

ANALISIS FENOMENA ELEKTROHIDRODINAMIK MENGGUNAKAN PLASMA LUCUTAN KORONA DC POSITIF DENGAN KONFIGURASI ELEKTRODA MATA PAHAT DAN TITIK TENGAH-BIDANG PADA MINYAK KELAPA SAWIT**Charis Munajib, Asep Yoyo Wardaya, Zaenul Muhlisin dan Isnain Gunadi**

Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: asepyoyowardaya@fisika.fsm.undip.ac.id

Received: 23 Juli 2022; revised: 10 Oktober 2022; accepted: 15 Oktober 2022

ABSTRACT

Research has been carried out on the analysis of I-V characteristic curves and electrohydrodynamic phenomena using palm oil with a positive DC corona discharge generator with Chisel Eye and Mid-Field electrode configurations. This study aimed to obtain the effect of several variations used on the characteristic curve and distribution of ion winds on electrohydrodynamic phenomena. This research was conducted with 6 variations of the size of the dimensions of active electrodes and variations in the distance between the electrodes (c) 0.5 cm, 1 cm, 1.5 cm, and 2 cm. In the study of the I-V characteristic curve, the results show that with the increase in the applied voltage, the stronger the current produced will increase. At electrode D and a distance of 0.5 cm, the circuit is given a voltage of 5.32 kV produces a current of 10.5 A, whereas if the circuit is given a voltage of 6.34 kV it produces a current of 27.5 A. In the study of the analysis of electrohydrodynamic phenomena, it was found that if the variation used changed it would affect the diameter of the deformation of the palm oil in the form of a circle. At electrode D, at a distance of 0.5 cm with a voltage of 7.14 kV it produces a circular oil deformation diameter of 2.7 cm, while at a distance of 1 cm with a voltage of 11.23 kV produces a circular oil deformation diameter of 5.5 cm.

Keywords: corona discharge, tooltip electrode configuration, mid-plane point, I-V characteristic curve, electrohydrodynamics

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang analisis kurva karakteristik I-V dan fenomena elektrohodinamik menggunakan minyak kelapa sawit dengan pembangkit lucutan pijar korona DC positif konfigurasi elektroda Mata Pahat dan Titik Tengah-Bidang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh pengaruh beberapa variasi yang digunakan terhadap kurva karakteristik dan persebaran angin ion pada fenomena elektrohodinamik. Penelitian ini dilakukan dengan 6 variasi ukuran dimensi elektroda aktif dan variasi jarak antar elektroda (c) yaitu 0,5 cm, 1 cm, 1,5 cm, dan 2 cm. Data kurva karakteristik I-V menunjukkan bahwa dengan bertambahnya tegangan yang diberikan akan meningkatkan kuat arus yang dihasilkan. Pada elektroda D dan jarak 0,5 cm, rangkaian yang diberi tegangan 5,32 kV menghasilkan arus sebesar 10,5 μ A, sedangkan rangkaian yang diberi tegangan 6,34 kV menghasilkan arus sebesar 27,5 μ A. Data menunjukkan bahwa jika variasi yang digunakan berubah maka akan mempengaruhi diameter deformasi minyak kelapa sawit yang berbentuk lingkaran. Pada elektroda D, jarak 0,5 cm dan tegangan 7,14 kV menghasilkan diameter deformasi minyak berbentuk lingkaran sebesar 2,7 cm, sedangkan pada jarak 1 cm dan tegangan 11,23 kV menghasilkan diameter deformasi minyak berbentuk lingkaran sebesar 5,5 cm.

Kata kunci: lucutan korona, elektroda mata pahat, titik tengah-bidang, kurva karakteristik I-V,

PENDAHULUAN

Elektrohidrodinamik atau biasa disingkat EHD merupakan kajian terkait interaksi antara mekanika fluida dan medan listrik yang ditunjukkan dengan adanya medium dielektrik. Medium dielektrik ini akan menghasilkan dipol listrik yang bergerak seperti gerak fluida karena mengandung muatan-muatan listrik [1]. Prinsip EHD didasarkan pada fenomena hambatan ionik yang dihasilkan dalam cairan dielektrik oleh muatan ruang bergerak yang ditarik oleh medan yang ditetapkan secara eksternal. Muatan ruang adalah kumpulan dari sejumlah besar muatan positif atau partikel bermuatan negatif. Secara mekanis, EHD dapat meningkatkan perpindahan panas cairan fase tunggal melalui berbagai bentuk termasuk gaya elektroforesis dan dielektroforesis, aliran induksi EHD dalam cairan, dan aliran angin korona (listrik) dalam gas. Angin korona (listrik) adalah fenomena yang terkait dengan induksi muatan listrik menjadi gas dielektrik pada suatu elektroda dari dua rakitan elektroda. Medan listrik bekerja pada daerah muatan dan medan listrik mempercepat muatan menuju elektroda lainnya. Muatan yang bergerak akan membawa molekul gas inert yang mengelilinginya dan menyebabkan aliran fluida [2].

