

## **Penentuan sudut arah angin ion pada lucutan korona positif berkonfigurasi elektroda titik-bidang**

*Sumariyah , Maryam Restiwijaya, dan Muhammad Nur*  
*Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang*  
*Email : sumariyah.jaelani@gmail.com*

### **ABSTRACT**

*Determination of the ion wind angle of positive corona discharge with point to plane electrode geometry configuration has been done. Point electrode was made from stainless steel with various radiuses of 0.26 mm, 0.28 mm, 0.35 mm, and 0.47 mm. The plane electrode with circle form was made from stainless steel with diameter of 20 cm. Determination of the ion wind angle was carried out by measuring the current, the radius of deformation of lubricating oil at various voltage, electrode spacing, and the radius of the point electrode. The results showed that the angle of the ion wind direction is affected by a given voltage, the distance between electrodes, and the radius of the point electrode. Value of the ion wind flow direction angle is inversely proportional to the distance between the electrode and the radius of the point electrode. When the voltage is increased, the angle of ion wind direction will be larger but would reach saturation at the region of corona discharge which is close to the arc discharge.*

**Keywords:** *Ion wind, positive corona discharges, point to plane electrode.*

### **ABSTRAK**

*Penentuan sudut arah angin ion pada lucutan korona positif berkonfigurasi elektroda titik bidang. Elektroda titik terbuat dari bahan stainless steel dengan jari-jari 0,26 mm, 0,28 mm, 0,35 mm, dan 0,47 mm. Elektroda bidang berbentuk lingkaran dengan diameter 20 cm. Penentuan sudut arah angin ion dilakukan melalui pengukuran arus, jari-jari deformasi minyak pelumas, dengan variasi tegangan, jarak elektroda, dan jari-jari elektroda titik. Dari hasil penelitian, sudut arah angin ion dipengaruhi oleh tegangan yang diberikan, jarak antar elektroda, dan jari-jari elektroda titik. Sudut arah angin ion berbanding terbalik dengan jarak antar elektroda dan jari-jari elektroda titik. Ketika tegangan dinaikkan, nilai sudut arah angin ion akan membesar namun akan mencapai titik jenuh pada daerah lucutan korona yang mendekati lucutan arc.*

**Kata kunci:** *Angin ion, lucutan korona positif, elektroda titik-bidang*

## **PENDAHULUAN**

Elektrohidrodinamika (EHD) merupakan studi yang telah menarik perhatian banyak peneliti. Hal ini karena prospeknya dalam industri cukup besar, seperti untuk pembuatan pompa dan kipas tanpa memerlukan penggerak tambahan, seperti pendorong, hembusan atau klep. Angin ion yang berasal dari elektroda titik mengenai permukaan air sehingga menimbulkan deformasi berupa perubahan bentuk dan gerakan [1].

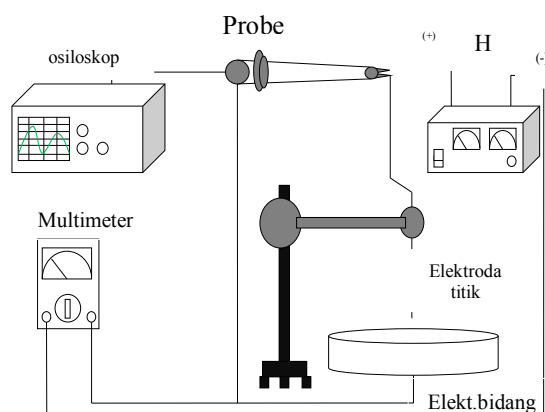
Penelitian terdahulu telah dilakukan analisis fenomena EHD pada permukaan minyak silikon menggunakan plasma lucutan pijar korona dengan elektroda berkonfigurasi titik-bidang berpolaritas positif [2]. Selain itu telah dilakukan kajian lucutan korona positif berkonfigurasi elektroda kawat bidang: analisa elektrohidrodinamika dan sudut arah angin ion [3]. Penelitian ini difokuskan untuk penentuan sudut arah angin ion pada permukaan cairan dielektrik menggunakan lucutan plasma korona positif berkonfigurasi titik-bidang. Pada sistem pembangkit plasma lucutan

korona positif dengan geometri titik bidang, plasma lucutan korona positif dapat dibentuk dengan memberikan polaritas positif pada elektroda titik [4]. Elektron-elektron yang bergerak dari katoda menuju anoda akan dapat mengionisasi atom-atom atau molekul gas diantara elektroda. Ionisasi terjadi di sekitar elektroda titik, karena pengaruh medan listrik ion-ion hasil ionisasi akan mengalir atau bergerak menuju katoda melalui daerah aliran (*drift region*). Aliran ion-ion ini akan menimbulkan arus ion yang disebut arus saturasi unipolar. Hasil penelien didapatkan pemahaman tentang fenomena EHD dan angin ion dengan memanfaatkan lucutan korona positif berkonfigurasi elektroda titik bidang.

