

PENGARUH INDUKSI MAGNET PERMANEN DENGAN EMPAT POSISI PADA *DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE*

^{1}}Toni Mangapul,^{1}} Fri Murdiya

^{1}}Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya, Jl. H. R. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam
Pekanbaru 28293

Email: toni.mangapul@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Dielectric barrier discharge technology is widely used in various area as a technology for producing electric plasma. One of the uses of dielectric barrier discharge is to produce ozone. The dielectric barrier discharge configuration consists of two electrodes flanking two dielectrics, air dielectric and solid dielectric. Dielectric discharge occurs in the air gap called plasma. The resulting plasma is not only affected by discharge equipment, but can also be affected by external field effects such as UAV radiation and magnetic fields. This study uses a four position permanent magnet on the dielectric barrier discharge with the magnets located on the top and bottom sides of the electrodes as well as the right and left side of the air gap with three variations of magnetic conditions, namely variation I (Conditions of top and bottom magnet attraction and magnet attraction right and left), variation II (Conditions of top and bottom magnet attraction and repulsion of right and left magnet), variation III (Conditions of top and bottom magnet repulsion and attraction of right and left magnet). The research results showed the highest intensity in variation I. Discharge current obtained from testing was the variation I is greater than variation II and variation III. The results of testing the concentration of ozone dielectric barrier discharge four positions found that the highest ozone concentration in variation I while the lowest ozone concentration in variation III.

Keyword: dielectric barrier discharge, plasma, ozon.

1. PENDAHULUAN

Teknologi *dielectric barrier discharge* banyak digunakan di berbagai bidang sebagai teknologi penghasil plasma listrik. Catu daya tegangan tinggi diperlukan untuk membangkitkan lucutan plasma pada *dielectric barrier discharge*. Lucutan plasma dalam dielectric barrier ini menyebabkan ionisasi gas, hal ini terjadi karena udara gagal mempertahankan sifat isolatornya (Murdiya et al, 2018). Salah satu kegunaan dari dielectric barrier discharge adalah menghasilkan ozon. Ozon diperlukan dalam banyak bidang seperti pada pengawetan cabai agar kualitas asam amino tetap terjaga, gas ozon (O₃) merupakan bahan pengoksidasi yang sangat kuat kedua setelah fluorin, sehingga dapat berfungsi sebagai pembersih, penghilang bau serta sebagai bahan desinfektan yang mampu membunuh semua mikroorganisme seperti bakteri, virus, jamur, benih dsb

Konfigurasi dielectric barrier discharge terdiri dari dua elektroda yang mengapit dua dielektrik yaitu dielektrik udara dan dielektrik padat. Dielektrik udara biasa disebut celah udara sedangkan dielektrik padat dapat berupa granit, kramik, kaca, dll. Lucutan dielektrik berupa plasma terjadi pada celah udara yang dapat dilihat oleh mata dikarenakan udara gagal mempertahankan sifat isolatornya (Murdiya et al, 2018)

Plasma yang dihasilkan tidak hanya dipengaruhi oleh peralatan discharge, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh efek medan luar seperti radiasi UAV dan medan magnet (pekarek, 2018)

Fri Murdiya et al, melakukan penelitian dengan menguji *surface barrier discharge* menggunakan magnet. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian memakai catu daya konverter resonansi seri setengah gelombang dengan frekuensi 25kHz dan tegangan 5kV. Didapatkan hasil bahwa arus

discharge dengan medan magnet lebih kecil dari pada tanpa magnet dan juga plasma dengan medan magnet lebih berkilau dari pada tanpa magnet (Murdiya et al., 2017).

Muhammad Amjad dan Zainal Salam melakukan perancangan dan implementasi dari sebuah frekuensi tinggi LC menggunakan konverter resonan setengah jembatan yang di suplai pada *dielectric barrier discharge*. Dalam penelitian ini tidak memakai trafo dikarenakan adanya kenaikan tegangan tanki LC selain itu dilakukan peningkatan frekuensi operasi hingga 95 kHz. Dari penelitian ini mendapatkan hasil bahwa resonan konverter tinggi dapat meningkatkan daya pada permukaan elektroda *dielectric barrier discharge* (Amjad et al., 2014).

