

PROTOTYPE PENETRALISIR ASAP ROKOK PADA RUANGAN MENGGUNAKAN METODE CORONA DISCHARGE

Marzuarman¹, M. Nur Faizi²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis
Jl. BathinAlam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau.
Email:marzuarman@polbeng.ac.id¹, faizi@polbeng.ac.id²

Abstrak

Asap rokok yang dihirup oleh perokok pasif dan mencemari lingkungan dalam ruang maupun luar ruang sering disebut sebagai *Environmental Tobacco Smoke* (ETS). Dampak paling buruk yang dialami adalah terganggunya sistem pernapasan, karena didalam asap terkandung berbagai jenis gas yang berbahaya dan beracun. Untuk itu dikembangkan suatu alat yang mampu menetralsisir asap tersebut dengan menggunakan generator ozon yang dihasilkan oleh proses *corona discharge*. Ozon akan mengionisasi gas-gas beracun tersebut menjadi oksigen dan membersihkan udara dari proses tersebut, sehingga metode ini dapat dikatakan efektif untuk sterilisasi udara. Ada beberapa tahapan dalam penelitian ini, pertama perancangan sistem, kedua pembuatan *box*, ketiga pembuatan *power supply*, keempat pembuatan generator ozon dan yang terakhir pengujian. Hasil dari pengujian ini menunjukkan alat yang dibuat mampu menetralsisir asap dengan rata-rata waktu 3 menit 19 detik pada pengujian ruang dengan dimensi 40cm x 30cm x 30cm serta aman untuk digunakan.

Kata Kunci: Asap, Generator Ozon, Power Supply, Corona Discharge, Ionisasi.

Abstract

Cigarette smoke is inhaled by passive smokers and contaminates the indoor and outdoor environment is often referred to as Environmental Tobacco Smoke (ETS). The worst impact experienced is the disruption of the respiratory system, because in the smoke contained various types of hazardous and toxic gases. To develop a device capable of neutralizing the smoke by using an ozone generator produced by the corona discharge process. Ozone will ionize these toxic gases into oxygen and clean the air from the process, so this method can be said to be effective for air sterilization. There are several stages in this research, first system design, second box making, third manufacture power supply, fourth manufacture of ozone generator and last test. The results of this test indicate that the tool is able to neutralize the smoke with an average time of 3 minutes 19 seconds on space testing with dimensions of 40cm x 30cm x 30cm and safe to use.

Keywords: Smoke, Ozone Generator, Power Supply, Corona Discharge, Ionization.

1. PENDAHULUAN

Asap adalah suspensi partikel kecil diudara (*aerosol*) yang berasal dari pembakaran tak sempurna dari suatu bahan bakar. Asap umumnya merupakan produk sampingan dari api yang tidak diinginkan. Salah satu contoh asap adalah asap rokok. Asap rokok adalah asap yang timbul dari kegiatan merokok. Asap rokok memberikan dampak buruk bagi kesehatan tubuh, tidak hanya bagi tubuh perokok (perokok aktif) tapi juga bagi penghirup selain perokok (perokok pasif). Asap rokok mengandung lebih dari empat ribu bahan kimia berbahaya. Diantaranya karbonmonoksida,

nikotin, dan juga tar. Dari berbagai bahan kimia tersebut dapat menimbulkan berbagai penyakit berbahaya yang dapat berdampak kematian. [1] Bahaya rokok saat ini memang sedang gencar dikampanyekan oleh seluruh elemen masyarakat yang peduli akan kesehatan. Fasilitas pelayanan kesehatan, tempat proses belajar mengajar, tempat anak bermain, tempat ibadah, angkutan umum, tempat kerja dan tempat umum merupakan kawasan yang ditetapkan oleh PP Nomor 109 Tahun 2012 sebagai kawasan bebas rokok. Di kota besar seperti Jakarta, Yogyakarta, Surabaya dan lain-lain. Populasi perokok sangatlah banyak. Kebanyakan dari mereka tinggal di kontrakan ataupun kost yang

memiliki ruangan tidak begitu besar. Mereka biasanya merokok dalam ruangan tersebut. Jika ruangan tersebut memiliki sirkulasi udara yang baik itu tidak menjadi masalah yang serius, tapi jika ruangan yang digunakan tidak memiliki sirkulasi udara yang baik itu akan berdampak serius. Dalam ruangan yang digunakan untuk merokok tidak memiliki sirkulasi udara yang baik akan menyebabkan asap rokok tidak dapat keluar dengan cepat, masalah ini yang nantinya akan mengganggu kesehatan, karena asap akan terus terhirup oleh perokok. Dalam hal ini perlu alat yang dapat menetralkan asap rokok didalam ruangan.

