

Alat Reduksi Emisi Gas Buang Menggunakan Reaktor Plasma

Dyota Riezutya A¹, Yuniarto Agus Winoko, ST., M.T.²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Otomotif Elektronik Politeknik Negeri Malang

²Dosen Program Studi Teknik Otomotif Elektronik Politeknik Negeri Malang

¹th3dr4paladins@gmail.com, ²dhimazyuni@gmail.com

Abstrak

Reaktor plasma adalah alat untuk mereduksi emisi gas buang dari motor bensin. Tujuan penelitian ini untuk membahas pengaruh variasi tegangan dan bidang plasma terhadap emisi gas buang saat menggunakan reaktor plasma sebagai pembakaran lanjut. Metode yang digunakan pada reaktor plasma terdiri dari sistem mekanik yang berbahan dasar tembaga dan penggunaan bidang jarum maupun plat sebagai alat pembentukan korona. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan reaktor plasma terdapat pengaruh yang signifikan terhadap emisi gas buang yang dihasilkan dibandingkan tanpa menggunakan reaktor plasma.

Kata Kunci : bidang plasma, emisi gas buang, reaktor plasma dan tegangan

I. PENDAHULUAN

Reaktor plasma adalah alat untuk mereduksi emisi gas buang, yang merupakan proses terjadinya plasma berdasarkan perbedaan tegangan dan bidang plasma. Perbedaan ini akibat pergeseran elektron melalui jarak antara bidangnya, sehingga menghasilkan lompatan elektron. Lompatan elektron ini bisa disebut dengan korona, yang dihasilkan oleh peristiwa pelepasan sebagian muatan elektron. Pada peristiwa korona sering ditemui beberapa fenomena seperti timbulnya cahaya dan bunyi-bunyi desis seperti listrik. Timbulnya cahaya dan bunyi pada isolator udara disebabkan oleh pergerakan elektron di udara akibat terjadinya ionisasi pada jarak bidang tersebut.

Plasma dapat dibuat dengan cara memanfaatkan tegangan listrik, misalnya dengan menghadapkan dua buah elektroda di udara bebas. Hal ini dikarenakan udara merupakan suatu isolator, yaitu materi yang tidak dapat menghantarkan listrik.

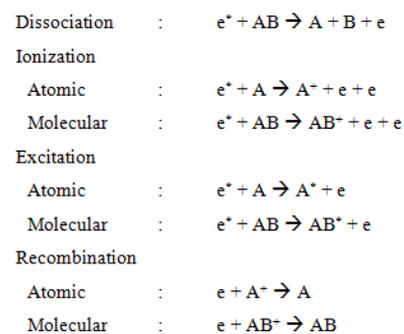
Plasma yang dihasilkan oleh tegangan tersebut juga dipengaruhi bidang atau luasan penghantar. Bidang tersebut akan mempengaruhi jumlah ion, elektron, dan radikal energetik. Semakin bidang plat membesar, maka nilai dari tegangan akan lebih rendah dari bidang plat yang kecil, sehingga diharapkan dapat menemukan luasan bidang yang tepat untuk mengurangi emisi gas buang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Plasma

Reaktor plasma didasari atas sifat plasma, yakni mudahnya plasma menghasilkan senyawa-senyawa radikal bebas. Proses terbentuknya radikal oleh pelipatgandaan elektron disebut tahap inisiasi dalam

mekanisme reaksi radikal bebas. Berikutnya pada tahap propagansi di dalam mekanisme reaksi radikal bebas, radikal-radikal bebas yang tidak stabil akan bereaksi dengan molekul-molekul gas buang yang dihasilkan dari hasil pembakaran bahan bakar sehingga terjadi disosiasi baru dari molekul-molekul gas tersebut. Berikut ini adalah reaksi gas pada reaktor plasma menurut Prof. Karen K. Gileason, Department of Chemical Engineering, MIT dalam Ristanto:



2. Fenomena Korona

Dalam suatu konstruksi peralatan elektronik yang menghasilkan tegangan tinggi, maka akan dibutuhkan suatu isolasi yang semakin baik kualitasnya. Pada kondisi tertentu dimana tegangan mencapai tingkatan tertentu, maka pada bahan isolasi yang sedang digunakan tersebut dapat mengalami pelepasan muatan atau sering dikenal dengan istilah *discharge*. Salah satu isolator listrik yang cukup baik adalah udara. Jika proses pelepasan muatan itu terjadi pada isolator udara maupun gas maka akan terjadi ionisasi. Proses ionisasi itu sendiri meliputi dua hal, antara lain proses pembangkitan dan kehilangan ion.

Adanya realita korona ini sering disebut dengan peristiwa pelepasan sebagian muatan elektron. Fenomena

korona dapat kita misalkan dengan proses kegagalan udara sebagai isolator yaitu proses pelepasan muatan yang terjadi apabila terdapat beda potensial pada konduktor tersebut. Pada kondisi tertentu, nilai tegangan yang diterapkan pada penghantar dapat mengakibatkan terjadinya korona. Nilai tegangan dengan beberapa KV (kilo volt) akan menimbulkan medan listrik di sekeliling kawat penghantar.

Korona akan terjadi ketika dua buah penghantar sejajar atau terpisah oleh suatu celah udara dengan kondisi luas penampang dari penghantar tersebut jauh lebih kecil dibandingkan dengan jarak antara kedua penghantar ketika diberikan tegangan searah yang tinggi. Kondisi korona ini bertambah seiring dengan penambahan beda tegangan yang diberikan diantara kedua penghantar tersebut.

Dalam kondisi udara lembab, korona menghasilkan asam nitrogen (*nitrous acid*) yang menyebabkan kawat menjadi berkarat. Korona terjadi karena adanya proses ionisasi dalam udara, yang ditandai dengan adanya kehilangan elektron dari molekul udara. Terjadinya korona pada penghantar dengan tegangan tinggi dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu dari fisik penghantar maupun dari kondisi lingkungan sekitar.

3. Emisi Gas Buang

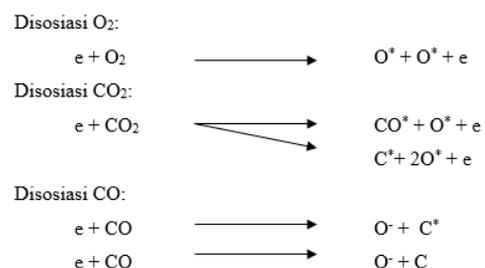
Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin pembakaran dalam dan pembakaran luar, yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Komponen-komponen gas buang yang dikeluarkan dari kendaraan bermotor seperti HC, CO, dan O₂. Gas CO adalah salah satu jenis polutan yang terkandung didalam udara bebas dan

bersifat racun. Gas ini dihasilkan dari pembakaran mesin diesel, mesin bensin, dan LPG.

Unsur dari senyawa HC adalah hidrogen dan karbon. Selama proses penjualan bensin telah terjadi banyak penguapan. Pemindahan dalam tangki, pengisian ke dalam mobil dan dari karburator selalu ada penguapan. Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO₂. Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar harus mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon.

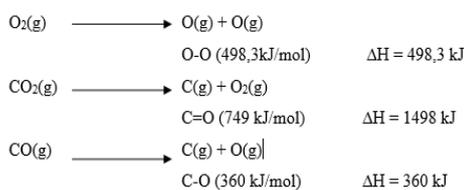
4. Reduksi Menggunakan Plasma

Pertama adalah tahapan inisiasi yang merupakan tahapan awal pembentukan radikal bebas oleh pelipat gandaan elektron. Tahap kedua adalah tahap propagasi atau perambatan. Propagasi akan terjadi secara terus-menerus sebab reaksi ini menghasilkan radikal bebas (R^{*}) lainnya yang akan bereaksi dengan senyawa lainnya sehingga terjadi disosiasi baru. Tahap akhir atau terminasi yaitu tahap bereaksinya senyawa radikal dengan radikal lain dan radikal bebas menjadi stabil dan tak reaktif. Mengingat prinsip kerja alat ini tanpa menggunakan bahan adiktif. Sedangkan hipotesa reduksi gas CO_x tersebut di atas adalah sebagai berikut:



5. Ikatan Energi

Energi ikatan adalah energi yang digunakan untuk memutuskan ikatan kimia dari 1 mol senyawa yang berbentuk gas menjadi atom-atom gas pada keadaan standar. Misalnya untuk memutuskan ikatan 1 mol oksigen diperlukan energi sebesar 498,3 kJ/mol. Artinya, energi ikatan $O = O$ dalam molekul $O_2 = 498,3$ kJ. Reaksi penguraiannya adalah sebagai berikut (Ristanto: 2013)



5. Tegangan, Arus dan daya

Tegangan adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik, dan dinyatakan dalam satuan volt. Besaran ini mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik.

$$V = I * R$$

V : perbedaan potensial (volt atau V)

I : arus (ampere atau A)

R : tahanan (ohm atau Ω)

Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang disebabkan dari pergerakan elektron-elektron, mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu. Arus listrik dapat diukur dalam satuan Coulomb/detik atau Ampere.

$$I = \frac{Q}{t}$$

Q: muatan listrik (coulomb atau C)

I: arus (ampere atau A)

t: waktu (Secon atau s)

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik.

$$P = V * I$$

P: daya (watt atau W)

I: arus (ampere atau A)

V: perbedaan potensial (volt atau V)

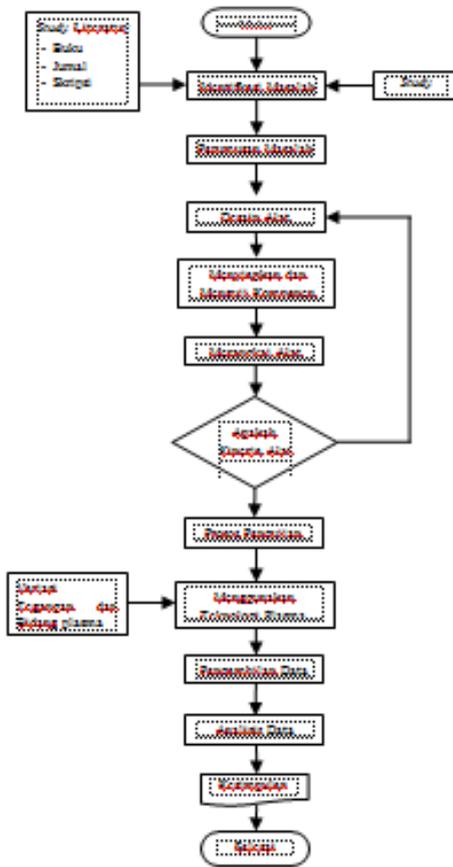
6. Putaran Mesin

Poros engkol dapat berputar terus-menerus karena adanya tenaga mekanis hasil pembakaran campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar yang menimbulkan gaya dorong pada torak akibat naiknya tekanan di dalam silinder. Gaya dorong pada torak menyebabkan torak bergerak secara translasi dari titik mati atas menuju titik mati bawah. Kemudian gerak translasi torak dirubah menjadi gerak rotasi pada poros engkol melalui batang torak. Putaran poros engkol ini disebut juga dengan putaran mesin suatu kendaraan.

