



PENGARUH PENGGUNAAN ARANG AKTIF TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBAHAN BAKAR BENSIN

Hebdri Sakke Tirra, Ahmad Akmaludin, Made Wirawan*

Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jln. Majapahit No. 62 Mataram Nusa Tenggara Barat Kode Pos: 83125, Telp. (0370) 636087; 636126; ext 128 Fax (0370) 636087.

*Email: aa8155146@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:
Received
Accepted
available online

Keywords:
Water energy
Turbine Savonius
Concentrator
Coefficient Performance
Efficiency system.

ABSTRACT

In recent years the numbers of motor vehicle usage has increased quite significantly. This can have a negative impact on the environment that causes the increased of air pollution. One of the efforts made to reduce air pollution in this research is by adding coconut shell activated charcoal as an adsorbent installed on the exhaust gas channel. This study aims to determine the effect of the use of coconut shell activated charcoal as an adsorbent and to know the effect of oxygen addition adsorbent from activated char in reducing vehicle exhaust emissions.

The method used in this research is to model the absorption unit of exhaust gas emission in the form of adsorbent from coconut shell activated charcoal with three variations of oxygen flow rate about 1 liter/min, 2 liter/minute and 4 liter/minute with 100 mm adsorbent length. The adsorbent unit then mounted on a modified exhaust. Then tested on motor vehicle 4 step gasoline-fueled "Supra X 100 cc" in condition N (neutral) with engine speed 1400 rpm \pm 100 rpm.

From the test results showed that the influence of the use of coconut shell activated as an adsorbent in reducing the concentration of exhaust emissions. This is shown from the CO, CO₂ and HC emissions as a whole decreased the concentration. The biggest decrease presentation occurred of 4 liters/minute of oxygen converter. The decrease was 63.5% CO, 57.36% CO₂ and 65.3% HC.

Keywords: exhaust emissions, adsorbents, coconut shell, activated charcoal

PENDAHULUAN

Kesadaran masyarakat akan pencemaran udara akibat tingginya gas buang kendaraan bermotor dikota-kota besar saat ini makin tinggi. Berbagai sumber bergerak seperti mobil penumpang, truk, bus, lokomotif kereta api, kapal terbang dan kendaraan bermotorpun akan terus menjadi sumber yang dominan dari pencemaran udara diperkotaan. Seperti diketahui bahwa bahan pencemar terdapat di dalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon, berbagai oksida nitrogen (NOx), sulfur (SOx), dan partikulat debu termasuk timbel (Pb). Sisa bahan bakar tertentu seperti hidrokarbon dan timbel organik, dilepaskan ke udara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar. Setelah berada di udara, beberapa senyawa yang terkandung dalam gas buang kendaraan bermotor dapat berubah karena terjadinya suatu reaksi, misalnya dengan sinar matahari dan uap air, atau juga antara senyawa-senyawa tersebut satu sama lain. Beberapa senyawa dapat membahayakan kesehatan antara lain oksida sulfur, oksida nitrogen, oksida karbon, hidrokarbon, dan logam berat tertentu dalam bentuk partikulat. Demikian juga gas karbon monoksida (CO) hasil pembakaran yang bersifat racun bagi darah manusia pada saat pernafasan ini, akibatnya oksigen pada jaringan dalam darah berkurang. Jika jumlah CO sudah mencapai batas tertentu dalam tubuh maka akan sangat berbahaya bagi manusia (Arifin, dkk, 2009).

Salah satu usaha untuk mengurangi polusi udara adalah dengan merancang kendaraan bermotor yang menghasilkan gas buang berkonsentrasi polutan rendah. Agar kandungan emisi gas buang kendaraan yang keluar dari knalpot dapat memenuhi standar baku mutu dan tidak membahayakan bagi lingkungan maupun kesehatan masyarakat,.

Dari berbagai macam upaya meminimalkan polusi udara yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor tersebut, salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk menurunkan kandungan gas yang terdapat dalam emisi gas buang adalah dengan pemasangan alat bantu tambahan yang dipasang pada sistem saluran pembuangan emisi gas buang sebagai unit katalitik konverter. Ada berbagai macam bahan yang dapat digunakan sebagai katalitik konverter antara lain yaitu platinum, palladium, rhodium, besi, cerium, mangan, nikel, tembaga, zeolit alam, arang dan berbagai macam media pengoksidasi maupun pereduksi lainnya (Hakam dan Sungkono, 2016).

DASAR TEORI

Motor bensin

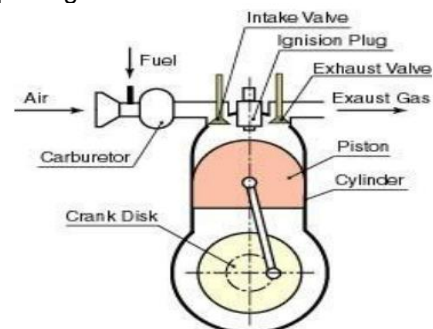
Motor bensin adalah suatu tipe mesin pembakaran dalam yang dapat mengubah energi panas dari bahan bakar menjadi energi mekanik berupa daya poros pada putaran poros engkol. Energi panas diperoleh dari pembakaran bahan bakar dengan udara yang terjadi pada ruang bakar (*Combustion Chamber*) dengan bantuan percikan bunga api yang berasal dari busi untuk menghasilkan gas pembakaran.

Berdasarkan siklus kerjanya motor bensin dibedakan menjadi dua jenis yaitu motor bensin dua langkah dan motor bensin empat langkah. Motor bensin dua langkah adalah motor bensin yang memerlukan dua kali langkah torak, satu kali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu kali daya (usaha). Sedangkan motor bensin empat langkah adalah motor bensin yang memerlukan empat kali langkah torak, dua kali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu kali daya (usaha) (Wiratmaja, 2010).

