Perancangan Simulasi pada bagian *Patch* Mikrostrip Antena untuk deteksi *Partial Discharge* Politeknik Enjinering Indorama

YUDA MUHAMMAD HAMDANI, DANI USMAN, HATIB SETIANA

Politeknik Enjinering Indorama
Email : yuda.muhammad@pei.ac.id

ABSTRAK

Partial discharge merupakan suatu fenomena peluahan listrik secara lokal yang menghubungkan secara parsial dari isolasi diantara konduktor dan yang terjadi baik di permukaan konduktor maupun di dalam konduktor. Selama terjadi Partial Discharge, ada beberapa fenomena yang menyertai terjadinya Partial Discharge, antara lain arus impuls, radiasi cahaya panas, gelombang elektromagnetik, gelombang mekanik dan proses kimia. Fenomena inilah yang ditangkap untuk mengetahui keberadaan Partial Discharge. Salah satu pengukuran Partial Discharge menggunakan metode Ultra High Frequency yaitu, dengan mengukur gelombang yang ditimbulkan oleh partial discharge. Antena merupakan salah satu bentuk antenna yang dikembangkan dari sebuah antenna refensi. Perubahan parameter yang telah dilakukan pada 5 parameter (r, C, D, E, F) menunjukkan hasil yang tidak terlalu signifikan terhadap referensi yang telah ada. Perubahan parameter r menjadi salah satu perubahan yang sangat signifikan terhadap perubahan nilai ukuran dimensinya.

***Kata kunci**: Mikrostrip, Antenna, Partial Discharge*

ABSTRACT

Partial discharge is a localized electrical discharge phenomenon that partially connects the insulation between the conductors and occurs both on the surface of the conductor and inside the conductor. During Partial Discharge, there are several phenomena that accompany the Partial Discharge, including impulse currents, radiant heat, electromagnetic waves, mechanical waves and chemical processes. This phenomenon is captured to determine the existence of Partial Discharge. One of the Partial Discharge measurements uses the Ultra High Frequency method, namely, by measuring the waves generated by the partial discharge. Antenna is a form of antenna that was developed from a reference antenna. Parameter changes that have been made to 5 parameters (r, C, D, E, F) show results that are not too significant to the existing reference. The change in the parameter r is one of the most significant changes to the change in the value of the dimension size.

***Keywords**: Microstrip, Antenna, Partial Discharge*

1. PENDAHULUAN

Partial Discharge adalah peristiwa pelepasan bunga api listrik yang terjadi pada sebagian dari sistem isolasi sebagai akibat dari adanya beda potensial yang tinggi dalam isolasi tersebut. Pada saat sistem isolasi menahan electrical stress dan thermal stress yang terus menerus maka akan terjadi penuaan (aging) yang menyebabkan kegagalan isolasi. Fenomena ini dideteksi dengan pengamatan dan pengukuran pulsa Partial discharge. pengukuran partial discharge dapat dideteksi oleh antenna sebagai sensor dengan metode UHF. Antenna dapat mendeteksi partial discharge melalui gelombang yang dipancarkan oleh suatu bahan isolasi yang mengalami partial discharge. Frekuensi gelombang partial dicharge berada pada rentang 300 MHz - 3 GHz. (Suwarno, 2014) Desain antenna yang akan digunakan untuk mendeteksi PD adalah Ultra-Wideband Double Layer Antenna. Antenna tersebut memiliki frekuensi kerja yang lebar 50 MHz – 5 GHz. Desain antenna tersebut memiliki parameter yang masih dapat dilakukan perbaikan untuk memperoleh hasil yang optimum. (Abrar Hakim, 2017) (Muslim, et al., Enhanced bowtie UHF antenna for detecting partial discharge in gas insulated substation, 2013) (Muslim, et al., Improvement of bowtie UHF antenna model for detecting PD in GIS, 2013) (Khotimah, Khayam, Tai, Kozako, & Hikita, 2015) (Andre, Emeraldi, Hazmi, Waldi, & Khayam, 2017) (Ashari & Khayam, 2017) (Furqon, Putra, & Khayam, 2017) (Hakim & Khayam, 2017) (Darmawan & Khayam, 2015)Parameter pada bagian patch antenna akan disimulasikan kembali dengan beberapa ukuran untuk melihat hasil perubahan yang akan diperoleh. Hasil perubahan ini akan digunakan untuk referensi perbaikan antena agar mendapatkan hasil yang maksimum.