Kecepatan yang dimaksud adalah kecepatan torak berputar. Di dalam ruang bakar terjadi proses kompresi campuran udara dan bahan bakar. Dengan waktu kompresi yang tepat maka akan menghasilkan tekanan yang besar dan suhu yang cukup panas. Ketika itu busi memercikkan bunga api yang membakar campuran udara dan bahan bakar menghasilkan tenaga putar pada poros engkol. Saat poros engkol berputar, tiap putaran memiliki kecepatan masing-masing seperti putaran stasioner, putaran idle, putaran sedang dan putaran tinggi

III. METODOLOGI

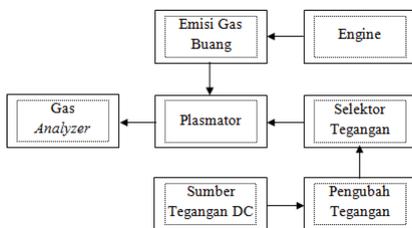
1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir

2. Blok Diagram

Perancangan alat dalam penelitian ini tergambar pada sistem blok diagram di bawah ini dan dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 2. Blok Diagram

Dari blok diagram penggunaan reaktor plasma di atas dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. *Engine* berfungsi sebagai penghasil emisi yang diakibatkan oleh proses pembakaran.
2. Emisi gas buang adalah gas yang dihasilkan dari proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar yang terkompresi pada *engine*.
3. Sumber tegangan DC sebagai sumber tegangan reaktor plasma.
4. Selektor tegangan sebagai pengatur tegangan yang keluar menuju reaktor plasma.
5. Plasmator sebagai teknologi alternatif untuk meredksi kadaremisi gas buang.
6. Gas *analyzer* untuk mengukur komposisi dan proporsi suatu gas.

IV. HASIL

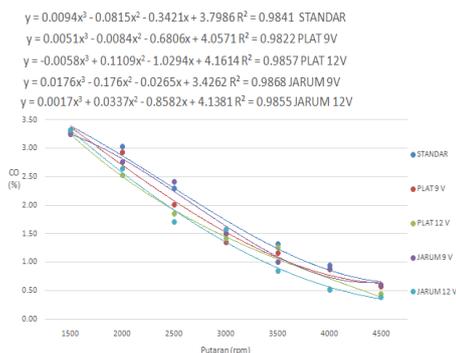
Tabel 1. Data Emisi Knalpot Standar

STANDAR RATA RATA				
NO	PUTARAN (RPM)	EMISI		
		CO %	O2 %	HC ppm
1	1500	3.31	13.53	140.33
2	2000	3.03	13.17	127.33
3	2500	2.30	14.65	118.67
4	3000	1.50	14.71	95.00
5	3500	1.32	15.93	89.67
6	4000	0.95	17.22	102.00
7	4500	0.60	17.96	123.33
	TOTAL	13.01	107.16	796.33
	MEAN	1.86	15.31	113.76

Tabel 2. Data Emisi Knalpot Dengan Plasma

REAKTOR PLASMA RATA RATA						
NO	PUTARAN (RPM)	TEGANGAN (V)	BIDANG	EMISI		
				CO (%)	O2 (%)	HC (PPM)
1	1500	9	JARUM	3.24	13.63	140.00
2			PLAT	3.29	13.53	137.67
3		12	JARUM	3.31	13.79	134.00
4			PLAT	3.24	13.78	137.00
5	2000	9	JARUM	2.76	13.31	125.00
6			PLAT	2.92	13.15	124.67
7		12	JARUM	2.63	13.26	119.67
8			PLAT	2.52	13.35	124.67
9	2500	9	JARUM	2.41	14.95	118.33
10			PLAT	2.01	14.75	117.00
11		12	JARUM	1.71	15.24	110.00
12			PLAT	1.85	15.12	111.67
13	3000	9	JARUM	1.50	15.16	91.00
14			PLAT	1.34	14.97	90.67
15		12	JARUM	1.58	15.42	86.67
16			PLAT	1.42	15.57	85.33
17	3500	9	JARUM	1.01	16.28	87.67
18			PLAT	1.16	16.26	87.67
19		12	JARUM	0.84	16.86	76.00
20			PLAT	1.26	16.46	84.33
21	4000	9	JARUM	0.88	17.20	96.67
22			PLAT	0.87	17.55	99.33
23		12	JARUM	0.51	18.09	89.00
24			PLAT	0.52	18.15	90.67
25	4500	9	JARUM	0.60	18.33	119.33
26			PLAT	0.57	18.23	127.33
27		12	JARUM	0.38	18.99	111.00
28			PLAT	0.45	18.66	108.67
TOTAL				46.780	440.057	3031.000
MEAN				1.671	15.716	108.250