Prinsip kerja motor bensin

Prinsip kerja motor bensin, secara sederhana dapat dijelaskan sebagai berikut campuran udara dan bensin dari karburator dihisap masuk ke dalam silinder, dimampatkan oleh gerak naik torak, dibakar untuk memperoleh tenaga panas. Bila torak bergerak turun naik di dalam silinder dan menerima tekanan tinggi akibat pembakaran, maka suatu tenaga kerja pada torak memungkinkan torak terdorong ke bawah.

Batang torak dan poros engkol berfungsi untuk merubah gerakan turun naik menjadi gerakan putar, torak akan menggerakkan batang torak dan akan memutar poros engkol dan juga diperlukan untuk membuang gas-gas sisa pembakaran dan penyediaan campuran udara dengan bensin pada saat-saat yang tepat untuk menjaga agar torak dapat bergerak secara periodik dan melakukan kerja tetap. Secara sederhana untuk prinsip kerja motor bensin dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:



Gambar 1 prinsip kerja motor bensin.
Sumber: (Suyatno, 2010)

Bahan bakar bensin

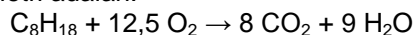
Sebagai bahan bakar utama untuk kendaraan bermotor saat ini, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi bensin sebagai bahan bakar yaitu (Wiratmaja, 2010):

1. Mudah tercampur dengan udara dan terdistribusi merata di dalam *intake manifold*.
2. Tahan terhadap detonasi atau *knocking*.
3. Tidak mudah terbakar sendiri sebelum waktu yang ditentukan (*preignition*).
4. Tidak memiliki kecenderungan menurunkan efisiensi volumetris dari mesin.
5. Mudah ditangani apabila dalam keadaan genting.
6. Murah harganya dan mudah didapat.
7. Menghasilkan pembakaran yang bersih, tanpa menyisakan korosi pada komponen peralatan mesin.
8. Memiliki nilai kalor yang cukup tinggi.
9. Tidak membentuk gum dan varnish yang dapat merusak komponen mesin.

Proses pembakaran

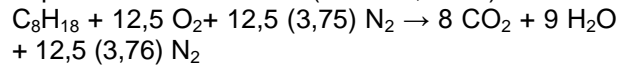
Pembakaran dapat didefinisikan sebagai kombinasi secara kimiawi yang berlangsung secara cepat antara oksigen dan unsur yang mudah terbakar dari bahan bakar pada suhu dan tekanan tertentu. Pembakaran pada motor bensin diawali oleh percikan bunga api listrik dari busi yang terjadi pada saat beberapa derajat poros engkol sebelum torak mencapai titik mati atas, membakar campuran bahan bakar udara yang telah dikompresikan oleh gerakan torak dari titik mati bawah menuju titik mati atas. Secara umum hanya terdapat tiga unsur yang penting di dalam bahan bakar, yaitu Karbon, Hidrogen, dan Sulfur (Belerang). Dalam proses pembakaran, energi kimia diubah menjadi energi dalam bentuk panas dimana pada setiap pembakaran selalu dihasilkan gas sisa hasil dari proses pembakaran yang dinamakan gas buang yang meliputi beberapa komponen-komponen gas buang antara lain CO₂, NO₂, H₂O, SO₂ dan CO (Wiratmaja, 2010).

Persamaan kesetimbangan kimia yang paling sederhana dengan contoh bahan bakar iso-oktan (bensin) kesetimbangan pembakaran stokiometri adalah:



Udara sebagai sumber oksigen untuk mereaksikan bahan bakar tidak 100% merupakan oksigen murni. Dimana dalam udara juga terkandung gas-gas lain seperti nitrogen. Nitrogen adalah unsur kimia netral utama dan tidak bereaksi dalam proses pembakaran. Keberadaan nitrogen dapat mempengaruhi temperatur dan tekanan di dalam ruang bakar. Untuk memudahkan perhitungan dengan tidak menyebabkan penyimpangan yang besar, maka unsur netral

argon di udara diasumsikan terdiri dari nitrogen netral dan udara atmosfer yang digambarkan oleh 21% oksigen dan 79% nitrogen contoh pembakaran stokiometri bensin dengan udara dapat dilihat di bawah ini (Sukisno, 2014):



Emisi gas buang

Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan. Gas buang kendaraan yang dimaksud disini adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan. Terdapat emisi pokok yang dihasilkan kendaraan diantaranya:

1. Hidrokarbon (HC)

Senyawa hidrokarbon (HC), terjadi karena bahan bakar belum terbakar tetapi sudah terbuang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar. Senyawa hidrokarbon (HC) dibedakan menjadi dua yaitu bahan bakar yang tidak terbakar sehingga keluar menjadi gas mentah, serta bahan bakar yang terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang. Senyawa HC akan berdampak terasa pedih dimata, mengakibatkan tenggorokan sakit, penyakit paru-paru dan kanker (Sukisno, 2014).

2. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO), tercipta dari bahan bakar yang terbakar sebagian akibat pembakaran yang tidak sempurna ataupun karena campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya (kurangnya udara). CO yang dikeluarkan dari sisa hasil pembakaran banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin, untuk mengurangi CO perbandingan campuran ini harus dibuat kurus, tetapi cara ini mempunyai efek samping yang lain, yaitu NO_x akan lebih mudah timbul dan tenaga yang dihasilkan mesin akan berkurang. CO sangat berbahaya karena tidak berwarna maupun berbau, mengakibatkan pusing dan mual (Siswantoro dkk, 2012).

