

Karakterisasi reaktor plasma berarus positif dengan konfigurasi elektroda multi garis-bidang

Sholehah Aisyah , Muhlisin Zaenul dan Arianto Fajar
Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang
E-mail: aisyah.sholehah@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

Plasma technology is the most widely researched technology. Research on various types of plasma reactors began much done in order to obtain plasma which has high homogeneity. This study aims to obtain plasma discharge characteristic I-V relations in the plasma reactor wire-plate electrode configuration. This study uses nine electrodes wire with a length of 12 cm and a diameter of 0.38 mm as the positive electrode and PCB as a negative electrode plates. Characterization of plasma corona wire-plate is done by adjusting the distance between the electrodes of 1.8 cm, 2.1 cm, 2.4 cm, 2.7 cm, 3.0 cm, 3.3 cm, 3.6 cm, 3.9 cm, 4.2 cm, and 4.5 cm. The results showed that the current increases with the applied voltage and inversely proportional to the distance between the electrodes. In the future this method it is possible to be applied on an industrial scale.

Keywords: *Plasma corona, plasma corona wire-plate*

ABSTRAK

Teknologi plasma merupakan salah satu teknologi yang paling banyak diteliti saat ini. Penelitian mengenai berbagai jenis reaktor plasma mulai banyak dilakukan guna mendapatkan plasma yang memiliki homogenitas tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik lucutan plasma hubungan I-V pada reaktor plasma konfigurasi elektroda garis-bidang. Penelitian ini menggunakan sembilan elektroda garis dengan panjang 12 cm dan diameter 0.38 mm sebagai elektroda positif dan pelat PCB sebagai elektroda negatif. Reaktor plasma korona konfigurasi elektroda garis-bidang di karakterisasi dengan mengatur jarak antar elektroda sebesar 1.8 cm, 2.1 cm, 2.4 cm, 2.7 cm, 3.0 cm, 3.3 cm, 3.6 cm, 3.9 cm, 4.2 cm, dan 4.5 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus meningkat seiring dengan meningkatnya tegangan yang diberikan serta berbanding terbalik dengan jarak antar elektroda. Kedepan metode ini dimungkinkan untuk diaplikasikan pada skala industri.

Kata kunci: *Plasma korona, plasma elektroda garis-bidang*

PENDAHULUAN

Penggunaan plasma pada berbagai sektor industri telah mendorong banyaknya penelitian mengenai jenis-jenis plasma. Plasma sendiri merupakan gas yang terionisasi dalam lucutan listrik [1]. Plasma merupakan daerah terjadinya reaksi tumbukan elektron yang terjadi akibat kenaikan temperatur sehingga menyebabkan atom-atom molekul gas terionisasi dan membuat gas tersebut melepaskan elektron-elektronnya, yang pada keadaan normalnya mengelilingi inti [2]. Salah satu plasma yang paling banyak diteliti adalah tipe plasma atmosfer.

Plasma Atmosfer

Plasma atmosfer dibangkitkan dengan mengalirkan arus listrik melewati udara. Gas yang digunakan berada pada temperatur atmosfer sehingga partikel arus dalam jumlah yang besar akan dihasilkan dan menyebabkan gas menjadi bersifat konduktif. Plasma tekanan atmosfer biasanya berupa *Glow Discharges Plasma* [3]. Plasma atmosfer biasanya dihasilkan oleh lucutan korona, DBD, dan jet plasma tekanan atmosfer [4].

Plasma Korona

Lucutan korona merupakan lucutan yang terbentuk pada medan listrik tidak seragam yang kuat di antara elektrodanya. Plasma lucutan pijar korona dapat disebut sebagai korona positif atau negatif tergantung oleh jenis polaritas tegangan yang diberikan. Plasma lucutan pijar korona positif dibentuk saat elektroda titik diberi polaritas positif. Elektron-elektron akan bergerak dari katoda menuju anoda dan mengionisasi atom atau molekul gas yang ditemuinya. Aliran ion-ion akan menghasilkan arus ion, aliran arus ini disebut dengan saturasi *unipolar* [2].

Korona positif memiliki arus yang bersifat positif. Plasma lucutan pijar korona negatif dibentuk dengan memberikan polaritas negatif pada elektroda titik. Perbedaan dari polaritas positif adalah ion yang mengalir melalui daerah aliran merupakan ion negatif yang bersifat mudah menangkap elektron. Medan listrik yang tidak seragam dapat dibentuk melalui konfigurasi elektroda titik-bidang, kotak-bidang, garis-bidang, dan pisau silinder [2].