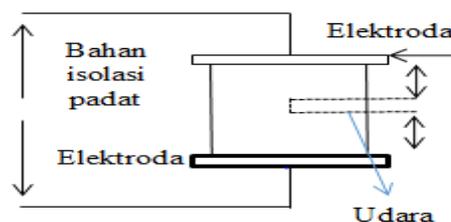
Yidi Liu et al, melakukan sebuah penelitian mengenai efek paralel medan magnet terhadap *dielectric barrier discharge* yang disuplai pulsa *nanosecond* dibawah frekuensi pulsa yang berbeda . efek dari medan magnet paralel terhadap plasma yang dibangkitkan antara dua piringan elektroda paralel yang dipisahkan oleh udara diuji dibawah frekuensi pulsa yang berbeda ini mengindikasikan bahwa arus pulsa yang meningkat dari tegangan, pulsa dan nilai arus meningkat dengan magnet paralel (Liu et al., 2016).

Penggunaan magnet permanen mempengaruhi intensitas plasma yang dihasilkan pada *dielectric barrier discharge*. Intensitas plasma pada *dielectric barrier discharge* menggunakan magnet permanen lebih rendah daripada tanpa menggunakan magnet permanen dan juga ozon yang dihasilkan pada *dielectric barrier discharge* menggunakan magnet permanen lebih tinggi daripada tanpa menggunakan magnet permanen.

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh induksi magnet permanen empat posisi pada *dielectric barrier discharge*. Dengan letak magnet berada pada sisi atas dan bawah elektroda serta sisi kanan dan kiri celah udara dengan variasi kondisi magnet tarik menarik dan tolak menolak.

Peluhan Sebagian (*Partial Discharge*)

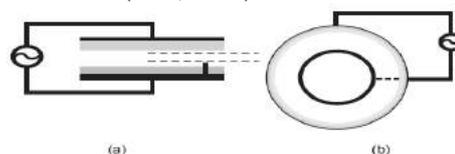
Peluhan parsial terjadi karena adanya hubungan antara dua elektroda namun tidak terhubung secara sempurna. Peluhan ini biasanya terjadi pada material udara (Tobing, 2017). Gambar 1 menunjukkan adanya peluhan parsial.



Gambar 1. Rongga udara bahan isolasi padat (Tobing, 2017)

Dielectric Barrier Discharge

Lucutan penghalang dielektrik atau disebut juga lucutan plasma senyap (*silent discharge plasma*) adalah lucutan yang dapat dioperasikan pada tekanan atmosfer. Lucutan plasma ini dalam skala besar banyak dipakai perusahaan untuk menghasilkan ozon dengan gas sumber yang digunakan adalah udara bebas maupun oksigen. Karakteristik utama *dielectric barrier discharge* adalah celah lucutannya yang sempit dengan jarak millimeter salah satu elektroda ditutupi dengan lapisan osilator (Nur,2011).



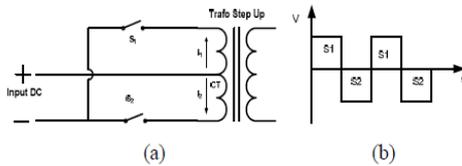
Gambar 2. Konfigurasi *Dielectric Barrier Discharge* (Nur,2011)

Konfigurasi elektroda dari lucutan penghalang dielektrik ditunjukkan pada gambar 2 di atas dengan bagian abu-abu yang merupakan bahan dielektrik. Pembangkit tegangan tinggi berperan menyuplai arus yang terhubung ke elektroda dan bahan dielektrik sehingga akan menghasilkan lucutan diantara celah elektroda dan menyebabkan gas akan terionisasi. Lucutan ini dibentuk dengan pelipatgandaan elektron yang bergerak dari elektroda aktif dan terakumulasi pada bahan dielektrik yang melindungi elektroda pasif pada waktu yang bersamaan (Nur,2011). Selain ini berdasarkan letak dielektrik padatnya ditunjukkan pada gambar 7 di bawah. Konfigurasi *dielectric barrier discharge* terbagi atas tiga posisi dielektrik yaitu berada pada kedua elektroda, salah satu elektroda memiliki dielektrik padat atau dielektrik berada diantara dua elektroda dalam celah udara (Hammadi,2016).