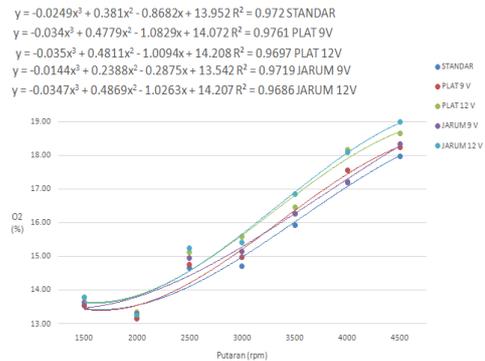
Gambar di atas adalah data hasil setelah melakukan percobaan menggunakan gas analyzer. Terdapat dua gambar berbeda yaitu data standard dan juga data menggunakan alat plasma



Gambar 3. Grafik pada Emisi CO

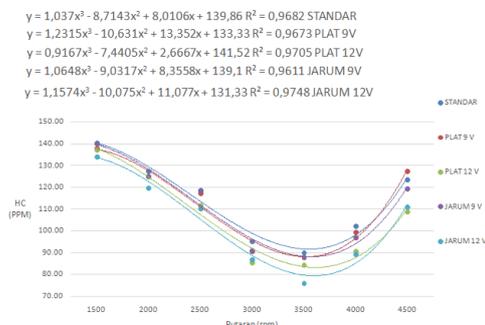
Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa sebelum penggunaan reaktor plasma dan sesudah penggunaan reaktor plasma berpengaruh terhadap emisi gas CO yang dihasilkan, penggunaan penambahan reaktor plasma yang

dihasilkan lebih rendah kadar CO-nya daripada tanpa menggunakan reaktor plasma. Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa penurunan emisi gas CO yang paling baik adalah pada variasi tegangan 12 V dan bidang jarum.



Gambar 4. Grafik pada Emisi O₂

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa sebelum penggunaan reaktor plasma dan sesudah penggunaan reaktor plasma berpengaruh terhadap emisi gas O₂ yang dihasilkan, penggunaan penambahan reaktor plasma yang dihasilkan lebih rendah tinggi O₂-nya daripada tanpa menggunakan reaktor plasma. Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa penurunan emisi gas O₂ yang paling baik adalah pada variasi tegangan 12 V dan bidang jarum.



Gambar 5. Grafik pada Emisi HC

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa sebelum penggunaan reaktor plasma dan sesudah penggunaan reaktor plasma berpengaruh terhadap emisi gas HC yang dihasilkan, penggunaan penambahan reaktor plasma yang dihasilkan lebih rendah kadar HC-nya daripada tanpa menggunakan reaktor plasma. Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa penurunan emisi gas HC yang paling baik adalah pada variasi tegangan 12 V dan bidang jarum.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

Penggunaan alat reaktor plasma terdapat penurunan kadar CO sebesar 15,25% yang dipengaruhi saat menggunakan bidang jarum dengan besar tegangan 12V.

Penggunaan alat reaktor plasma terdapat penurunan kadar HC sebesar 25,78% yang dipengaruhi saat menggunakan bidang jarum dengan besar tegangan 12V.

Penggunaan alat reaktor plasma terdapat kenaikan kadar O₂ sebesar 5,72% yang dipengaruhi saat menggunakan bidang jarum dengan besar tegangan 12V.