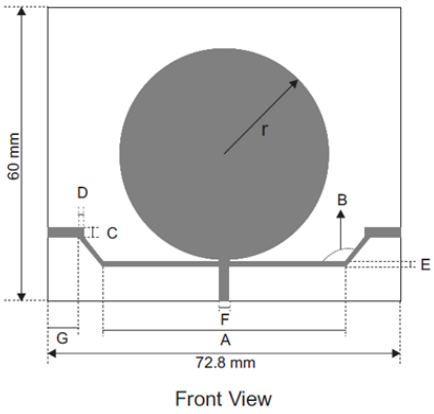
Metode penelitian menggunakan referensi dari bentuk antenna yang telah dibuat dengan karakteristik yang sesuai untuk pengukuran partial discharge. Referensi antenna disimulasikan pada software CST Visual Studio 2016 untuk melihat hasil parameter seperti Returnloss dan VSWR. Dimensi pada bentuk antenna disimulasikan dengan 3 ukuran yang berbeda, sehingga dapat membandingkan ketiga hasil simulasi. Dari semua perbandingan hasil simulasi didapatkan dimensi optimum dari antenna. Dimensi optimum digunakan sebagai hasil akhir dari percobaan dari semua perubahan dimensi yang telah dilakukan, karena pada desain optimum paremeter antenna merupakan hasil paling baik dari percobaan yang telah dilakukan.

2. DESAIN ANTENA

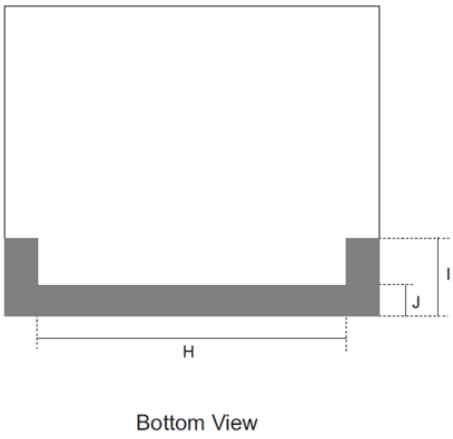
Dalam Penelitian ini, desain antenna menurut referensi menjadi usulan pada percobaan simulasi. (Simorangkir, 2011) Berdasarkan alasan kesederhanaan dan kemungkinan pengembangan lebih lanjut, antena monopole berbentuk T dengan beban resistif dipilih sebagai rancangan awal antena yang diusulkan. Penyelidikan parameter pada lengan dan patch berbentuk lingkaran diimplementasikan ke desain yang ada untuk mencapai desain optimal.

Penempatan patch lingkaran di atas lengan antena diinvestigasi. Nilai awal jari-jari patch untuk penyelidikan dipilih menjadi 22 mm karena nilai ini mendekati seperempat panjang gelombang frekuensi tengah. Karena efek pembebanan resistif pada langkah sebelumnya berkontribusi pada penurunan efisiensi radiasi yang lebih kuat daripada transisi mendadak, penempatan patch lingkaran diharapkan dapat meningkatkan efisiensi radiasi. Selain itu, patch lingkaran juga mempengaruhi peningkatan resistansi radiasi dan sebaran efektif antena juga, sehingga efisiensi radiasi antena dapat meningkat.

