temperatur 300-400 °C dapat menghilangkan kandungan air da hidrat pada alkali atau alkali tanah hidrat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa zeolit dan sabut stainless dapat digunakan untuk menurunkan emisi gas buang CO, NO_x dan HC.
2. Dari hasil penelitian diperoleh data penurunan emisi CO paling besar terjadi pada rasio zeolit dan sabut stainless 1:2 yaitu sebesar 67,55 %. Untuk emisi NO_x penurunan terbesar terjadi pada rasio 1:1 yaitu sebesar 26,14 %. Dan untuk emisi HC penurunan terbesar terjadi pada rasio 2:1 yaitu sebesar 54,6 %. Semakin tinggi putaran rpm nya maka semakin besar emisinya.
3. Pada penelitian ini tinggi suhu yang dapat ditahan oleh zeolit dan sabut stainless adalah 350°C, sedangkan untuk zeolit masih bisa bertahan dan masih bisa aktif sebagai katalis. Karena zeolit mampu bertahan diatas suhu 1000°C.

Daftar Pustaka

- Aziz, Abdul.2018.*Pengaruh Filter Udara Berbahan Zeolit dan Fly Ash (Batubara) Teraktivasi Hcl-Fisik Terhadap Prestasi Mesin Sepeda Motor 4 Langkah*.Skripsi.Bandar Lampung:Universitas Lampung.
- Dahlan, M. Hatta. Pratama, Eric Junior dan Odina, Mia.2016.Pengaruh Penggunaan Membran Keramik Berbasis Zeolit dan Gypsum Terhadap Emisi Gas CO, NO_x Kendaraan Bermotor. Universitas Sriwijaya.Palembang. *Jurnal Teknik Kimia*.2(22):10-18.
- Harahap, Rudy Sulaiman.2018.*Perancangan Bed Reactor Zeolit Alam Sebagai Alat Penyerap Emisi Gas Asap pada Motor Bakar Bensin*.Skripsi.Medan:Universitas Medan Area.
- Kementrian Lingkungan Hidup (2006) 'PERMEN LH NO.5 TAHUN 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang', pp.1-6.
- Kholip, Moh. 2022. *Analisa Gas Buang HC dan CO dengan Menggunakan Arang Aktif dan Batu Zeolit pada Kendaraan Bermotor*.Skripsi.Tegal:Univrsitas Pancasakti.
- Naryanto, Rizqi Fitri. 2021. *Teknik Pembakaran*.Malang:Literasi Nusantara.
- Nasir, M dan Hazry Rafianto.2019.Pengaruh Penambahan Sponge Steel pada Saringan Knalpot Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Empat Langkah.Universitas Negeri Padang.Padang.*Journal of Multidisciplinary Reseacrch and Development*:729-737.
- M, Nasikin.Wulan,P.P.D.K dan Vita Andrianty.(2004).Packed Bed untuk Mengoksidasi Jelaga pada Gas Buang Kendaraan Bermesin Diesel.Universitas Indonesia.Depok.*Makara, Teknologi*.8(3):69-76.

- Palinggi, Aris. Rerung, Oktovianus D dan Hattu, Edwin P.D.2013.Kajian Penggunaan Zeolit Alam Kabupaten Kupang untuk Menurunkan Emisi Gas Buang CO dan HC pada Motor Bensin 4 Silinder. Politeknik Negeri Kupang. Kupang. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Sari, Novita.2018. Pengaruh Penggunaan Filter pada Knalpot Sepeda Motor untuk Mengurangi Tingkat Emisi Gas Buang Kedaraan.STTD.Bekasi.
- Sentiyaki dkk.2018. Alat Penyaring Karbon Monoksida pada Knalpot Kendaraan Bermotor dengan Menggunakan Adsorben Alami Ekstrak Daun Trembisi.Universitas Muslim Indonesia. Makassar.*Jornal Of Chmical Process Engineering*.3(1):38-42.
- Seto, Berlian. 2013. *Perancangan Knalpot Berbasis Sponge Steel untuk Menurunkan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor*. Skripsi. Semarang :UNNES.