

Original paper

KARAKTERISTIK PEMBANGKITAN LUCUTAN KORONA ARUS DC NEGATIF DENGAN KONFIGURASI ELEKTRODA DUA PISAU YANG MEMBENTUK SUDUT TERHADAP BIDANG PADA MINYAK SILIKON

Nurlaila Putri Anggraeni, Asep Yoyo Wardaya, Zaenul Muhlisin

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

Email: asepyoyowardaya@lecturer.undip.ac.id

Received: 11 November 2021; revised: 2 Desember 2021; accepted: 15 Desember 2021

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai karakterisasi pembangkitan lucutan korona arus DC negatif dengan konfigurasi elektroda Dua Pisau yang membentuk sudut terhadap bidang pada minyak silikon. Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh dan mengetahui karakterisasi pembangkitan lucutan korona arus DC Negatif dengan konfigurasi elektroda Dua Pisau yang membentuk sudut terhadap bidang pada minyak silikon dengan membuat analisis kurva karakterisasi I-V, membuat analisis lubang pada minyak silikon, dan analisis bentuk lucutan korona elektroda Dua Pisau. Penelitian menggunakan 2 variasi yaitu variasi sudut ketajaman (sudut 30°, 45°, dan 60°), dan variasi jarak (1cm dan 2cm). Hasil penelitian pada kurva I-V menunjukkan bahwa kuat arus bertambah sejalan dengan bertambahnya tegangan. Pada elektroda Dua Pisau analisis lubang pada minyak silikon membentuk 2 bulatan penuh menyerupai angka delapan. Pada analisis bentuk lucutan korona, lucutan korona berbentuk hanya titik berwarna cerah.

Kata kunci: *lucutan korona, konfigurasi elektroda Dua Pisau, kurva karakteristik I-V, minyak silikon*

PENDAHULUAN

Konsep plasma pertama kali dikemukakan oleh Langmuir dan Tonks pada tahun 1928 sebagai gas yang terionisasi dalam lucutan listrik [1]. Plasma memiliki berbagai jenis yaitu plasma dingin, plasma termik, dan plasma panas dimana lucutan korona masuk kedalam kategori plasma dingin [2]. Lucutan korona merupakan suatu fenomena kelistrikan yang terjadi karena pengaruh medan listrik yang cukup tinggi terhadap medium gas yang dapat dihasilkan dengan menggunakan sepasang elektroda yang diberi tegangan tinggi [3]. Susunan sepasang elektroda diantaranya satu elektroda tajam

sebagai elektroda aktif dan elektroda lainnya berbentuk persegi panjang horizontal sebagai elektroda pasif.

Proses terjadinya lucutan korona diawali dengan terjadinya lucutan *townsend* kemudian diikuti oleh lucutan pijar (*glow discharge*) atau korona (*corona discharge*) dan berakhir dengan lucutan *arc* [4].

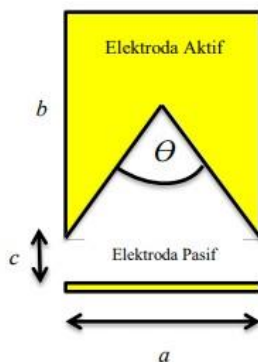
Proses ini dapat direpresentasikan dalam bentuk kurva karakteristik arus – tegangan (I-V) pada pelepasan korona dan hasil pengukuran diameter lubang pada minyak silikon. Nilai arus listrik yang dihasilkan pada pelepasan korona lebih besar dibandingkan dengan nilai arus listrik pada

rangkaian listrik biasa [5]. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti bentuk elektroda [6], angin ion [3], jenis tegangan yang digunakan [7], aliran EHD [8], perpindahan panas konvektif [9], presipitasi elektrostatis [10], dan lain-lain.