Corona discharge dibangkitkan menggunakan pasangan elektroda tidak simetris yang akan membangkitkan lucutan di dalam daerah dengan medan listrik tinggi disekitar elektroda yang memiliki bentuk geometri lebih runcing dibanding elektroda lainnya.[2]. Untuk dapat membangkitkan *corona discharge* diperlukan suatu alat yang disebut *ozone generator* (pembangkit ozon). Prinsip kerja dari alat penetralsir asap menggunakan metode *corona discharge* ini dengan menarik udara kotor akibat asap, kemudian mengionisasi polutan yang ada didalam udara sehingga menghasilkan udara yang bersih dalam sekejap.

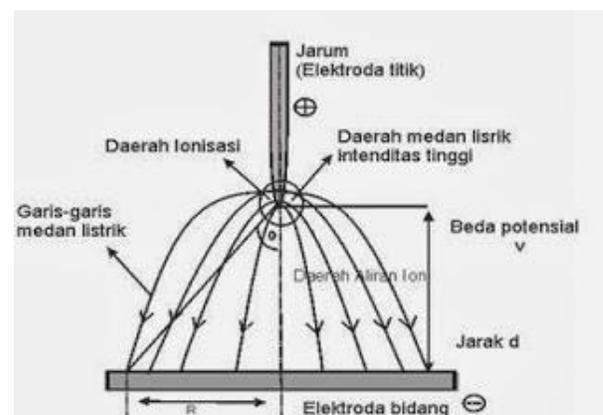
Perancangan alat penetralsir asap ini diharapkan mampu mengurangi dampak dari asap rokok dan menetralsir udara didalam ruangan yang terkontaminasi oleh asap rokok.

2. METODE

1.1 *Corona Discharge* (Lucutan Korona)

Corona Discharge adalah sebuah plasma *nonthermal* yang terkarakterisasikan dengan suhu gas yang rendah dan suhu tinggi, elektron teknik plasma *nonthermal* menawarkan sebuah pendekatan inovatif terhadap solusi yang efektif dan murah untuk menghilangkan gas-gas polutan lucutan korona dimulai ketika medan listrik disekitar elektroda dengan bentuk

geometri sangat lengkung (elektroda aktif) memiliki kemampuan untuk mengionisasi spesies gas. Secara umum rapat arus dapat terbentuk pada pembangkit plasma korona apabila divergensi dari medan listrik yang dihasilkan tidak berharga nol. Korona diawali dengan adanya ionisasi dalam udara yaitu adanya kehilangan elektron dari molekul udara. Jika tegangan tinggi dikenakan pada sepasang elektroda yang salah satunya berbentuk kawat, jarum atau bentuk lain dengan radius kecil, medan listrik di sekitar permukaannya akan menjadi tinggi. Elektron bebas di sekitar medan tinggi ini akan dipercepat sampai kecepatan yang mencukupi untuk membebaskan elektron dari kulit terluar sebuah molekul gas melalui tumbukan yang menghasilkan sebuah ion positif dan elektron bebas lainnya. Elektron bebas tambahan ini mengalami proses yang sama untuk menyebabkan ionisasi tumbukan berikutnya. Proses ini dinamakan *avalanche*, yang terjadi berulang kali sehingga timbul elektron dan ion positif dalam jumlah besar di sekitar daerah korona. Proses *corona discharge* dapat diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses Terjadinya *Corona Discharge*

