

TUGAS AKHIR

PERAN PENAMBAHAN OKSIGEN PADA REAKTOR PLASMA DALAM MEREDUKSI EMISI GAS BUANG PADA MOTOR BENSIN



Ditulis oleh:

Septiyan Noor Abadi (15.0503.0054)

Pradhita Pristian (15.0503.0001)

**D3 MESIN OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
2018**

TUGAS AKHIR

PERAN PENAMBAHAN OKSIGEN PADA REAKTOR PLASMA DALAM MEREDUKSI EMISI GAS BUANG PADA MOTOR BENSIN

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)
Program Studi Teknik Otomotif Jenjang Diploma 3 (D-3) Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Magelang**



Diusulkan oleh:

Septiyan Noor Abadi (15.0503.0054)

Pradhita Pristian (15.0503.0001)

**D3 MESIN OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
2018**

HALAMAN PENEGASAN

Tugas Akhir/skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar,

1. Nama : Septiyan Noor Abadi

NPM : 15.0503.0054

2. Nama : Pradhita Pristian

NPM : 15.0503.0001

Magelang, 8 Agustus 2018



Septiyan Noor Abadi

NPM : 15.0503.0054



Pradhita Pristian

NPM : 15.0503.0001

PERNYATAAN KEASLIAN/PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Septiyan Noor Abadi

NPM : 15.0503.0054

Nama : Pradhita Pristian

NPM : 15.0503.0001

Judul Tugas Akhir : "Peran Penambahan Oksigen Pada Reaktor Plasma Dalam Mereduksi Emisi Gas Buang Pada Motor Bensin"

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Tugas Akhir ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Magelang. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Magelang, 8 Agustus 2018

Yang menyatakan



Septiyan Noor Abadi

NPM : 15.0503.0054



Pradhita Pristian

NPM : 15.0503.0001

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PERAN PENAMBAHAN OKSIGEN PADA REAKTOR PLASMA
DALAM MEREDUKSI EMISI GAS BUANG
PADA MOTOR BENSIN**

dipersiapkan dan disusun oleh

Septiyan Noor Abadi
NPM. 15.0503.0054

Pradhita Pristian
NPM. 15.0503.0001

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada Tanggal 8 Agustus 2018

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I



Budi Waluyo, ST., MT
NIDN. 0627057701

Pembimbing II



Bagivo Condro Purnomo, ST., M.Eng
NIDN. 0617017605

Penguji I



Saifudin, ST., M.Eng
NIDN. 0615067401

Penguji II



Dr. Muji Setivo, ST., MT
NIDN. 0627038302

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Ahli Madya
Pada Tanggal 8 Agustus 2018

Dekan



Yun Arifatul Fatimah, ST., MT., Ph.D
NIK. 987408139

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat nikmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Penyusunan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Ahli Madya Program Studi Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Magelang.

Penyelesaian Tugas Akhir/Skripsi ini banyak memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, diucapkan terima kasih kepada :

1. Budi Waluyo, ST., MT selaku dosen pembimbing utama yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penyusunan tugas akhir ini;
2. Bagiyo Condro Purnomo, ST., M.Eng selaku dosen pembimbing pendamping yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penyusunan tugas akhir ini;
3. Beberapa pihak yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang diperlukan;
4. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral. Dan,
5. Para sahabat yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dan semoga Tugas Akhir/Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Magelang, 8 Agustus 2018



Septiyan Noor Abadi

NPM : 15.0503.0054



Pradhita Pristian

NPM : 15.0503.0001

DAFTAR ISI

HALAMAN KULIT MUKA	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENEGASAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN/PLAGIAT	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Batasan Masalah.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TIJAUAN PUSTAKA	5
A. Upaya penurunan emisi gas buang.....	5
B. Landasan teori	6
C. Hypotesis dan Konsep kerangka penelitian.....	10
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	11
A. Jenis Penelitian	11
B. Waktu dan Tempat Penelitian	11
C. Alat dan Bahan Penelitian	11
D. Jalannya Penelitian	16
E. Pengumpulan Data	17
F. Pengolahan Data.....	18
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
A. Data Hasil Pengujian	Error! Bookmark not defined.
B. Pembahasan	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP.....	23
A. Kesimpulan.....	23
B. Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Jumlah kendaraan bermotor tahun 2013-2015.....	1
Tabel 1.2. Ambang batas emisi gas buang.....	2
Tabel 3.1. Alat dan bahan.	11
Tabel 3.2. Desain pengambilan data gas buang.	18
Tabel 4.1. Hasil pengujian emisi tanpa dan dengan plasma. Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.2. Hasil pengujian emisi tanpa dan dengan plasma + udara. Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.3. Hasil pengujian emisi pada setiap perlakuan. Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.4. Hasil perbandingan dengan ambang batas emisi gas buang. Error! Bookmark not defined.	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik efek emisi berdasarkan <i>AFR</i>	8
Gambar 2.2. Daerah ionisasi dan aliran pada lucutan pijar korona.	9
Gambar 2.3. Konsep kerangka penelitian.	10
Gambar 3.1. Alur penelitian.	16
Gambar 3.2. Set up media uji.	17
Gambar 3.3. Hasil uji grafik perlakuan terhadap emisi.	18
Gambar 4.1. Grafik emisi <i>HC</i> dan <i>CO</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2. Grafik kandungan pengurangan emisi <i>CO</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3. Grafik penurunan emisi <i>HC</i> dengan berbagai perlakuan.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4. Grafik kandungan emisi <i>CO</i> yang diberi plasma. ..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.5. Grafik kandungan emisi <i>HC</i> yang diberi plasma. ..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.6. Grafik efek emisi gas buang versus <i>AFR</i>	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Cara uji kadar CO/HC untuk kendaraan bermotor. **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 2. Hasil uji emisi kendaraan bermotor berbahan bakar bensin..... **Error! Bookmark not defined.**