3. Karbon Dioksida (CO₂)

Emisi CO₂ merupakan gas hasil sisa pembakaran yang banyak terdapat di udara, gas CO₂ terbentuk akibat terjadi proses pembakaran yang sempurna. Konsentrasi CO₂ menunjukkan secara langsung status proses pembakaran diruang bakar. Gas karbon dioksida (CO₂) merupakan gas buang yang tidak berwarna dan tidak berbau, mudah larut dalam air, Gas CO₂ yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global karena hutan yang mempunyai kemampuan menyerap CO₂ saat ini sudah semakin berkurang, pemanasan global dapat

dilihat dengan terjadinya gelombang panas, naiknya permukaan laut serta mencairnya gunung es dan pemanasan kutub dan hal ini telah terjadi diberbagai tempat. Pada prinsipnya CO₂ berbanding terbalik dengan gas buang karbon monoksida (CO), apabila CO₂ tinggi maka CO akan rendah, karena dalam proses pembakaran yang hampir sempurna CO₂ harus tinggi dan O₂ rendah, akan tetapi CO₂ yang tinggi hasil pembakaran dapat dicegah dengan melakukan penghijauan untuk menyerap CO₂ (Ellyanie, 2011).

Teknologi pengontrolan emisi

Pengontrolan emisi gas buang tergantung dari sifat dan sumber polutannya. Pencegahan disesuaikan dengan memperhatikan pengaruhnya terhadap kesehatan dan peralatan yang digunakan. Tindakan yang dilakukan untuk mengurangi emisi gas buang seperti mengurangi polutan (bahan yang mengeluarkan emisi) dengan peralatan, mengubah emisi gas buang, melarutkan, mendispersi dan mengubah gas buang menjadi tidak berbahaya dengan cara *adsorpsi*, filter dan kondensasi (Irawan, 2005).

Untuk mengurangi terjadinya pemanasan global dapat dilakukan dengan cara menggunakan pendingin ruangan (AC) dirumah dan mobil dengan pilihan AC non CFC serta menggunakan bensin tanpa timbal yang ramah lingkungan. Alternatif lain yang dapat digunakan adalah penggunaan tanaman untuk mengurangi dampak emisi gas buang. Tanaman dapat menyerap berbagai macam gas dan partikel beracun yang mencemari udara. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa tanaman mempunyai kemampuan efektif untuk mengatasi pencemaran udara yang terjadi dikota, misalnya melalui fotosintesis, tanaman dapat mengubah CO₂ yang berasal dari pembakaran fosil (bensin) menjadi O₂ yang diperlukan oleh manusia (Irawan, 2005).

Menurut Irawan (2003) Pengontrolan emisi yang dilakukan untuk mereduksi gas buang yang berbahaya pada kendaraan bermotor sudah banyak dilakukan, terutama dinegara-negara maju. Metode dan teknik yang dilakukan ada beberapa macam, antara lain dengan jalan melakukan pemilihan bahan bakar, pemilihan proses dan perawatan mesin. Untuk mereduksi gas buang kendaraan bermotor tersebut, metode yang biasanya dipakai adalah:

1. Modifikasi mesin.
2. Modifikasi pada saluran gas buang.
3. Modifikasi penggunaan bahan bakar atau sistem bahan bakarnya.

Arang aktif

Arang aktif adalah suatu karbon yang mempunyai kemampuan daya serap yang baik

terhadap anion, kation, dan molekul dalam bentuk senyawa organik dan anorganik, baik berupa larutan maupun gas. Beberapa bahan yang mengandung banyak karbon dan terutama yang memiliki pori dapat digunakan untuk membuat arang aktif. Pembuatan arang aktif dilakukan melalui proses aktivasi arang dengan cara fisika atau kimia di dalam retort.

Arang aktif digunakan antara lain dalam sektor industri (pengolahan air, makanan dan minuman, rokok, bahan kimia, sabun, lulur, sampo, cat, perekat, masker dan alat pendingin otomotif), kesehatan (penyerap racun dalam saluran cerna dan obat-obatan), lingkungan (penyerap logam dalam limbah cair, penyerap residu pestisida dalam air minum dan tanah, penyerap emisi gas beracun dalam udara, meningkatkan total organik karbon tanah, mengurangi biomassa mikroba dan agregasi tanah) dan pertanian (meningkatkan keberhasilan perbanyak tanaman secara kultur jaringan dan kesuburan media tanaman serta mencegah pembusukan akar) (Lempang, 2014).

METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian kali ini terlebih dahulu yang dilakukan adalah melakukan studi literatur dengan tujuan untuk memberikan pengetahuan tentang apa yang akan diteliti, selanjutnya membuat model penyerapan emisi gas buang dengan skala laboratorium secara sederhana dengan menggunakan arang aktif tempurung kelapa sebagai *adsorben* kemudian dilanjutkan dengan pengujian laboratorium terhadap kadar emisi gas buang yang dilewatkan pada unit penyerap.

Dalam pengujian kandungan emisi gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar bensin ada beberapa hal penting yang perlu diperhatikan oleh peneliti terkait dengan variable-variabel penelitian.

1. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang menjadi pusat perhatian utama dari peneliti. Dengan menganalisa variabel terikat diharapkan dapat ditemukan jawaban atau penyelesaian masalah. Adapun variabel terikat dalam penelitian ini yaitu kadar emisi karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), hidrokarbon (HC), dari kendaraan berbahan bakar bensin dengan menggunakan panjang *adsorben* 100 mm.

2. Variabel bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi variabel terikat. Adapun yang menjadi variabel bebas dalam penelitian kali ini yaitu laju aliran oksigen yang dialiri pada unit *adsorben*.

1 liter/menit

2 liter/menit
4 liter/menit

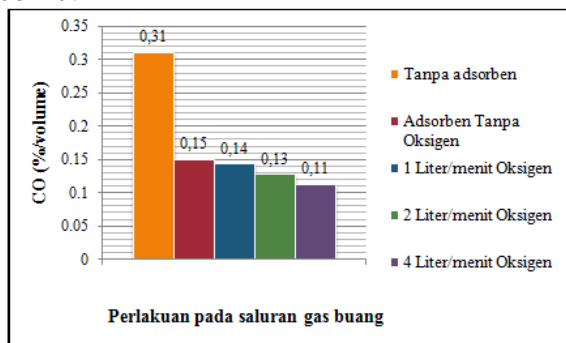
Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data yang diambil langsung oleh peneliti pada saat melakukan penelitian yang merupakan hasil pengukuran dari alat ukur yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Emisi CO (karbon monoksida)

Emisi gas karbon monoksida (CO), adalah gas yang relatif tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan unsur lain. Gas karbon monoksida merupakan gas yang dikeluarkan dari sisa pembakaran yang tidak sempurna (Siswanto dkk, 2012).