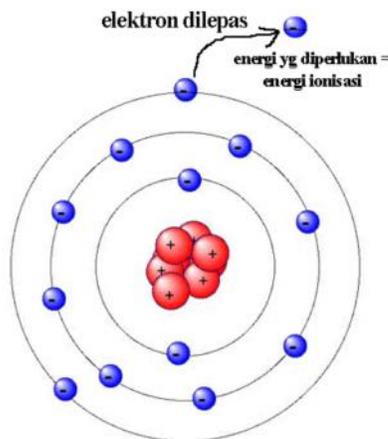
Suatu korona akan bersifat positif atau negatif bergantung kepada pemberian polaritas tegangan elektroda aktif. Korona positif terjadi ketika elektroda aktif (elektroda dimana proses

ionisasi terjadi) dihubungkan dengan terminal positif sumber tegangan. Sedangkan korona negatif terjadi ketika elektroda aktif dihubungkan dengan terminal negatif sumber tegangan. Pada konfigurasi elektroda geometri *hyperboloid plane* (pendekatan untuk konfigurasi multi titik bidang), arus saturasi unipolar korona diberikan oleh persamaan:

$$\frac{I_s}{V^2} = \frac{2\mu\epsilon_0}{d} \tag{1}$$

1.2 Ionisasi

Ionisasi adalah proses fisik mengubah atom atau molekul menjadi ion dengan menambahkan atau mengurangi partikel bermuatan seperti elektron atau lainnya. Proses ionisasi ke muatan positif atau negatif sedikit berbeda. Ion bermuatan positif didapat ketika elektron yang terikat pada atom atau molekul menyerap energi cukup agar dapat lepas dari potensial listrik yang mengikatnya. Energi yang dibutuhkan tersebut disebut potensial ionisasi. Ion bermuatan negatif didapat ketika elektron bebas bertabrakan dengan atom dan terperangkap dalam kulit atom dengan potensial listrik tertentu. Proses ionisasi dapat dijelaskan pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2 Proses Ionisasi

Energi ionisasi adalah energi minimum yang diperlukan atom untuk melepaskan satu elektron yang terikat paling lemah dari suatu atom atau ion dalam wujud gas. Harga energi ionisasi dipengaruhi oleh besarnya nomor atom dan ukuran jari-jari atom. Makin besar jari-jari atom, maka gaya tarik inti terhadap elektron terluar makin lemah. Hal itu berarti elektron terluar akan lebih mudah lepas, sehingga energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron terluar makin kecil.

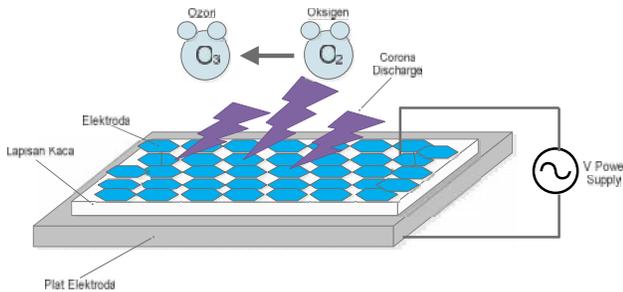
1.3 Ozon (O₃)

Ozon merupakan bentuk senyawa triatomik dari unsur oksigen. Ozon terbentuk melalui ionisasi gas oksigen diatomik (O₂) menjadi triatomik (O₃). Energi pembentukan ozon adalah sekitar 142,7 kJ/mol. Gas ozon dengan densitas besar menempati ruang stratosfer. Pada lapisan tersebut, reaksi natural ozon dihasilkan melalui proses radiasi sinar-UV dengan panjang gelombang sebesar 220-290 nm. Seiring dengan perkembangan teknologi berbasis tegangan tinggi (*high voltage*), ozon dapat diproduksi pada tekanan udara atmosfer melalui proses lucutan elektron (*electron discharge*) menggunakan instrumentasi ozon.

1.4 Generator Ozon

Ozon dihasilkan dari dua proses yaitu menggunakan paparan sinar ultra violet dan menggunakan radiasi listrik tegangan tinggi atau disebut *corona discharge*. Pada penelitian ini generator ozon dibuat dengan menggunakan dua elektroda positif dan negatif yang diletakkan diantara lapisan kaca sebagai pelindung untuk menghindari kontak langsung yang akan mengakibatkan arus pendek, kemudian elektroda akan diberikan tegangan tinggi sehingga menghasilkan loncatan listrik dan udara akibat loncatan listrik akan terurai menghasilkan oksigen ikatan 3 atom atau sering disebut ozon

(O₃). Gambar 3 merupakan desain dari generator ozon.



Gambar 3 Generator Ozon

Proses terjadinya ozon berawal ketika terjadi lucutan elektron ketika diberi tegangan tinggi, sehingga oksigen menambah energinya dan menghasilkan ozon.