Terdapat beberapa penelitian mengenai fenomena elektrohidrodinamik (EHD) yang telah dilakukan sebelumnya, seperti analisis fenomena elektrohidrodinamika pada permukaan minyak silikon (cairan dielektrik) menggunakan sistem pembangkit plasma lucutan pijar korona negatif dengan elektroda berkonfigurasi titik bidang [3]. Salah satu hasil yang dilaporkan dalam penelitian tersebut ialah fenomena elektrohidrodinamik ditandai dengan adanya deformasi (pergerakan) dari suatu cairan pada minyak silikon setelah dikenai medan listrik yang sangat tinggi.

Penelitian mengenai penentuan sudut arah angin ion pada lucutan korona positif

berkonfigurasi elektroda titik-bidang juga pernah dilakukan oleh Sumariyah dkk. (2017)[4]. Hasil percobaan menunjukkan bahwa tegangan yang diberikan, jari-jari elektroda titik, dan jarak antar elektroda dapat mempengaruhi sudut arah angin ion. Adanya kenaikan tegangan menyebabkan sudut arah angin ion yang dihasilkan juga akan membesar.

Dalam penelitian lain pada analisis plasma lucutan pijar korona berkonfigurasi elektroda garis-bidang yang dijelaskan oleh Wardaya, dkk. (2020) [5] menunjukkan bahwa sepanjang garis permukaan tipis dan kedua tepi bawah elektroda akan mengalir medan listrik menuju elektroda bidang dengan tegak lurus. Selanjutnya dari kedua tepi bawah elektroda akan muncul medan listrik yang mempunyai nilai sangat besar, yang bisa dideteksi dengan adanya perubahan pada bentuk gelombang minyak pada elektroda bidang.

Oleh karena itu, penelitian ini melakukan analisis fenomena elektrohidrodinamik menggunakan plasma lucutan korona DC positif dengan konfigurasi elektroda mata pahat dan titik tengah-bidang pada minyak kelapa sawit. Konfigurasi ini dimodifikasi dengan elektroda aktif berbentuk mata pahat dengan ketajaman pada salah satu sisi dan ketebalan yang tipis sedangkan elektroda pasif berbentuk segiempat dalam posisi horizontal. Penelitian ini akan menghasilkan kurva karakteristik arus tegangan (I-V) secara eksperimen pada lucutan korona DC positif dengan medium udara bebas dan memperoleh persebaran medan listrik dengan menggunakan persebaran minyak kelapa sawit pada eksperimen. Penelitian ini dilakukan menggunakan variasi jarak antar elektroda dan variasi ukuran dimensi elektroda aktif.

Lucutan Korona

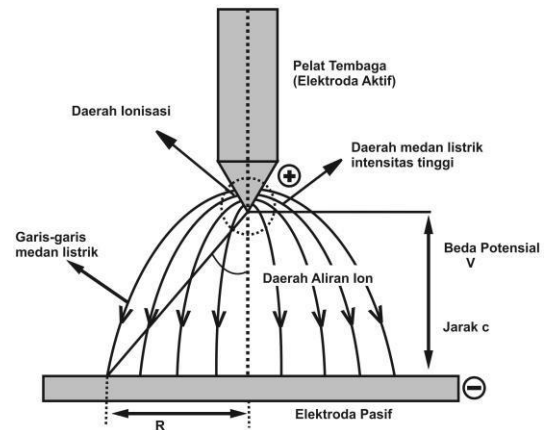
Lucutan korona adalah proses pembangkitan arus di dalam fluida netral diantara dua elektroda bertegangan tinggi. Lucutan korona mengionisasi fluida tersebut sehingga membentuk plasma di sekitar salah satu elektroda dan menggunakan ion yang dihasilkan dalam proses tersebut sebagai

pembawa muatan menuju elektroda lainnya. Lucutan korona merupakan salah satu jenis plasma non-thermal equilibrium karena pengaruh medan listrik yang tak simetris yang terjadi pada medium gas. Salah satu elektroda pada lucutan korona lebih tajam daripada elektroda lainnya, sehingga potensial gradien yang tinggi tercipta dan menghasilkan plasma lucutan korona [6].

Berdasarkan pernyataan Van Veldhuizen (2001) [7], lucutan yang terjadi sebelum lucutan arc melalui pasangan elektroda tak simetris dapat membangkitkan lucutan di dalam daerah yang memiliki medan listrik tinggi di sekitar elektroda yang berbentuk geometri lebih runcing dinamakan dengan korona. Hal ini dapat terjadi ketika elektroda menerima tegangan yang melebihi ambang batas dan memiliki nilai tegangan nol ketika terjadinya arc.