## METODE PENELITIAN

### Setup Eksperimen

Sistem pembangkit plasma lucutan korona penghasil angin ion dengan konfigurasi elektroda titik-bidang (*point-to-plane geometry*) ditunjukkan pada Gambar 1. Elektroda titik berupa satu buah jarum yang terbuat dari bahan *stainless steel* dengan ujung runcing yang diletakkan di tengah bidang pada jarak tertentu terhadap elektroda bidang. Pada penelitian ini jari-jari elektroda titik ( $r$ ) yang



**Gambar 1** Skema pembangkit plasma berkonfigurasi elektroda titik-bidang digunakan adalah 0,26 mm; 0,28 mm; 0,35 mm; dan 0,74 mm. Jarak antar elektroda ( $d$ )

yaitu 0,4 cm; 0,5 cm; 0,6 cm; 0,7 cm; 0,8 cm dan 0,9 cm. Elektroda bidang berupa pelat logam dari bahan *stainless steel* dengan diameter 20 cm dan tebal pelat 2 cm. Posisi kedua elektroda dijaga agar selalu tegak lurus. Dalam penelitian ini, elektroda titik berperan sebagai anoda dan elektroda bidang sebagai katoda, sehingga korona yang terbentuk adalah korona positif [5]. Minyak pelumas digunakan sebagai bahan dielektrik diletakkan secara merata pada seluruh permukaan elektroda bidang dengan ketebalan cairan yaitu 1 mm seperti terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Sistem pembangkit plasma

Elektroda titik ditempatkan pada ujung batang isolator yang disangga oleh statip yang terbuat dari besi. Kedudukan elektroda titik tegak lurus dengan elektroda bidangnya. Pada sumber tegangan tinggi, terminal positif dihubungkan dengan elektroda titik. Elektroda titik dirangkaikan dengan probe kemudian dirangkaikan dengan osiloskop. Sedangkan untuk terminal negatif sumber tegangan tinggi dihubungkan ke multimeter positif dan multimeter negatif dihubungkan dengan elektroda bidang.

### Pengukuran Karakteristik I-V

#### a. Tanpa menggunakan minyak pelumas

Pengambilan data penelitian yang pertama dilakukan yaitu dengan reaktor plasma tanpa menggunakan minyak pelumas. Hal ini untuk

menentukan karakteristik arus dengan variasi tegangan pada korona positif untuk setiap kenaikan 0,2 kV. Dengan memvariasi jari-jari elektroda titik ( $r$ ) (0,26 mm; 0,28 mm; 0,35 mm dan 0,47 mm) dan setiap jari-jari elektroda titik dilakukan variasi jarak antar elektroda ( $d$ ) yaitu dari 0,4-0,9 cm.

### b. Menggunakan minyak pelumas

Selanjutnya pengambilan data dilakukan dengan menggunakan minyak pelumas. Data yang diperoleh adalah arus ( $I$ ) ( $\mu\text{A}$ ), jari-jari sapuan angin ion ( $R$ ) (cm), waktu penyatuan minyak pelumas setelah pemutusan medan luar ( $t$ ) (s). Sedangkan perlakuan yang diberikan yaitu memvariasi jari-jari elektroda titik ( $r$ ) sebanyak empat kali dan setiap jari-jari elektroda dilakukan variasi jarak antar elektroda ( $d$ ) yaitu dari 0,4-0,9 cm dan juga variasi tegangan ( $V$ ). Untuk menentukan tegangan awal dimulai dari terlihatnya gangguan pada permukaan minyak pelumas (ambang korona) yang selanjutnya divariasikan dengan tiap kenaikan 0,2 kV. Dari data-data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisa sehingga dapat diambil kesimpulan.