ABSTRAK

PERAN PENAMBAHAN OKSIGEN PADA REAKTOR PLASMA DALAM MEREDUKSI EMISI GAS BUANG PADA MOTOR BENSIN

Oleh : Septiyan Noor Abadi, Pradhita Pristian
Pembimbing : 1. Budi Waluyo, ST., MT
2. Bagiyo Condro Purnomo, ST., M.Eng

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peran oksigen (O_2) dalam pengurangan emisi gas hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO). Metode penelitian ini menggunakan variasi tiga reaktor plasma korona tegangan 12 volt DC dan dengan daya masing masing 4 watt. Sebuah katup satu arah diletakan di dekat katup buang untuk memberi tambahan udara atmosfer sebagai suplai tambahan oksigen. AFR di set pada angka $15,0 \pm 0,1$. Dari studi ini menunjukkan bahwa oksigen memiliki peran yang sangat penting sebagai oksidator, dalam mereduksi emisi HC dan CO dengan menggunakan reaktor plasma.

Kata Kunci : Oksigen, Reaktor plasma, Reduksi emisi.

ABSTRACT

THE ROLE OF ADDING OXYGEN TO THE PLASMA REACTOR IN REDUCING EXHAUST EMISSIONS ON GASOLINE ENGINE

By : Septiyan Noor Abadi, Pradhita Pristian
Advisor : 1. Budi Waluyo, ST., MT
2. Bagiyo Condro Purnomo, ST., M.Eng

This research was conducted to determine the role of oxygen (O_2) in reducing gas emissions of hydrocarbons (HC) and carbon monoxide (CO). This research method uses a variation of three corona plasma reactors with 12 volt DC voltage and 4 watts of power each. A one-way valve is placed near the exhaust valve to provide additional atmospheric air as an additional supply of oxygen. AFR is set at 15.0 ± 0.1 . From this study it shows that oxygen has a very important role as an oxidizer in reducing HC and CO emissions by using a plasma reactor.

Keywords: *Oxygen, Plasma reactor, Emission reduction*

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan peradaban yang disertai meningkatnya pembangunan dibidang industri dan teknologi mengakibatkan penurunan kualitas udara yang disebabkan pencemaran udara (Sudrajad, 2006). Hal ini mengakibatkan berubahnya komposisi udara dengan masuknya zat pencemar yang berbentuk gas berupa (*Carbon Monoksida (CO)*, *Hydrocarbon (HC)*, *Sulfur Oksida (SOx)*, *Nitrogen Oxide (NOx)*, *hydrogen Sulfide (H₂S)*, dan Oksida Ozon) maupun partikel (debu, *aerosol*, timah hitam).

Berdasarkan data pada (Detik.com, 2012) dari 10 stasiun pemantau yang dimiliki Kementrian Lingkungan Hidup diketahui bahwa kualitas udara terus menurun di beberapa kota dan kendaraan bermotor merupakan penyumbang terbesar pencemaran udara yaitu untuk emisi hidrokarbon (*HC*) dan karbon monoksida (*CO*) kendaraan bermotor menyumbang lebih dari 90% total emisi di Indonesia yaitu mencapai angka 363 ton pertahun. Dikarenakan hasil pembakaran pada mesin kendaraan menghasilkan emisi gas buang sebagai polutan. Jumlah data dari Badan Pusat Statistik (BPS) populasi kendaraan bermotor dapat dilihat pada tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1. Jumlah kendraan bermotor tahun 2013-2015.

No	Jenis Kendaraan Bermotor	Tahun		
		2013	2014	2015
1	Mobil Penumpang	11.484.514	12.599.038	13.480.973
2	Mobil Bis	2.286.309	2.398.846	2.420.917
3	Mobil Barang	5.615.494	6.235.136	6.611.028
4	Sepeda Motor	84.732.652	92.967.240	98.881.267
	Jumlah	104.118.969	114.209.260	121.394.185

Berdasarkan kondisi tersebut, penyumbang zat pencemar udara terbesar tiap tahun, yang jumlahnya meningkat merupakan kendaraan bermotor dan pencemaran udara sangat berbahaya bagi kesehatan maupun ekosistem yang ada di bumi (Budiyono, 2001). Seperti terjadinya efek rumah kaca (ERK) dan mengakibatkan pemanasan global (*global warming*). Berdasarkan Peraturan

Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999 mengenai pengendalian pencemaran udara. Seperti diketahui bahwa hasil proses pembakaran bahan bakar pada kendaraan menghasilkan gas buang, diantaranya gas buang yang berbahaya yaitu senyawa *hidrocarbon (HC)*, *carbon monoksida (CO)*, senyawa *nitrogen okside (NOx)*, *sulfuroksid (SOx)* dan partikulat debu termasuk timbal (Pb). Tabel 1.2 berikut menjelaskan tentang standar jumlah emisi gas buang yang diperbolehkan, berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama.

Tabel 1.2. Ambang batas emisi gas buang.

