

PENETRALAN ZAT ASAP PEMBAKARAN SAMPAH BERBASIS NANO PULSED PLASMA “PETIR BUATAN”

Rifyal Rachmat, Wahyudi Wicaksono, Helmi Maulana, Rahman Efandi, Abdil Jabbar

Jurusan Elektro, ITS, Surabaya, Indonesia

Rifyal.ee.its@gmail.com; Yudi_boy41@yahoo.co.id;
Helmimaulana92@yahoo.co.id; Efandinho7@yahoo.co.id; abdiljabbar@yahoo.co.id

Abstrak

Polusi udara merupakan topik utama pada era modern saat ini, oleh karena itu tujuan dari proyek penelitian ini adalah untuk meminimalisir dampak berbahaya yang ditimbulkan dari asap hasil pembakaran sampah, terutama zat hasil pembakaran sampah yang bernama Dioxin dan Furans serta debu-debu berbahaya, apabila terhirup oleh manusia maka akan berpotensi menimbulkan kanker, oleh karena itu diperlukan alat yang dapat memecah /mendekomposisi partikel-partikel berbahaya tersebut menjadi partikel yang lebih kecil dan tidak berbahaya bagi lingkungan. Alat yang digunakan bertujuan untuk menciptakan plasma dengan menghasilkan muatan corona dari sumber tegangan tinggi DC dan AC, corona yang dihasilkan memiliki kepadatan yang rendah (low density plasma). Akan dilakukan pengujian terhadap sampel zat berbahaya hasil pembakaran sampah ke dalam sistem plasma. Setelah terjadi ionisasi dikarenakan partikel tersebut melewati plasma, maka akan diteliti berapa tegangan tinggi dan arus yang dibutuhkan agar cukup mendekomposisi / memecah partikel berbahaya tersebut dengan cukup efektif.

Kata kunci : Plasma, corona, Dioxin, Pembakaran, Sampah

1. PENDAHULUAN

Tidak dapat dihindari kalau setiap hari tumpukan sampah dedaunan ada di mana-mana. Dalam pembersihannya sendiri tentunya dibutuhkan proses pembakaran sampah yang nantinya menghasilkan asap hitam yang mengganggu pernapasan kita, dan tentunya mengganggu kesehatan kita. Bersumber dari buku *An Action Plan for Reducing Discharges of Dioxin to Air*, Hon marian L Hobbs, menteri lingkungan Inggris, mengatakan bahwa Dioxin merupakan bagian dari polusi udara yang dikenal sebagai *organoklorin* dan disebabkan oleh pembakaran sampah liar, dimana asap ya timbul dapat berpotensi memicu kanker pada manusia. Tidak terkontrolnya pembakaran sampah liar merupakan penyebab utama sumber senyawa dioxin dan sebesar 39% sumber dioxin di New Zealand berasal dari lahan pertanian yang dibakar, dikutip dari dokumen menteri lingkungan (*Published in October 2001 by Ministry for the Environment*).



Gambar 1 : Pembakaran Sampah Liar

Untuk meminimalisir dampak berbahaya yang ditimbulkan dari asap hasil pembakaran sampah, terutama zat beracun hasil pembakaran sampah yang bernama Dioxin dan Furans serta debu-debu berbahaya. berdasarkan paper yang dibuat oleh Ya-

sushi Arao yang berjudul *High Velocity Electrostatic Precipitator For Road Tunnel*, ICESP X – Australia 2006, Paper 10B2. Teknologi Plasma non thermal (petir buatan) merupakan salah satu alternatif yang cukup efisien, oleh karena itu diperlukan alat penghasil plasma yang dapat memecah / mendekomposisi partikel-partikel berbahaya tersebut menjadi partikel yang lebih kecil dan tidak berbahaya bagi lingkungan. Alat yang digunakan bertujuan untuk menciptakan plasma dengan menghasilkan muatan corona dari sumber tegangan tinggi DC dan AC, corona yang dihasilkan memiliki kepadatan yang rendah (low density plasma). Akan dilakukan pengujian terhadap sampel zat berbahaya hasil pembakaran sampah ke dalam sistem plasma. Setelah terjadi ionisasi dikarenakan partikel tersebut melewati plasma, maka akan diteliti berapa tegangan tinggi dan arus yang dibutuhkan agar cukup mendekomposisi / memecah partikel berbahaya tersebut dengan cukup efektif.