Pada elektroda dengan permukaan yang tajam akan memiliki medan listrik yang sangat tinggi dan menghasilkan elektron bebas yang akan dipercepat dan saling menumbuk ketika menerima tegangan tinggi. Dalam proses tersebut, dihasilkan ion positif dan elektron bebas. Elektron bebas akan mengalami tumbukan kembali dalam proses yang dinamakan guguran elektronik (avalanche electronics) sehingga timbul proses ionisasi dalam jumlah yang besar dan dihasilkan plasma lucutan korona [8].

Terjadinya lucutan korona positif ketika elektroda aktif (elektroda dimana proses ionisasi terjadi) dihubungkan dengan terminal positif sumber tegangan. Gambar 1 menunjukkan daerah dalam lucutan pijar korona positif antara dua elektroda dengan konfigurasi geometri mata pahat dan titik tengah-bidang yang merupakan pendekatan terhadap geometri multi titik-bidang. Pada gambar tersebut terdapat arus saturasi unipolar korona, yaitu arus yang keluar dari geometri lengkung titik-bidang yang dihasilkan dari ion-ion yang mengalir melalui daerah aliran muatan (drift region) [9].



Gambar 1. Daerah ionisasi dan aliran ion pada lucutan pijar korona.

Elektron yang bergerak menuju anoda dari katoda mampu mengionisasi molekul atau atom gas di antara elektroda. Ionisasi terjadi disekitar elektroda titik karena pengaruh medan listrik yang sangat tinggi pada elektroda titik tersebut. Ionisasi tersebut menghasilkan elektron bebas sekunder dan ion positif serta ion yang dihasilkan dari proses ionisasi mampu bergerak dan mengalir menuju katoda melalui daerah aliran ion kemudian menghasilkan arus ion yang disebut arus saturasi unipolar [6]. Konfigurasi elektroda titik-bidang arus saturasi unipolar dapat dituliskan dalam persamaan 1.

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

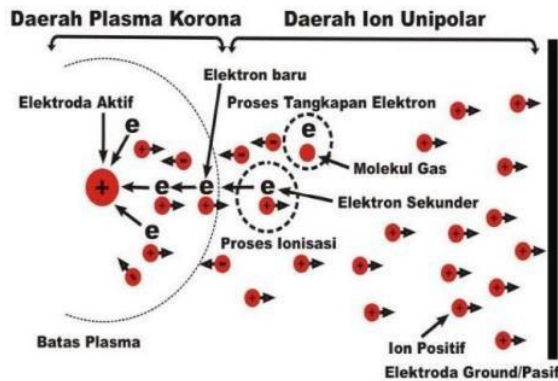
dengan I_s adalah arus saturasi unipolar ion (Ampere), V adalah tegangan korona (Volt), μ adalah mobilitas ion unipolar (m/Vs), ϵ_0 adalah permitivitas ruang hampa (F/m), dan d adalah jarak antar elektroda (m).

Distribusi medan listrik yang dihasilkan dapat dituliskan dalam persamaan 2.

$$E = \frac{2V}{\left(r + 2x - \frac{x}{h}\right) \ln\left(1 + \frac{2h}{r}\right)} \tag{2}$$

dengan V adalah tegangan (Volt), x adalah jarak dari ujung elektroda titik (m), r adalah jari-jari ujung elektroda titik (m), dan h adalah jarak antara kedua elektroda (m).

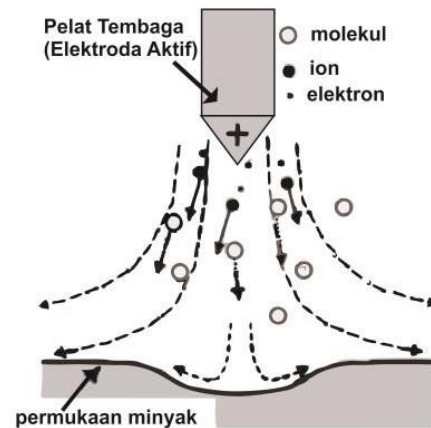
Adapun gambaran dari proses pembangkitan plasma lucutan pijar korona positif pada ruang elektroda ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses pembangkitan plasma lucutan pijar korona pada ruangantar elektroda positif [6].