1.5 Perancangan Sistem

Pada dasarnya perancangan sistem dalam pembuatan *Prototype* pada Penelitian ini terdapat beberapa tahap yang dilakukan, dimulai dari studi literatur, perancangan sistem, perancangan dan pembuatan *box* alat penetralisir asap, perancangan dan pembuatan *power supply* ozon generator, pembuatan ozon generator seperti yang dijelaskan oleh blok diagram pada Gambar 4.



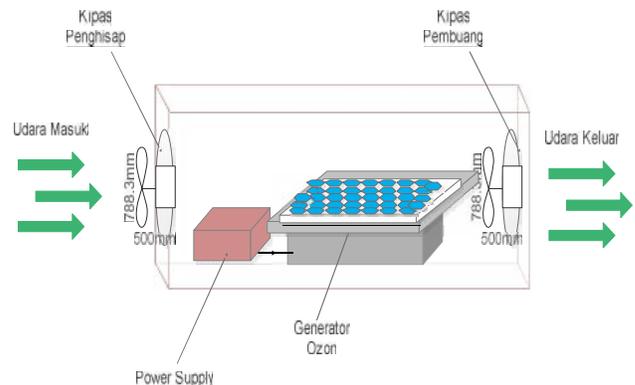
Gambar 4 Blok Diagram Sistem

Dari ilustrasi sistem dan Gambar blok diagram diatas dapat diketahui bahwa terdapat 3 blok utama pada penelitian ini yaitu:

1. Blok Perancangan dan Pembuatan *Box* Alat Penetralisir Asap.
Pada blok ini dibuat sebuah *box* terbuat dari bahan akrilik yang dilengkapi dengan kipas penghisap dan kipas pembuang asap.
2. Perancangan dan Pembuatan *Power Supply* Generator Ozon .
Pada blok ini terdapat beberapa komponen pendukung antara lain seperti *current transformer* dan rangkaian elektronika yang dibuat pada *Project Circuit Board* (PCB).
3. Pembuatan Generator Ozon
Pada blok ini terdapat Generator Ozon yang dibuat dengan menggunakan dua elektroda positif dan negatif.

1.6 Perancangan dan Pembuatan Alat

Perancangan dan pembuatan alat pada penelitian ini meliputi pembuatan *box*, pembuatan *power supply* generator ozon dan pembuatan sistem mekanis generator ozon. Gambar 5 menunjukkan perancangan prototipe penetralisir asap yang digunakan dalam penelitian ini.

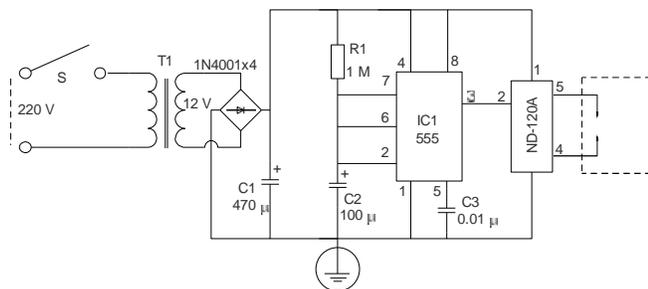


Gambar 5 Perancangan Prototipe Penetralisir Asap

Box yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan bahan PVC dengan ketebalan 2 mm dan ukuran box 28 x 23 x 11 cm.

1.7 Perancangan dan Pembuatan Power Supply

Untuk dapat membangkitkan gas ozon sebesar 10 g/h dengan metode *corona discharge* ini diperlukan sebuah suplai tegangan yang cukup tinggi yaitu sekitar 8-20 kV, adapun rangkaian *power supply* yang akan dibuat seperti terlihat pada Gambar 6 berikut ini.