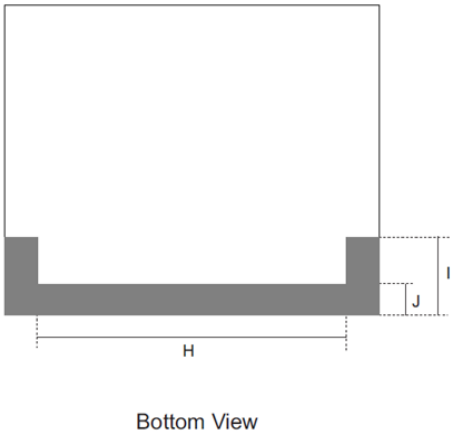
Oleh karena itu, geometri akhir antena yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 2. Parameter optimum antena yang diusulkan seperti panjang lengan setelah transisi (C), lebar lengan (D), lebar lengan (E), lebar pencatu daya (F), jari-jari lingkaran patch (r), diselidiki melalui studi parametrik dengan koefisien refleksi (S11) digunakan untuk indikator kinerja untuk setiap parameter.



Gambar 1. Tampak depan desain antenna referensi beserta dimensinya.



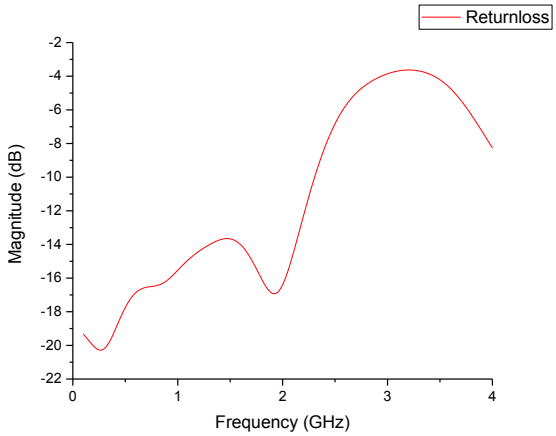
Gambar 2. Tampak Belakang desain antenna referensi beserta dimensinya



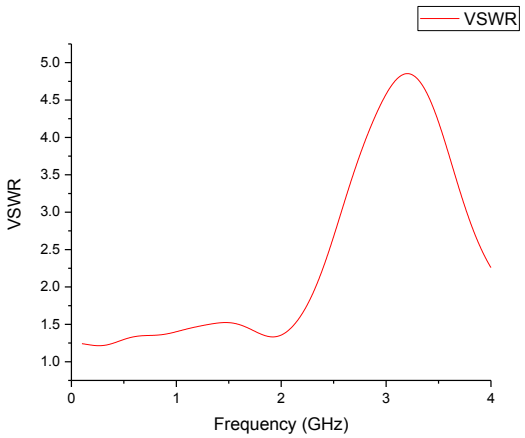
Tabel 1. Referens dimensions of proposed antenna.

Bentuk antenna referensi mempunyai hasil lebar pita yang besar mulai 50 MHz – 2.30 GHz yang mampu diimplemtasikan untuk mendeteksi sinyal PD. Frekuensi sinyal PD yaitu pada rentang 300 MHz - 3 GHz. Hal tersebut menandakan rentang antenna masih sesuai untuk digunakan pada pengukuran PD karena rentang frekuensi PD terdapat pada rentang frekuensi antenna. Berikut hasil pengukuran Return Loss dan VSWR antenna referensi yang dapat menunjukkan kinerja dari sebuah antenna.

Hasil dari pengukuran Return Loss serta VSWR berdasarkan software simulasi ditunjukkan pada Gambar 3, dimana desain mengacu pada referensi antenna.