Setelah dilakukan pengujian kandungan emisi gas buang dan dari data yang diperoleh kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 2 kandungan CO sebelum dan sesudah penambahan *adsorben* dengan dialiri O₂ (oksigen).]

Dari Gambar 4.1 grafik kandungan emisi CO pada putaran mesin 1400 rpm \pm 100 rpm N (netral) setelah penambahan unit *adsorben* dari arang aktif tempurung kelapa menunjukkan bahwa kandungan emisi CO secara keseluruhan mengalami penurunan konsentrasi.

Pada gambar tersebut terlihat bahwa penurunan emisi CO setelah penambahan arang aktif tempurung kelapa sebagai *adsorben* yaitu 51,6 %. Sedangkan pada aliran 1 liter/menit oksigen mengalami penurunan 53,9 %, kemudian pada aliran 2 liter/menit oksigen mengalami penurunan sekitar 59 % dan untuk aliran 4 liter/menit oksigen mengalami penurunan 63,5 %. Dari data tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan *adsorben* yang dipasang pada saluran gas buang yang dialiri oksigen dapat meningkatkan penurunan konsentrasi emisi CO.

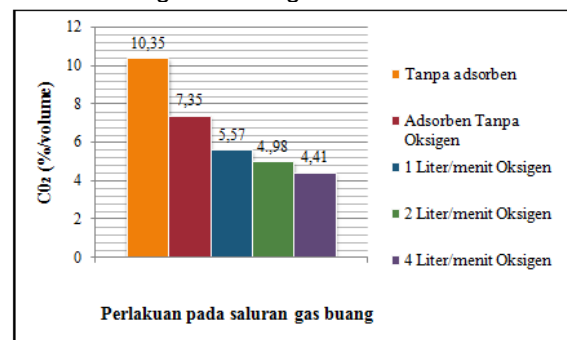
Persentase penurunan emisi CO terbesar berdasarkan data grafik hasil pengujian tersebut terjadi pada unit *adsorben* yang dialiri 4 liter/menit oksigen. Penyebab semakin menurunnya nilai CO seiring dengan penambahan *adsorben* dari arang aktif tempurung kelapa karena arang aktif

tempurung kelapa mampu menyerap kandungan CO dari emisi gas buang tersebut. Selain terjadinya penyerapan, dengan adanya oksigen yang dialirkan pada unit *adsorben* juga dapat membantu mempengaruhi persentase dari kandungan emisi gas buang yang masuk ke dalam unit *adsorben*, dimana semakin besar laju aliran oksigen maka akan semakin mendominasi persentase dari kandungan emisi gas buang yang mengalir pada unit *adsorben*,

Emisi CO₂ (Karbon Dioksida)

Emisi CO₂ merupakan gas hasil sisa pembakaran yang terbentuk akibat dari proses pembakaran yang sempurna. Konsentrasi CO₂ menunjukkan secara langsung status proses pembakaran yang terjadi di ruang bakar (Ellyanie, 2011).

Adapun kandungan emisi CO₂ sebelum maupun setelah penambahan *adsorben* berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dibuat dalam bentuk grafik sebagai berikut



Gambar 3 kandungan CO₂ sebelum dan sesudah penambahan *adsorben* dengan dialiri O₂ (oksigen).

Pada Gambar 3 grafik kandungan emisi CO₂ pada putaran mesin 1400 rpm \pm 100 rpm (netral) setelah penambahan unit *adsorben* arang aktif tempurung kelapa menunjukkan bahwa emisi CO₂ secara keseluruhan mengalami penurunan konsentrasi yaitu dari 10,35 % volume sebelum penambahan dan 7,35 % volume setelah penambahan. Penurunan emisi gas buang yang terjadi pada penelitian tersebut terjadi akibat dari pemakaian *adsorben* yang dipasang pada saluran gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar bensin.

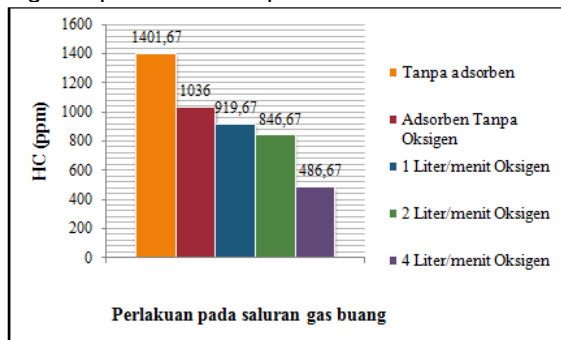
Dari gambar tersebut juga dapat diketahui penurunan persentase emisi CO₂ setelah penambahan *adsorben* dari arang aktif tempurung kelapa 28,99 %. Sedangkan pada laju aliran 1 liter/menit oksigen 46,15%, kemudian untuk 2 liter/menit oksigen 51,9 % dan untuk 4 liter/menit oksigen yaitu 57,36%. Dari data tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan *adsorben* dari arang aktif yang dialirkan oksigen yang dipasang pada knalpot modifikasi mampu menurunkan konsentrasi emisi CO₂.

Penurunan emisi CO₂ terbesar berdasarkan grafik hasil pengujian tersebut terjadi pada unit *adsorben* yang dialiri 4 liter/menit oksigen. Penyebab semakin menurunnya nilai CO₂ seiring dengan penambahan *adsorben* dan aliran oksigen diduga karena arang aktif tempurung kelapa yang digunakan sebagai *adsorben* mampu menyerap kandungan emisi CO₂ yang dihasilkan oleh mesin dan seiring dengan penambahan besar laju aliran oksigen yang dialiri pada unit *adsorben* diduga mampu mempengaruhi persentase dari kandungan emisi CO₂ yang mengalir di dalam unit *adsorben* sehingga persentase kandungan emisi CO₂ yang terbaca pada alat uji akan mengalami penurunan.