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	
Berpenggerak motor bakar cetus api (bensin)	< 2007	4,5	1.200	idle
	≥ 2007	1,5	200	idle

Pencemaran udara harus diminimalisir supaya tidak membahayakan lingkungan. Salah satu upaya untuk mengurangi jumlah emisi gas buang dengan cara penelitian dampak *EGR (Exhaust Gas Recirculation)* terhadap emisi gas buang (**Danarbroto, 2016**). Gas yang dihasilkan dari pembakaran akan dikembalikan ke ruang bakar yang bertujuan untuk mereaksikan emisi gas buang yang belum sempurna. Metode ini mampu mereduksi emisi gas buang seperti *NOx*.

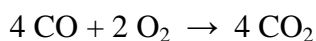
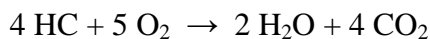
Penelitian lain terkait penurunan emisi gas buang dilakukan oleh **Irawan (2005)** dengan memanfaatkan *catalytic converter* berbahan katalis kuningan untuk mereduksi atau mengurangi emisi gas buang selain *carbon monoksida*. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi emisi gas buang *hydrocarbon* pada setiap perubahan variasi rpm dan variasi katalis. Terlihat perbedaan yang cukup signifikan konsentrasi emisi HC antara sebelum menggunakan *catalytic converter* dan sesudah dipasang alat pereduksi emisi gas buang tersebut.

Penelitian lain terkait penurunan emisi juga dilakukan oleh **Adnan (2017)**, dengan mengaplikasikan *non-thermal plasma (NTP)* untuk

meningkatkan penipisan gas buang kendaraan. Efektivitas prosedur meningkat dengan penggunaan filter dan menjaga jarak antara dua lempeng korona antara elektroda dan penghalang. Adsorpsi *NTP* ditingkatkan dengan meningkatnya RPM. Didapat hasil dengan modifikasi tersebut konsentrasi *CO*, *CO₂*, *HC*, dan *NO_x* berkurang

Plasma merupakan molekul gas yang terionisasi dan pertama kali ditemukan oleh Langmuir pada tahun 1928. Plasma merupakan fase keempat setelah fase gas. Fase ini dicapai sebuah molekul gas diberikan sejumlah energi yang menyebabkan ikatan atom didalam molekul tersebut meregang (*collaps*). Didalam referensi yang lain terkait plasma bahwa plasma merupakan campuran *kuasi-netral* dari elektron, radikal, ion positif dan ion negatif. Percampuran antara ion-ion yang bermuatan positif dengan elektron-elektron yang bermuatan negatif memiliki sifat yang berbeda dengan gas. Maka plasma dapat dikategorikan sebagai fase keempat setelah fase padat, cair, dan gas. Contoh plasma yang dalam kehidupan sehari hari adalah ada di Alam berupa petir, bintang, dll.

Berdasarkan latar belakang diatas maka hipotesis yang diusulkan dalam penelitian ini adalah terjadinya perubahan fasa pada gas buang (*CO* dan *HC*) dan udara (oksigen) dapat bereaksi menjadi molekul dan senyawa lain (*CO₂* dan *H₂*) yang lebih ramah lingkungan. Konsep dari gagasan ini adalah molekul oksigen (*O₂*) pada gas buang akan bereaksi dengan *HC* dan *CO* setelah mendapatkan energi corona dari reaktor plasma sesuai dengan reaksi sebagai berikut:



B. Rumusan Masalah

Bagaimana peran penambahan oksigen (*O₂*) yang diinjeksikan ke saluran gas buang dalam mereduksi emisi gas buang (*HC* dan *CO*) dengan mengaplikasikan reaktor plasma korona pada mesin bensin (*spark ignition engine*).

C. Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh penambahan oksigen (O_2) yang diinjeksikan ke saluran gas buang dalam mereduksi emisi gas buang (HC dan CO) dengan mengaplikasikan reaktor plasma korona pada mesin bensin (*spark ignition engine*).

D. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini mengaplikasi batasan masalah, agar penelitian lebih terarah dan sistematis sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Batasan yang digunakan yaitu:

- 1 Pengujian yang dilakukan pada putaran *idle* sesuai cara uji kadar CO/ HC untuk kendaraan bermotor berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006.
- 2 Cara uji emisi dilakukan pada AFR 1:15 ($\pm 0,1$).
- 3 Pengujian emisi dilakukan pada kendaraan 1500 cc pada mesin injeksi.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

- 1 Akan mengurangi kerusakan lingkungan akibat emisi gas buang dari hasil pembakaran kendaraan bermotor yang tidak sempurna.
- 2 Membuat udara menjadi lebih bersih sehingga kesehatan manusia lebih baik.
- 3 Membantu pemerintah mewujudkan udara lingkungan yang bersih dan sehat.

BAB II. TIJAUAN PUSTAKA

A. Upaya penurunan emisi gas buang

Penelitian terkait upaya penurunan emisi gas buang dilakukan oleh **Faiz (2009)**, tentang pengaruh pemasangan *Air Induction System (AIS)* yang digunakan pada motor New Vega R terhadap emisi gas buang *CO* dan *HC* bertujuan untuk mengetahui hasil uji emisi dengan penambahan O_2 pada *exhaust manifold*. Berikut adalah hasil dari pengambilan data rata-rata *CO* pada rpm 1500 (0,933% vol) dan rata-rata *HC* pada rpm 1500 (11,3333 ppm). Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap emisi gas buang yang dihasilkan.