Banyaknya keadaan yang terjadi pada pelepasan korona menyulitkan untuk menentukan nilai arus listrik sebagai fungsi tegangan yang tepat. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai arus listrik yang tepat dengan menghasilkan kurva karakteristik I-V, analisis lubang yang dihasilkan pada minyak silikon, dan analisis bentuk lucutan korona pada elektroda Dua Pisau.

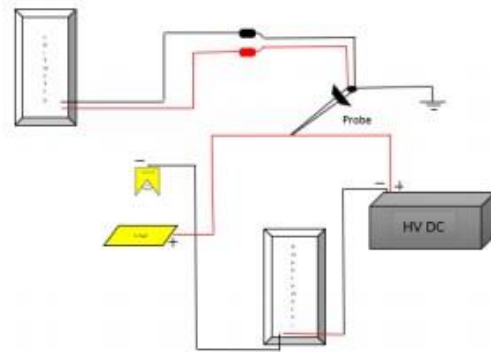
METODE

Rancangan percobaan pelepasan korona DC Negatif pada konfigurasi elektroda Dua Pisau terdiri dari 2 plat elektroda dengan posisi saling tegak lurus seperti terlihat pada Gambar 1. Kedua plat elektroda terbuat dari tembaga dengan kemurnian 99,99%. Elektroda aktif memiliki dua ujung ketajaman dengan ketebalan 0,12mm yang menyerupai pisau, dan elektroda pasif berbentuk persegi panjang yang terletak dibawah elektroda aktif dengan jarak c .



Gambar 1. Penampang Gradien Konfigurasi Elektroda Dua Pisau.

Ada 2 macam variasi yang digunakan pada penelitian. Variasi yang pertama yaitu variasi sudut (30° , 45° , dan 60°), dan variasi yang kedua yaitu variasi jarak (1 cm dan 2 cm). Pada rancang bangun digunakan alat untuk mengukur arus dan tegangan pada rangkaian elektroda. Amperemeter digunakan untuk mengukur arus pada rangkaian dan voltmeter digunakan untuk mengukur beda potensial yang dilengkapi dengan High Voltage Probe agar pembacaan dapat dilakukan dengan mengkonversi dari kV menjadi V.



Gambar 2. Skema Percobaan Konfigurasi Elektroda Dua Pisau.

Pada penelitian digunakan sepasang elektroda yang saling tegak lurus. Berdasarkan Gambar 2, elektroda Dua Pisau berperan sebagai elektroda aktif yang memiliki kutub sumber negatif dan elektroda bidang sebagai elektroda pasif yang memiliki kutub sumber positif. Pada arus DC diberikan tegangan 25 kV dan menggunakan alat bantu pengukuran arus dan tegangan yaitu amperemeter dan voltmeter. Amperemeter yang digunakan yaitu multimeter analog SANWA tipe CX506a dengan tegangan 120 V dan voltmeter yang digunakan yaitu multimeter digital SANWA tipe CD771. Rangkaian dilengkapi dengan High Voltage Probe dengan tegangan maksimum DC 40 kV, model number PD-28, dan serial number 01605733. Probe digunakan untuk mengubah nilai beda potensial dari kV menjadi V.

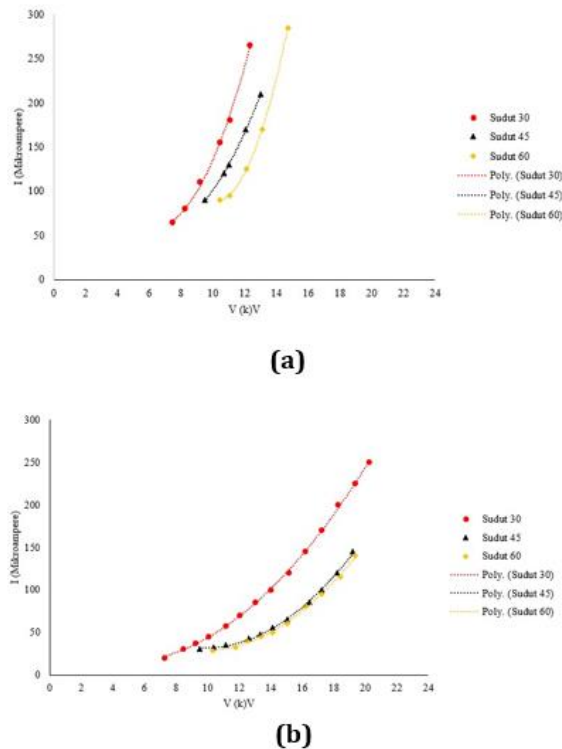
dimensi elektroda aktif yang digunakan adalah panjang plat 4 cm dan tinggi plat 8,5 cm. Eksperimen lucutan korona pada konfigurasi elektroda Dua Pisau dilakukan rentang nilai 0 V hingga muncul debit percikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kurva VI