Plasma corona wire – plate electrode

Tipe reaktor plasma garis-bidang dengan celah penghalang merupakan reaktor pembangkit plasma yang paling efektif, karena dapat garuhi oleh menghasilkan ozon dalam jumlah yang besar. Output ozon yang tinggi ini dipengaruhi oleh tingginya homogenitas plasma yang dihasilkan dari konfigurasi jenis ini [5].

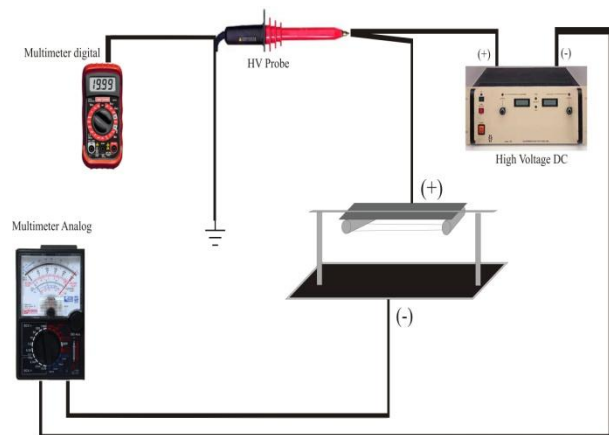
METODE PENELITIAN

Karakterisasi reaktor plasma dilakukan untuk mendapatkan hubungan antara Arus, tegangan, dan jarak antar elektroda pada reaktor plasma. Konfigurasi elektroda yang digunakan adalah tipe elektroda garis-bidang. Elektroda garis yang digunakan terbuat dari bahan string *stanless-*

steel nomor 2 berjumlah 9 buah dengan panjang garis 12 cm dan diameter kawat 0.38 cm.

Adapun elektroda bidang terbuat dari bahan PCB berukuran (25 x 25) cm². Karakterisasi reaktor plasma dilakukan dengan mengatur jarak antar elektroda. Dengan mengaplikasikan tegangan DC pada rentang tegangan 1-30 kV maka akan di dapatkan nilai arus dan tegangan. Hasil yang didapat dianalisa hubungan antara arus, tegangan, dan jarak antar elektrodanya.

Dilakukan dua karakterisasi reaktor plasma, karakterisasi tanpa menggunakan sampel dan karakterisasi dengan menggunakan sampel berupa kain katun *grey* berukuran (12 x 10) cm² yang diletakkan pada elektroda pelat. Pada karakterisasi tanpa sampel digunakan variasi jarak antar elektroda di antaranya 1.8 cm, 2.1 cm, 2.4 cm, 2.7 cm, 3.0 cm, 3.3 cm, 3.6 cm, 3.9 cm, 4.2 cm, dan 4.5 cm. Skema alat penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



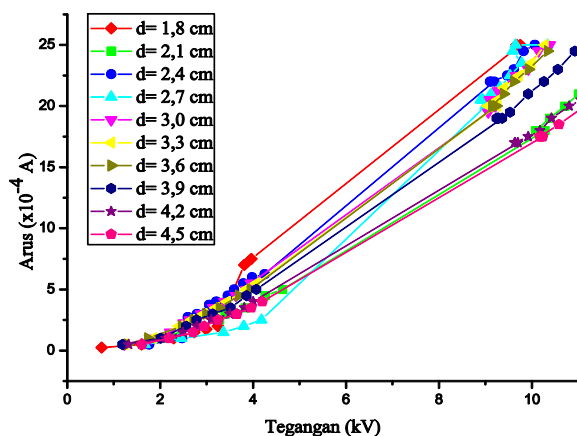
Gambar 1. Skema alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis reaktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor plasma korona konfigurasi elektroda garis-bidang. Pada penelitian ini digunakan polaritas positif, bagian garis (*wire*) bertindak sebagai anoda sementara bagian bidang (*plate*) bertindak

sebagai katoda. Konfigurasi elektroda garis-bidang memiliki homogenitas yang lebih baik dibandingkan jenis konfigurasi elektroda yang lain. Hal ini menyebabkan *output* plasma yang dihasilkan cenderung lebih besar dari konfigurasi elektroda yang lain.

Hasil karakterisasi arus sebagai fungsi dari tegangan pada rangkaian reaktor garis-bidang polaritas positif dengan beberapa variasi ketinggian ditunjukkan pada Grafik 1. Pola yang dihasilkan dari karakterisasi ini adalah semakin tinggi jarak antar elektroda maka tegangan yang dibutuhkan untuk membangkitkan plasma juga semakin tinggi.



Grafik 1. Karakterisasi arus fungsi tegangan

Pada elektroda garis-bidang bagian kawat inilah yang nantinya akan ditumbuhi plasma [6]. Plasma dapat terjadi pada batas tegangan tertentu, setiap ketinggian memiliki batas tegangan yang berbeda-beda, diatas tegangan maksimum akan terjadi lonjakan arus yang menyebabkan *spark* dan turunya tegangan secara drastis. Daerah *spark* dan *arc* disebut sebagai ‘*arus bipolar*’, hal ini berarti dua jenis muatan (muatan positif dan negatif) sebagai muatan pembawa pada daerah kerja tegangan ini tidak ditemukan arus bipolar [7].