Inverter Push Pull

Prinsip kerja inverter *push pull* yaitu apabila S_1 menutup maka arus yang akan mengalir ke trafo adalah arus I_1 . Sedangkan, jika S_2 menutup

(S_1 buka) maka arus yang mengalir adalah I_2 . Apabila proses itu terjadi berulang ulang maka akan dihasilkan tegangan bolak-balik (AC) yang dihasilkan transformator (Wardhana, 2012). Prinsip kerja tersebut dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Inverter Push-Pull (a) Prinsip Kerja (b) Gelombang Keluaran(Wardhana, 2012)

Dan untuk mengatur frekuensi keluaran (f) dapat dilakukan dengan mengubah-ubah pensaklaran T , dengan persamaan 1 (Mujahid, 2011).

$$f = \frac{1}{T} \text{ (Hz)} \quad (1)$$

Induksi Magnetik

Efek radial magnet pada ruang lucutan produksi ozon berhubungan dengan gaya Lorentz yang diorientasikan dengan sumbu. Kerapatan volume pada gaya ini dapat dihitung dengan persamaan 2 (Pe'karek, 2018).

$$f_{\text{total}} = F_e n + F_m n = qnE + j \times B \quad (2)$$

Dimana:

E = Kuat medan listrik

n = Kerapatan lucutan

j = Kerapatan Arus

B = Induksi magnet

Gaya Lorentz ini bekerja pada lucutan *microdischarge*, ini akan berpengaruh pada arah, interaksi antar lucutan dan kemungkinan pada dimensinya. Gaya Lorentz ini juga dapat menyebabkan perubahan visual pada lucutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa tahapan diantaranya adalah perancangan catu daya, perancangan dielectric barrier discharge dengan menggunakan magnet empat posisi, pengukuran magnet, dan pengujian penelitian.

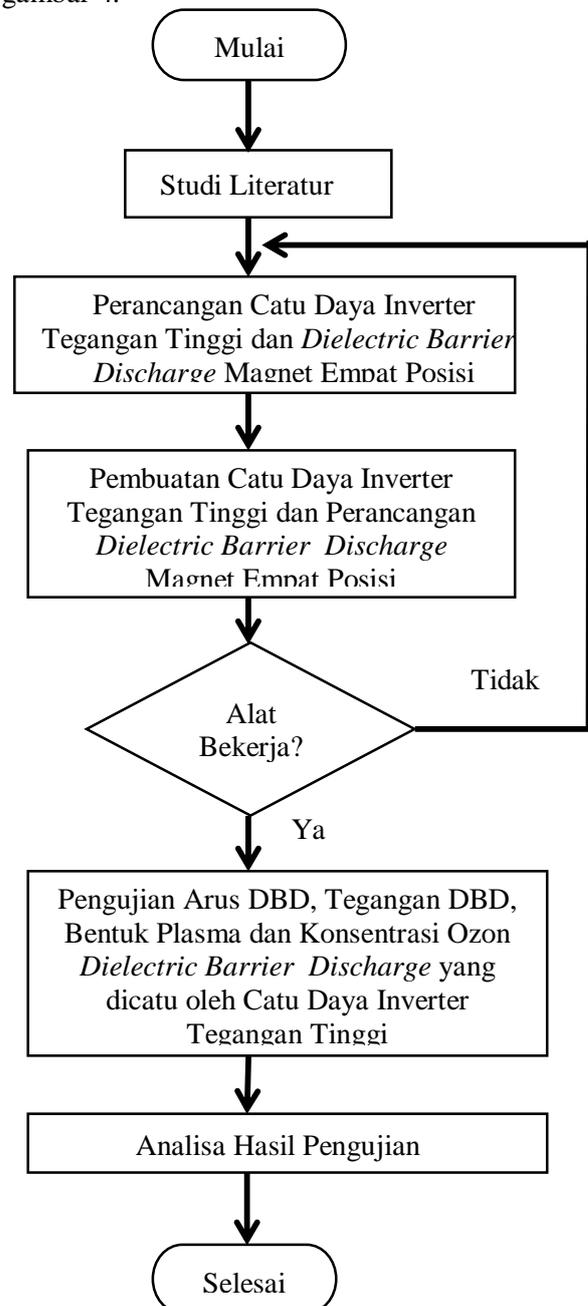
Alat catu daya yang dirancang meliputi SMPS, rangkaian PWM IC CD4047, Inverer push pull resonan, dan trafo flyback. Sedangkan