Angin Ion

Angin ion yaitu suatu arus (stream) dari fluida terionisasi yang dihasilkan oleh medan listrik tinggi yang arahnya mengikuti arah garis medan [10]. Angin ion muncul karena adanya pergerakan partikel bermuatan yang disebabkan karena pemberian medan listrik di sekitar elektroda aktif. Dengan adanya medan listrik yang sangat tinggi, maka akan menyebabkan terjadinya ionisasi yang akan menghasilkan partikel bermuatan berupa muatan ion dan elektron. Elektron akan bergerak menuju ujung elektroda aktif, dan muatan ion akan bergerak mengalir ke elektroda bidang. Dengan adanya pergerakan muatan ion maka mempengaruhi udara di lingkungan sekitarnya, sehingga udara di sekitarnya juga bergerak ke elektroda bidang. Selanjutnya, elektroda bidang akan menolak muatan ion karena pada elektroda bidang tersebut terdapat muatan yang sejenis. Kemudian angin ion seketika itu juga meluas karena adanya tolakan diantara ion-ion itu sendiri [11].



Gambar 3. Angin ion mendorong permukaan cairan pada lucutan korona

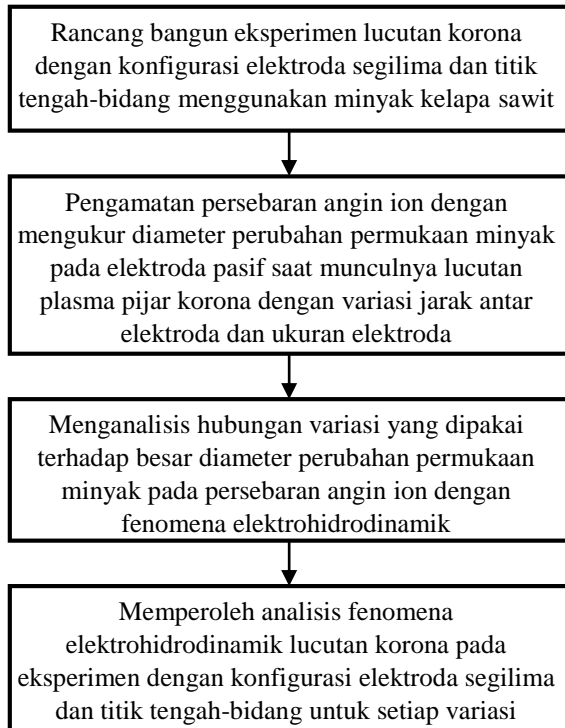
Jika tegangan yang diberikan lebih rendah dari ambang korona awal, perubahan ketinggian air tidak terlihat oleh mata telanjang. Namun, jika tegangan di atas ambang batas gaya tolaknya relatif besar pada permukaan cairan yang disebabkan gaya reaksi oleh angin ion [12].

METODE

Diagram alir penelitian fenomena elektrohodinamik pada permukaan minyak kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 4.

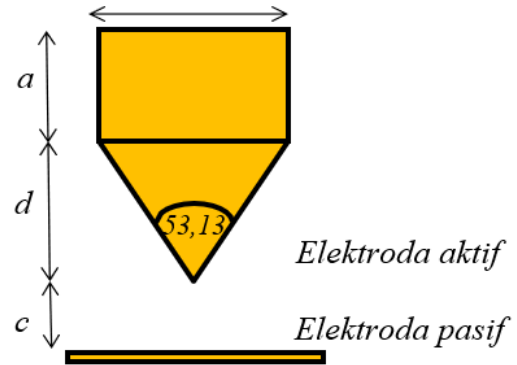
Pelaksanaan penelitian fenomena elektrohodinamik pada permukaan minyak kelapa sawit terbagi menjadi beberapa tahap. Tahap pertama diawali dengan pembuatan rancang bangun eksperimen lucutan korona dengan konfigurasi elektroda mata pahat dan titik tengah-bidang menggunakan minyak kelapa sawit, kemudian dilakukan pengamatan persebaran angin ion dengan mengukur diameter perubahan permukaan minyak pada elektroda pasif saat munculnya lucutan plasma pijar korona dengan variasi jarak antar elektroda dan ukuran elektroda, lalu tahap selanjutnya adalah menganalisa hubungan variasi yang dipakai terhadap besar diameter perubahan permukaan minyak pada persebaran angin ion dengan fenomena elektrohodinamik.

Penelitian dilakukan hingga memperoleh analisis fenomena elektrodinamik lucutan korona pada eksperimen dengan konfigurasi elektroda mata pahat dan titik tengah-bidang untuk setiap variasi.



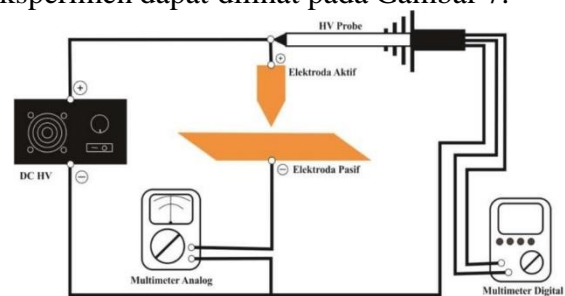
Gambar 4. Diagram alir penelitian fenomena elektrodinamik pada permukaan minyak kelapa sawit.

