

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pengukuran Kadar CO dan HC dengan Variabel RPM Tanpa Filter Dan Pembahasannya.

**Tabel 4.1 Kadar CO dan HC Variabel RPM Tanpa Filter**

Variabel kontrol tanpa filter dgn Variabel RPM	Kadar HC (ppm)		Rata2	Kadar CO (%)		Rata2
	I	II		I	II	
2000 RPM	297	306	301.5	3.56	2.49	3.025
2500 RPM	307	356	331.5	3.95	3.76	3.855
3000 RPM	466	504	485	5.03	3.96	4.495

(Sumber : Data Primer, 2005)

Berdasarkan hasil pengukuran kontrol kadar CO dan HC di atas dapat diketahui bahwa semakin tinggi RPM semakin tinggi pula kadar CO dan HC yang dihasilkan. Dikarenakan semakin tinggi RPM, maka daya kendaraan akan semakin besar, dan ini tentunya dengan konsumsi bahan bakar dan udara akan meningkat, diikuti pelepasan gas buang yang semakin besar pula. Istilah RPM atau *rotation per minute* adalah menunjukkan seberapa banyak putaran kruk-as dalam satu menit ketika mesin empat langkah dalam kondisi menyala. RPM tiap kendaraan adalah berbeda, maka RPM tidak bisa dijadikan patokan dasar ketika kita menghitung suatu daya kendaraan untuk bergerak yang dihitung dengan menggunakan satuan dk atau daya kuda. Sebagai contoh, mobil biasa pada 3000 rpm biasanya bergerak dengan kecepatan 60 km/jam, namun mobil formula satu, pada RPM yang sama mungkin

telah berjalan di atas 100 km/jam. Parameter CO dan HC merupakan bagian polutan udara, yang paling banyak bersumber dari kendaraan bermotor. Kadar CO dan HC yang diperoleh merupakan gas emisi, dimana kadar CO dan HC di peroleh dari hasil pengukuran langsung dari sumbernya yaitu kendaraan bermotor. Ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor adalah batas maksimum zat atau bahan pencemar yang boleh dikeluarkan langsung dari pipa gas buang kendaraan bermotor. Dengan baku mutu udara emisi sebagai berikut :

**Tabel 4.2 Ambang Batas Gas Emisi**

<b>NO.</b>	<b>PARA-METER</b>	<b>SATUAN</b>	<b>Ambang Batas gas Emisi MenLH No : 141 Th 2003</b>	<b>METODE UJI</b>
1.	CO	gr/km	1.0	ECR 47
2.	HC	gr/km	1.2	ECR 40

(Sumber : Kep.MenLH NO 141/2003)

Peraturan ambang batas emisi gas buang dari Kep.MenLH no.141 tahun 2003 menggunakan metode uji dengan satuan CO dan HC adalah gr/km. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan alat gas analyzer yang kalibrasi satuannya adalah ppm untuk HC dan satuan % untuk CO sehingga peraturan ini sulit untuk dibandingkan. Oleh karenanya dipakailah peraturan baku mutu emisi sumber bergerak kendaraan bermotor dari keputusan gubernur daerah istimewa yogyakarta nomor 167 tahun 2003 sebagai berikut :

**Tabel 4.3 Baku Mutu Emisi**

NO.	PARA-METER	SATUAN	BAKU MUTU EMISI	METODE UJI
1.	CO	%	4.5	Gas analyzer
2.	HC	ppm	2400	Gas analyzer

(Sumber : Kep.Gubernur D.I.Y no 167 tahun 2003)

Dari baku mutu emisi tersebut dapat disimpulkan bahwa kendaraan bermotor merk Suzuki yang dipakai dalam penelitian ini telah memenuhi standar baku mutu emisi gas buang.

#### 4.2 Hasil Pengukuran Kadar CO dan HC Sebelum dan Sesudah Pemberlakuan Plasma dengan Variabel RPM dan Filter

**Tabel 4.4 Kadar CO dengan Variabel RPM dan Filter 25 gr glass wool.**

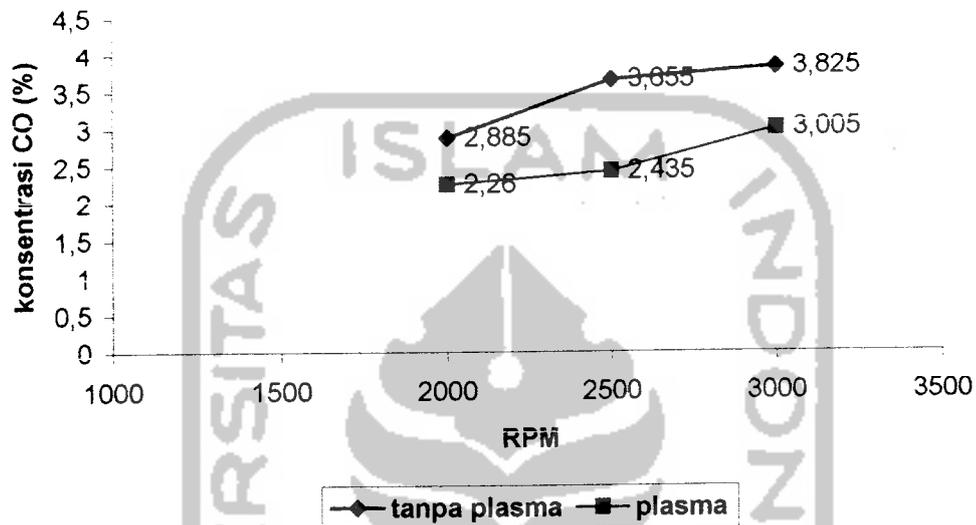
Variabel filter Dan RPM	Kadar CO (%)		Rata2	Tegangan	Kadar CO dgn Plasma		Rata2
	I	II			I	II	
2000 RPM	2.11	3.66	2.885	16 watt	2.21	2.31	2.26
2500 RPM	3.53	3.78	3.655	16 watt	2.51	2.36	2.435
3000 RPM	3.63	4.02	3.825	16 watt	3.06	2.95	3.005