Gambar 3. Hasil Returnloss Antenna



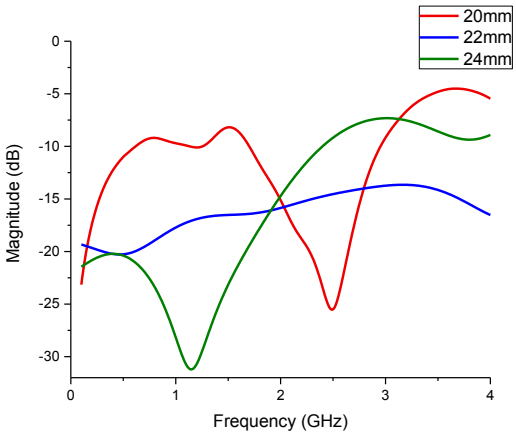
Gambar 4. Hasil VSWR Antenna

Gambar 3 dan gambar 4 menunjukkan hasil simulasi menggunakan software CST. Hasil yang didapatkan rentang frekuensi kerja (VSWR < 2 dan Returnloss < -10 dB) antenna 50 MHz – 2.30 GHz. Hasil frekuensi, antenna sudah mampu untuk mendeteksi sinyal PD, karena rentang frekuensi sinyal PD masih terdapat pada rentang frekuensi yang antenna.

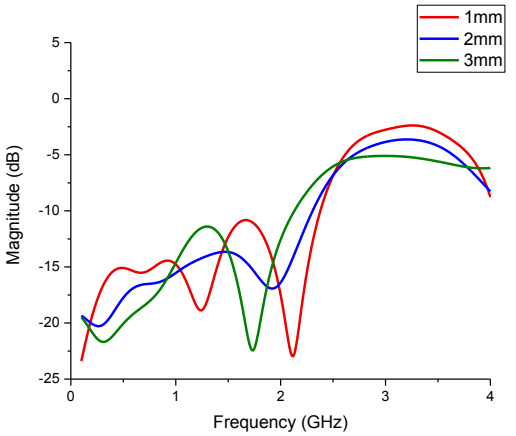
3. HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

3.1 Hasil Simulasi Patch Lingkaran

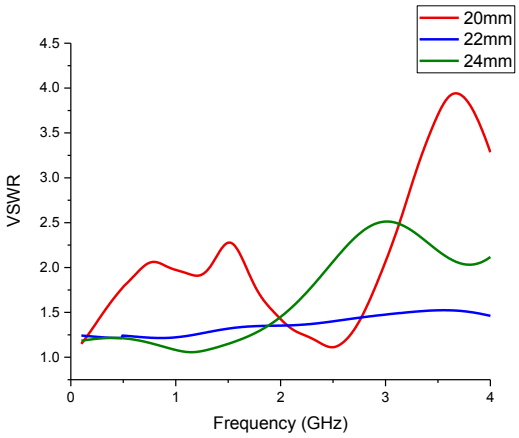
Parameter pertama yang diselidiki adalah jari jari dari patch yang berbentuk lingkaran (r) dan lebar patch (F). Percobaan dimulai dengan pengaturan F dalam nilai konstan 2 mm dan kemudian melakukan studi parameter untuk mendapatkan nilai optimum F. dengan nilai optimum r, studi parameter dilakukan lagi untuk mendapatkan nilai optimum r. Gambar 5 dan 6 menunjukkan efek dari berbagai parameter F dan r terhadap koefisien refleksi dan gambar 7 dan gambar 8 menunjukkan efek dari berbagai parameter F dan r terhadap VSWR. Dari hasil tersebut, nilai optimum F dalah 2 mm, sedangkan untuk r adalah 22 mm. hal ini menandakan bahwa penyesuaian r berpengaruh signifikan terhadap pencocokan impedansi untuk frekuensi tinggi dan frekuensi rendah, sedangkan penyesuain F memainkan peranan penting terhadap pencocokan impedansi untuk frekuensi.



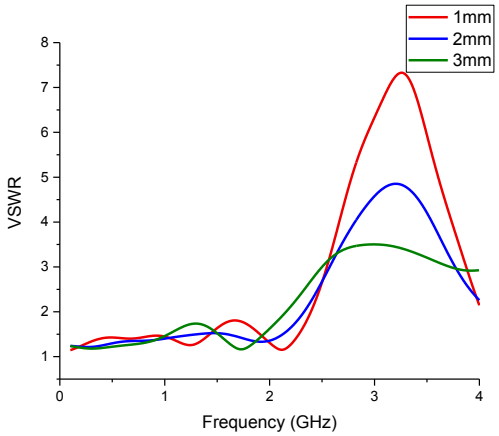
Gambar 5. Hasil Koefisien refleksi terhadap perubahan parameter R.