ASAP PEMBAKARAN SAMPAH

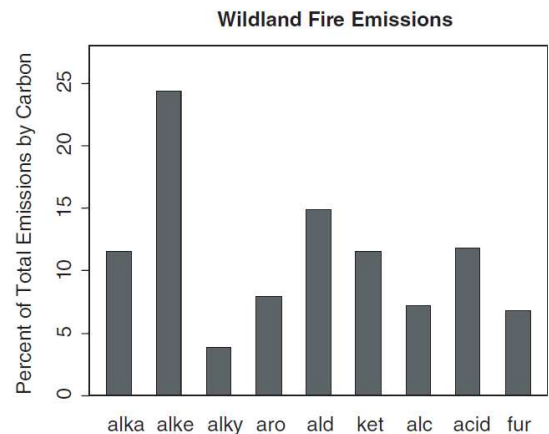
Pembakaran yang bersih hanya bisa dilakukan dalam api panas dan suplai oksigen yang cukup. Padahal, pada pembakaran sampah yang umum dilakukan yakni sampah dalam tumpukan hanya bagian luar yang mendapat cukup oksigen untuk menghasilkan CO₂. Sementara bagian dalam, karena kekurangan suplai O₂ akan menghasilkan karbonmonoksida (CO). Coba bayangkan...Satu ton sampah, akan menghasilkan sekitar 30 kg CO.

CO adalah gas yang mampu membunuh orang secara massal. Bila dihirup, gas ini akan berikatan sangat kuat dengan hemoglobin darah. Akibatnya, hemoglobin yang semestinya mengangkut dan mengedarkan oksigen ke seluruh tubuh akan terganggu. Tubuh akan kekurangan O₂ dan menimbulkan kematian.

Masalah lain dari sampah organik adalah kelembapannya. Sampah basah mengakibatkan partikel-partikel yang terbakar beterbangan juga berakibat terjadi reaksi yang menghasilkan hidrokarbon berbahaya. Partikel-partikel yang tak terbakar akan terlihat sebagai awan dalam asap.

Dari 1 ton sampah kira-kira dihasilkan 9 kg artikel padat yang tak terbakar berupa asap cokelat. Sebagian partikel akan terhisap masuk paru-paru,

karena mekanisme penyaringan dalam hidung kita tak mampu menyaringnya.



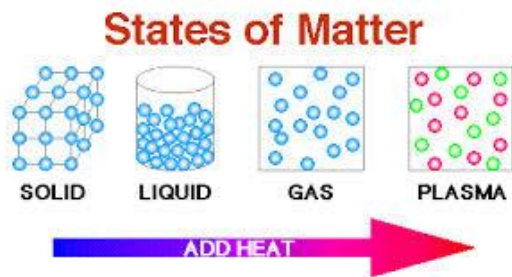
Gambar 2 : Grafik emisi gas pada pembakaran liar

Hidrokarbon berbahaya, senyawa penyebab iritasi seperti asam cuka, serta senyawa penyebab kanker seperti *benzopirena*, juga mungkin dihasilkan. Suatu studi menyimpulkan, asap dari pembakaran sampah mengandung *benzopirena* 350 kali lebih besar dari asap rokok. Telah kita kenal dengan baik, perokok pasif pun dapat berisiko kanker gara-gara asap rokok orang-orang di sekitarnya. Lebih berbahaya kalau Anda menderita asma, infeksi paru-paru, atau bronkitis kronis. Anak-anak akan lebih menderita lagi, karena mereka menghirup jumlah udara per satuan berat badannya lebih besar dari pada orang dewasa dan juga karena perbedaan struktur paru-parunya.