Penelitian lain juga dilakukan oleh **Sugiharto (2004)**, dengan pemanfaatan plasma non-termik dalam upaya pengendalian laju polusi udara akibat emisi gas kendaraan bermotor mesin 2 tak bertujuan mereduksi gas emisi *CO_x* dan *HC* dengan menggunakan plasma non-termik pada reaktor lucutan pijar korona tanpa menggunakan gas aditif. Hasil pereduksian menunjukkan tingkat dekomposisi efisiensi antara 70% dan 80% daya yang digunakan 0,1 watt.

Penelitian lain juga dilakukan oleh **Chi (2015)**, penggunaan *non-thermal plasma catalytic (NTP-C)* untuk mereduksi emisi gas buang dengan penggabungan katalis $La_{0.9}K_{0.1}CoO_x/5A$ serta kandungan oksigen dalam gas untuk mempengaruhi banyaknya reaksi kimia yang terjadi. Metode ini memiliki efisiensi tinggi 65% *CO*, 75% *HC*, dan 85% untuk *NO_x* diberi energi 1400 J/L.

Penelitian lain juga dilakukan oleh **Adnan (2017)**, dengan memodifikasi pada *non-thermal plasma (NTP)* untuk meningkatkan penipisan gas buang kendaraan. Efektivitas prosedur meningkat dengan penggunaan filter dan menjaga jarak antara dua lempeng korona antara elektroda dan penghalang. Adsorpsi *NTP* ditingkatkan dengan meningkatnya RPM. Didapat hasil dengan modifikasi tersebut konsentrasi *CO*, *CO₂*, *HC*, dan *NO_x* berkurang lebih dari 95%.

Penelitian lain juga dilakukan oleh **Futamura (2002)**, dengan efek katalitik oksida logam dalam pemrosesan kimia plasma non-termal dari *hazardous air pollutants (HAP)*. Dalam reaktor menggunakan bahan *ferroelektrik packed-bed* kekuatan oksidasi barium titanate (BaTiO_3) tidak cukup kuat untuk mengoksidasi *HAP* dan karbon menjadi CO_2 . Hanya *nitrous oxide* (N_2O) yang terbentuk dari oksigen dan N_2 . Di sisi lain, ozon (O_3) terbentuk dari O_2 dalam konsentrasi yang jauh lebih tinggi pada reaktor plasma tanpa perpindahan udara. Kontrol katalitik dari oksigen dalam posisi aktif dapat menjadi salah satu metode yang efektif untuk meningkatkan efisiensi energi dari reaktor plasma non-termal untuk mengoksidasi atom karbon.

B. Landasan teori

1. Proses Pembakaran

Pembakaran adalah serangkaian reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen berupa udara yang terjadi di ruang bakar dan menghasilkan energi kalor. Oksigen diperoleh dari campuran bahan bakar dengan udara yang masuk ke dalam mesin. Komposisi dari udara yaitu 78% nitrogen, 1% gas-gas lain dan 21% oksigen. Macam-macam jenis pembakaran yang dijelaskan pada berikut ini :

a) Pembakaran sempurna

Proses terjadinya pembakaran sempurna yaitu jika campuran udara dengan bahan bakar sesuai dengan kebutuhan dan cukup waktu untuk pembakaran.

b) Pembakaran tak sempurna

Proses pembakaran tak sempurna terjadi jika kebutuhan oksigen untuk pembakaran tidak cukup terpenuhi, akan menghasilkan hidrokarbon, karbon monoksida, karbon dioksida, dll.

c) Pembakaran dengan udara berlebih

Pada kondisi temperatur tinggi, nitrogen dan oksigen yang terdapat pada udara akan bereaksi dan akan membentuk oksida nitrogen (NO_x).

2. Sistem Pengapian

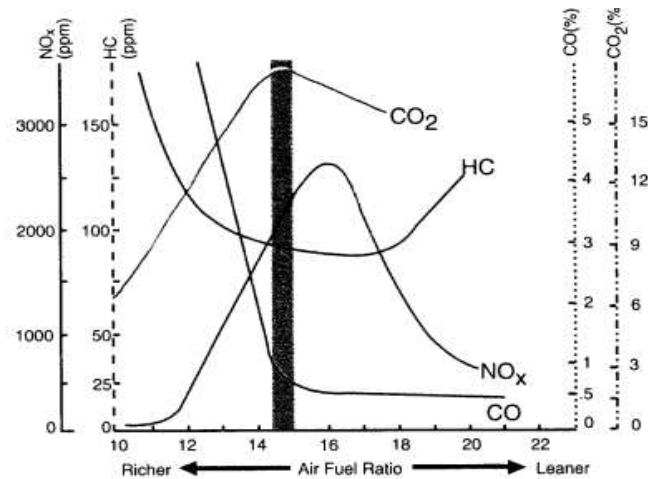
Sistem pengapian berperan penting pada motor bensin untuk menjamin campuran udara dan bahan bakar dalam ruang bakar dapat terbakar untuk menghasilkan tenaga. Sistem pengapian yang bekerja baik adalah salah satu penentu efisiensi kerja pada motor bensin maka perawatan teratur pada sistem pengapian sangatlah dibutuhkan.

Rangkaian pada sistem pengapian ada dua yaitu pengapian primer dan sekunder. Pada rangkaian primer sistem pengapian mencakup seluruh komponen yang bekerja dengan tegangan rendah dari baterai atau alternator sedangkan rangkaian sekunder bekerja pada tegangan tinggi seperti pada komponen yang ada setelah terminal *output* koil sampai pada massa busi.