(Sumber : Data Primer, 2005)

Dari data di atas menunjukkan bahwa pada saat pengukuran kadar CO dengan variabel RPM dan filter 25 gr glass wool tanpa melalui tabung plasma kadar CO hampir sama atau sama dengan kontrol awal kadar CO dan HC. Karena variabel filter glass wool berfungsi sebagai penyaring partikel – partikel, dimana variabel ini tidak mempengaruhi terhadap kadar CO dan HC. Dan pengukuran kadar CO setelah

melalui tabung plasma kadar CO turun sampai 33.4% (tabel 4.13). Penurunannya dapat dilihat dengan grafik sebagai berikut :

**Grafik perbandingan kontrol awal terhadap metode plasma dengan variabel glass wool 25 gr pada parameter CO**

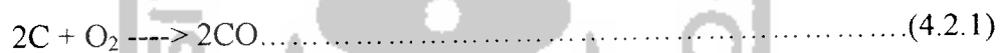


Kadar CO mengalami penurunan karena adanya reaksi fisika dan kimia, yaitu keadaan benda fase-gas berenergi, yang sering ditunjuk sebagai “keadaan benda keempat (padat, cair, gas, dan plasma)” yang beberapa atau semua electron diorbit atom terluar telah terpisah dari atom molekul. Hasilnya adalah sebuah koleksi ion dan electron yang tidak lagi terikat satu sama lain. karena partikel-partikel ini terionisasi (bermuatan), gas ini bertingkah laku lain dari gas biasa.

Aksi-aksi pada ion dan elektron dalam plasma yaitu reaksi ionisasi, excitasi, dan dissociasi dengan udara bebas sekitarnya berlanjut dengan terbentuk species aktif (ion, electron, molekul yang mudah bereaksi) seperti ozone, OH, O, NH<sub>3</sub> yang memiliki sifat radikal yang sangat mudah bereaksi dengan senyawa-senyawa yang ada di sekitarnya. Sepecies aktif yang terbentuk ini kemudian bereaksi dengan gas

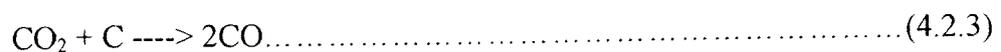
CO dan HC kemudian mengubah serta menguraikannya. sehingga gas CO menjadi senyawa yang tidak berbahaya terhadap lingkungan, dimana gas CO dapat terbentuk di alam dengan proses sebagai berikut :

1. Pembakaran tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon. Oksidasi tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon terjadi jika jumlah oksigen yang tersedia kurang dari jumlah yang dibutuhkan untuk pembakaran sempurna, dimana dihasilkan karbon monoksida. Secara sederhana pembakaran karbon dalam minyak bakar terjadi melalui beberapa tahap sebagai berikut :



Pencampuran yang tidak rata antara minyak bakar dengan udara menghasilkan beberapa tempat atau area yang kekurangan oksigen. Semakin rendah perbandingan antara udara dan minyak bakar, semakin tinggi jumlah karbon monoksida yang dihasilkan.

2. Reaksi antara monoksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi. Reaksi ini dapat menghasilkan karbon monoksida dengan reaksi sebagai berikut :



3. Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan O. Pada kondisi dimana jumlah oksigen cukup melakukan pembakaran lengkap terhadap karbon kadang-kadang terbentuk juga CO. Keadaan ini disebabkan pada suhu tinggi CO<sub>2</sub> akan terdisosiasi menjadi CO dan O. Karbon dioksida dan CO

terdapat pada keadaan ekuilibrium pada suhu tinggi dengan reaksi sebagai berikut :



Penyebaran karbon monoksida di udara tergantung pada keadaan lingkungan.