Yang lebih parah, bila sampah organik bercampur dengan bahan-bahan sintesis. PVC dalam pembungkus kabel, kulit sintetis dan lantai vinil misalnya, mengandung senyawa berbahaya yang mengandung klor. Pembakaran bahan tersebut akan menghasilkan gas HCL yang korosif. Celakanya, pembakaran dengan suhu kurang dari 1.100 derajat Celcius, pun akan menghasilkan dioksin –zat sbagai racun tumbuhan (herbisida). Selain itu, mungkin pula dihasilkan *fosgen*, yang dikenal sebagai racun yang digunakan pada Perang Dunia I. Tercatat 75 racun lain yang telah dikena l dalam hasil pembakaran sampah yang mengandung klor.

FENOMENA PLASMA

Plasma merupakan substansi yang mirip dengan gas dengan bagian tertentu dari partikel terionisasi. Adanya pembawa muatan yang cukup banyak membuat plasma bersifat konduktor listrik sehingga bereaksi dengan kuat terhadap medan elektromagnet. Oleh karena itu, plasma memiliki sifat-sifat unik yang berbeda dengan padatan, cairan maupun gas dan dianggap merupakan wujud zat yang berbeda. Mirip dengan gas, plasma tidak memiliki bentuk atau volume yang tetap kecuali jika terdapat dalam wadah, tetapi berbeda dengan gas, plasma membentuk struktur seperti filamen, pancaran dan lapisan-lapisan jika dipengaruhi medan elektromagnet (Thonk., 1967)



Gambar 3: proses pembentukan plasma

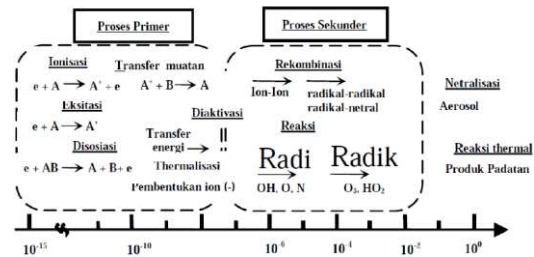
Dalam setiap atom gas biasa berisi jumlah yang sama muatan positif dan negatif. Gas menjadi plasma ketika penambahan panas atau energi yang menyebabkan sejumlah besar atom untuk melepaskan beberapa atau semua elektron. Bagian dari atom yang tersisa dengan muatan positif, dan elektron negatif terlepas bebas untuk bergerak. Jika cukup banyak atom terionisasi secara signifikan mempengaruhi karakteristik listrik dari gas. Secara sederhana plasma didefinisikan sebagai gas terionisasi dan dikenal sebagai fase materi ke empat setelah fase padat, cair dan gas (Arifin, et al., 2009)

TEKNOLOGI NON-THERMAL PLASMA

Plasma terjadi ketika terbentuk percampuran kuasinetral dari elektron, radikal, ion positif dan ion negatif (Tseng, C.H., 1999). Kondisi

kuasinetral merupakan daerah dimana terdapat kerapatan ion (n_i) yang hampir sama dengan kerapatan elektron (n_e) sehingga dapat dikatakan $n_i \approx n_e \approx n$, dengan n menyatakan kerapatan secara umum yang disebut kerapatan plasma (Francis, 1974).

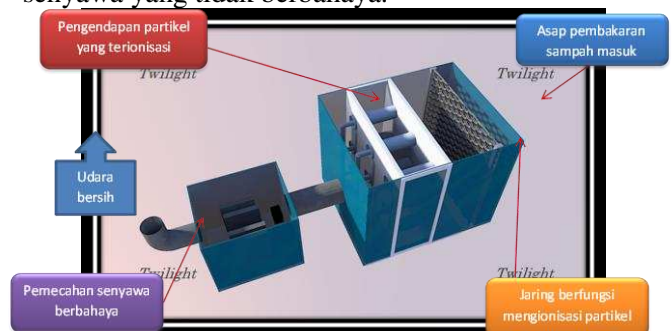
Ketika medan listrik dikenakan pada gas, elektron energetik akan mentransferkan energinya pada spesies gas melalui proses tumbukan, eksitasi molekul, tangkapan elektron, disosiasi, dan ionisasi seperti pada gambar 2. (Prieto, et al., 2002)