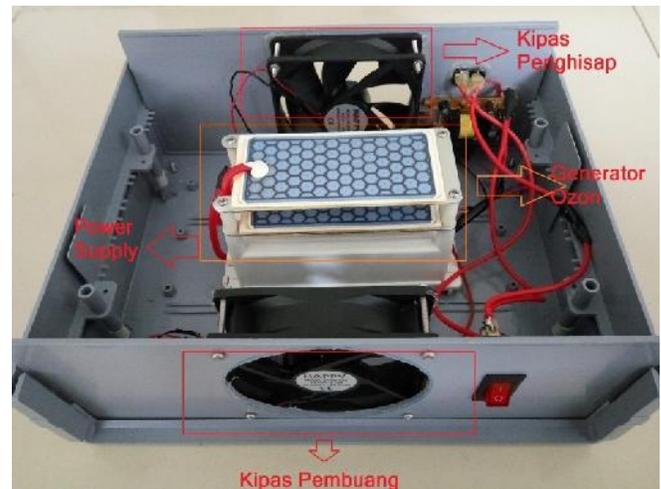
Gambar 6. Rangkaian Power Supply Generator ozon

Rangkaian power supply generator ozon terdiri dari beberapa komponen yaitu 2 buah trafo yang masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda, yakni trafo *step down* menurunkan tegangan dari listrik PLN (220 V) menjadi 12 V dan *step up* menaikkan tegangan dari 8 V menjadi 20 kV. Kemudian 4 buah dioda penyearah, 3 kapasitor, 1 resistor, dan 1 IC timer tipe 555.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.8 Hasil Perancangan Sistem

Hasil dari perancangan pembuatan generator ozone menggunakan metode *corona discharge*, meliputi hasil pembuatan box, power supply, generator ozon dan box pengujian. Kemudian tiap-tiap blok komponen digabungkan dan menjadi hasil perangkat secara keseluruhan seperti terlihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7 Hasil Perancangan Alat secara Keseluruhan

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat terdapat beberapa blok komponen dari penelitian yang masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda-beda, diantaranya box sebagai media tempat komponen-komponen alat penetralisir asap diletakkan, kipas penghisap dan pembuang yang berfungsi mengalirkan aliran udara yang akan di netralisir dan mengeluarkan udara yang bersih. Power supply sebagai penyuplai energi untuk generator ozon dapat bekerja dan generator ozon berfungsi sebagai alat penghasil gas ozon yang berguna sebagai zat yang mampu menentralkan gas-gas beracun.

1.9 Proses Pengujian dan Pengambilan Data

Proses pengujian dilakukan dengan membuat box pengujian berukuran 40cm x 30cm x 30cm dengan menggunakan bahan akrilik transparan, ini berguna sebagai tempat atau wadah memasukkan sampel asap yang akan dinetralisir. Pada proses pengambilan data digunakan alat pengukur konsentrasi gas untuk menentukan besarnya konsentrasi gas dalam box pengujian, ini berfungsi sebagai alat untuk melihat atau membaca besarnya penurunan konsentrasi gas yang dinetralisir didalam box pengujian. Adapun alat pengukur konsentasi gas yang digunakan pada penelitian ini adalah CO Meter,

CO₂ Meter dan NO₂ Meter. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan memberikan asap atau gas dengan konsentrasi yang berbeda. Gambar 8 merupakan proses pengujian sebelum alat penetralisir asap dinyalakan.



Gambar 8 Pengujian Sebelum Alat dinyalakan

Pada Gambar 8 terlihat asap didalam *box* pengujian namun setelah alat dinyalakan selama proses netralisir dan besarnya konsentrasi gas dihitung hingga udara didalam *box* terlihat bersih seperti terlihat pada Gambar 9 berikut ini.



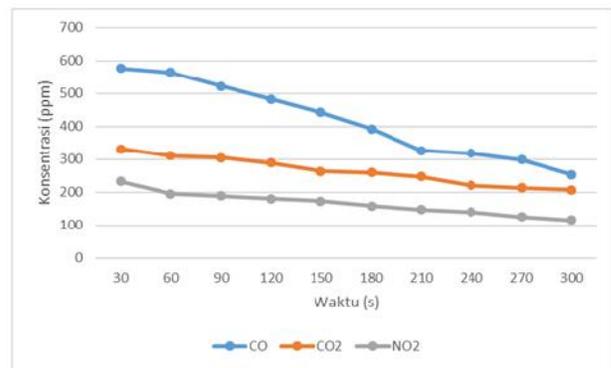
Gambar 9 Pengujian Setelah Alat dinyalakan

Berdasarkan dari beberapa hasil pengujian yang dilakukan, waktu yang dibutuhkan untuk menetralkan asap hingga benar-benar bersih

berkisar 3 menit 19 detik pada pengujian ruang dengan dimensi 40cm x 30cm x 30cm.