Rancang bangun eksperimen pembangkitan lucutan korona DC positif pada konfigurasi elektroda mata pahat dan titik tengah-bidang terdiri dari 2 pelat elektroda dengan posisi saling tegak lurus. Elektroda aktif berbentuk mata pahat dengan ketajaman pada salah satu sisi dengan posisi tegak yang memiliki panjang pelat b , sisi tinggi pelat segi empat a , sisi tinggi pelat segitiga d , dan ketebalan yang sangat tipis ($\delta=0,00015$ m). Elektroda aktif memiliki sudut ketajaman ($\theta=53,13^\circ$) terhadap sumbu vertikal elektroda. Elektroda pasif berbentuk segiempat (Plane Configuration) yang terletak dibawah elektroda aktif dengan jarak antar keduanya sebesar c . Elektroda pasif memiliki area yang luas untuk menampung semua aliran fluks listrik yang bergerak dari elektroda aktif menuju elektroda pasif.

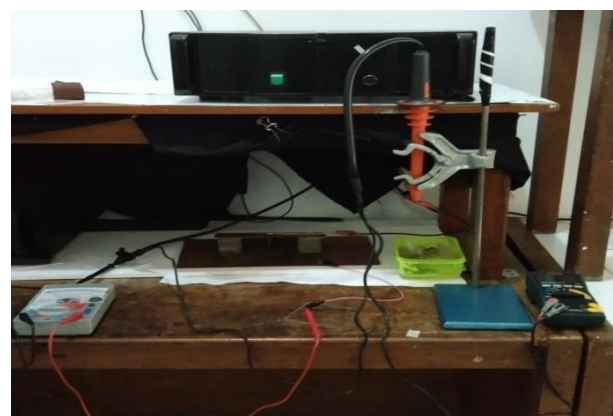


Gambar 5. Konfigurasi elektroda mata pahat dan titik tengah-bidang.

Elektroda aktif merupakan elektroda yang berperan aktif dalam terjadinya proses ionisasi pada lucutan plasma pijar korona. Sedangkan elektroda pasif merupakan elektroda yang tidak berperan dalam terjadinya proses ionisasi pada lucutan plasma pijar korona. Skema alat pada penelitian ini terdapat pada Gambar 6. Set-up eksperimen dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Rancang bangun eksperimen.



Gambar 7. Set-up eksperimen.

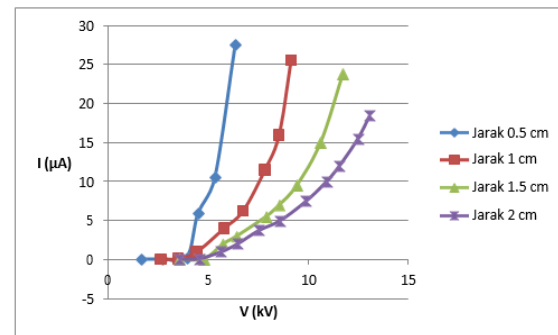
Pada perangkaian sistem pembangkit plasma pijar korona ini, lucutan plasma dibangkitkan menggunakan sumber tegangan tinggi DC dengan pengamatan nilai arus setiap

tegangan dinaikkan. Sumber tegangan tinggi DC terminal positif dihubungkan High Voltage Probe yang kemudian dihubungkan ke elektroda aktif. Sedangkan elektroda pasif dihubungkan ke multimeter analog dan diteruskan ke sumber tegangan tinggi DC terminal negatif. Arus listrik yang dihasilkan diukur dengan multimeter analog (SANWA tipe CX506a). Nilai tegangan yang dihasilkan diukur menggunakan multimeter digital (SANWA tipe CD771) yang dihubungkan dengan High Voltage Probe untuk mengkonversi tegangan dari orde kilovolt menjadi volt supaya tegangan yang masuk dapat dibaca oleh multimeter digital.

