

Karakterisasi sistem pembangkit aliran elektrodinamika lucutan korona positif berkonfigurasi elektroda kawat-bidang

Sumariyah , Azzuma Hasna Azzulkha , Muhammad Nur dan Zaenul Mukhlisin
Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang
Email : sumariyah.jaelani@gmail.com

ABSTRACT

The characterization of electrohydrodynamic flow generation system (EHD) has been performed utilizing positive corona discharge configured wire-plate electrode. In this study, the characteristics of the EHD flow generation system in the form of current characteristics as a function of voltage or I-V characteristics with fixed geometry factor, in the without of lubricating oil and with the lubricating oil. The fixed geometry factor was obtained from the radius of the fixed point (r) electrode with various the electrode distance (d). This research was conducted by using positive corona incandescent discharges with wire field electrode configuration. The wire electrode used is made of stainless steel having a length of 5 cm, with wire diameter 0.11 mm, 0.14 mm, 0.21 mm, 0.36 mm, and 0.38 mm. Electrode of field used in the form of circle with diameter 20 cm. Data collection system with variation of voltage, variation of electrode distance, and variation of wire electrode diameter used. Furthermore, data analysis of measurement results was carried out. From the result of characteristic research of EHD flow generator system in the form of current as a function of voltage shows that the increase of voltage is proportional to current increase. While the current as a function of geometry shows the value of the current flowing inversely proportional to the geometry factor of the electrode distance change.

Keywords: *electrohydrodynamic, ion wind, positive corona discharge*

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian karakterisasi sistem pembangkit aliran elektrodinamika (EHD) menggunakan lucutan korona positif berkonfigurasi elektroda kawat bidang. Pada penelitian ini, karakteristik sistem pembangkit aliran EHD berupa karakteristik arus sebagai fungsi tegangan atau karakteristik I-V dengan faktor geometri tetap, tanpa adanya minyak pelumas dan adanya minyak pelumas. Faktor geometri tetap diperoleh dari jari-jari elektroda titik (r) tetap dengan variasi jarak antar elektroda (d). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan lucutan pijar korona positif dengan konfigurasi elektroda kawat bidang. Elektroda kawat yang digunakan terbuat dari bahan stainless steel memiliki panjang 5 cm, dengan diameter kawat 0,11 mm, 0,14 mm, 0,21 mm, 0,36 mm, dan 0,38 mm. Elektroda bidang yang digunakan berbentuk lingkaran dengan diameter 20 cm. Sistem pengambilan data dengan variasi tegangan, variasi jarak elektroda, dan variasi diameter elektroda kawat yang digunakan. Selanjutnya dilakukan analisis data hasil pengukuran. Dari hasil penelitian karakteristi sistem pembangkit aliran EHD yang berupa arus sebagai fungsi tegangan memperlihatkan bahwa kenaikan tegangan sebanding dengan kenaikan arus. Sedangkan arus sebagai fungsi geometri memperlihatkan nilai arus yang mengalir berbanding terbalik terhadap faktor geometri perubahan jarak elektroda.

Kata kunci: *Elektrodinamika, angin ion, lucutan korona positif.*

PENDAHULUAN

Elektrodinamika (EHD) dengan menggunakan lucutan gas merupakan bidang yang telah menarik perhatian banyak peneliti.

Bidang EHD dapat diaplikasikan untuk pembuatan pompa dan kipas tanpa memerlukan penggerak apapun seperti pendorong, hembusan atau klep namun pergerakan tersebut disebabkan karena adanya

pergerakan muatan listrik dari elektroda yang mengikuti arah medan listrik yang terbentuk sehingga cairan yang ada diantara elektroda tersebut ikut bergerak [1].