Untuk daerah perkotaan yang banyak kegiatan industrinya dan lalu lintas nya padat, udaranya sudah banyak tercemar gas CO. ternyata tanah yang masih terbuka dimana belum ada bangunan di atasnya dapat membantu penyerapan gas CO. Hal ini disebabkan mikroorganisme yang ada di dalam tanah mampu menyerap gas CO yang terdapat di udara. Angin dapat mengurangi konsentrasi gas CO pada suatu tempat karena dipindahkan ke tempat lain. Kecepatan reaksi yang merubah CO menjadi CO<sub>2</sub> (  $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$  ) yang terjadi pada atmosfer bawah hanya dapat menghilangkan sekitar 0,1 % dari CO yang ada perjam dengan adanya matahari. Berdasarkan kecepatan ini CO di atmosfer diperkirakan mempunyai umur rata-rata 3,5 bulan.

Karena kendaraan bermotor merupakan sumber polutan CO yang utama (sekitar 59,2 %), maka daerah-daerah yang berpendudukan padat dengan lalu lintas sampai memperlihatkan tingkat polusi CO yang tinggi. Konsentrasi CO di udara sewaktu dalam satu hari dipengaruhi oleh kesibukkan atau aktivitas kendaraan bermotor yang ada. Konsentrasi CO di udara pada tempat tertentu dipengaruhi oleh kecepatan emisi (pelepasan) CO di udara dan kecepatan dispersi dan pembersihan CO di udara. Pada daerah perkotaan kecepatan pembersihan CO dari udara sangat lambat, oleh karena kecepatan dispersi dan pembersihan CO dari udara sangat menentukan konsentrasi CO di udara. Kecepatan dispersi dipengaruhi langsung oleh

faktor-faktor meteorologi seperti kecepatan dan arah angin, turbulen udara, dan stabilitasi atmosfer.

Pengaruh gas karbon monoksida terhadap lingkungan yaitu pengaruh terhadap tanaman dan terhadap manusia. Pengaruh terhadap tanaman menurut beberapa peneliti menunjukkan bahwa pemberian CO selama 1 sampai 3 minggu pada konsentrasi sampai pada 100 ppm tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tanam-tanaman tingkat tinggi, akan tetapi kemampuan akan fiksasi nitrogen oleh bakteri oleh bakteri bebas akan terhambat dengan pemberian CO selama 35 jam pada konsentrasi 2000 ppm. Karena konsentrasi CO di udara jarang mencapai 100 ppm. Meskipun dalam waktu sebentar, maka pengaruh CO terhadap tanam-tanaman biasanya tidak terlihat secara nyata.

CO merupakan Gas tidak berwarna dan tidak berbau, bersifat mematikan manusia dalam beberapa menit pada kadar lebih dari 5000 ppm. CO bereaksi dengan hemoglobin dalam darah membentuk senyawa *carboxyhemoglobin* (COHb). Hemoglobin lebih reaktif dengan CO dibanding terhadap oksigen, sehingga membentuk COHb efektif sekali pada pengusiran oksigen. Pada COHb kadar 5 sampai 10 %, persepsi visual, keterampilan manual, dan keterampilan belajar akan terganggu. Pada konsentrasi 30 ppm CO dalam waktu 8 jam akan terjadi kadar COHb 7.5 %. Pada kadar 2.5 – 3 % orang akan terkena penyakit jantung, dan tidak akan mampu menampilkan latihan-latihan tertentu sebagaimana yang dapat dilakukan oleh orang yang tidak memiliki COHb. Pada konsentrasi CO 20 ppm dalam waktu 8 jam akan menghasilkan kadar COHb 2.8 %.

Afinitas CO terhadap hemoglobin adalah 200 kali lebih tinggi dari pada afinitas oksigen terhadap hemoglobin, akibatnya jika CO dan  $SO_2$  terdapat bersama-sama di udara akan membentuk COHb dalam jumlah yang lebih banyak daripada  $O_2Hb$ . Factor penting yang menentukan pengaruh CO terhadap tubuh manusia adalah konsentrasi COHb yang terdapat di dalam darah, dimana semakin tinggi persentase hemoglobin yang terikat dalam bentuk COHb, semakin parah pengaruhnya terhadap kesehatan manusia.

**Tabel 4.5 Pengaruh Konsentrasi COHb didalam Darah Terhadap Kesehatan Manusia**

Konsentrasi COHb dalam darah (%)	Pengaruh terhadap kesehatan
< 1.0	Tidak ada pengaruh
1.0-2.0	Penampilan agak tidak normal
2.0-5.0	Pengaruhnya terhadap system saraf sentral, rewaksi panca indra tidak normal, benda terlihat agak kabur .
$\geq 5.0$	Perubaha fungsi jantung dan pulmonan
10.0-8.0	Kepala pusing, mual berkunang-kunang, pingsan , sukar bernapas, kematian.

\*Stoker dan Seager (1972)

(Sumber : Fardiaz, 1992)

Pada konsentrasi CO tertentu di udara konsentrasi COHb di dalam darah akan mencapai konsentrasi ekuilibrium setelah beberapa waktu tertentu. Secara normal sebenarnya darah mengandung COHb dalam jumlah sekitar 0.5 %. Jumlah ini berasal dari CO yang diproduksi oleh tubuh selama metabolisme pemecahan heme yaitu komponen dari hemoglobin. Persen ekuilibrium COHb di dalam darah manusia yang

mengalami kontak dengan CO dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\frac{Co - Hb}{O_2 - Hb} = M \frac{P_{Co}}{P_{O_2}} \dots \dots \dots (2.4.1.5)$$

Tabel 2.4 memperlihatkan hasil perhitungan konsentrasi COHb dalam darah menurut rumus tersebut.