Tujuan sistem pengapian sebagai pemicu pembakaran pada motor bensin melalui percikan bunga api pada busi memiliki dua persyaratan utama yaitu kualitas bunga api pada busi dan waktu pengapian (*timing ignition*). Dari kualitas tegangan pada busi harus tinggi untuk mendapatkan loncatan listrik pada elektrodanya sehingga menimbulkan bunga api. Besarnya tegangan pada busi berkisar pada 10kV – 30kV. Tegangan ini diperhitungkan mampu untuk melawan resistansi tambahan akibat proses kompresi pada mesin.

3. Emisi Gas Buang

Emisi gas buang dari kendaraan merupakan salah satu polutan yang banyak mencemari lingkungan. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor yang beredar di masyarakat menyebabkan emisi gas buang juga semakin meningkat. Emisi gas buang adalah sisa hasil dari suatu proses pembakaran bahan bakar di dalam mesin yang tidak sempurna. Pembakaran yang tidak sempurna akan menghasilkan kandungan emisi berupa *CO*, *HC*, *NOx* dll. Emisi gas buang pada kendaraan dapat diketahui dengan melakukan pengujian emisi. Emisi pada kendaraan dapat dipengaruhi dengan *AFR*. Berikut adalah grafik efek emisi berdasarkan *AFR*.



Gambar 2.1. Grafik efek emisi berdasarkan AFR.

Penyebab terjadinya gas yang menghasilkan emisi suatu kendaraan dapat dijelaskan sebagai berikut :

a) *CO (Carbon Monoksida)*

Gas *CO* terjadi bila bahan bakar atau unsur *C* tidak mendapat ikatan yang cukup dengan *O₂* artinya udara yang masuk ke ruang silinder kurang.

b) *HC (HydroCarbon)*

Gas *HC* terjadi apabila proses pembakaran pada ruang bakar tidak berlangsung dengan baik atau suplai bahan bakar berlebihan.

c) *NO_x (Nitrogen Oksida)*

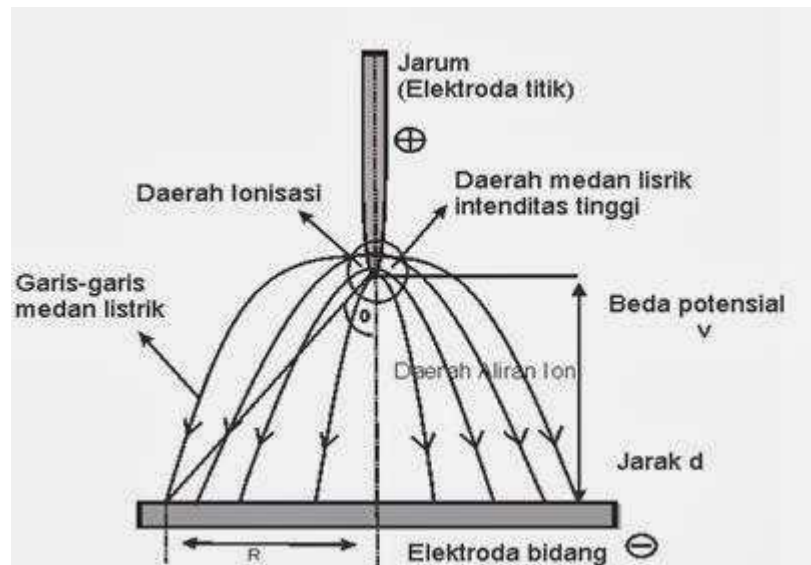
Gas *NO_x* terjadi akibat dari panas yang tinggi atau lebih dari 1800°C pada ruang bakar akibat dari proses pembakaran Sehingga kandungan nitrogen pada udara berubah menjadi *NO_x*.

4. Lucutan korona

Lucutan korona dapat terbentuk pada medan listrik tak seragam (*non uniform*) yang kuat antar elektroda. Lucutan korona ada tiga tahapan yang terjadi dalam lucutan pijar korona pada medan listrik. Lucutan yang pertama adalah proses ionisasi gas yang memungkinkan konduksi listrik melalui gas (lucutan *Townsend*), lalu diikuti oleh lucutan pijar (*glow discharge*) atau korona (*corona discharge*) dan diakhiri dengan lucutan *arc*.

Sepasang elektroda yang tidak simetris dapat digunakan untuk membangkitkan lucutan korona. Pasangan elektroda tersebut akan

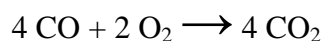
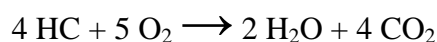
membangkitkan lucutan pada daerah dengan medan listrik tinggi di sekitar elektroda yang memiliki bentuk geometri lebih runcing dibanding elektroda lainnya. Plasma korona dapat disebut korona positif atau korona negatif tergantung seberapa besar polaritas tegangan yang diberikan pada salah satu kutub elektroda. Pada gambar 2.2 terdapat daerah ionisasi dan aliran pada lucutan pijar korona (Wardaya, Nur, 2010).



Gambar 2.2. Daerah ionisasi dan aliran pada lucutan pijar korona.