Penelitian yang mendukung teori EHD dengan menggunakan lucutan gas dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain, eksperimen pada beberapa polimer cair yang dipengaruhi oleh plasma lucutan pijar korona dengan geometri elektroda berkonfigurasi titik bidang [2], eksperimental pokok dengan membuat visualisasi aliran dari suatu cairan (*liquid*) yang dipengaruhi oleh lucutan pijar korona dengan geometri elektroda berkonfigurasi titik bidang [3] dan eksperimen tentang fenomena EHD pada air menggunakan plasma lucutan pijar korona dengan geometri elektroda berkonfigurasi titik bidang [4]. Angin ion yang berasal dari elektroda titik mengenai permukaan air sehingga menimbulkan deformasi berupa perubahan bentuk dan gerakan. Analisis fenomena EHD pada permukaan minyak silikon menggunakan plasma lucutan pijar korona dengan elektroda berkonfigurasi titik-bidang berpolaritas positif. Fenomena EHD disebabkan karena adanya polarisasi dan angin ion [5]

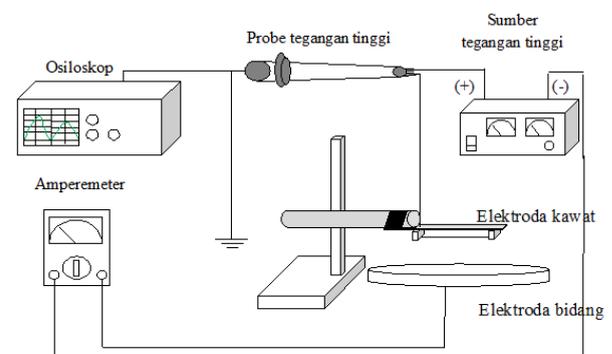
Penelitian yang telah dilakukan difokuskan untuk penentuan karakterisasi sistem pembangkit aliran angin ion pada permukaan cairan pelumas dan tanpa adanya minyak pelumas menggunakan lucutan plasma korona positif dengan elektroda berkonfigurasi kawat-bidang.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini minyak pelumas ditungkan ke permukaan elektroda bidang dan dilakukan variasi tegangan dimulai dari 0,2-4,0 kV dengan skala variasi 0,2 kV dan variasi jarak antar elektroda mulai dari 0,4-0,8 cm dengan skala variasi 0,1 cm. Elektroda kawat terbuat dari bahan *stainless steel* dengan jari-jari (r) bervariasi untuk tiap kawat yang digunakan. Elektroda kawat ini ditempatkan pada bahan isolator agar kedudukannya dapat

lurus, sehingga mempermudah dalam penentuan jarak antar elektroda. Dalam penelitian ini digunakan 5 buah kawat yang memiliki diameter (d) masing-masing 0,11 mm, 0,14 mm, 0,21 mm, 0,38 mm, dan 0,6 mm dengan panjang kawat 5 cm. Pada bagian kawat yang sepanjang 5 cm inilah yang akan berperan sebagai elektroda aktif. Elektroda kawat tersebut diletakan ditengah elektroda bidang pada jarak (D) yang dibuat bervariasi terhadap elektroda bidang. Elektroda bidang berupa plat logam dari bahan *stainless steel* dengan ukuran diameter 20 cm, tebal plat 2 mm, dan tinggi pinggiran plat 1 cm.

Untuk rangkaian alat penelitian, kutub positif dari sumber tegangan dihubungkan ke elektroda kawat yang kemudian dihubungkan paralel dengan *probe* tegangan tinggi. Keluaran dari *probe* tegangan tinggi akan dihubungkan ke osiloskop dan dihubungkan pada *ground*. Untuk kutub negatif sumber tegangan dihubungkan pada multimeter dan dihubungkan ke elektroda bidang. Skema susunan peralatan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