Gambar 6. Hasil Koefisien refleksi terhadap perubahan parameter F.



Gambar 7. Hasil VSWR terhadap perubahan parameter R.



Gambar 8. Hasil VSWR terhadap perubahan parameter F.

Berdasarkan hasil koefisien refleksi terhadap perubahan parameter (r) atau parameter lingkaran dilihat pada grafik koefisien refleksi pada gambar 8. Perubahan ukuran diatas atau dibawah nilai referensi (22 mm) mengubah hasil koefisien refleksi yang sangat signifikan. Bisa dilihat pada gambar tersebut pada nilai 20mm terbagi menjadi tiga rentang frekuensi dan pada nilai 24 mm terbagi menjadi 2 frekuensi pada -10 dB. Hal serupa terjadi juga pada VSWR ketika perubahan nilai menjadi 20 mm dan 24 mm, rentang frekuensi mejadi lebih kecil.

Pengukuran nilai F berdasarkan grafik pada gambar 10 mengindikasikan hasil koefisien rekleksi dan VSWR yang didapat tidak terlalu signifikan terhadap berubahan nilai baik pada nilai 1 mm, 2 mm dan 3 mm. perubahan nilai F terhadap bandwidth frekuensi antenna hanya terdapat perubahan kecil.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Dimensi r

No	Dimensi R	Bandwidth	ReturnLoss	VSWR
1	20 mm	50 MHz – 0.61 GHz 1.12 GHz – 1.25 Ghz	50 MHz – 0.61 GHz 1.12 GHz – 1.25 Ghz	50 MHz – 0.68 GHz 0.93 GHz – 1.32 Ghz

		1.70 Ghz – 2.95 GHz	1.70 Ghz – 2.95 GHz	1.67 Ghz – 2.97 GHz
2	22 mm	50 MHz – 2.30 GHz	50 Mhz – 2.30 GHz	50 MHz – 2.33 GHz
3	24 mm	50 MHz – 1.12 GHz 3.78 GHz – 4 Ghz	50 MHz – 1.12 GHz 3.78 GHz – 4 Ghz	50 MHz – 1.15 GHz 3.77 GHz – 4 Ghz

Tabel 3. Hasil Pengukuran Dimensi F

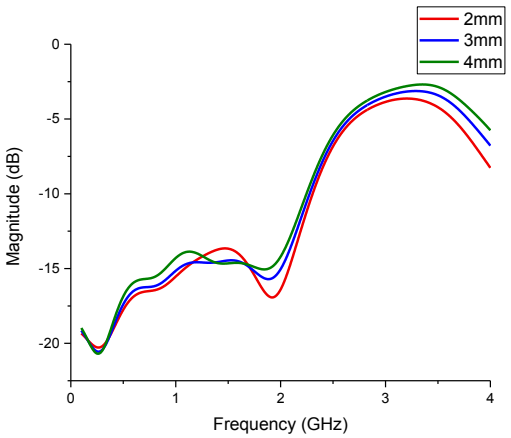
No	Dimensi F	Bandwidth	ReturnLoss	VSWR
1	1 mm	50 MHz – 2.39 GHz	50 Mhz – 2.37 GHz	50 MHz – 2.39 GHz
2	2 mm	50 MHz – 2.30 GHz	50 Mhz – 2.30 GHz	50 MHz – 2.32 GHz
3	3 mm	50 MHz – 2.13 GHz	50 Mhz – 2.13 GHz	50 MHz – 2.15 GHz

Dari hasil pengukuran, r optimal pada ukuran 22 mm dengan bandwidth antenna 50 MHz - 2.39 GHz. Sedangkan F optimal pada ukuran 1 mm dengan bandwidth 50 MHz - 2.39 GHz.