**Tabel 4.6 Data Ekuilibrium Antara COHb di Dalam Darah Dengan CO di Udara**

Konsentrasi CO di udara (ppm)	Konsentrasi ekuilibrium COHb di dalam darah (%)
10	0.99
20	1.96
30	2.91
50	4.76
70	6.54
90	8.25
100	9.09

(Sumber : Fardiaz, 1992)

**Tabel 4.7 Kadar HC dengan Variabel RPM dan Filter 25 gr glass wool**

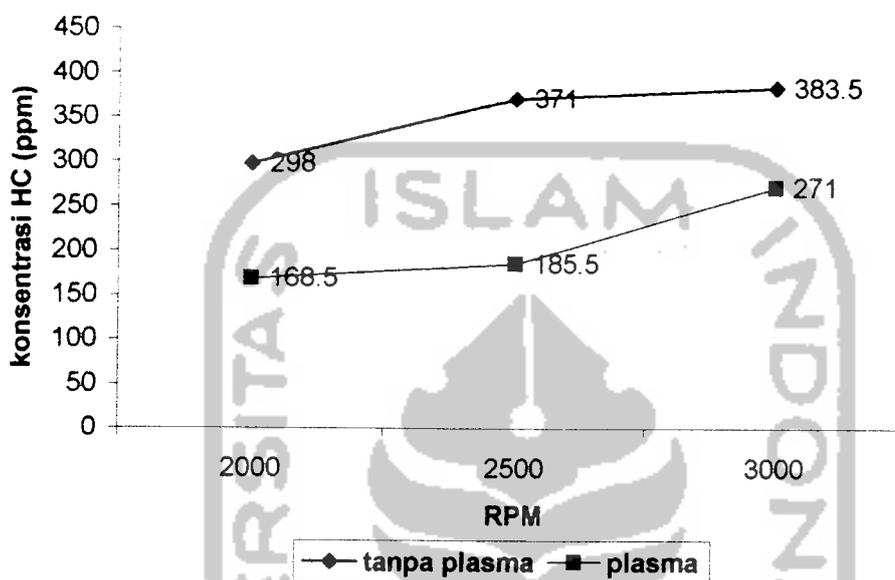
Variabel filter Dan RPM	Kadar HC (PPM)		Rata2	tegangan	Kadar HC dgn Plasma		Rata2
	I	II			I	II	
2000 RPM	323	273	298	16 watt	162	175	168.5
2500 RPM	352	390	371	16 watt	175	196	185.5
3000 RPM	373	394	383.5	16 watt	286	256	271

(Sumber : Data Primer, 2005)

Dari data di atas dapat diketahui bahwa pada saat pengukuran kadar HC dengan variabel RPM dan filter 25 gr glass wool tanpa melalui tabung plasma dan

setelah melalui tabung plasma menunjukkan terjadinya penurunan kadar HC sampai 50 % (tabel 4.13). Sehingga dapat dilihat dengan grafik sebagai berikut :

**Grafik perbandingan kontrol awal terhadap metode plasma dengan variabel glass wool 25 gr pada parameter HC**



Terjadinya penurunan kadar HC 43,5 % pada saat RPM 2000, 50% pada saat RPM 2500, dan 29,34 % pada saat RPM 3000. Hasil yang didapat bervariasi dan tidak beraturan ini dikarenakan kita tidak bisa mengetahui berapa gas yang keluar pada tiap RPM dengan pasti dan yang masuk ke dalam tabung plasma karena banyak faktor yang bisa mempengaruhinya seperti pada corong atau pipa plastik yang digunakan untuk mengalirkan gas menuju tabung plasma, faktor lainnya yaitu human error yang secara sengaja ataupun tidak sengaja. Tetapi inti dari penelitian ini adalah telah terjadinya penurunan gas-gas yang telah bereaksi dengan plasma sehingga gas-gas yang tidak diinginkan berkurang dan ini menunjukkan telah terjadinya reaksi fisika dan kimia yang telah dijelaskan sebelumnya.

Gas Hidrokarbon memiliki 2 kemungkinan sebagai pencemar udara yaitu :

1. HC sebagai emisi akan menjadi bahan pencemar udara apabila HC tidak tercampur rata pada saat pembakaran, sehingga tidak bereaksi dengan oksigen maka HC ini akan keluar dengan gas buangan hasil pembakaran.
2. Kemungkinan lain dari yang menyebabkan HC menjadi pencemar udara yaitu pada saat HC yang tidak ikut terbakar dengan oksigen mengalami *cracking* akibat suhu yang tinggi dari hasil pembakaran.