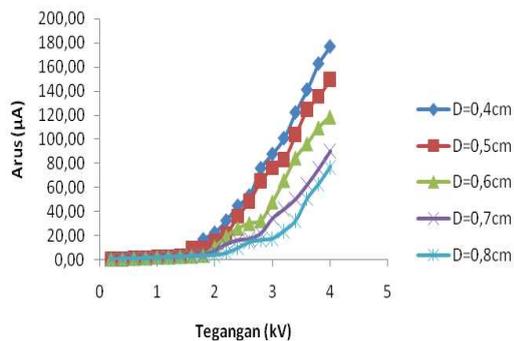


Gambar 1. Skema susunan peralatan penelitian

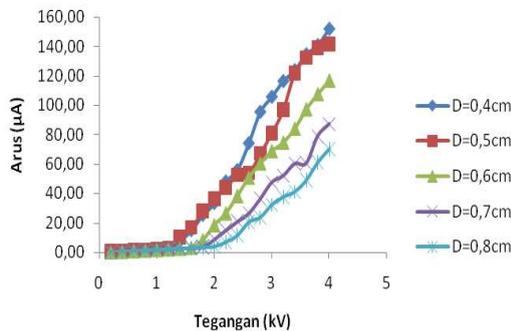
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik arus sebagai fungsi tegangan elektroda kawat 1 dengan jarak elektroda 0,4 cm, 0,5 cm, 0,6 cm, 0,7 cm, dan 0,8 cm ditunjukkan pada Gambar 2. Ketika beda tegangan diberikan pada reaktor, pada udara disekitar elektroda kawat akan terjadi

ionisasi. Hasil ionisasi ini (ion positif) akan ditolak oleh elektroda positif yang kemudian ion positif akan bergerak menuju elektroda pasif. Tumbukan ion positif dengan elektroda pasif ini terbaca sebagai arus unipolar. Ketika tegangan yang diberikan semakin besar, maka produksi ion positif akan semakin besar sehingga nilai arus yang terbaca pada amperemeter semakin besar [6].



(a)



(b)

Gambar 2. Grafik karakteristik arus sebagai fungsi tegangan pada elektroda 1(a) tanpa adanya minyak pelumas pada elektroda bidang (b) dengan adanya minyak pelumas pada permukaan elektroda bidang

Pada Gambar 2 (a) beda tegangan awal pada masing-masing jarak adalah 0,2 kV. Tegangan ambang korona yang terjadi pada jarak elektroda 0,4 cm adalah pada saat tegangan 1,6 kV. Kenaikan nilai arus ini sebanding dengan kenaikan tegangan. Lucutan korona disini terjadi dari tegangan 1,6 kV – 4 kV. Hal ini ditandai dengan tidak terbentuknya percikan pada elektroda dan tegangan yang

terbaca pada elektroda tidak mengalami penurunan nilai. Pada saat jarak antar elektroda diperbesar, beda tegangan yang dibutuhkan untuk mencapai tegangan ambang korona akan semakin besar. Hal ini dikarenakan penambahan jarak anatar elektroda akan memperkacil nilai medan listrik [7]. Ketika medan listrik mengecil maka proses ionisasi yang terjadi disekitar elektroda positif akan berkurang. Berkurangnya proses ionisasi berakibat pada produksi ion positif yang menumbuk elektroda negatif semakin sedikit, hal ini ditandai dengan semakin kecilnya nilai arus yang terbaca pada amperemeter. Nilai arus yang terbaca didaerah lucutan korona untuk penambahan jarak antar elektroda mengalami penurunan.