Grafik karakterisasi diperoleh dari data eksperimen yang dilakukan 3 kali pengulangan dan didapatkan grafik karakterisasi I-V yang terbaik. Karakterisasi I-V didapatkan dengan memberikan tegangan tinggi DC secara perlahan, sehingga didapatkan kondisi yang stabil dengan kenaikan arus. Ketika tegangan tinggi dinaikkan maka akan terjadi lucutan korona secara bertahap.

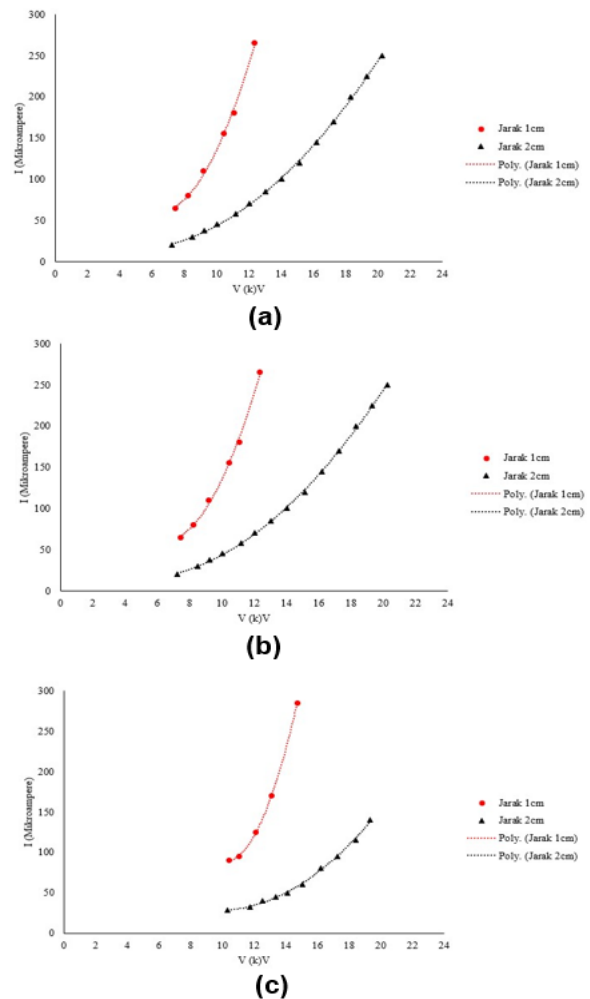
Analisis yang pertama yaitu variasi sudut yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva I-V konfigurasi Dua Pisau corona discharge variasi sudut dengan jarak (a) 1 dan (b) 2 cm.

Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan bahwa semakin kecil sudut pada sebuah elektroda, maka arus yang terjadi akan semakin besar, begitupun sebaliknya semakin besar sudut pada sebuah elektroda maka arus yang terjadi akan semakin kecil. Hal tersebut dapat terjadi karena permukaan elektroda lancip atau tajam akan memproduksi lebih banyak arus listrik daripada sirkuit listrik biasa karena memiliki gradien potensial yang tinggi.