Pencemaran hidrokarbon memiliki berbagai dampak yang berpengaruh baik itu pada manusia maupun kepada tumbuhan dan hewan. Dampak bagi manusia menurut beberapa penelitian terhadap hewan dan manusia menunjukkan bahwa hidrokarbon alifatik dan alisiklis mempunyai pengaruh yang tidak diinginkan terhadap manusia hanya pada konsentrasi beberapa ratus sampai beberapa ribu kali lebih tinggi dari konsentrasi yang terdapat di atmosfer. Pada konsentrasi kurang dari 500 ppm tidak menunjukkan pengaruh apapun.

Tabel berikut ini akan menunjukkan level toksisitas dari beberapa hidrokarbon aromatik jenuh. Konsentrasi yang berbahaya tersebut jauh di atas rata-rata konsentrasi normal hidrokarbon di daerah perkotaan, yaitu sekitar 3.2 ppm untuk metana dan 0.03 – 0.10 ppm untuk hidrokarbon lainnya.

**Tabel 4.8 Level Toksisitas Hidrokarbon Aromatik Jenuh**

Hidrokarbon	Konsentrasi (ppm)	Pengaruh
Benzena (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	100	Iritasi membran mukosa
	3000	Lemas setelah ½ - 1 jam
	7500	Pengaruh berbahaya setelah ½ - 1 jam
Toluena	20000	Kematian setelah 5 – 10 menit

(C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> )	200	Sedikit pusing, lemah, dan berkunang-kunang setelah 8 jam
	600	Kehilangan koordinasi, bola mata terbalik setelah 8 jam

(Sumber : Fardiaz,1992)

Hidrokarbon aromatik lebih berbahaya dibandingkan dengan hidrokarbon alifatik dan alisiklis. Uapnya lebih bersifat iritasi pada membran mukosa, dan luka dibagian dalam dapat terjadi jika menghisap uap komponen aromatik. Tetapi pada konsentrasi kurang dari 25 ppm biasanya tidak berpengaruh.

Apabila HC berupa gas maka akan tercampur bersama bahan pencemar lainnya. Kalau HC berupa cairan maka HC tersebut akan membentuk kabut minyak (*droplet*) yang keberadaannya di udara akan sangat mengganggu lingkungan. Sedangkan kalau bahan pencemar HC berupa padatan maka udara akan tampak seperti asap hitam. Seringkali pencemaran udara oleh HC merupakan gabungan dari ketiga macam bentuk HC tersebut.

**Tabel 4.9 Kadar CO dengan Variabel RPM dan Filter 50 gr glass wool**

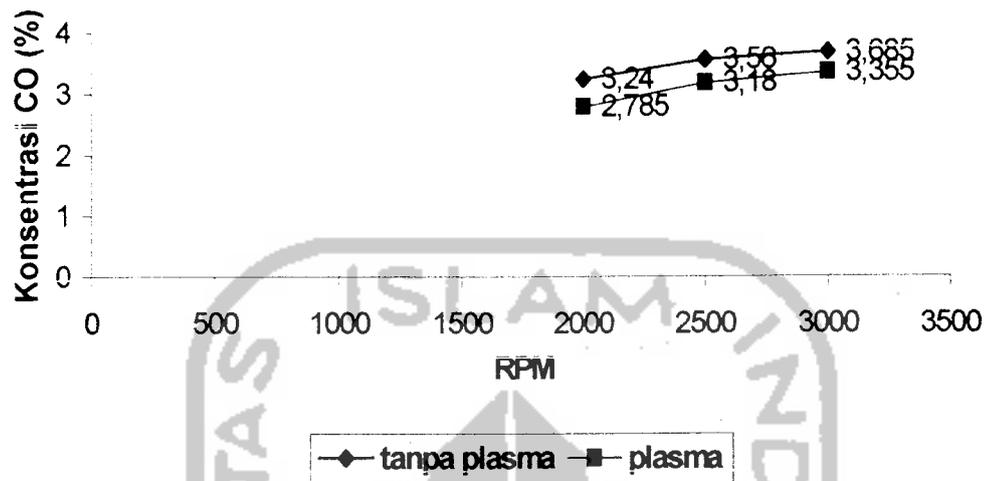
Variabel filter Dan RPM	Kadar CO (%)		Rata2 tegangan	Kadar CO dgn Plasma		Rata2	
	I	II		I	II		
2000 RPM	3.31	3.17	3.24	16 watt	2.46	3.11	2.785
2500 RPM	3.48	3.64	3.56	16 watt	2.91	3.45	3.18
3000 RPM	3.63	3.74	3.685	16 watt	3.03	3.68	3.355

(Sumber : Data Primer, 2005)