Emisi HC (Hidrokarbon)

Emisi hidrokarbon (HC) terbentuk karena bahan bakar belum terbakar tetapi sudah terbuang bersama gas buang akibat dari pembakaran yang kurang sempurna (Siswanto dkk, 2012).

Berikut grafik kandungan hidrokarbon (HC) yang didapatkan dalam penelitian.



Gambar 4 kandungan HC sebelum dan sesudah penambahan *adsorben* dengan dialiri O₂ (oksigen).

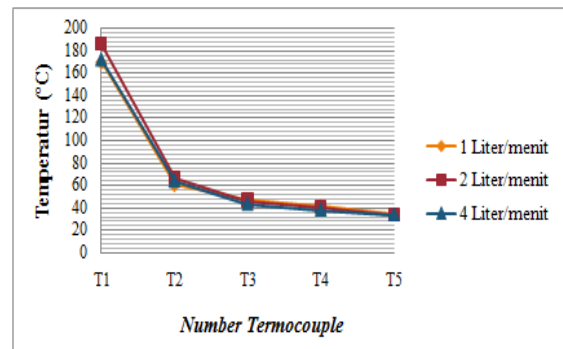
Pada Gambar 4.3 grafik kandungan emisi HC pada putaran mesin 1400 rpm ± 100 rpm N (netral) setelah penambahan unit *adsorben* dari arang aktif tempurung kelapa menunjukkan bahwa emisi HC secara keseluruhan mengalami penurunan konsentrasi. Jika dibandingkan dengan sebelum penambahan arang aktif tempurung kelapa sebagai *adsorben* yang memiliki nilai HC relatif lebih tinggi yaitu 1401,67 ppm sebelum penambahan dan 1036 ppm setelah penambahan. Penurunan emisi gas buang yang terjadi pada penelitian tersebut diakibatkan karena pemakaian *adsorben* yang dipasang pada saluran gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar bensin.

Dari gambar 4.3 tersebut juga dapat kita lihat bahwa penurunan emisi HC setelah penambahan *adsorben* arang aktif tempurung kelapa yaitu 26,1 % dengan panjang *adsorben* 100 mm. Sedangkan pada laju aliran 1 liter/menit oksigen mengalami penurunan 34,4 %, kemudian pada laju aliran 2 liter/menit oksigen mengalami penurunan sekitar 39,6 %. dan untuk laju aliran 4

liter/menit oksigen mengalami penurunan 65,3 %. Dari data tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan *adsorben* yang dialiri oksigen dapat membantu meningkatkan penurunan konsentrasi emisi HC dari gas buang.

Penurunan emisi HC terbesar berdasarkan grafik hasil pengujian terjadi pada unit *adsorben* yang dialiri 4 liter/menit oksigen. Penyebab semakin menurunnya nilai HC dengan seiring penambahan *adsorben* dan laju aliran oksigen disebabkan karena arang aktif tempurung kelapa yang digunakan sebagai *adsorben* mampu menyerap kandungan HC dari emisi gas buang tersebut. Demikian pula dengan penambahan oksigen yang dialirkan pada unit *adsorben* diduga dapat mempengaruhi persentase dari kandungan emisi gas buang tersebut, dimana semakin besar laju aliran oksigen maka akan semakin mendominasi persentase dari kandungan emisi HC yang mengalir pada unit *adsorben* tersebut, sehingga persentase dari emisi HC yang terbaca pada alat uji akan semakin menurun.

Distribusi Temperatur

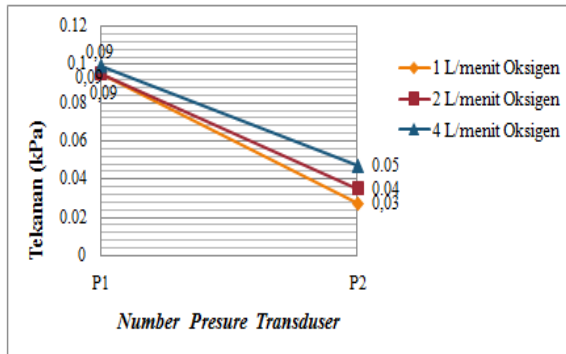


Gambar 5 distribusi rata-rata temperatur setelah penambahan *adsorben* yang dialiri 1 liter/menit, 2 liter/menit dan 4 liter/menit O₂ (oksigen).

Dari Gambar 4.9 grafik perbandingan distribusi temperatur rata-rata dengan penambahan *adsorben* yang dialiri 1 liter/menit, 2 liter/menit dan 4 liter/menit oksigen pada putaran mesin 1400 rpm ± 100 rpm, dapat dilihat pada T3 dan T4 bahwa untuk setiap penambahan aliran oksigen memiliki distribusi temperatur rata-rata yang relatif semakin menurun. Penurunan ini disebabkan karena selain terjadi penyerapan emisi gas buang, adanya oksigen yang dialirkan akan mempengaruhi temperatur dari emisi gas buang dan juga *adsorben* yang digunakan, karena itu temperatur pada T3 dan T4 yang terpasang pada bagian unit *adsorben* mengalami penurunan. Jika temperatur *adsorben* terus mengalami penurunan juga akan berpengaruh terhadap kemampuan serapnya, karena kemungkinan akan terjadi proses pengembunan arang yang mengakibatkan

kandungan emisi tidak bisa terserap secara maksimal dan keluar menjadi lebih banyak.