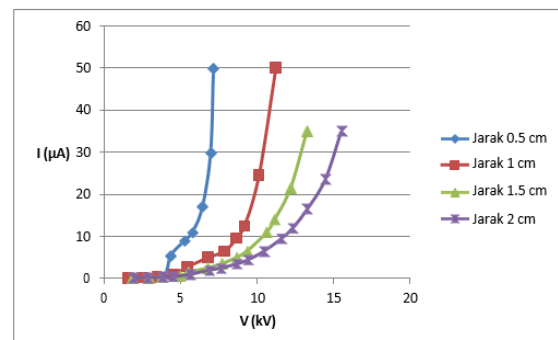
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kurva karakteristik yang diperoleh pada penelitian ini yaitu kurva karakteristik tanpa minyak dan kurva karakteristik dengan minyak. Masing-masing kurva terdiri dari 10 kurva karakteristik berupa 6 kurva karakteristik variasi jarak antar elektroda dan 4 kurva karakteristik variasi ukuran elektroda aktif. Data eksperimen ditampilkan sesuai format yang telah ditentukan dengan nilai awal pengukuran tegangan berbeda-beda berdasarkan munculnya lucutan korona.

Dalam penelitian ini terjadi sebuah proses ionisasi atom atau molekul gas diantara elektroda karena pengaruh medan listrik sehingga ion-ion hasil ionisasi akan bergerak atau mengalir menuju elektroda bidang melalui daerah aliran. Aliran ion-ion ini akan menimbulkan arus ion yang disebut sebagai arus saturasi unipolar. Melalui arus saturasi unipolar ini akan diketahui karakteristik-karakteristik yang terdapat pada lucutan pijar korona positif. Pada penelitian ini terjadi pola yang sama pada semua elektroda yaitu kenaikan arus mengikuti besarnya tegangan yang diberikan. Gambar 8 dan 9 menunjukkan kurva karakteristik arus tegangan (I-V) dengan menggunakan elektroda D.



Gambar 8. Kurva karakteristik I-V variasi jarak menggunakan elektroda D tanpa minyak.



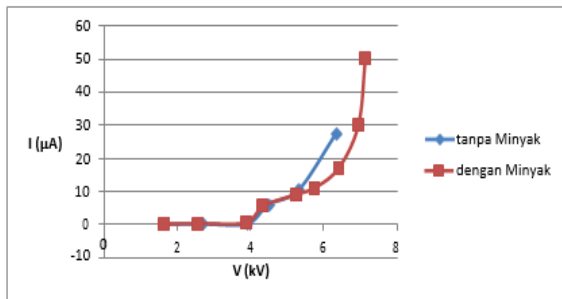
Gambar 9. Kurva karakteristik I-V variasi jarak menggunakan elektroda D dengan minyak.

Gambar 8 dan 9 menunjukkan hubungan antara jarak dengan arus yang didapatkan. Terjadinya peningkatan jarak antar elektroda mengakibatkan tegangan yang digunakan untuk membangkitkan plasma lucutan pijar korona pun semakin tinggi. Sementara itu, arus yang dihasilkan pada tegangan yang sama semakin rendah. Hal ini disebabkan karena semakin mengecilnya intensitas medan listrik karena membesarnya jarak antar elektroda [6].

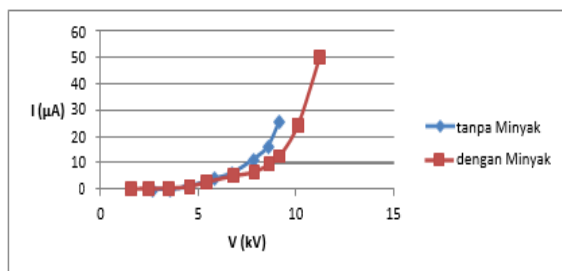
Berdasarkan Gambar 8, terlihat bahwa arus yang didapatkan akan meningkat seiring dengan meningkatnya tegangan yang diberikan. Pada jarak 0,5 cm, arus mulai terukur sebesar $0,0625 \mu\text{A}$ pada tegangan $1,652 \text{ kV}$ dan terjadi peningkatan arus sebesar $0,125 \mu\text{A}$ - $10,5 \mu\text{A}$ pada rentang tegangan $2,7 \text{ kV}$ - $5,32 \text{ kV}$. Pada jarak 1 cm, arus mulai terukur sebesar $0,0625 \mu\text{A}$ pada tegangan $2,6 \text{ kV}$ dan terjadi peningkatan arus sebesar $0,125 \mu\text{A}$ - $16 \mu\text{A}$ pada rentang tegangan $3,5 \text{ kV}$ - $8,54 \text{ kV}$. Pada jarak 1,5 cm, arus mulai terukur sebesar $0,0625 \mu\text{A}$ pada tegangan $3,53 \text{ kV}$ dan terjadi peningkatan

arus sebesar $0,125 \mu\text{A}$ - $15 \mu\text{A}$ pada rentang tegangan $4,79 \text{ kV}$ - $10,61 \text{ kV}$. Pada jarak 2 cm , arus mulai terukur sebesar $0,0625 \mu\text{A}$ pada tegangan $3,57 \text{ kV}$ dan terjadi peningkatan arus sebesar $0,125 \mu\text{A}$ - $15,5 \mu\text{A}$ pada rentang tegangan $4,53 \text{ kV}$ - $12,48 \text{ kV}$.