Dari data di atas diketahui bahwa pada saat pengukuran kadar CO dengan variabel RPM dan filter 50 glass wool, penurunan kadar CO hanya 14 % (tabel 4.13). Secara teori semakin banyak filter yang digunakan, maka efektifitas tabung plasma

dalam mereduksi gas buang akan meningkat dikarenakan terjadinya penurunan partikel yang masuk ke dalam tabung plasma. Seperti diketahui sebelumnya, partikel ini dikenal sebagai faktor pengganggu. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.6. Tetapi dari hasil di atas bila dibandingkan dengan variabel filter 25 gr glass wool pada tabel 4.3 terjadi penurunan efektifitas tabung plasma dan ini tidak sesuai dengan teori yang ada. Sehingga disini dapat dikatakan telah terjadi kerusakan pada tabung plasma tersebut dimana tabung ini akan cepat rusak bila terdapat partikel yang lolos dan masuk ke dalam plasma. Dan partikel yang masuk ke dalam plasma dapat menempel dibagian tabung plasma yang dapat menyebabkan jarak antar elektroda menjadi lebih pendek dari bagian tabung plasma lainnya. Sifat dari terjadinya discharge adalah pada jarak antar elektroda yang terpendek sehingga terjadinya discharge hanya pada bagian yang telah tertempel partikel yang masuk saja dan bagian yang lainnya tidak terjadi discharge. Sehingga efektifitas dari tabung plasma ini sendiri menjadi berkurang dan menghasilkan hasil yang tidak sesuai yang diharapkan. Dan ini merupakan salah satu kelemahan dari tabung plasma ini. Faktor yang menyebabkannya adalah pada saat dilakukannya penelitian ini tabung plasma ini pernah dicoba tanpa menggunakan filter sehingga efektifitas tabung plasma ini semakin menurun. Dan dari data di atas didapatkan grafik sebagai berikut :

Grafik perbandingan kontrol awal terhadap metode plasma dgn variabel glass wool 50 gr pada parameter CO



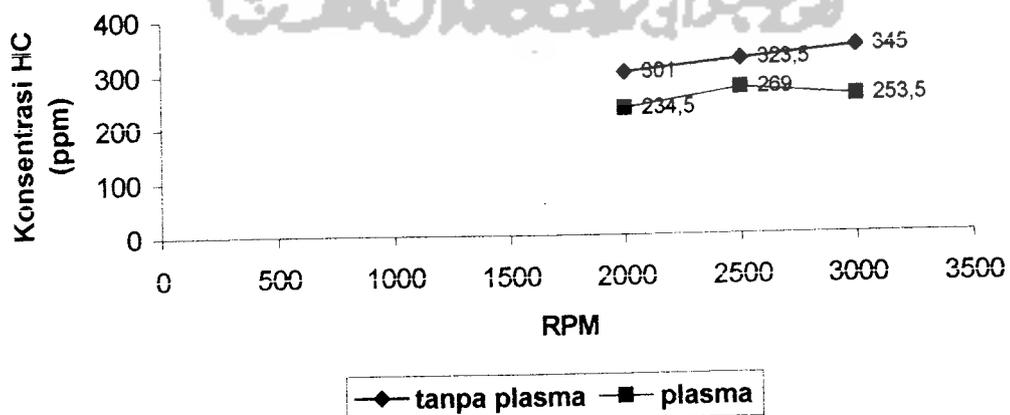
Tabel 4.10 Kadar HC dengan Variabel RPM dan Filter 50 gr glass wool

Variabel filter Dan RPM	Kadar HC (ppm)		Rata2	tegangan	Kadar HC dgn Plasma		Rata2
	I	II			I	II	
	2000 RPM	308	294	301	16 watt	249	220
2500 RPM	329	318	323.5	16 watt	266	272	269
3000 RPM	341	349	345	16 watt	292	215	253.5

(Sumber : Data Primer, 2005)

Dari data di atas menunjukkan adanya penurunan kadar HC sampai 26.5 % (tabel 4.13), tetapi dengan variabel RPM dan filter 50 gr glass wool seharusnya lebih besar persentase penurunannya dari hasil pengukuran kadar HC dengan variabel RPM dan 25 glass wool, dimana dapat mencapai sampai 50 %. Dikarenakan discharge di dalam tabung plasma terjadi pada jarak elektroda yang terpendek saja sehingga efektifitas tabung plasma berkurang dan tidak bisa mengikat semua gas buang yang masuk ke tabung plasma. Dan hasil data di atas dapat dilihat dengan grafik sebagai berikut :

Grafik perbandingan kontrol awal terhadap metode plasma dgn variabel glass wool 50 gr pada parameter HC