5. Reduksi Gas *CO* dan *HC*

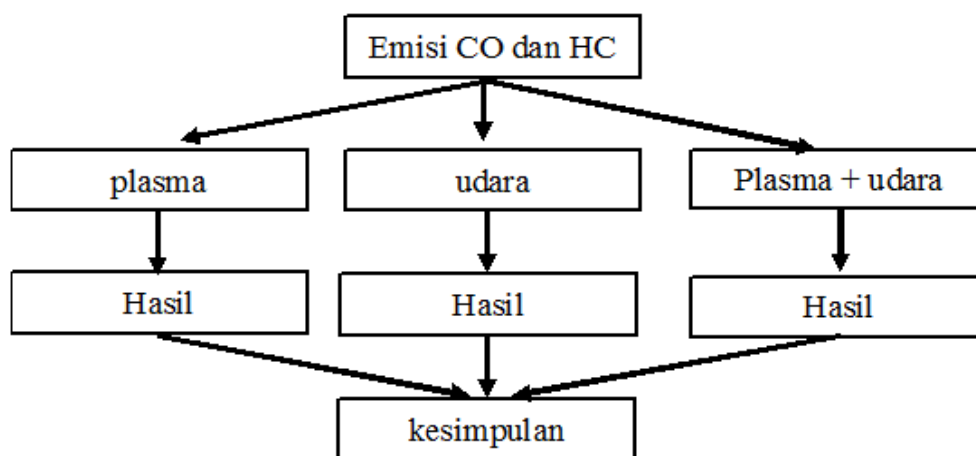
CO dan *HC* merupakan gas-gas sisa dari hasil pembakaran pada ruang bakar. Pada dasarnya zat *CO* dan *HC* merupakan zat yang terdapat pada gas buang dan berbahaya bagi makhluk hidup serta lingkungan. Gas tersebut dapat diuraikan menjadi senyawa yang lebih baik. Plasma korona yang melesat mengalir di udara akan memanaskan udara sekitar dan mampu mengionisasi gas hampir semua elektronnya terpisah menjadi elektron bebas. Atom yang terurai akan bergabung dengan atom lain dan menjadi zat baru yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Dengan metode penambahan zat oksigen diharap akan terjadi reaksi sebagai berikut :



Penguraian tersebut terjadi akibat atom yang sudah renggang pada fase gas yang terionisasi mengakibatkan atom tersebut semakin renggang sehingga mudah terikat dengan atom lain agar menjadi atom yang stabil dan tidak berbahaya bagi lingkungan.

C. Hypotesis dan Konsep kerangka penelitian

Hypotesis penelitian ini yaitu emisi gas buang CO dan HC akan berkurang setelah diberikan plasma korona dengan menambahkan udara juga akan membantu dalam mereduksi emisi gas buang. Karena hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO) yang akan direduksi menjadi air (H_2O) dan karbon dioksida (CO_2) membutuhkan oksigen (O_2) tambahan untuk dapat tereduksi lebih maksimal.



Gambar 2.1. Konsep kerangka penelitian.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan penambahan katup searah yang di pasang dekat katup buang untuk memberi tambahan udara atmosfer sebagai suplai oksigen tambahan. Menggunakan reaktor plasma sebagai pereaksi emisi gas buang pada motor bensin dan menganalisa seberapa besar emisi gas buang yang dapat tereduksi. Cara uji kendaraan menggunakan gas *analyzer* untuk mendapatkan hasil data emisi kendaraan yang akurat.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan penelitian, dimulai pada bulan Mei dan berakhir pada bulan Agustus.
2. Penelitian dilaksanakan di tempat yang akan kami gunakan dalam menguji bahan uji pada penelitian ini yang bertempat di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Magelang.

C. Alat dan Bahan Penelitian

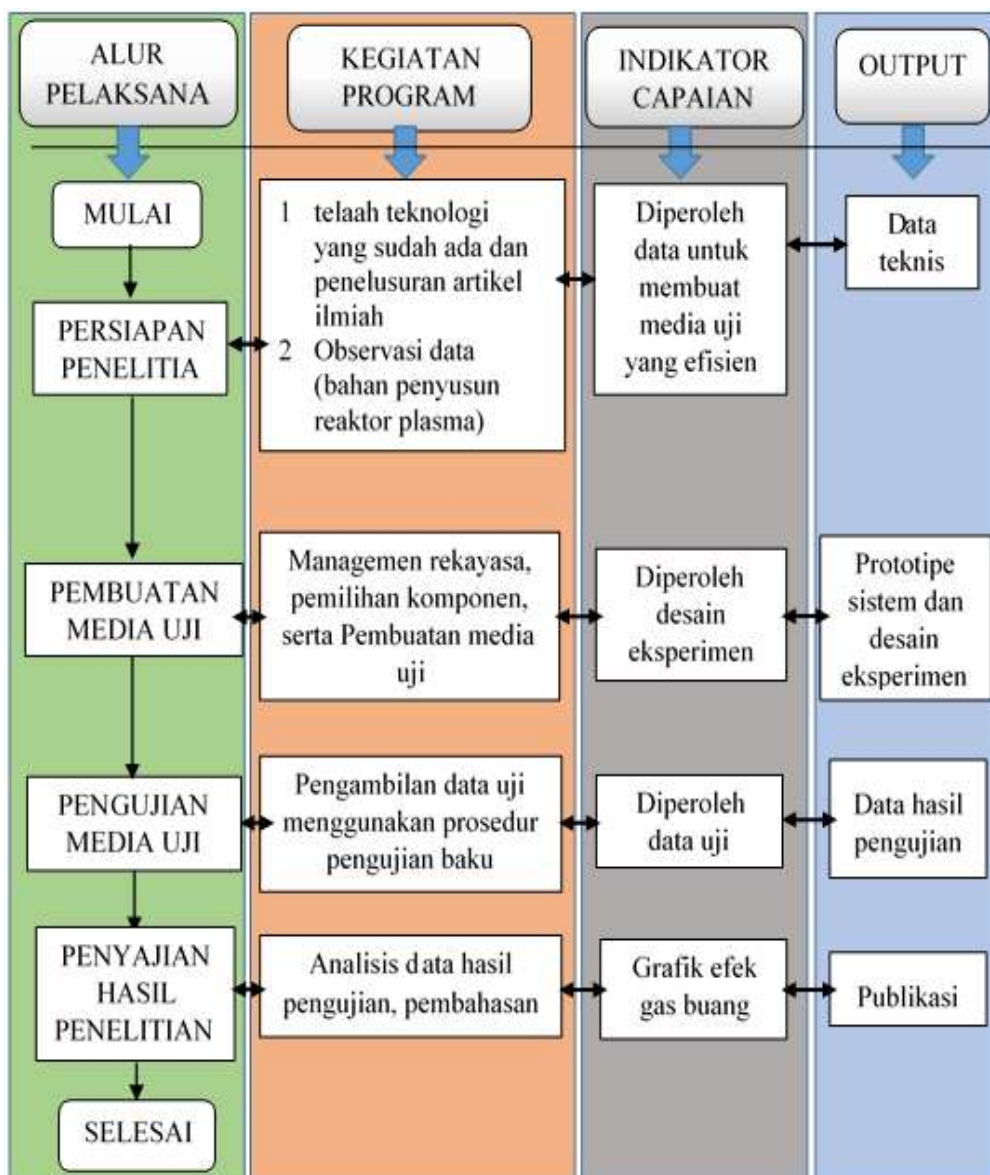
Dalam penelitian ini alat dan bahan yang digunakan ditampilkan dalam tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1. Alat dan bahan.