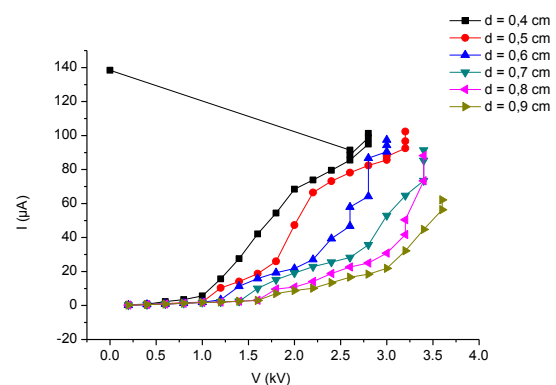
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Arus ( $I$ ) sebagai Fungsi Tegangan ( $V$ )

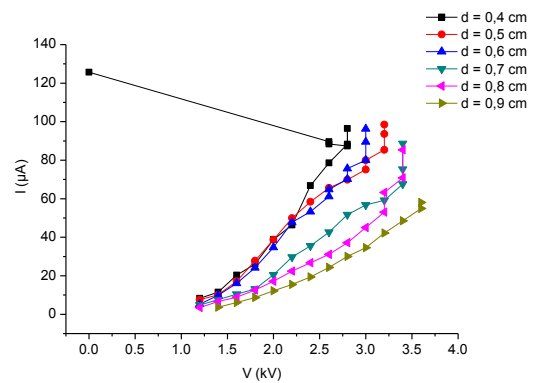
Karakteristik arus sebagai fungsi tegangan untuk reaktor plasma dengan faktor geometri tetap, tanpa adanya minyak pelumas dan adanya minyak pelumas ditunjukkan pada Gambar 3. Faktor geometri tetap diperoleh dari jari-jari elektroda titik ( $r$ ) tetap dengan variasi jarak antar elektroda ( $d$ ).

Gambar 3(a) dan (b) menunjukkan bahwa pada jarak antar elektroda ( $d$ ) tetap, arus yang dihasilkan semakin besar dengan semakin besar tegangan yang diberikan. Hal ini karena hubungan antara tegangan dan arus merupakan fungsi parabolik. Nilai arus saturasi  $I_s$  sebanding dengan kuadrat nilai  $V$  ( $I_s$

$\propto V^2$ ). Untuk variasi jarak antar elektroda ( $d$ ) pada tegangan tetap yaitu semakin besar jarak antar elektroda arus yang dihasilkan semakin kecil. Hal tersebut terjadi karena kuat medan listrik merupakan fungsi dari jarak antar elektroda [6]. Semakin besar jarak elektroda maka kuat medan listrik semakin kecil. Hubungan antara Medan listrik ( $E$ ) dengan arus ( $I$ ) yaitu medan listrik dipengaruhi oleh tegangan. Semakin besar tegangan medan listrik yang dihasilkan semakin besar. Arus adalah fungsi dari tegangan. Semakin besar tegangan, arus yang dihasilkan semakin besar.



(a)



(b)

**Gambar 3.** Karakteristik  $I$ - $V$  (a) Tanpa adanya minyak pelumas (b) adanya minyak pelumas dengan jari-jari elektroda titik ( $r$ ) = 0,26 mm dan jarak antar elektroda ( $d$ ) = 0,4 cm, 0,5 cm; 0,6 cm; 0,7 cm; 0,8 cm; 0,9 cm.

Berdasarkan Gambar 3 (a) dan (b) terdapat perbedaan tegangan yang terjadi pada daerah lucutan *arc*. Pada gambar korona tanpa minyak pelumas (Gambar 3 (a)), lucutan *arc*

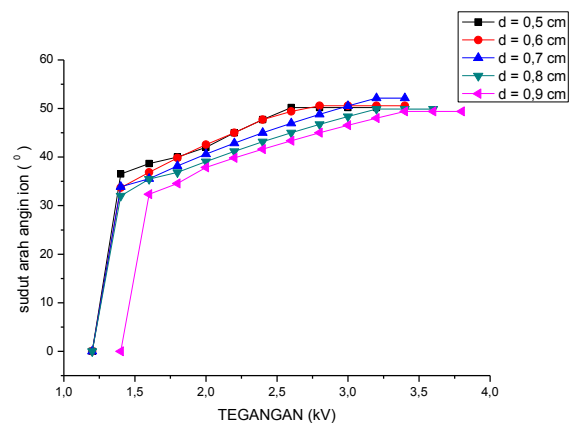
mulai terjadi pada tegangan 2,6 kV, sedangkan pada gambar korona dengan adanya minyak pelumas (Gambar 3 (b)), lucutan *arc* mulai terjadi pada tegangan 2,8 kV. Hal ini disebabkan, pada lucutan korona dengan adanya minyak pelumas diperlukan energi yang lebih besar untuk melakukan deformasi serta membentuk dipol-dipol listrik [7], sehingga tegangan yang terjadi pada lucutan *arc* dengan adanya minyak pelumas lebih besar dibandingkan dengan tegangan tanpa minyak pelumas.