Gambar 4: Proses elementer pada plasma dingin dalam skala waktu

2. METODE

Metode pada penelitian ini akan menggunakan sistem petir buatan atau plasma, dimana terdapat dua sistem yang digunakan untuk mendekomposisi zat asap berbahaya terutama dioxin dan furans. Sistem pertama menggunakan teknik ionisasi (corona discharge) dan precipitator (pengendapan) untuk mengendapkan SPM (suspended particle matter) yaitu partikel yang dihasilkan karena tidak sempurnanya pembakaran pada sampah sehingga dihasilkan partikel yang berukuran mikron. Sistem pertama menggunakan sumber tegangan tinggi DC sekitar 10 - 15 KV. Sistem Kedua menggunakan teknologi DBD (Dielectric Barrier Discharge) yaitu suatu sistem dengan sumber AC tegangan tinggi serta frekuensi tinggi, dengan menggunakan tiga plat parallel dan terdapat bahan dielektrik diantara dua plat tersebut. sistem ini dapat mendekomposisi senyawa hidrokarbon, NO_x, SO_x, Dioxin , Furans dll. Sistem kedua ini diproyeksikan agar mampu menguraikan senyawa berbahaya tersebut menjadi senyawa yang tidak berbahaya.

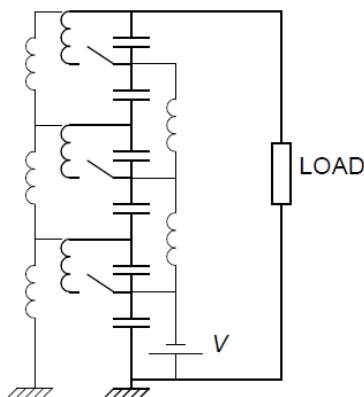


Gambar 4: Desain Alat

SISTEM I

Korona merupakan proses pembangkitan arus di dalam fluida netral diantara dua elektroda bertegangan tinggi dengan mengionisasi fluida tersebut sehingga membentuk plasma di sekitar salah satu elektroda dan menggunakan ion yang dihasilkan dalam proses tersebut sebagai pembawa muatan menuju elektroda lainnya seperti tampak pada Gambar 2

Proses terjadinya lucutan pijar korona dalam medan listrik diawali dengan lucutan townsend kemudian diikuti oleh lucutan pijar (glow discharge) atau korona (corona discharge) dan berakhir dengan arc discharge (Reizer, 1997). Lucutan pijar korona dibangkitkan menggunakan pasangan elektroda tak simetris yang akan membangkitkan lucutan di dalam daerah dengan medan listrik tinggi di sekitar elektroda yang memiliki bentuk geometri lebih runcing dibanding elektroda lainnya (Rutgers dan Van, 2002). Elektroda dimana disekitarnya terjadi proses ionisasi disebut elektroda aktif (Spyrou, et al., 1994)

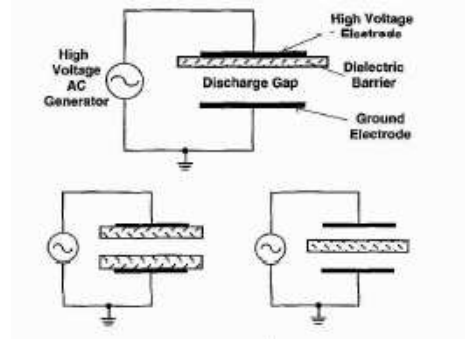


Gambar 5: Rancangan generator pulses
A. Proses ionisasi

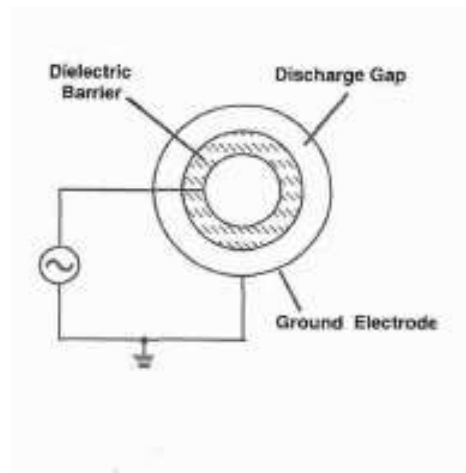
Sumber yang dibutuhkan untuk menyuplai proses Ionisasi partikel yakni dengan rangkaian cockroft Walton (voltage multiplier) dan disambung dengan marx generator. Pada rangkaian ini dapat menghasilkan tegangan tinggi DC berupa gelombang pulsa dengan periode mikrosekon,