dielectric barrier discharge dengan bahan bahan berupa plat, granit, dan magnet.

Setelah alat telah dirancang dan di bangun, dilanjutkan dengan pengujian arus, tegangan, bentuk plasma dan konsentrasi ozon. Pengujian dilakukan pada kondisi magnet empat posisi yang divariasikan dengan konsisi Tarik menarik dan tolak menolak.

Flowchart Penelitian

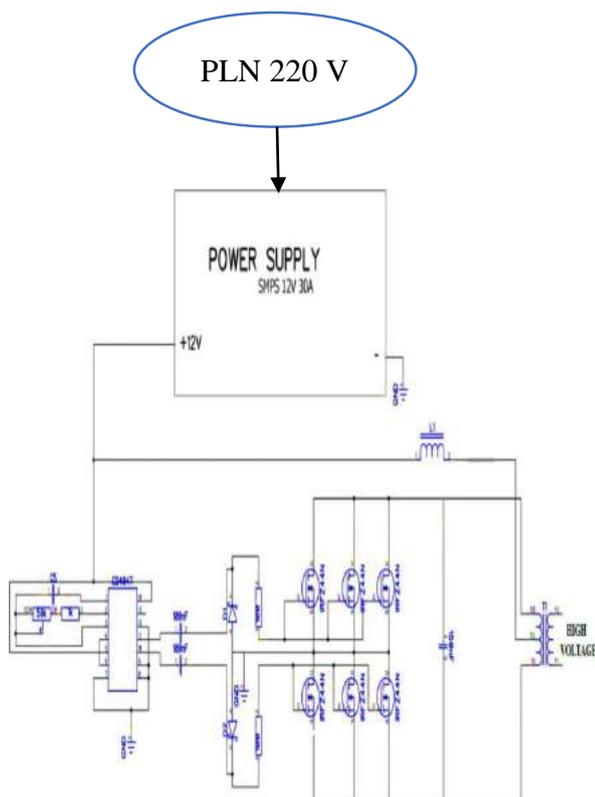
Adapun langkah-langkah penelitian ini dapat dilihat pada *flowchart* yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Penelitian

Perancangan Catu Daya

Catu daya yang digunakan pada penelitian ini adalah rangkaian inverter push pull resonan parallel yang dikontrol oleh IC CD4047 dengan *supply* SMPS yang berfungsi menyearahkan tegangan sumber PLN 220 V. Tegangan keluaran SMPS didapat sebesar 11 VDC kemudian digunakan untuk mencatu rangkaian kontrol IC CD4047. Keluaran IC CD4047 sebesar 9,10 VDC kemudian dihubungkan ke gate dari mosfet dengan frekuensi osilasi sebesar 20 kHz. Sehingga didapatkan keluaran Inverter sebesar 10,49 V yang akan disuplai pada trafo Flyback dengan belitan primer flyback memiliki center tap yang terhubung dari keluaran smps 11 VDC melalui induktor 100mH . Rangkaian Catu daya lebih jelasnya dapat dilihat dari gambar 5.