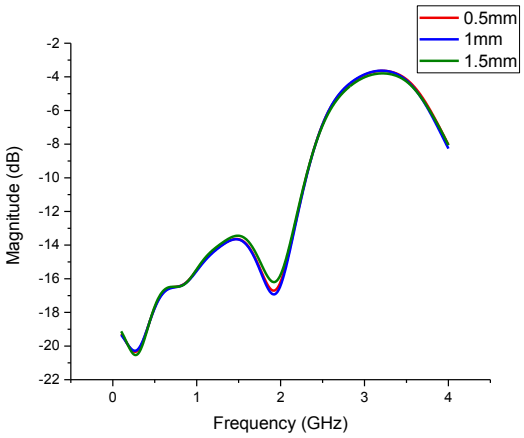
Hal ini menandakan untuk perubahan r dapat mengubah bandwidth dengan perbedaan yang sangat signifikan terhadap nilai koefisien refleksi dan VSWR antenna. Sedangkan perubahan nilai F tidak signifikan terhadap nilai koefisien rekleksi dan VSWR.

3.2 Hasil Simulasi Patch Lengan

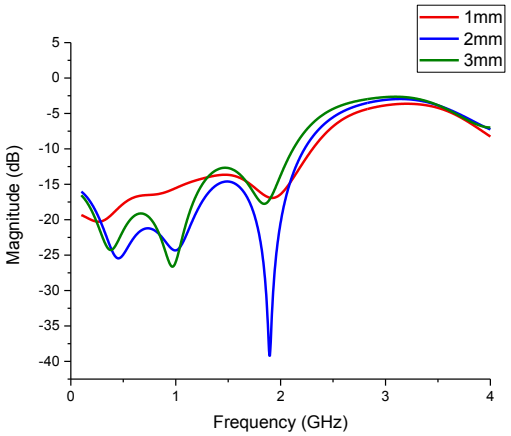
Dimensi Lengan memiliki parameter C, D dan E. Parameter yang diselidiki adalah panjang dan lebar dari lengan (C, D dan E). Percobaan dimulai dengan pengaturan C dalam nilai konstan 2 mm dan kemudian melakukan studi parameter untuk mendapatkan nilai optimum C. dengan nilai optimum C, studi parameter dilakukan lagi untuk mendapatkan nilai optimum D dan E. Gambar 9, 10 dan 11 menunjukkan efek dari berbagai parameter C, D dan E terhadap koefisien refleksi dan gambar 12, 13 dan 14 menunjukkan efek dari berbagai parameter C, D dan E terhadap VSWR.



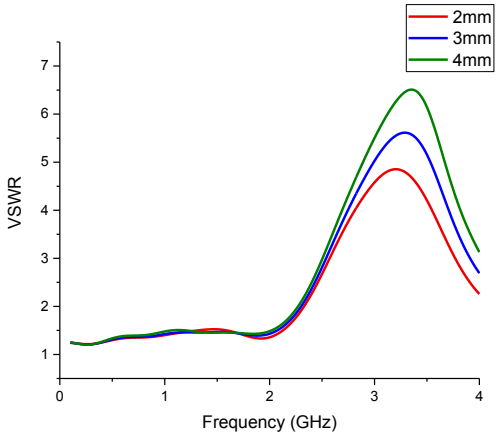
Gambar 9. Hasil Koefisien refleksi terhadap perubahan parameter C.



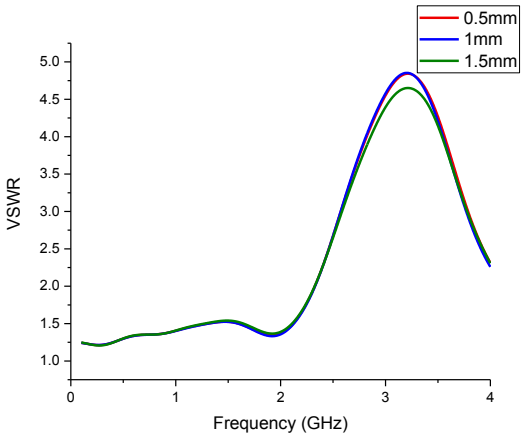
Gambar 10. Hasil Koefisien refleksi terhadap perubahan parameter D.