Distribusi Tekanan

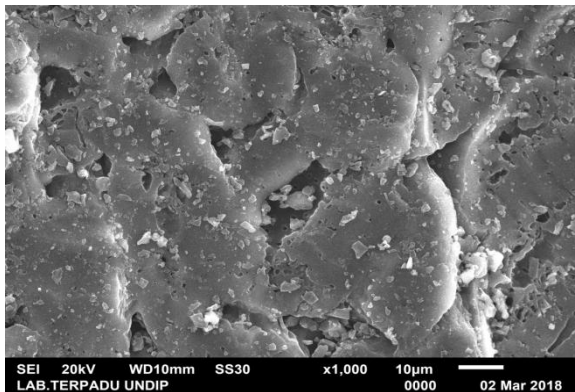


Gambar 6 distribusi rata-rata tekanan setelah penambahan *adsorben* yang dialiri 1 liter/menit, 2 liter/menit dan 4 liter/menit O₂ (oksigen).

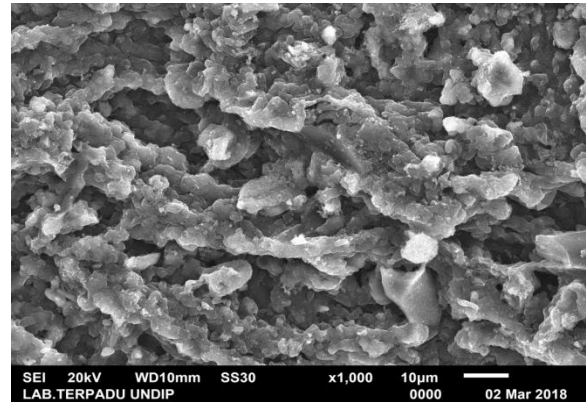
Pada Gambar 4.15 grafik perbandingan distribusi tekanan rata-rata dengan penambahan *adsorben* yang dialiri 1 liter/menit oksigen, 2 liter/menit oksigen dan 4 liter/menit oksigen pada putaran mesin 1400 rpm ± 100 rpm, dapat dilihat bahwa pada tekanan masuk (P1) mengalami peningkatan tekanan seiring dengan semakin besarnya aliran oksigen. Begitupun pada tekanan keluar (P2) juga mengalami peningkatan ini disebabkan karena adanya pengaruh besar laju aliran oksigen yang mengakibatkan tekanan terhadap P1 dan P2 yang relatif semakin naik.

Jika dihubungkan dengan hasil uji emisi pada setiap penambahan *adsorben* didapatkan bahwa dengan semakin besar laju aliran oksigen maka akan semakin berpengaruh terhadap persentase kandungan emisi CO, CO₂ dan HC yang relatif semakin turun.

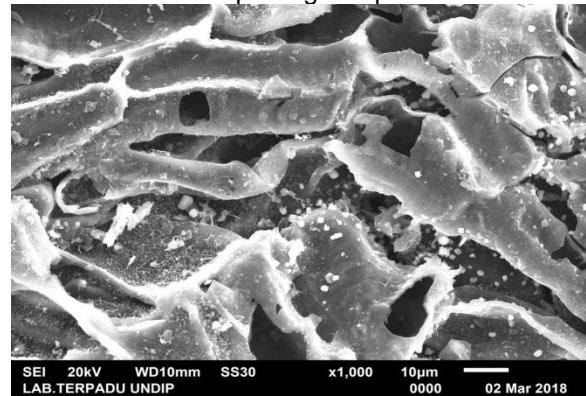
Hasil uji SEM dan EDX



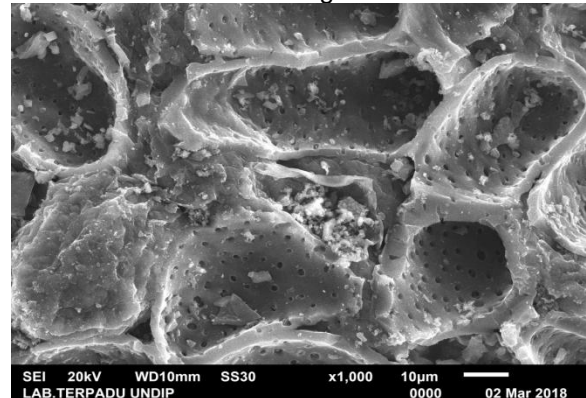
Gambar 7 morfologi permukaan sampel arang biasa tempurung kelapa



Gambar 8 morfologi permukaan sampel arang aktif tempurung kelapa



Gambar 9 morfologi permukaan sampel arang aktif tempurung kelapa setelah dilewati emisi gas buang



Gambar 10 morfologi permukaan sampel arang aktif tempurung kelapa setelah dilewati emisi gas buang dengan dialiri oksigen

Dari Gambar 7 morfologi permukaan arang biasa tempurung kelapa terlihat memiliki bagian permukaan lebih halus, rata dan tertutup ini membuktikan bahwa arang biasa memiliki pori lebih sedikit dan tertutup yang nantinya akan berpengaruh terhadap kemampuan serapnya. Kemudian pada gambar 8 morfologi permukaan arang aktif tempurung kelapa dapat dilihat permukaannya tidak begitu rata dan lebih terbuka. Hal ini membuktikan bahwa arang aktif tempurung

kelapa akan memiliki kemampuan serap lebih baik dibandingkan arang biasa tempurung kelapa.