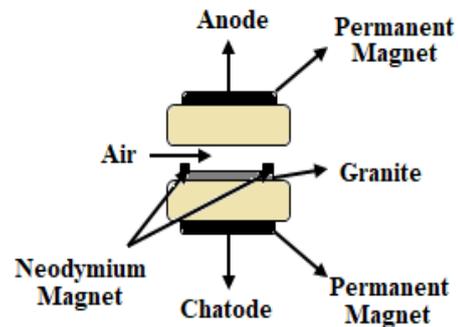


Gambar 5. Rangkaian Catu Daya Tegangan Tinggi

Perancangan Dielectric Barrier Discharge

Dielectric barrier discharge dirancang dengan menggunakan dua plat lingkaran berdiameter 10 cm sebagai anoda dan katoda. Diantara plat tersebut diletakkan dielektrik padat dengan ketebalan 9mm dan dielektrik udara dengan

jarak 2mm. Gambar 6 menunjukkan konstruksi dari *dielectric barrier discharge*.



Gambar 6. Konstruksi *Dielectric Barrier Discharge*

Peletakan magnet permanen dan neodyum dilakukan dengan posisi Magnet permanen berada di atas dan bawah serta magnet neodymium berada di kanan dan kiri pada *dielectric barrier discharge*.

Pengukuran kuat medan magnet

magnet speaker dan magnet *neodymium* diukur terlebih dahulu sebelum dilakukan pengukuran.

A. Magnet speaker

Hasil pengukuran kuat medan magnet speaker ditunjukkan pada gambar 7 dibawah, didapatkan bahwa magnet yang berada di atas elektroda anoda memiliki kuat medan magnet sebesar 40,5 miliTesla(mT) sedangkan untuk hasil pengukuran kuat medan magnet yang berada di bawah elektroda katoda memiliki kuat medan magnet sebesar 45,2 mT



Gambar 7. Kuat medan magnet speaker untuk kondisi tarik-menarik/tolak menolak atas dan

bawah (a) magnet diatas elektroda anoda (b)
magnet dibawah elektroda katoda

B. Magnet neodymium

Hasil pengukuran kuat medan magnet *neodymium* ditunjukkan pada gambar 8. dibawah, didapatkan bahwa magnet yang berada dicelah *discharge* sebelah kanan memiliki kuat medan magnet 150,8 miliTesla (mT) sedangkan kuat medan magnet sebelah kiri 146,8 miliTesla (mT)

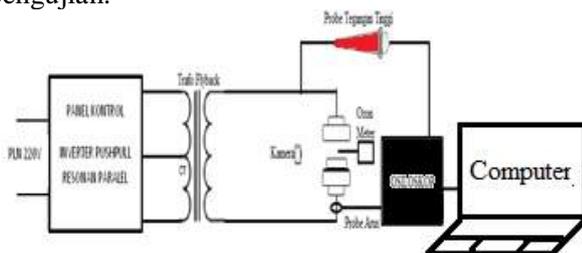


(a)

Gambar 8. Kuat medan magnet *neodymium* kondisi tarik-menarik/tolak-menolak pada celah *discharge* (a) magnet *neodymium* sebelah kanan (b) magnet *neodymium* sebelah kiri

Proses Pengujian *Dielectric Barrier Discharge*

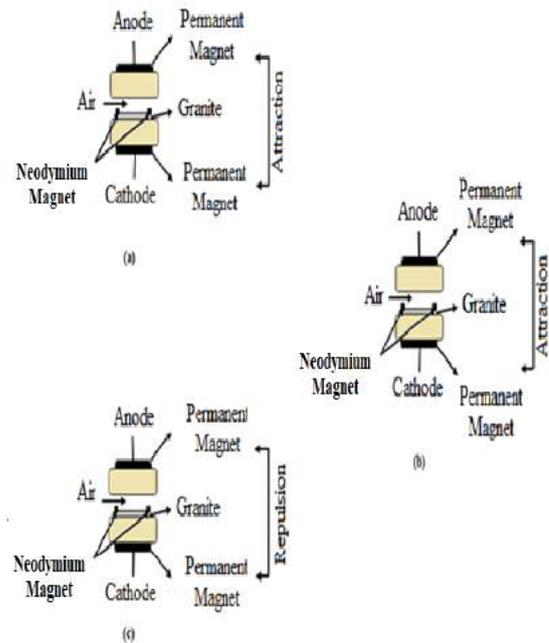
Pengujian dilakukan pada *dielectric barrier discharge* dengan jarak celah udara 2mm. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan rangkaian catu daya dengan *dielectric barrier discharge*, kemudian dilanjutkan dengan pengukuran Arus dan tegangan dengan menggunakan osiloskop digital. Bentuk plasma ditangkap menggunakan kamera hp dan untuk konsentrasi ozon diukur menggunakan alat ukur ozon. Gambar 9 menunjukkan skema pengujian.