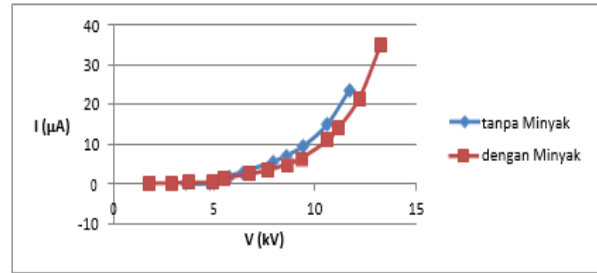
Sedangkan berdasarkan Gambar 9, dapat dilihat bahwa pada jarak $0,5 \text{ cm}$, arus mulai terukur sebesar $0,125 \mu\text{A}$ pada tegangan $1,642 \text{ kV}$ dan terjadi peningkatan arus sebesar $0,25 \mu\text{A}$ - $30 \mu\text{A}$ pada rentang tegangan $2,57 \text{ kV}$ - $6,95 \text{ kV}$. Pada jarak 1 cm , arus mulai terukur sebesar $0,125 \mu\text{A}$ pada tegangan $1,55 \text{ kV}$ dan terjadi peningkatan arus sebesar $0,25 \mu\text{A}$ - $24,5 \mu\text{A}$ pada rentang tegangan $2,47 \text{ kV}$ - $10,12 \text{ kV}$. Pada jarak $1,5 \text{ cm}$, arus mulai terukur sebesar $0,125 \mu\text{A}$ pada tegangan $1,78 \text{ kV}$ dan terjadi peningkatan arus sebesar $0,25 \mu\text{A}$ - $21,5 \mu\text{A}$ pada rentang tegangan $2,87 \text{ kV}$ - $12,19 \text{ kV}$. Pada jarak 2 cm , arus mulai terukur sebesar $0,125 \mu\text{A}$ pada tegangan $1,9 \text{ kV}$ dan terjadi peningkatan arus sebesar $0,25 \mu\text{A}$ - $23,5 \mu\text{A}$ pada rentang tegangan $2,8 \text{ kV}$ - $14,46 \text{ kV}$.



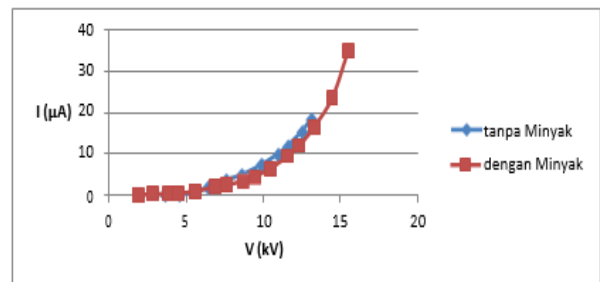
Gambar 10. Perbandingan kurva karakteristik elektroda D pada jarak $0,5 \text{ cm}$ tanpa minyak dan dengan minyak.



Gambar 11. Perbandingan kurva karakteristik elektroda D pada jarak 1 cm tanpa minyak dan dengan minyak.



Gambar 12. Perbandingan kurva karakteristik elektroda D pada jarak $1,5 \text{ cm}$ tanpa minyak dan dengan minyak.



Gambar 13. Perbandingan kurva karakteristik elektroda D pada jarak 2 cm tanpa minyak dan dengan minyak.

Pemberian tegangan di atas batas maksimum tegangan korona akan menimbulkan percikan/arc. Hal tersebut menandakan terjadinya peristiwa *breakdown*, sehingga tegangan yang terukur akan menurun drastis dan arus akan meningkat tajam [3].

Berdasarkan Gambar 10, pada elektroda tanpa minyak mulai terjadinya lucutan arc pada tegangan sebesar $6,34 \text{ kV}$ dengan besar arus mencapai $27,5 \mu\text{A}$, sedangkan pada elektroda dengan minyak mulai terjadinya lucutan arc pada tegangan sebesar $7,14 \text{ kV}$ dengan besar arus mencapai $50 \mu\text{A}$. Berdasarkan Gambar 11, pada elektroda tanpa minyak mulai terjadinya lucutan arc pada tegangan sebesar $9,14 \text{ kV}$ dengan besar arus mencapai $25,5 \mu\text{A}$, sedangkan pada elektroda dengan minyak mulai terjadinya lucutan arc pada tegangan sebesar $11,23 \text{ kV}$ dengan besar arus mencapai $50 \mu\text{A}$. Berdasarkan Gambar 12, pada elektroda tanpa minyak mulai terjadinya lucutan arc pada tegangan sebesar $11,72 \text{ kV}$ dengan besar arus mencapai $23,75 \mu\text{A}$, sedangkan pada elektroda dengan minyak mulai terjadinya lucutan arc pada tegangan sebesar $13,26 \text{ kV}$ dengan besar arus mencapai $35 \mu\text{A}$. Berdasarkan Gambar 13,

pada elektroda tanpa minyak mulai terjadinya lucutan arc pada tegangan sebesar 13,08 kV dengan besar arus mencapai 18,5 μA , sedangkan pada elektroda dengan minyak mulai terjadinya lucutan arc pada tegangan sebesar 15,51 kV dengan besar arus mencapai 35 μA .