SISTEM II

Suatu hal yang menjadikan sistem ini lebih mantap adalah dengan adanya sistem II yang berupa DBD (*Dielectric Barrier Discharge*) adalah suatu discharge elektronika diantara dua elektroda yang dipisahkan oleh insulasi barrier dielektrika. Hal ini juga dikenal sebagai produksi ozon atau discharsi parsial (*A Hv Pulse Generator For Driving Pulsed Corona*, 2008 hal 4). Berdasarkan jurnal ilmiah tersebut, dijelaskan bahwa proses DBD ini menggunakan tegangan tinggi *alternating current* berlangsung dari RF terendah sampai frekuensi microwave.



Gambar 6b: Konfigurasi umum DBD



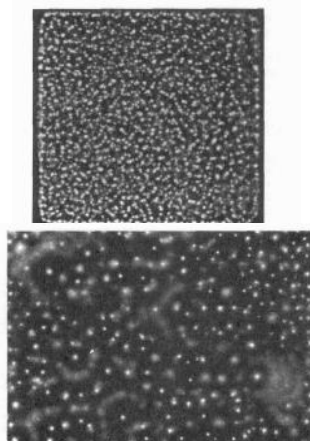
Gambar 6b: Konfigurasi umum DBD (*Dielectric Barrier Discharge*)

Nah metode yang menggunakan resistive dari layer yang mengkover satu dari plat elektroda. Inilah resistif *Barrier Discharge*. Dengan presisi peletakan dua plat yang berjarak 8,76 cm dengan input AC220 volt yang dikuatkan oleh transformator step up menjadi 20kV (sesuai percobaan pengukuran) sehingga pada kuantitas jarak tersebut muncul sinar ungu ketika diaktifkan. Sinar ungu yang dihasilkan itulah yang dimanfaatkan untuk ozone. Ozone memecah senyawa dari dioxin dan furan, zat yang berbahaya bagi kesehatan hasil dari sisa pembakaran sampah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil dari beberapa kali percobaan, terbukti bahwa Penetrulan Zat Asap Pembakaran Sampah Berbasis Nano Pulsed Plasma “Petir Buatan” memiliki dampak yang signifikan terhadap reduksi zat asap sisa pembakaran berupa *dioxin* dan *furan* yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Hal tersebut terbukti dari banyaknya asap yang keluar dibandingkan dengan asap yang dimasukkan ke sistem yang terpadu menghasilkan keluaran udara yang lebih bersih.

Di Amerika Serikat, Eropa dan Australia, hukum yang baru dan tindakan langsung dari masyarakat telah menghasilkan penurunan yang besar dalam tingkat *dioxin* di lingkungan – dan peningkatan keamanan dan kesehatan untuk semua orang.



Gambar 7. Tampilan mikroskopik dari microdischarge berdasarkan jurnal *Dielectric-Barrier Discharges. Principle and Applications*

Sayangnya, banyak masalah besar dengan *dioxin* masih terjadi di negara-negara lain, sebagaimana yang terjadi di Indonesia. Secara global, pembakaran sampah adalah sumber *dioxin* terbesar yang menyebabkan kontaminasi lingkungan. Jadi, apakah yang dapat kamu lakukan? Berhentilah membakar sampah sembarangan dan sistem yang benar!

Tegangan DBD (kV)	Input (ng TEQ/Nm ³)	Output (ng TEQ/Nm ³)	Efisiensi (%)
3	0.609	0.4567	19.8
6	0.609	0.1397	30.4
9	0.609	0.2436	45
12	0.609	0.1096	82
15	0.609	0.0181	97.03

Jangan membakar plastik dan kertas, maupun sampah pertanian. Pimpinan masyarakat di lingkungan juga perlu bertanggung jawab dalam meningkatkan keamanan orang-orang di lingkungan itu. Cara terbaik untuk memecahkan masalah ini adalah dengan edukasi masyarakat tentang cara menghindari memproduksi *dioxin*. Namun dengan efektifitas pemerintah yang ada, perlu penerapan dan perhatian dari pemerintah agar membuat sistem yang tepat untuk pembakaran sampah. Salah satunya adalah dengan “Penetrulan zat asap pembakaran sampah Berbasis Nano pulsed Plasma- Petir Buatan”.