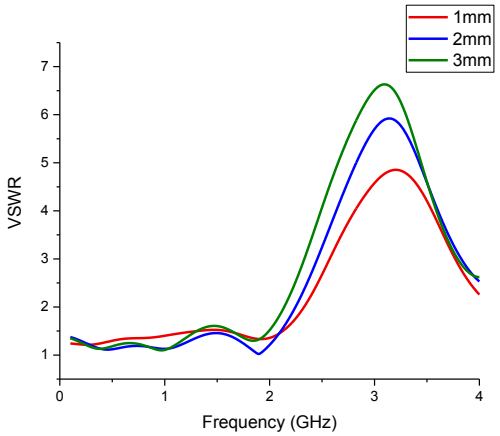
Gambar 11. Hasil Koefisien refleksi terhadap perubahan parameter E.



Gambar 12. Hasil VSWR terhadap perubahan parameter C.



Gambar 13. Hasil VSWR terhadap perubahan parameter D.



Gambar 14. Hasil VSWR terhadap perubahan parameter E.

Berdasarkan hasil yang didapat, perubahan parameter C dengan ukuran 2 mm, 3 mm dan 4 cm mengalami perubahan yang tidak terlalu signifikan pada grafik koefisien refleksi dan VSWR. Frekuensi yang didapat yaitu 50 MHz - 2.30 GHz. hal serupa terjadi pada hasil D dan E, perubahan yang tidak terlalu signifikan ketika terjadi perubahan nilai, bandwidth yang masih berada pada rentang yang hampir sama. Berikut tabel data pengukuran dimensi C, D dan E pada ke-tiga ukuran yang diperoleh.

Tabel 4. Hasil pengukuran dimensi C.

No	Dimensi C	Bandwidth	ReturnLoss	VSWR
1	2 mm	50 MHz – 2.30 GHz	50 Mhz – 2.30 GHz	50 MHz – 2.33 GHz
2	3 mm	50 MHz – 2.27 GHz	50 MHz – 2.27 GHz	50 Mhz – 2.30 GHz
3	4 mm	50 Mhz – 2.24 GHz	50 Mhz – 2.24 GHz	50 Mhz – 2.27 GHz

Tabel 5. Hasil Pengukuran Dimensi D

No	Dimensi D	Bandwidth	ReturnLoss	VSWR
1	0.5 mm	50 MHz – 2.30 GHz	50 Mhz – 2.30 GHz	50 MHz – 2.33 GHz
2	1 mm	50 MHz – 2.30 GHz	50 MHz – 2.30 GHz	50 Mhz – 2.32 GHz

3	1.5 mm	50 Mhz – 2.30 GHz	50 Mhz – 2.30 GHz	50 Mhz – 2.32 GHz

Tabel 6. Hasil Pengukuran Dimensi E

No	Dimensi E	Bandwidth	ReturnLoss	VSWR
1	1 mm	50 MHz – 2.30 GHz	50 Mhz – 2.30 GHz	50 MHz – 2.33 GHz
2	2 mm	50 MHz – 2.22 GHz	50 MHz – 2.22 GHz	50 Mhz – 2.24 GHz
3	3 mm	50 Mhz – 2.12 GHz	50 Mhz – 2.12 GHz	50 Mhz – 2.13 GHz

Hasil pengukuran nilai C optimal pada ukuran 2 mm dengan bandwidth antenna 50 MHz - 2.30 GHz. D optimal pada ukuran 1mm dengan bandwidth 50 MHz - 2.30 GHz. Sedangkan E optimal pada ukuran 1 mm dengan bandwidth 50 MHz - 2.30 GHz. hal ini mengakibatkan perubahan ukuran pada dimensi bentuk C, D dan E tidak signifikan mempengaruhi nilai bandwidth yang dilihat dari hasil koefisien refleksi dan VSWR.