Terlihat bahwa ada perbedaan besarnya tegangan untuk membangkitkan plasma lucutan pijar korona. Hal ini dikarenakan adanya minyak pada lucutan korona sehingga untuk melakukan deformasi diperlukan energi yang lebih besar. Oleh karena itu, lucutan korona yang menggunakan minyak pelumas akan menghasilkan tegangan yang lebih besar untuk membangkitkan plasma lucutan pijar korona dibandingkan dengan lucutan korona tanpa menggunakan minyak.

KESIMPULAN

Berdasarkan kurva karakteristik arus tegangan (I-V) variasi jarak antar elektroda, dapat disimpulkan bahwa semakin besar jarak antara elektroda aktif dan elektroda pasif, maka semakin besar juga tegangan yang digunakan untuk membangkitkan plasma lucutan pijar korona. Sedangkan pada kurva karakteristik arus tegangan (I-V) variasi ukuran dimensi elektroda aktif membuktikan bahwa semakin besar nilai a (pada elektroda A, B, dan C) dan semakin besar nilai b dan d (pada elektroda D, E, dan F), maka semakin kecil tegangan yang digunakan untuk membangkitkan plasma lucutan pijar korona. Ini disebabkan karena semakin besar pergerakan gas bermuatan yang dapat menghasilkan elektron bebas bergerak menuju elektroda pasif yang nantinya akan terbaca sebagai arus.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Brown J. *Electrohydrodynamic: Supplement A*. Electrokinetic Inc. Soteria. 1997.

[2] Russel MK, Selvaganapathy PR, Ching CY. Ion drag electrohydrodynamic (EHD) micro-pumps under a pulsed voltage. *Journal of Electrostatic*.

- 2016;82:48-54.
- [3] Nur M, Anam C, Arisa B. Analisis Fenomena Electrohydrodynamic pada Permukaan Minyak Silikon (Cairan Dielektrik) Menggunakan Sistem Pembangkit Plasma Lucutan Pijar Korona Negatif dengan Elektroda Berkonfigurasi Titik Bidang. *Berkala Fisika*. 2007;10(1):87-92.
- [4] Sumariyah, Restiwijaya M, Nur M. Penentuan sudut arah angin ion pada lucutan korona positif berkonfigurasi elektroda titik- bidang. *Youngster Physics Journal*. 2017;6(4):377-381.
- [5] Wardaya AY, Muhlisin Z, Hudi A, Suseno JE, Nur M, Kinandana AW, Windarta J. A study of line-plane configuration in the Corona discharge theory. *The European Physical Journal Applied Physics*. 2020;89(3):30801.
- [6] Chen J & Davidson JH. *Model of the Negative DC Corona Plasma: Comparison of the Positive DC Corona Plasma*. Minneapolis: Departement of Mechanical Engineering University of Minnesota. 2002.
- [7] van Veldhuizen EM & Rutgers WR. Corona discharges: fundamentals and diagnostics. In *Frontiers in low temperature plasma diagnostics IV : papers*, Rolduc Conference Centre, The Netherlands. 2001. Eindhoven University of Technology.
- [8] Triadyaksa P, Setiawan AE, Sugiarto A, Hanafi U, Nur M. Pembangkit Plasma Lucutan Pijar Korona Menggunakan Sumber Tegangan Tinggi DC. Seminar Nasional Teknik Ketenagalistrikan. Semarang. 2005.
- [9] Nur M. *Fisika Plasma dan Aplikasinya*. Semarang: Undip Press. 2011.
- [10] Rahayu S, Azam M, Triadyaksa P, Nur M. Analisis Fenomena Elektrodinamik pada permukaan minyak Silikon menggunakan plasma Lucutan Pijar Korona apositif. *Berkala Fisika*. 2007;10(1):13-23.
- [11] Plouraboue F. Flying with Ionic Wind. *Nature*. 2018;563:476-477.
- [12] Kawamoto H & Umezu S. Electrohydrodynamic Deformation of

Water Surface in a Metalpin to Water Plate Corona Discharge System. *J Appl Phys.* 2005;38:887-894.