Gambar 9. Skema Pengujian Penelitian

Pada *dielectric barrier discharge* menggunakan magnet permanen dan dua neodymium pada empat posisi. Magnet ini akan diatur kondisinya dengan beberapa variasi yang dapat dilihat pada gambar 10. Variasi tersebut adalah:

1. Variasi I yaitu kondisi tarik-menarik magnet atas dan bawah serta tarik-menarik magnet kanan dan kiri
2. Variasi II yaitu kondisi tarik-menarik magnet atas dan bawah serta magnet kanan dan kiri tolak-menolak
3. Variasi III yaitu kondisi tolak-menolak magnet atas dan bawah serta tolak-menolak magnet kanan dan kiri

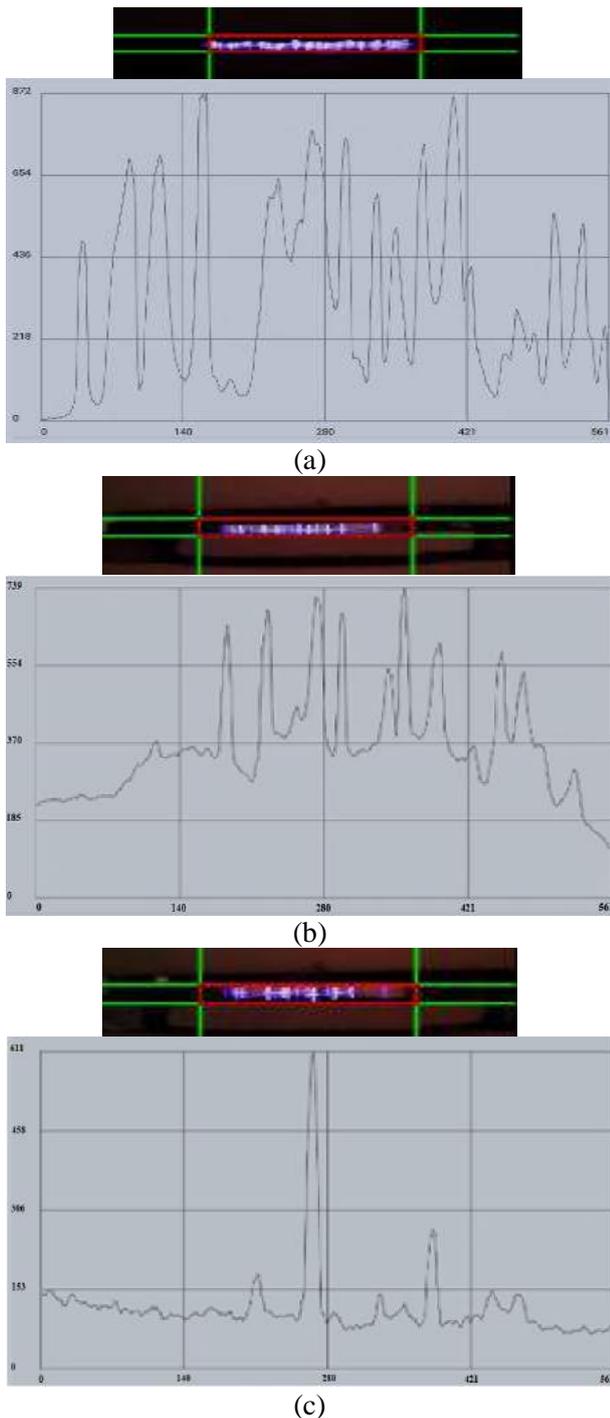


Gambar 10. Posisi Magnet pada Dielectric Barrier Discharge (a) Variasi I, (b) Variasi II, (c) Variasi III