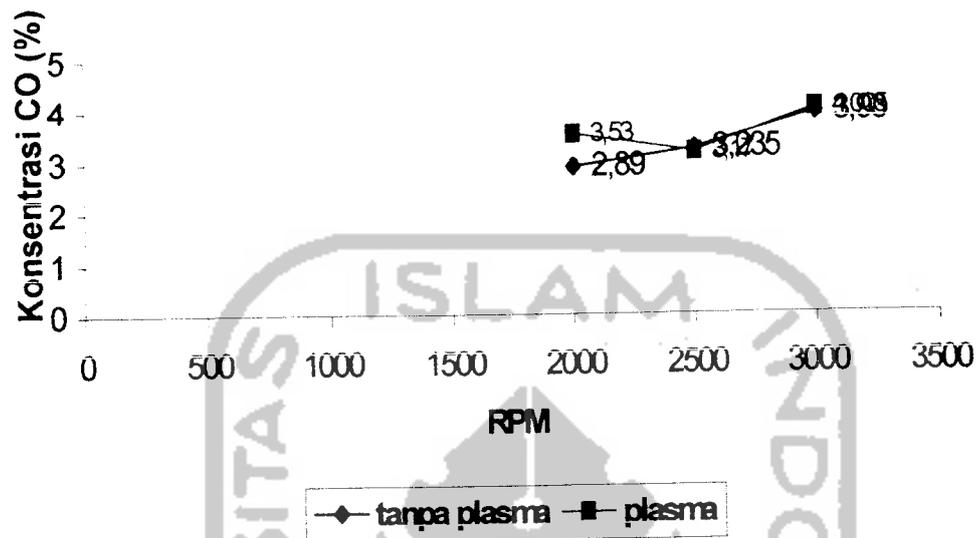
Tabel 4.11 Kadar CO dengan Variabel RPM dan Filter 75 gr glass wool

Variabel filter Dan RPM	Kadar CO (%)		Rata2	tegangan	Kadar CO dgn Plasma		Rata2
	I	II			I	II	
2000 RPM	2.85	2.93	2.89	16 watt	3.33	3.73	3.53
2500 RPM	3.33	3.14	3.235	16 watt	3.27	3.07	3.17
3000 RPM	3.89	3.97	3.93	16 watt	3.85	4.16	4.005

(Sumber : Data Primer, 2005)

Dari data di atas menunjukkan adanya penurunan kadar CO hanya 2% dan – 22 % (tabel 4.14) yang mana artinya tidak terjadinya penurunan bahkan sebaliknya telah terjadinya kenaikan kadar CO. Ini disebabkan oleh kontrol awal pada 2500 dan 3000 lebih kecil dari kontrol awal pada saat 2000, dimana telah dijelaskan sebelumnya semakin tinggi RPM, maka semakin tinggi pula gas yang dihasilkan. Oleh karenanya sebab kemungkinannya adalah pada saat dilakukannya kontrol awal dengan filter 75 gr glass wool ini gas buang yang masuk lebih sedikit dibandingkan pada saat perlakuan dengan plasma sehingga kadar CO yang diperoleh pada saat RPM 2500 dan 3000 lebih kecil dan perbandingan dengan perlakuan plasma menjadi negatif.. Data tersebut dapat dilihat dengan grafik sebagai berikut :

Grafik perbandingan kontrol awal terhadap metode plasma dgn variabel glass wool 75 gr pada parameter CO



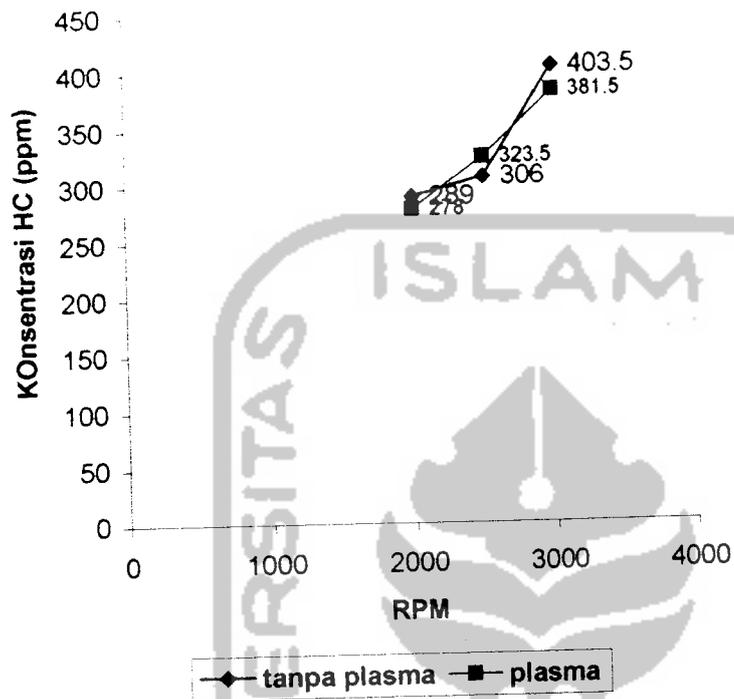
**Tabel 4.12 Kadar HC dengan Variabel RPM dan Filter 75 gr glass wool**

Variabel filter Dan RPM	Kadar HC (ppm)		Rata2	tegangan	Kadar HC dgn Plasma		Rata2
	I	II			I	II	
2000 RPM	292	286	289	16 watt	275	281	278
2500 RPM	294	318	306	16 watt	333	314	323.5
3000 RPM	396	411	403.5	16 watt	386	377	381.5

(Sumber : Data Primer, 2005)