No	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Fungsi
1	Satu Unit Kendaraan	Mobil	Media uji
2	Satu Set Reaktor Plasma	12 volt, 12 watt	Media uji
3	Satu Set Gas <i>Analyzer</i>	Uji Emisi	Alat uji
4	<i>Tachometer</i>	Uji RPM	Alat uji

D. Jalannya Penelitian

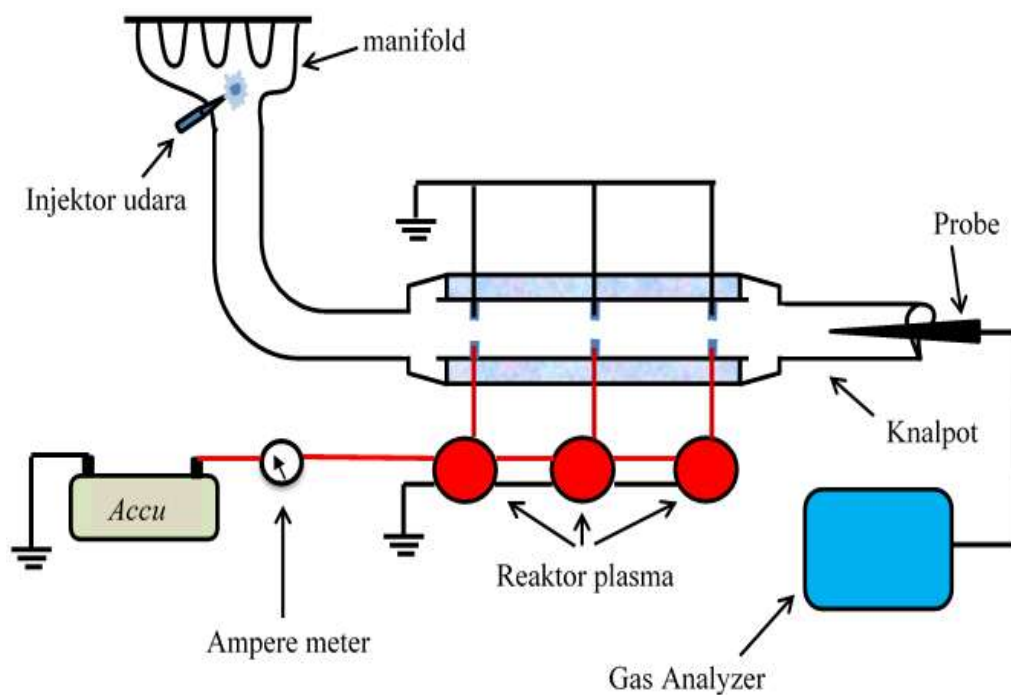
Kegiatan penelitian ini terdiri dari empat tahapan yaitu tahap persiapan, tahap penyediaan bahan uji, tahap pengujian, dan tahap penyajian hasil penelitian. Tahapan penelitian disajikan dalam gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1. Alur penelitian.

E. Pengumpulan Data

Pengujian dilakukan di mana kendaraan tidak berjalan dan diukur dengan menggunakan *tachometer* untuk mengukur rpm pada putaran *idle* dan gas *analyzer* untuk menguji emisi *HC* dan *CO* sebelum dan sesudah mengaplikasikan reaktor plasma korona dengan penambahan induksi udara dengan metode *selective non-catalytic* untuk mereduksi gas *CO* dan *HC* pada motor bensin. Adapun perencanaan pengujian disajikan pada gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.1. Set up media uji.