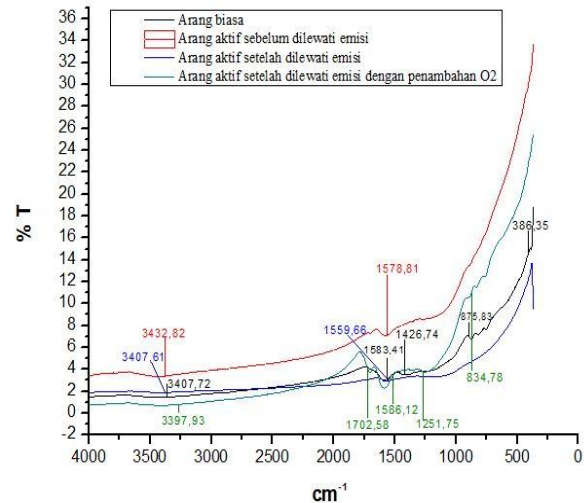
Pada gambar 9 morfologi permukaan arang aktif tempurung kelapa setelah dilewatkan emisi gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar bensin terdapat kumpulan partikel yang tidak beraturan berbentuk persegi, rongga dan sebagainya namun memiliki permukaan pori yang sangat sedikit. Hal ini diidentifikasi karena setelah dilewatkan emisi gas buang terjadi proses penyerapan emisi gas buang sehingga merubah bentuk partikel dengan pori-pori yang lebih sedikit. Ini juga sesuai dengan hasil pengujian kandungan emisi gas buang setelah melewati arang aktif tempurung kelapa yang memiliki kandungan relatif semakin turun, kemungkinan ini dikarenakan adanya penyerapan yang terjadi pada *adsorben* arang aktif tempurung kelapa tersebut.

Untuk gambar 10, morfologi permukaan arang aktif tempurung kelapa setelah dilewati emisi dengan dialiri oksigen memiliki permukaan lebih bersih dan memiliki permukaan pori lebih banyak, partikel-partikel yang tidak beraturan yang ada pada arang aktif tempurung kelapa yang sudah dilewati emisi tanpa dialiri oksigen terlihat lebih sedikit, kemungkinan ini disebabkan karena laju aliran oksigen yang semakin tinggi yang mampu mendorong kandungan emisi gas buang yang terperangkap di dalam *adsorben* keluar menuju udara luar sehingga rongga dari arang aktif yang sebelumnya terlihat kotor, setelah dilewati emisi gas buang menjadi terlihat lebih bersih dan terbuka.

Hasil uji FTIR

Spektroskopi inframerah dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat dalam suatu senyawa. Analisis FTIR dilakukan pada panjang gelombang 4000 sampai dengan 400 cm^{-1} .

Berikut adalah hasil uji FTIR dari arang biasa tempurung kelapa, arang aktif tempurung kelapa, arang aktif tempurung kelapa setelah dilewati emisi gas buang dan arang aktif tempurung kelapa setelah dilewati emisi gas buang dengan dialiri oksigen.



Gambar 11 spectrum FTIR dari masing-masing sampel arang tempurung kelapa.

Dari Gambar 11 spectrum FTIR untuk masing-masing sampel arang tempurung kelapa dapat dilihat terdapat perbedaan bilangan gelombang hasil uji FTIR yang akan menjelaskan jenis ikatan gugus dari masing-masing sampel arang tempurung kelapa.

Untuk arang biasa tempurung kelapa terdapat bilangan gelombang pada panjang gelombang $3407,72\text{ cm}^{-1}$, $1583,41\text{ cm}^{-1}$, $1426,74\text{ cm}^{-1}$, $875,83\text{ cm}^{-1}$ dan $386,35\text{ cm}^{-1}$. Pada bilangan gelombang $3407,72\text{ cm}^{-1}$ ini terdapat ikatan gugus N-H amina, sedangkan untuk bilangan gelombang $1583,41\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan gugus C=C aromatik, kemudian untuk bilangan gelombang $1426,74\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan gugus C-H alkana intensitas sedang, selain itu juga terdapat ikatan gugus C-H alkana intensitas kuat yang ditunjukkan pada bilangan gelombang $875,83\text{ cm}^{-1}$ dan untuk bilangan gelombang $386,35\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan gugus O-H alkohol, fenol (monomer).

Pada sampel arang aktif tempurung kelapa hanya terdapat dua bilangan gelombang saja yaitu pada panjang gelombang $3432,82\text{ cm}^{-1}$ dan $1578,81\text{ cm}^{-1}$. Dimana pada bilangan gelombang ini menunjukkan ikatan gugus N-H amina pada panjang bilangan gelombang $3432,82\text{ cm}^{-1}$ dan ikatan gugus C=C aromatik pada bilangan gelombang $1578,81\text{ cm}^{-1}$.

Ikatan gugus dan bilangan gelombang dari arang aktif tempurung kelapa dan arang aktif tempurung kelapa setelah dilewati emisi gas buang terlihat hampir sama. Dimana bilangan gelombang arang aktif tempurung kelapa setelah dilewati emisi gas buang adalah $3407,61\text{ cm}^{-1}$ dan $1559,66\text{ cm}^{-1}$. Pada bilangan gelombang $3407,61\text{ cm}^{-1}$ ini terdapat gugus N-H amina dan ikatan gugus C=C aromatik pada bilangan gelombang $1559,66\text{ cm}^{-1}$.

Untuk hasil uji FT-IR arang aktif tempurung kelapa setelah dilewati emisi gas buang dengan dialiri oksigen terdapat bilangan gelombang $3397,93\text{ cm}^{-1}$, $1702,58\text{ cm}^{-1}$, $1586,12\text{ cm}^{-1}$, $1251,75\text{ cm}^{-1}$ dan bilangan gelombang $834,78\text{ cm}^{-1}$. Dimana pada bilangan gelombang $3397,93\text{ cm}^{-1}$ ini terdapat ikatan gugus N-H amina dan ikatan gugus C=O aldehida, keton, asam karboksilat, ester pada bilangan gelombang $1702,58\text{ cm}^{-1}$; sedangkan pada bilangan gelombang $1586,12\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan gugus C=C aromatik, kemudian pada bilangan gelombang $1251,75\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan gugus C-O alkohol, eter, asam karboksilat, ester dan ikatan gugus C-H alkena pada bilangan gelombang $834,78\text{ cm}^{-1}$.

Persentase *transmittance* (%T) dari masing-masing sampel arang tempurung kelapa seperti terlihat pada gambar di atas menunjukkan bahwa semakin rendah nilai persentase *transmittance* maka semakin banyak penyebaran sinar yang melalui sampel dari masing-masing arang tempurung kelapa tersebut.