Pada karakterisasi I-V daerah plasma paling efektif terjadi pada jarak antar elektroda 2.7 cm. Pada jarak ini berkas keunguan jelas terlihat merata pada seluruh permukaan

elektroda garis, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Pada karakterisasi tanpa kain, nilai arus yang ditunjukkan pada tegangan yang hampir maksimum cenderung tidak tentu (acak).



Gambar 2. Plasma korona

Apabila *input* tegangan yang diberikan dinaikkan, maka arus yang mengalir juga akan meningkat tajam, hal ini terjadi pada setiap ketinggian elektroda, semakin tinggi jarak antar elektroda maka input tegangan yang dibutuhkan untuk menaikkan arus juga semakin tinggi. Hal ini karena ketika jarak antar elektroda diperbesar akan menyebabkan berkurangnya medan listrik, sehingga proses ionisasi pada anoda akan berkurang [8]. Semakin jauh jarak antar elektroda maka waktu tempuh ion untuk bergerak dari elektroda positif ke elektroda negatif juga semakin lama hal ini menyebabkan turunya nilai arus saat jarak antar elektroda diperbesar.

Grafik 1 menunjukkan adanya dua daerah korona akibat nilai tegangan yang melonjak secara tidak teratur. Lonjakan tegangan ini merupakan akibat dari medan ganda, pada medan ganda terjadi dua aliran muatan positif sehingga terjadi gaya tolak menolak yang menyebabkan tegangan pada nilai tertentu tidak dapat dibaca.

Medan ganda pada plasma korona disebabkan oleh sudut arah angin ion. Penelitian yang dilakukan Nur, dkk. (2014) membuktikan sudut arah angin ion pada plasma korona berkisar antara 59° sampai 65° terhadap garis tegak lurus antara dua elektroda yang menyebabkan adanya daerah yang

terkena imbas medan dari dua elektroda. Semakin besar jarak antar elektroda maka makin besar daerah yang terimbas medan ganda [8]

KESIMPULAN

Pada karakterisasi hubungan antara arus dan tegangan pada reaktor plasma konfigurasi elektroda garis-bidang, besar arus yang dihasilkan sebanding dengan besar tegangan dan keberadaan kain katun grey di antara kedua elektroda serta berbanding terbalik dengan jarak yang digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada *Centre Of Plasma Research* yang telah memberi fasilitas sehingga penelitian ini dapat berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Triadyaksa, P., Setiawan, A.E., Sugiarto, Ari., Hanafi, U., dan Nur, M. (2005) *Pembangkit Plasma Lucutan Pijar Korona Menggunakan Sumber Tegangan Tinggi DC*. Seminar Nasional Teknik Ketenagalistrikan. Semarang
- [2] Nur, M. (2011) *Fisika Plasma dan Aplikasinya*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang
- [3] Man ,W.S., Kan, C.W dan Ng,S.P. (2015) *Plasma Treatment for Pigment Application To Textiles- A Critical Review*. RJTA Vol.19 No. 1
- [4] Jitsomboonmit, P., Nisoa, M., and Dangtip, S. (2012) *Experimental Study Of Current-Voltage Characteristics and Optical Emmission Of Various Gases In Dielectrict Barrier Discharge At Atmospheric Pressure*. Physics Prosedia 3. 723-731
- [5] Moon, J., and Jung, J. (2007) *A Wire-Plate Type Nonthermal Plasma Reactor Utilizing A Slit Dielectric Barrier And A Third Electrode*. Internasional Journal Of Plasma Enviromental Science & Technology Vol.1, No. 1, Hal. 21-27
- [6] Yanallah, Y., Potinga, F., And Chen, J. H. (2013) *A Semi-Analytical Study Of Positive Corona Discharge In Wire-Plane Electrode Configuration*. Journal Of Physics 46. 345201
- [7] Susan, A.I., Sjaifudin, A.,Widodo M., dan Nur, M. (2016) *Kajian Kelistrikan Plasma Pijar Korona Menggunakan Elektroda Multi Titik Bidang Daalam Perlakuan Tekstil*. Arena Tekstil Vol. 31 No. 1, Hal. 11-16.
- [8] Nur, M., Azzulkha A.H., Restiwijaya M., Muchlisin Z., dan Sumariyan. (2014) *The Study Of Electrodynamical and Wind Ion Direction Produced by Positive Corona Plasma Discharge*. Advances In Physics Theories And Applications. Vol. 30.