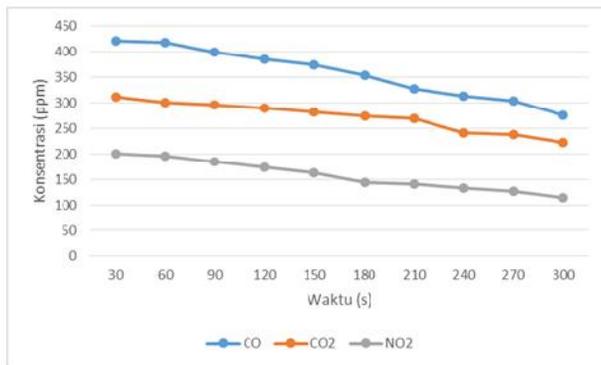
1.10 Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan menggunakan tiga jenis gas beracun, memperlihatkan bahwa gas tersebut mengalami penurunan konsentrasi secara signifikan selang waktu 5 menit, hal ini menjelaskan bahwa penelitian yang dilakukan berhasil menetralkan asap dan bau asap. Gambar 10 memperlihatkan grafik hasil pengujian pada penelitian ini.



Gambar 10 Grafik Pengujian Pertama

Gambar 10 memperlihatkan konsentrasi gas CO, CO₂ dan NO₂ terkandung didalam asap pengujian yang terdapat dalam *box* pengujian perlahan tampak turun, untuk gas CO turun dari 577 ppm menjadi 253 ppm dalam waktu 5 menit, untuk gas CO₂ turun dari 331 ppm hingga menjadi 207 ppm dan gas NO₂ turun dari 232 ppm hingga 116 ppm. Pada pengujian kedua memperlihatkan hasil yang sama. Kandungan gas berbahaya didalam asap mengalami penurunan secara signifikan, hal ini terlihat pada Gambar 12.



Gambar 11 Grafik Pengujian Kedua

Pada Gambar 12 memperlihatkan gas CO mengalami penurunan dari 421 menjadi 275 ppm, gas CO₂ turun dari 312 ppm menjadi 222 ppm dan gas NO₂ turun dari 201 ppm menjadi 114 ppm selang waktu 5 menit.

4. KESIMPULAN

Prototipe penetralisir asap menggunakan generator ozon dengan metode corona discharge ini sangat efektif untuk menetralkan asap rokok yang terdapat pada ruangan, proses yang cepat dan mampu menetralkan asap dengan rata-rata waktu 3 menit 19 detik pada pengujian ruang dengan dimensi 40cm x 30cm x 30cm serta aman untuk digunakan dalam kondisi indoor maupun outdoor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dari hati yang paling dalam penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini. Semoga jurnal ini bermanfaat bagi akademisi dan praktisi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handoko, A.B., Rohman, Y., Satya, T. (2014), "Penetralisir CO pada Ruangan Smoking Area Menggunakan Corona Discharge", Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [2] Triadyaksa, P., Setiawan, A. E., Sugiarto, A., Hanafi, U., Nur, M.(2005), "Pembangkit Plasma Lucutan Pijar Korona menggunakan Sumber Tegangan tinggi DC", Seminar Nasional teknik Ketenagalistrikan 2005, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [3] Goldman, M., Goldman, A., Sigmond, R. S.(1985), "The corona discharge, its properties and specific uses", Pure & Appl. Chem, Vol. 57, No.9, Hal. 1353-1362.
- [4] Chen, J., dan Davidson, J.H., *Model of the Negative DC Corona Plasma : Comparison to the Positive DC Corona Plasma*, Department of Mechanical Engineering University of Minnesota, Minneapolis. 2003.
- [5] Agung, Fajri S., dan Farhan, M. 2012. *Sistem Deteksi Rokok Pada Ruangan Bebas Asap Rokok Dengan Keluaran Suara*. Teknik Komputer AMIK GI MDP.
- [6] Wardaya, A. Y., Nur, M.(2010), " Analisis Medan Listrik Pada Plasma Korona dengan Konfigurasi Cincin Bidang", Berkala Fisika, Vol.13, No.4, hal. 139-144.
- [7] Shiue, A., Hu, S.C., To, M.L. (2011), "Particles Removal by Negative ionic Air Purifier in Cleanroom", Aerosol and Air Quality Research 11, hal. 179-186.