Dari semua hasil analisa gugus fungsi sampel arang tempurung kelapa di atas, terlihat bahwa adanya gugus fungsi dari masing-masing sampel arang tempurung kelapa yang bersifat polar (mampu digunakan sebagai penyerap gas) dimana dengan adanya gugus fungsi yang bersifat polar ini, seperti gugus fungsi C-H, N-H, C-O dan gugus fungsi lainnya akan mampu menyerap kandungan emisi gas buang yang dihasilkan oleh mesin. Sehingga kandungan dari emisi gas buang seperti CO, CO₂ dan HC yang keluar setelah melewati *adsorben* akan mengalami penurunan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan dari data hasil pengamatan serta pembahasan maka dapat disimpulkan beberapa hal:

1. Pemanfaatan *adsorben* dari arang aktif tempurung kelapa dapat menurunkan emisi gas buang CO, CO₂ dan HC.
2. Semakin besar laju aliran oksigen pada unit *adsorben* maka semakin kecil persentase kandungan emisi CO, CO₂ dan HC yang mengalir di dalam unit *adsorben*.
3. Presentasi penurunan terbesar terjadi pada *adsorben* yang dialiri 4 liter/menit oksigen dengan panjang *adsorben* 100 mm dan putaran mesin 1400 rpm \pm 100 rpm pada kondisi netral. Dengan persentase penurunan masing-masing 63,5% CO, 57,36% CO₂ dan 65,3% HC.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan

karuniannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir. Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dan dukungan ilmiah maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya khususnya kepada bapak dosen pembimbing, orang tua dan teman teman yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

C	=Karbon
CO	=Karbon Monoksida
CO ₂	=Karbon Dioksida
EDX	=Electron Dispersion X Ray
FTIR	=Fourier Transform Infra Ray
HC	=Hidrokarbon
H ₂ O	=Uap Air
N ₂	=Nitrogen
NO _x	=Nitrogen Oksida
P1-P2	=Tekanan
Pb	=Timbal
Ppm	=Part per Million
SEM	=Scanning Electron Microscopy
T1-T5	=Temperatur
ZnCl ₂	=Zinkklorida

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, N., Rajesh, V., Sharma, K, A., dan Dalai. (2015). *Green diesel synthesis by hydrodeoxygenation of bio-based feedstocks: Strategies for catalyst design and development*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 240–255.
- Ellyanie. (2011). *Pengaruh Penggunaan Three-Way Catalytic Converter Terhadap Emisi Gas Buang Pada Kendaraan Toyota Kijang Innova*. Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3, 437-445.
- Hakam, M., dan Sungkono, D. (2006). *Analisa Pengaruh Penggunaan Logam Tembaga Sebagai Katalis Pada Saluran Gas Buang Mesin Bensin Empat Langkah Terhadap Konsentrasi Polutan CO dan HC*. Akta Kimindo (akta kimia indonesia) Vol. 2 No. 1, 25 – 30.
- Heywood, J. B. (1988). *Internal Combustion Engine Fundamentals*. United States: McGraw-Hill.
- Husselbee, W. L. (1985). *Automotive Cooling Exhaust, Fuel and Lubricating Systems*. A Prentice Hall Company, Reston, Virginia.
- Irawan, R. B. (2003). *Untuk Kerja Catalytic Converter Tembaga (Cu) Pada Saluran Gas Buang Kendaraan Bermotor Untuk Mereduksi Emtsi Gas Carbon Monoksida*. Semarang: Program Magister Ilmu

- Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Irawan, R. B., dan Subri, M. (2005). *Unjuk Kemampuan Catalytic Converter Dengan Katalis Kuningan Untuk Mereduksi Gas Hidro Carbon Motor Bensin*. Traksi.
- Irawan, S. C, (2005). *Dampak Emisi Gas Buang Terhadap Kesehatan Dan Lingkungan*. 38-42.
- Kusminingrum, N., dan Gunawan, G. (2008). *Polusi Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor Di Jalan Perkotaan Pulau Jawa Dan Bali*.
- Lempang, M. (2014). *Pembuatan dan kegunaan Arang Aktif*. Balai Penelitian Kehutanan Makassar Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 16 Makassar, Sulawesi Selatan, 90243.
- Maymuchar, dan Rulianto, D. (2011). *Efisiensi Katalitik Konverter dalam Mengurangi Emisi Karbon Monoksida dan Hidrokarbon pada Bahan Bakar Bensin 88*. LEMBARAN PUBLIKASI MINYAK dan GAS BUMI, 153 - 158.
- Mokhtar, A. (2012). *Catalytic Converter Jenis Katalis Pip A Tembaga Berlubang Untuk Mengurangi Emisi Kendaraan Bermotor*. JURNAL GAMMA, 125 - 131.
- Rahman, S. (2016). *Pengaruh penggunaan Limbah Karbit Sebagai Adsorben Pada Katalitik Konverter Untuk Menurunkan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Bensin*. Universitas Mataram.
- Schafer, F. (1995). *Reduced Emission and Fuel Consumption in Automobile Engine*, Springer Verlag, New Yourk, and SAE International.
- Sukisno, A. Y. (2014). *Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Melalui Pipa Bersirip Radial Pada Upper Tank Radiator Dan Penambahan Etanol Dalam Bensin Terhadap Emisi Gas Buang CO dan HC Pada Toyota Kijang (Implikasi Pada Mata Kuliah Perpindahan Panas)*. Surakarta: Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret.
- Suyatno, A. (2010). *Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Dengan Radiator sebagai Upaya Meningkatkan Kinerja Mesin Bensin*. PROTON, 23 -27.
- Syahrani, A. (2006). *Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi*. SMARTek, 260 - 266.
- Wiratmaja, I. G. (2010). *Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin cakraM, 16-25.
- Wahyudi, D., Sahbana, M. A., dan Putra, T. D. (2012). *Analisis Penggunaan Zat Aditif pada Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mesin Sepeda Motor Yamaha*. PROTON, 10-15.