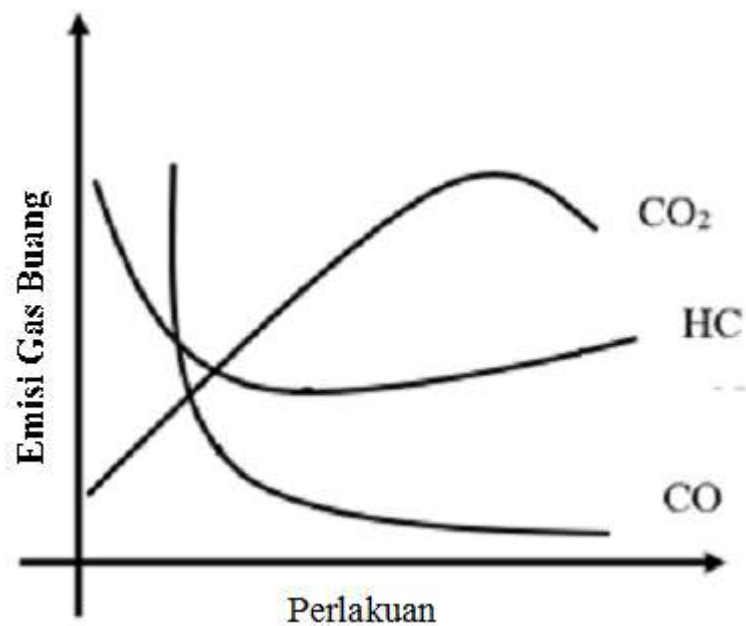
Adapun desain eksperimen penelitian ini untuk mengetahui kadar emisi gas buang dengan dan tanpa menggunakan metode reaktor plasma korona dengan penambahan induksi udara dengan metode *selective non-catalytic* untuk mereduksi gas *CO* dan *HC* pada motor bensin untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel berikut 3.2.

Tabel 3.1. Desain pengambilan data gas buang.

No	Perlakuan	Emisi (%, ppm)	Power (watt)	Δ Emisi	Δ Emisi spesifik (%, ppm/watt)	Keterangan
1						
2						
3						
4						

F. Pengolahan Data

Pengujian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Magelang. Adapun perencanaan hasil pengujian disajikan pada gambar grafik 3.3 sebagai berikut



Gambar 3.1. Hasil uji grafik perlakuan terhadap emisi.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Hasil pengujian menggunakan plasma didapat hasil penurunan kadar *HC* menjadi 85 ppm, namun peningkatan terjadi pada kadar *CO* berubah 1,46%. Saat penggunaan reaktor plasma ditambah injeksi udara kadar emisi gas *HC* dan *CO*, keduanya mengalami penurunan yang signifikan menjadi 34 Ppm untuk *HC* dan *CO* 1,24%. Sehingga dapat disimpulkan setiap penggunaan reaktor plasma harus diikuti dengan penginjeksian udara untuk dapat mereduksi emisi gas buang *CO* dan *HC*. Oksigen pada emisi gas buang sangat sedikit mengakibatkan senyawa karbon tidak dapat bereaksi maksimal dan berubah menjadi *CO*. Sementara *HC* lebih mudah tereduksi karena flash point lebih tinggi *CO*.

B. Saran

Saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut untuk memperhatikan flash point dari *CO* agar dapat terionisasi. Penempatan dari reaktor plasma sedekat mungkin dengan exhaust manifold dan berapa besar daya plasma yang dibutuhkan untuk mereduksi emisi agar dapat tereduksi maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, Z. (2017). Exhaust gases depletion using non-thermal plasma (NTP). *Atmospheric Pollution Research*, 338-343.
- BPS. (n.d.). *populasi kendaraan bermotor*. Retrieved from <https://www.bps.go.id/linktabledinamis/view/id/1133>
- Budiyono, A. (2001). Pencemaran Udara : Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan. *Berita Dirgantara*.
- Chi, H. (2015). Simultan removal of CO, NO_x, and HC emitted from gasoline engine in a nonthermal plasma-driven catalysis system. *Asia-Pasific Journal of Chemical Engineering*, 633-640.
- Danarbroto, H. (2016). Dampak EGR (Exhaust Gas Recirculation) Pada Prestasi Mesin Diesel Direct Injection Dengan Campuran Solar Dan Biodiesel Jatropa. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, Vol. 2 No. 1.
- Detik.com. (2012, februari jumat). *Kendaraan Penyumbang Polusi Terbesar Di Indonesia*. Retrieved from <http://m.detik.com/oto/motor/1850741/kendaraan-penyumbang-polusi-terbesar-di-indonesia>
- Faiz, M. (2009). Pengaruh Pemasangan Air Induction System (AIS) Yang Digunakan Pada Motor New Vega R Terhadap Emisi Gas Buang CO dan HC. *karya ilmiah.um.ac.id*.
- Futamura, S. (2002). Involvement of catalyst materials in nonthermal plasma chemical processing of hazardous air pollutants. *Catalysis today*, 259-265.
- Irawan, B. (2005). Unjuk Kemampuan Catalytic Converter Dengan Katalis Kuning Untuk Mereduksi Gas Hidrokarbon Motor Bensin. *TRAKSI*, VOL.3 NO 2.
- Sudrajad, A. (2006). Pencemaran Udara, Suatu Pendahuluan. *Majalah Inovasi*, 52.
- Sugiharto, A. (2004). Pemanfaatan Plasma Non Termik dalam Upaya Pengendalian Laju Polusi Udara Akibat Emisi Gas Kendaraan Bermotor Bermesin 2 tag. *eprints.undip.ac.id*.
- Wardaya, A. Y. (2010). Analisis Medan Listrik Pada Plasma Korona Dengan Konfigurasi Cincin Bidang. *Berkala Fisika*, Vol. 13, No. 4.