4. KESIMPULAN

Desain numerik dari antena yang diusulkan untuk deteksi PD telah dibuktikan melalui penyelidikan parameter fisiknya. Antena yang memiliki ukuran kompak 72,8 mm x 60,0 mm telah diimplementasikan pada substrat FR-4 Epoxy dengan permitivitas 4,3 dan ketebalan 1,6 mm. Perubahan dimensi r, C, D, E dan F memiliki peran masing-masing dalam membangun kinerja antena secara keseluruhan. Namun tingkat sigifikansi perubahan tersebut hanya parameter r saja yang mengalani perubahan nilai koefisien refleksi dan VSWR sangat signifikan. Perubahan dimensi lain C, D, E, F tidak signifikan terhadap koefisien refleksi dan VSWR terhadap perubahan nilai. Dari hasil penyelidikan, telah ditunjukkan bahwa antena memiliki bandwidth kerja besar dari 50 MHz - 2.30 GHz untuk nilai VSWR kurang dari 1,5. Perlu dicatat bahwa antena yang diusulkan dapat memenuhi kebutuhan pengukuran partial discharge.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Kampus Politeknik Enjinering Indorama, khususnya workshop Teknologi Listrik. Penulis ingin mengucapkan terima kasih atas diskusi yang berharga dari Umar Khayam Institut Teknologi Bandung.

DAFTAR RUJUKAN

Abrar Hakim, U. K. (2017). Simulation and testing of Goubau PCB antenna as partial discharge detector. *ICHVEPS* (hal. 170-174). IEEE.

Andre, H., Emeraldi, P., Hazmi, A., Waldi, E. P., & Khayam, U. (2017). Long bowtie antenna for partial discharge sensor in gas-insulated substation. *High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS), 2017 International Conference on* (hal. 175-178). IEEE.

Ashari, F., & Khayam, U. (2017). Design and fabrication of log periodic antenna as partial discharge sensor. *Electric Vehicular Technology (ICEVT), 2017 4th International Conference on* (hal. 79-81). IEEE.

Darmawan, M. A., & Khayam, U. (2015). Design, simulation, and fabrication of second, third, and forth order Hilbert antennas as ultra high frequency partial discharge sensor. *Electric Vehicular Technology and Industrial, Mechanical, Electrical and Chemical Engineering (ICEVT & IMECE), 2015 Joint International Conference* (hal. 319-322). IEEE.

Furqon, D., Putra, R. S., & Khayam, U. (2017). Design of ultrawide band partial discharge detector using Pi attenuator and ultrawide band amplifier. *Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA), 2017 International Seminar on* (hal. 41-45). IEEE.

Hakim, A., & Khayam, U. (2017). Design of planar Goubau line antenna for partial discharge measurement. *Power Engineering and Renewable Energy (ICPERE), 2016 3rd Conference on* (hal. 141-146). IEEE.

Khotimah, K., Khayam, U., Tai, Y., Kozako, M., & Hikita, M. (2015). Design of dipole antenna model for partial discharge detection in GIS. *Electrical Engineering and Informatics (ICEEI), 2015 International Conference on* (hal. 186-191). IEEE.

Muslim, J., Susilo, A., Nishigouchi, K., Arief, Y. Z., Khayam, U., Kozako, M., & Hikita, M. (2013). Improvement of bowtie UHF antenna model for detecting PD in GIS. *Procedia Technology* (hal. 227-234). Elsevier.

Muslim, J., Susilo, A., Nishigouchi, K., Kozako, M., Hikita, M., Arief, Y. Z., & Khayam, U. (2013). Enhanced bowtie UHF antenna for detecting partial discharge in gas insulated substation. *Power Engineering Conference (UPEC), 2013 48th International Universities'* (hal. 1-5). Tokyo: IEEE.

Simorangkir, R. B. (2011). Numerical Design of Ultra-Wideband Printed Antenna for Surface Penetrating Radar Application. *TELKOMNIKA*, (hal. 341-350). Bandung.

Suwarno. (2014). *Diagnosis of High Voltage Equipment.* Bandung: Institut Teknologi Bandung.