### Penentuan Sudut Arah Angin Ion Pada Fenomena Elektrodinamika (EHD) Menggunakan Lucutan Korona Positif Berkonfigurasi Elektroda Titik Bidang

Angin ion muncul ketika tegangan dinaikkan melebihi tegangan ambang korona. Adanya angin ion menyebabkan pergerakan atau deformasi pada permukaan minyak pelumas. Cairan minyak pelumas yang ditempatkan pada elektroda bidang akan mengalami deformasi membentuk lingkaran yang titik pusatnya tepat berada pada proyeksi elektroda titik pada elektroda bidang. Jari-jari lingkaran deformasi tergantung dari nilai tegangan yang digunakan dan faktor geometri. Semakin besar tegangan, jari-jari deformasi semakin besar. Namun, akan mencapai nilai titik jenuh pada daerah lucutan korona yang mendekati lucutan *arc* [8]. Kemudian jari-jari deformasi akan mengecil kembali pada daerah lucutan *arc*.

Gambar 4 menunjukkan karakteristik sudut arah angin ion sebagai fungsi tegangan untuk elektroda titik dengan jari-jari ( $r$ ) = 0,28 mm dan berbagai jarak elektroda. Terlihat bahwa nilai sudut yang terbentuk semakin besar seiring bertambahnya tegangan. Namun akan mencapai titik jenuh pada daerah lucutan korona yang mendekati lucutan *arc*. Hal tersebut karena titik jenuh nilai sudut yang terbentuk disebabkan angin ion yang digunakan untuk mendeformasi minyak pelumas jumlahnya tetap pada daerah korona

ketika mendekati *arc*. Ion-ion yang terbentuk jumlah tidak bertambah atau tetap. Nilai sudut arah angin ion berbanding terbalik terhadap nilai jarak antar elektroda dan nilai dari jari-jari elektrodanya. Nilai sudut arah aliran angin ion semakin kecil ketika jarak antar elektroda semakin besar dan jari-jari elektroda titik yang digunakan semakin besar [9].



Gambar 4. Grafik tegangan terhadap sudut arah angin ion ( $\theta$ ) pada jari-jari elektroda titik ( $r$ ) = 0,28 mm dan jarak elektroda ( $d$ ) = 0,5 cm; 0,6 cm; 0,7 cm; 0,8 cm; 0,9 cm

### KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sudut arah angin ion dipengaruhi oleh tegangan yang diberikan, jarak antar elektroda, dan jari-jari elektroda titik. Nilai sudut arah aliran angin ion semakin kecil ketika jarak antar elektroda semakin besar dan jari-jari elektroda titik yang digunakan semakin besar. Sudut arah angin ion yang dihasilkan akan membesar dengan dinaikkannya tegangan, namun akan mencapai titik jenuh pada daerah lucutan korona yang mendekati lucutan *arc*.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azzulkha, A. H, 2011, Kajian Lucutan Korona Positif Berkonfigurasi Elektroda

- Kawat Bidang: Analisa Elektrodinamika (EHD) dan Sudut Arah Angin Ion, *Skripsi S-1* Jurusan Fisika Universitas Diponegoro, Semarang
- [2] Djuhana, D., 2006, Potensial dan Energi Potensial Listrik, *Departement Fisika-FMIPA UI*: Jakarta
- [3] Goldman, M., 1978, *Corona Discharge In Gaseous Electronocs*, editor: M.N. Hirsh and H. J. Oskam. New York. Academic Press
- [4] Kawamoto, H., and Umezu, S., 2005, electrohydrodynamic Deformation Of Water Surface in a Metal Pin to Water Plate Corona Discharge System, *Journal of Applied Physics*, Vol. 38, 887-894
- [5] Nur, M., 2011, *Fisika Plasma dan Aplikasinya*, Undip Press
- [6] Nasser, E., 1971, *Fundamental of Gasseus Ionization and Plasma Electronics*, Wiley-Interscience, New York
- [7] Sigmond, R.S., 1982, Simple Approximation Treatment of Unipolar Space-charge-dominated Coronas: The Warburg Law and The Saturation Current, *Journal of Applied Physics*, Vol 53(2), 891-898
- [8] Spyrou, N., Peruos, R., dan Hield, B., 1994, New Result on a Point-to-Plane DC Plasma Reactor in Low-Pressure Dried Air, *Journal of Physics. D: Applied Physics*, Vol. 27, 2329-2339.
- [9] Veldhuizen, E.M. van, dan Rutgers, W.R., 2002, Corona Discharges: Fundamental and Diagnostics, *Journal of Physics D: Applied Physics*, Vol 35, 2169-2175