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Bentuk Plasma

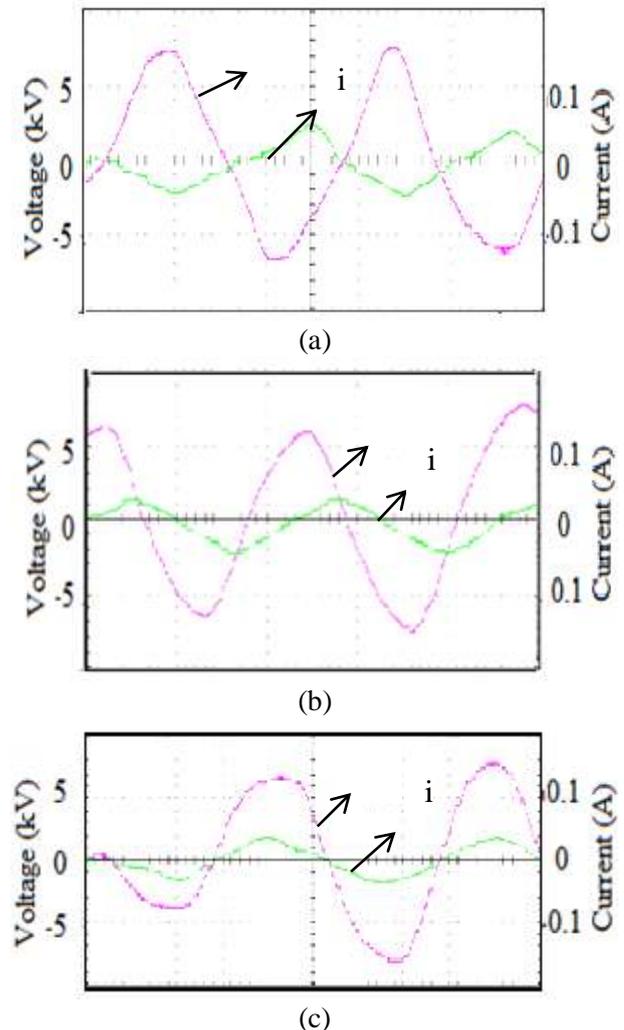
Hasil Penelitian bentuk plasma dapat dilihat pada gambar 11. Bentuk plasma tersebut diambil menggunakan aplikasi aspectra mini. Aspectra mini adalah aplikasi untuk melihat spectrum cahaya sebuah gambar dan akan menampilkan intensitas cahaya (a.u) beserta grafik intensitas cahayanya.



Gambar 11. Bentuk Plasma DBD, (a) Variasi I, (b) Variasi II, (c) Variasi III

Dari hasil dapat diketahui bahwa penyebaran plasma yang paling merata adalah pada variasi I yang ditunjukkan oleh gambar plasma beserta grafik intensitas cahaya yang hampir sama. Penyebaran plasma yang tidak merata dapat dilihat pada variasi III. Intensitas cahaya variasi I adalah yang paling tinggi dari ketiga model. Nilai intensitas terendah adalah variasi III.

B. Tegangan dan Arus

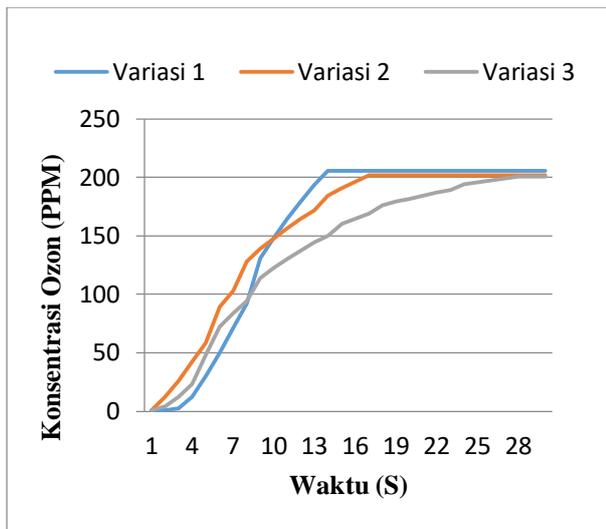


Gambar 12. Tegangan dan Arus DBD, (a) variasi I, (b) variasi II, (c) variasi III,