Analisis yang kedua yaitu variasi jarak yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva I-V konfigurasi Dua Pisau corona discharge variasi jarak dengan sudut (a) 30°, (b) 45°, dan (c) 60°.

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa semakin dekat/kecil jarak antar elektroda aktif dan pasif, maka arus yang dihasilkan akan semakin besar. Begitupun sebaliknya, semakin jauh/besar jarak antar elektroda aktif dan pasif, maka arus yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal tersebut dapat terjadi karena kuat medan listrik akan semakin lemah jika jarak antar elektroda semakin jauh sehingga arus semakin kecil.

Analisis Lubang yang dihasilkan pada Minyak Silikon

Minyak silikon yang berada diatas elektroda pasif dan dibawah elektroda aktif menghasilkan lubang yang membuat minyak silikon menjauhi pusat dan bergerak sampai ke tepi lubang. Bergeraknya minyak silikon tersebut dipengaruhi dengan adanya gaya tolak dari angin ion. Kuat medan yang dihasilkan elektroda aktif lebih besar daripada kuat medan elektroda pasif, sehingga gas pada udara yang berada di sekitar elektroda aktif terionisasi. Gambar lubang pada minyak silikon terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Lubang pada minyak silikon dibawah elektroda aktif dengan menggunakan elektroda Dua Pisau Corona Discharge.

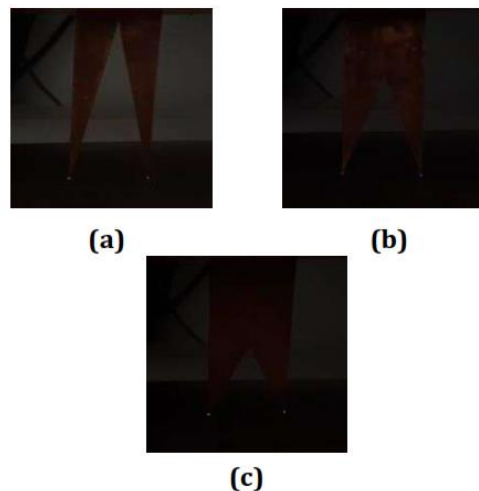
Dari gambar diatas terlihat jelas bahwa minyak silikon terdorong oleh angin ion hingga tepi lubang menjauhi pusat. Angin ion muncul apabila V dinaikkan melebihi tegangan ambang korona. Dari elektroda Dua Pisau menghasilkan bentuk lubang diatas

minyak silikon dengan bentuk 2 bulatan penuh menyerupai angka delapan.

Analisis Bentuk Lucutan Korona

Aliran plasma muncul pada kedua titik permukaan yang tajam elektroda aktif. Aliran plasma dapat muncul karena pada kedua titik permukaan yang tajam memiliki gradien potensial yang lebih besar dibandingkan dengan sisi miring dan sisi samping elektroda aktif. Besarnya nilai gradien potensial mengakibatkan sebaran medan listrik pada kedua titik permukaan yang tajam menjadi tidak seragam sehingga terjadilah lucutan korona.

Analisis yang pertama yaitu variasi sudut yang dapat dilihat pada Gambar 6.

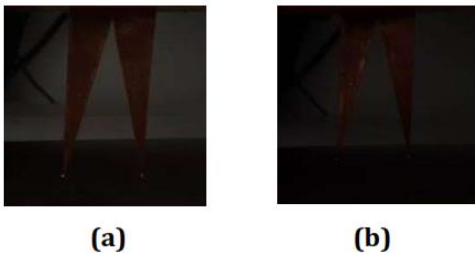


Gambar 6. Corona discharge elektroda Dua Pisau dengan sudut ketajaman (a) 30° , (b) 45° , dan (c) 60° .

Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa semakin kecil sudut sebuah elektroda aktif, maka titik pijaran lucutan terhadap elektroda pasif akan semakin jelas. Hal ini dikarenakan adanya multiplikasi elektron, yaitu kejadian dimana ionisasi primer

dipercepat oleh tegangan yang digunakan sehingga elektron tersebut memiliki energi yang cukup untuk melakukan ionisasi berikutnya. Semakin lancip sudut ketajaman, memiliki elektron yang banyak sehingga memiliki energi yang banyak pula untuk dapat melakukan ionisasi berikutnya.

Analisis yang kedua yaitu variasi jarak yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Corona discharge elektroda Dua Pisau pada jarak (a) 1cm dan (b) 2 cm.

Berdasarkan Gambar 7, dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak antar elektroda aktif dengan elektroda pasif, maka pijaran lucutan korona yang terlihat semakin redup. Hal tersebut terjadi karena elektroda yang berpindah dari tempat satu ke tempat lainnya pada jarak 2cm memerlukan waktu yang lama.

KESIMPULAN

Analisis kurva karakteristik arus dan tegangan I-V lucutan korona pada variasi sudut diperoleh semakin kecil sudut yang digunakan, maka semakin besar arus yang dihasilkan. Sedangkan pada variasi jarak diperoleh semakin jauh jarak antar elektroda maka arus yang dihasilkan akan semakin kecil.

Analisis lubang pada minyak silikon elektroda Dua Pisau dihasilkan bentuk 2 bulatan penuh menyerupai angka delapan.

Analisis bentuk lucutan korona pada variasi sudut diperoleh semakin kecil sudut maka titik pijaran semakin jelas. Sedangkan pada variasi jarak diperoleh semakin jauh jarak antar elektroda maka titik pijaran semakin redup.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung secara finansial oleh Penerimaan Negara Bukan Pajak (BNPB), Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia berdasarkan kontrak No. 2196/UN7.5.8.2/PP/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] van Veldhuizen EM & Rutgers WR. Corona Discharge: Fundamental and Diagnostics. *Journal Physics D: Appl. Phys.* 2002; 35: 2169-2175 2.
- [2] Nur M. *Fisika Plasma dan Aplikasinya*. 2011. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- [3] Rahayu S, Azam M, Triadyaksa P & Nur M. Analisis fenomena elektrodinamik pada permukaan minyak silikon menggunakan plasma lucutan pijar korona positif. *Berkala Fisika*. 2007;10(1): 13-23.
- [4] Raizer Y.P. *Gas Discharge Physics*. 1997. Berlin: Springer-Verlag.
- [5] Wardaya AY, Muhlisin Z, Hudi A, et al. A study of lineplane configuration in the Corona discharge theory. *The European Physical Journal Applied Physics*. 2020;89(3): 30801.
- [6] Spyrou N, Perou R & Hield B. New Result on a Point-to-Plane DC Plasma Reactor in Low-Pressure Dried Air. *Journal Phys. D: Appl. Phys.*, 1994;27: 2329-2339.
- [7] Handoko I & Muhlisin Z. Fenomena lucutan plasma dengan jarum suntik

- sebagai elektroda aktif pada kondisi atmosfer. *Youngster Physics Journal*. 2017;6(2): 191-196.
- [8] Lee TS, Phan T, Fok B, et al. Imploding and Exploding Circular EHD Solitary Waves Propagating onto an Insulating Dielectric Liquid Layer. *ICDL'96. 12th International Conference on Conduction and Breakdown in Dielectric Liquids*. 1996: 57-60.
- [9] Robinson M. Convective heat transfer at the surface of a corona electrode. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 1970;13(2): 263-274.
- [10] Sunardi AF, Dhofir M, & Soemarwanto. Percancangan dan Pembuatan Model Miniatur Electrostatic Precipitator (Pengendap Debu Elektrostatis) untuk Mengurangi Partikel Debu Gas Buang Pabrik Gula Krebet Baru I Kabupaten Malang. *Jurnal Mahasiswa TEUB*. 2013;1(1): 1-6.