4. KESIMPULAN

Suatu sistem dengan memanfaatkan plasma untuk memecah zat asap yang berbahaya seperti *dioxin* dan *furan*. Solusi yang kami tawarkan adalah dibuat tempat pembakaran sampah khusus dengan sistem yang tepat sehingga penduduk sekitar tidak terindikasi bahaya *dioksin*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Segala bentuk dukungan dan kontribusi terkait pembentukan jurnal ilmiah yang berjudul “Penetrulan zat asap pembakaran sampah Berbasis Nano pulsed Plasma Petir Buatan” ini, kami sampaikan terima kasih. Ungkapan rasa terima kasih kami atas bimbingan bapak Stevanus Hardiristanto selaku dosen pembimbing yang mengarahkan kami untuk menentukan arah dari penelitian yang kami lakukan. Tak luput juga terima kasih atas kesempatan yang telah diberikan DIKTI sehingga jurnal ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik.

5. REFERENSI

- [1] E. Abramzon, M. Wolf, A. Pokryvailo, And Y. Yankelevich, “A *Hv Pulse Generator For Driving Pulsed Corona*” Ben Gurion University, Vol. 42, No. 3, 2008, Pp. 291-293.
- [2] B. Goran, Sretenović, Bratislav And M. Obradović, “2. *Pulsed Corona Discharge Generated By Marx Generator*” University Of Belgrade, Serbia, 2010, No. 89, 323-326
- [3] M Pacheco, E Alva, And R Valdivia, “*Removal Of Main Exhaust Gases Of Vehicles By A Double Dielectric Barrier Discharge*,” 14th Latin American Workshop On Plasma Physics, (LAWPP 2011), Doi:10.1088/1742-6596/370/1/012023
- [4] Liu, Zhen, “*Multiple-Switch Pulsed Power Generation Book*,” Technische Universiteit Eindhoven, 2008. ISBN 978-90-386-1764-0
- [5] John L. Montgomery, Daniel M. Battleson, And Clarence G. Whitworth, “*Latest Developments Of The Plasma-Enhanced Electrostatic Precipitator For Mercury Removal In Coal-Fired Boiler Flue Gas*,” MSE Technology Applications, Inc.
- [6] U. Konelschatz, B. Eliasson And W. Egli, “*Dielectric-Barrier Discharges. Principle And Applications*,” ABB Corporate Research Ltd., Baden, Switzerlan, Colloque C4, Supplement Au Journal De Physique I11 D'octobre 1997
- [7] Hon Marian L Hobbs, “*Book Of An Action Plan For Reducing Discharges Of Dioxin To Air*,” Ministry For The Environment PO Box 10-362, Wellington, New Zealand October 2001.
- [8] A. Kaplan, Bob Mcreynolds, “*Dielectric Characteristics Of Materials - Electrostatic Discharge*,” Mate 210, Experimental Methods In Materials Engineering, 12 November, 2002, Pp. 9-15.
- [9] W. L. Gore, “*Electrostatic Recirculation Filter*,” 2006 W. L. Gore & Associates, Inc. Printed In USA.
- [10] Women in Europe for a Common Future, “*Dangerous Health Effects of Home Burning of Plastics and Waste*” Ben D – 80311 Munich, Germany
- [11] The U.S. Environmental Protection Agency (EPA) “*GP HVS Dioxin Results Q&A*” University Of Belgrade, Serbia, September 2008
- [12] K. Epping, “*Novel plasma catalysts significantly reduce NOx from diesel engines*,” Combustion and Emission
- [13] Dr. Stephan Roche, “*Solid State Pulsed Power Systems*,” Physique & industrie, 17 rue de la rente Logerot, 21160 Marsannay la cote, FRANCE
- [14] J.C. Jones, “*thermal-processing-of-waste*” Ben Gurion University, No. 3, 2009, Pp. 4-5.