Dari gambar 12 dapat diketahui bahwa arus *dielectric barrier discharge* tertinggi pada jarak celah udara 2mm berada pada kondisi tarik-menarik satu magnet atas dan bawah (Model III). Dengan demikian nilai arus pada kondisi tarik-menarik pada jarak 2mm lebih tinggi dari kondisi tolak-menolak

C. Konsentrasi Ozon

Hasil pengukuran konsentrasi ozon didapatkan melalui alat ukur ozon dengan waktu pengukuran selama 30 detik. Gambar 13 menunjukkan grafik konsentrasi ozon.



Gambar 13. Grafik konsentrasi ozon magnet empat posisi jarak 2 mm

Dari grafik terlihat bahwa konsentrasi ozon tertinggi berada pada variasi I dan Konsentrasi terendah berada pada Variasi 3. Dengan demikian dapat dikatakan konsentrasi ozon dapat meningkat lebih besar pada magnet empat posisi dengan kondisi Tarik-menarik.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian *dielectric barrier discharge* dengan magnet empat posisi pada jarak 2mm dapat ditarik kesimpulan seperti Hasil pengujian intensitas cahaya didapatkan intensitas tertinggi pada Variasi I (magnet tarik-menarik atas dan bawah serta magnet tarik-menarik kanan dan kiri). Arus *discharge* yang didapatkan dari pengujian bahwa pada Variasi I (magnet tarik-menarik atas dan bawah serta magnet tarik-menarik kanan dan kiri) lebih besar dari Variasi II (magnet tarik-menarik atas dan bawah serta magnet tolak-menolak kanan dan kiri) dan Variasi III (magnet tolak-menolak atas dan bawah serta magnet tolak-menolak kanan dan kiri). Hasil pengujian konsentrasi ozon *dielectric barrier discharge* magnet empat posisi didapatkan bahwa konsentrasi ozon tertinggi pada variasi I (magnet tarik-menarik atas dan bawah serta magnet tarik-menarik kanan dan kiri) sedangkan konsentrasi ozon terendah pada Variasi III (magnet tolak-menolak atas dan bawah serta magnet tolak-menolak kanan dan kiri).

- Liu, Y., Qi, H., Fan, Z., & Ren, C. S. (2016). *The impacts of magnetic field on repetitive nanosecond pulsed dielectric barrier discharge in air*. *Physic of Plasmas*, Volume 23.
- Murdiya, F., Suwitno, Anto, B., Ervianto, E., Hamdani, E., & Amri, A. (2018). *Barrier Discharge In Magnetic Field: The Effect Of Magnet Position Induced Discharge In Gap*. 2018 2nd International Conference on Electrical Engineering and Informatics (Icon EEI 2018), Batam-Indonesia,
- Murdiya, F., Febrizal, & Amri, A. (2017). *The performance of surface barrier discharge in magnetic field driven by half bridge series resonance converter*. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, Vol.8, No.2, pp.95-102.
- Nur, M. (2011). *Fisika Plasma dan Aplikasinya*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Peka'rek, S. (2018). *Experimental Study of Pulse Polarity and Magnetic Field on Ozone Production of the Dielectric barrier discharge in Air*. *Plasma Chemistry Plasma Processing*, Springer.
- Tobing, Bonggas L. (2003). *Dasar-dasar Teknik Pengujian Tegangan Tinggi edisi ketiga*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Wardhana, IS. Warsito, A. Karnoto. (2012) "Perancangan Inverter Push Pull Resonan Paralel Pada Aplikasi Fotovoltaik", *Jurnal Tugas Akhir. Teknik Elektro Universitas Diponegoro*.
- Mujahid, W. (2011). "Perancangan Pembangkit Tegangan Tinggi AC Frekuensi Tinggi dengan Kumpanan Tesla Menggunakan Inverter Push-Pull", *Jurnal Tugas Akhir. Teknik Elektro Universitas Diponegoro*.

DAFTAR PUSTAKA