Dari data di atas menunjukkan terjadinya penurunan kadar HC hanya 5,45 % (tabel 4.14) saja. Bila dibandingkan dengan variabel RPM dan filter 25 gr glass wool, kadar HC terjadi penurunan sampai 50 %. Berarti telah terjadi kerusakan tabung plasma yang telah dijelaskan sebelumnya. Dan semakin lama efektifitas tabung plasma semakin menurun sampai terjadinya ledakan kecil yang mengakibatkan tabung plasma ini terbakar. Yang dikarenakan dengan adanya tegangan listrik yang tinggi secara terus menerus dan discharge yang terjadi hanya di ujung tabung plasma dengan jarak elektrodanya yang semakin pendek sehingga terjadinya ledakan kecil tersebut. Oleh karenanya hasil yang didapat sampai ada yang negatif (-) yaitu -5,7 % yang berarti kadar HC yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini dapat dilihat pada grafik sebagai berikut :

Grafik perbandingan kontrol awal terhadap metode plasma dgn variabel glass wool 75 gr pada parameter HC



**Tabel 4.13 Penurunan kadar CO dan HC Setelah Pemberlakuan Plasma**

Variabel	Penurunan	Penurunan	Penurunan	Penurunan
RPM	CO, 25 gr	HC, 25 gr	CO, 50 gr	HC, 50 gr
	(%)	(ppm)	(%)	(ppm)
2000 RPM	21.66	43.46	14.04	22.09
2500 RPM	33.38	50	10.67	16.85
3000 RPM	21.44	29.34	8.96	26.52

**Tabel 4.14 Penurunan Kadar CO dan HC Setelah Pemberlakuan Plasma**

Variabel	Penurunan	Penurunan
RPM	CO, 75 gr	HC, 75 gr
	(%)	(ppm)
2000 RPM	-22.15	3.81
2500 RPM	2.009	-5.72
3000 RPM	-1.91	5.45

#### 4.3 Lucutan Plasma Terhalang Dielektrik (LPTD)

LPTD ini menggunakan susunan elektroda berbentuk silinder dengan lapisan elektrik gelas berbentuk silinder. Proses yang terjadi pada LPTD adalah lucutan dadal yang terdiri dari banyak arus filamen yang disebut sebagai lucutan mikro atau lucutan streamer yang bekerja secara independen, dimana posisinya di seluruh permukaan dengan lama lucut dalam orde nano-detik.

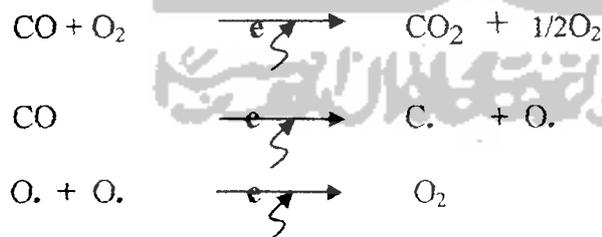
Setiap lucutan mikro terdiri dari arus filamen berbentuk silinder dengan jari-jari sekitar  $100 \mu\text{m}$  dan menyebar di permukaan bidang lucutan pada dielektrik. Arus filamen dapat mencapai kerapatan arus sebesar  $1000\text{A}/\text{cm}^2$ . walaupun kerapatan arus

filamen cukup tinggi, kerapatan tenaga sekitar  $10 \text{ mJ/cm}^2$  di dalam lucutan mikro yang berlangsung dalam orde 2 – 5 nano detik (ns). Suhu elektron dapat mencapai  $50.000^\circ\text{K}$  yang setara dengan 5 eV.

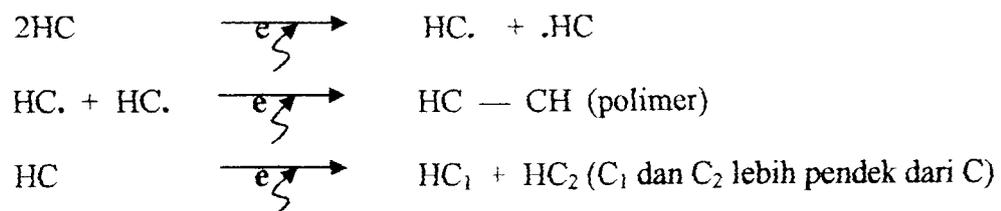
#### 4.4 Proses yang Terjadi di dalam Tabung Plasma

Proses yang terjadi di dalam tabung plasma adalah terjadinya lucutan dadal berupa lucutan mikro yang terdiri dari arus filamen berbentuk silinder dengan jari-jari sekitar  $100 \mu\text{m}$  dan menyebar di permukaan bidang lucutan pada dielektrik. Lucutan dielektrik ini bereaksi dengan senyawa polutan yang dalam lucutan membentuk spesies radikal dan hidrokarbon, dimana keduanya akan saling bereaksi dan membentuk senyawa yang relatif ramah lingkungan. Persentase removal untuk parameter HC mencapai 50 % dan untuk parameter CO mencapai 33,38 %, dimana ini terjadi pada kondisi tabung plasma yang tidak maksimal. Dengan fenomena terjadinya penurunan kadar CO dan HC adalah sebagai berikut :

##### 1. CO



##### 2. HC



Didapatlah senyawa-senyawa yang sudah tidak berbahaya terhadap lingkungan sekitar. Sehingga kadar CO dan HC yang keluar dari kendaraan bermotor ini berkurang.