Untuk peneliti selanjutnya dapat dikembangkan dengan menambah jumlah jarum dan penggunaan isolator yang digunakan, bisa juga dengan mengganti transformator *fly back* pada alat penghasil tegangan

VI. DAFTAR PUSTAKA

Husnayain, Faiz. *Studi Pengaruh Korona pada Kubikel Model terhadap Distorsi Harmonisa Arus*

dan Tegangan Sumber Listrik AC. Universitas Indonesia. 2010.

Mahmud, Kurniawan Hidayah. *Analisis Torsi dan Daya Akibat Pemotongan Ramp Poros Bubungan (Camshaft) pada Sepeda Motor Suzuki Shogun 125 SP Tahun 2005.* Universitas Negeri Solo. 2012.

Muryadi, Faris. *Pembuatan dan Analisis Pengaruh Penggunaan Arang Bambu Betung Sebagai Adsorben Emisi Gas Buang Sepeda Motor.* Politeknik Negeri Malang. 2016.

Nur, Muhammad, Ahmad S., Sumariyah, Arfan, Triadyaksa P., et al., 2007. *Usaha Mengurangi Global Warming Melalui Inovasi Knapot Anti Polusi Berteknologi Plasma.* Riptek, Vol. I No. I, Hal: 11 – 18.

Nur, Muhammad, Bukit Y. W., Wahyu A. W., Ahmad S., dan Sumariyah. 2006. *Pereduksian CO_x, NO_x, SO_x, HC dari Kendaraan Bermotor dengan Menggunakan Plasma Non Termik.* Berkala Fisika Vol. 9, No.4, Oktober 2006, hal 209-219

Parhan, Nursalam. 2013. *Teknik Listrik.* Kementerian Pendidikan & Kebudayaan

Risfanto, Afip. *Analisis Variasi Tegangan terhadap Kadar Gas Buang pada Reaktor Pasma di Kendaraan Bermotor.* Politeknik Negeri Malang. 2013.

Sastrawijaya, A. Tresna. 2000. *Pencemaran Lingkungan.* Jakarta: PT Rineka Cipta.

- Sugiharto, Ari., Rasito, Muhammad N., Dan A. Suseno. 2004. *Pemanfaatan Plasma Non Termik dalam Upaya Pengendalian Laju Polusi Udara Akibat Emsi Gas Kendaraan Bermotor Bermesin 2 Tag*. Berkala Fisika Vol. 7, hal 103 – 110.
- Susan, Ade Ika., Achmad S., Mohamad W., dan Muhammad N. 2016. *Kajian Kelistrikan Plasma Pijar Korona Menggunakan Elektroda Multi Titik-Bidang dalam Perlakuan Tekstil*. Arena Tekstil Vol. 31 No. 1, 11-16.
- Sutoyo., dan M. Imron Rosyidi. 2013. *Penambahan Reaktor Plasma Dbd (Dielectric – Barrier Discharge) pada Metode Sncr (Selective Non-Catalytic Reduction) Untuk Reduksi Emisi Gas Buang Motor Diesel*. Simposium Nasional RAPI XII FT UMS.
- Syahrani, Awal. 2006. *Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi*. Jurnal SMARTek Vol. 4.No. 4. 2006. Hal: 260-266.
- Vinh, Tran Quang., Shuya W., Tomohiko F., dan Masataka A., 2012. *Fundamental Study of NO_x Removal Fom Diesel Exhaust Gas by Dielectric Barrier Discharge Reactor*. Journal of Mechanical Science and Technology 26 (6) 1921~1928.
- Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L., Ye, K. 2012. *Probability & Statistics for Engineers & Scientists*". 9th Ed. Prentice Hall,
- Wardoyo, Arianto Yudi Ponco. 2016. *Emisi Partikulat Kendaraan Bermotor dan Dampak Kesehatan*. Universitas Brawijaya.
- Winoko, Yuniarto Agus. 2017. *Pengujian Daya dan Emisi Gas Buang*. Politeknik Negeri Malang.