Pada grafik gambar 2 (b) kenaikan arus sebagai fungsi tegangan hampir sama seperti pada grafik 2 (a). Tegangan awal pada jarak $D=0,4$ cm dimulai pada 0,2 kV, untuk nilai arus saturasi unipolar masih sangat kecil. Kemudian tegangan dinaikan sampai keadaan tegangan ambang korona yaitu pada tegangan 1,6 kV. Pada keadaan ambang korona permukaan minyak pelumas mulai mengalami deformasi. Deformasi yang terjadi ditandai dengan terbentuknya lubang yang berbentuk elips pada minyak pelumas. Ketika tegangan dinaikan melebihi tegangan ambang korona, yaitu pada tegangan 1,8 kV-4 kV maka akan timbul kondisi korona. Pada daerah lucutan korona, permukaan minyak pelumas akan membentuk lubang berbentuk elips [8]. Demikian juga untuk jarak elektroda (D) 0,5 cm, 0,6 cm, 0,7 cm, dan 0,8 cm. Pada $D=0,5$ cm, tegangan ambang korona terjadi pada 1,6 kV. Kondisi korona terjadi pada 1,8 kV – 4 kV masih terjadi lucutan korona. Pada $D=0,6$ cm, tegangan ambang korona terjadi pada 2 kV. Kondisi korona terjadi pada 2,2 kV – 4 kV dan pada permukaan minyak pelumas terjadi lubang berbentuk elips. Pada $D=0,7$ tegangan ambang korona terjadi pada 2,2 kV. Kondisi korona terjadi pada 2,4 kV – 4 kV dan pada permukaan minyak pelumas terjadi lubang berbentuk elips. Pada $D=0,8$ cm tegangan

ambang korona terjadi pada 2,4 kV. Kondisi korona terjadi pada 2,6 kV – 4 kV dan pada permukaan minyak pelumas terjadi lubang berbentuk elips.

Pada Gambar 2 terlihat bahwa kenaikan tegangan sebanding dengan kenaikan arus. Penambahan jarak elektroda akan memperlemah medan listrik yang menyebabkan nilai arus menjadi lebih kecil. Tidak terjadi perbedaan arus yang signifikan terhadap penambahan minyak pelumas pada permukaan elektroda bidang.

KESIMPULAN

Karakteristik sistem pembangkit aliran EHD yang berupa arus sebagai fungsi tegangan memperlihatkan bahwa kenaikan tegangan sebanding dengan kenaikan arus. Arus sebagai fungsi geometri memperlihatkan nilai arus yang mengalir berbanding terbalik terhadap faktor geometri perubahan jarak elektroda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Goldman, M., dan Goldman, A. (1978) *Corona Discharge in Gaseous Electronics*, diedit oleh Hirsh, M. N., dan Oskam, H. J., Cham4, Academic, New York.
- [2] Jewell-Larsen N. E., H. Ran, Y. Zhang, M. Schwiebert dan K. A. Honer (2008) *Electrohydrodynamic (EHD) Cooled Laptop*, *University of Washington*, 25th IEEE SEMI-THERM Symposium.
- [3] Panicker, P. (2003) *Ionisation Of Gas By Corona Discharge*, s-2, Thesis, Arlington, Universitas Texas.
- [4] Kawamoto, H., dan Umezu, S. (2005) *Electrohydrodynamic Deformation Of Water Surface in a Metal Pin to Water Plate Corona Discharge System*, *J. Appl. Phys.*, Vol. 38, Hal. 887-894
- [5] Rahayu, S. (2006) *Analisis Fenomena Elektrohodinamika pada Permukaan Minyak Silikon (Cairan Dielektrik) Dengan Menggunakan Plasma Lucutan Pijar Korona Positif*, Skripsi S-1 Jurusan Fisika Universitas Diponegoro, Semarang.
- [6] Nur, M. (2009) *Fisika Plasma*, Semarang, Universitas Diponegoro
- [7] Chen, J., dan Davidson, J.H. (2002) *Electron Density and Energy Distributions in the Positive DC Corona: Interpretation for Corona-Enhanced Chemical Reactions*, *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, Vol. 22.
- [8] Lee, T.S., Phan, T., Fok, B., Malraison, B., and Atten, P., 1996, *Imploding and Exploding Circular EHD Solitary Waves Propagating onto an Insulating Dielectric Liquid Layer*, *Proceedings Conference Record of the ICDL 12th International Conference on Conduction and Breakdown in Dielectric Liquids*, Roma, Itali.