

# Analisis Multi Refleksi Ruang Lapisan Busa pada Spektrum Frekuensi X Band

Munawar<sup>1</sup>, Muhammad<sup>2\*</sup>, Eliyani<sup>3</sup>, Hanafi<sup>4</sup>

<sup>1,2\*,3,4</sup> Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

<sup>1</sup>munawar@pnl.ac.id

<sup>2\*</sup>muhammad@pnl.ac.id (penulis korespondensi)

**Abstrak**— Udara sebagai media propagasi komunikasi radio untuk menyalurkan informasi dari pemancar ke penerima memiliki berbagai kendala akibat adanya penghalang di lingkungan sekitarnya. Kendala tersebut antara lain difraksi, refleksi, dan absorpsi yang dapat memicu terjadinya redaman dan *Shadowing*. Propagasi merupakan proses perambatan gelombang radio dari antena pemancar ke antena penerima. Redaman propagasi (*pathloss*) merupakan efek dari turunnya level daya sinyal akibat menempuh jarak tertentu. Antena dapat berwujud berbentuk berbagai macam dari berbentuk kabel hingga berbentuk persegi panjang. Bentuk dari antena juga mempengaruhi untuk membantu dalam memfokuskan dan konsentrasi terhadap sinyal. Pola radiasi terdiri dari tiga bagian yaitu Main Lobe, Side Lobe, dan Back Lobe. Main lobe dan Side lobe berturut-turut adalah daerah radiasi yang memiliki intensitas tertinggi dan yang lebih rendah dari main lobe sedangkan Back lobe memiliki arah radiasi bertolak belakang. Karena antena itu sendiri beragam bentuknya sehingga konsentrasi sinyal berbeda-beda yaitu *Isotropic*, *Omnidirectional* dan *Directional*. Untuk memastikan konsentrasi arah sinyal tersebut bisa ditentukan oleh parameter Pola radiasi dengan melihat dari bentuk lobe. Oleh karena itu pada penelitian ini diuji ruangan lapisan busa yang ideal untuk mendapatkan parameter masing-masing model antena sesuai dengan standar. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan antena *Directional* yang memiliki polarisasi *directional* yang frekuensi kerja pada spectrum frekuensi X-Band pada ruangan dinding busa ketebalan masing-masing pengujian 2 cm, 4 cm, 6 cm dan 8 cm. Hasil pengujian dimulai dari ketebalan 2 cm, ketebalan 8 cm sudah dicapai lebih bagus hasil *directional*.

**Kata kunci**— Multi refleksi, Polaradiasi, Absorpsi, Ketebalan Busa, Spektrum X Band

**Abstract**— Air as a radio communication propagation medium for conveying information from transmitter to receiver has various obstacles due to the absence of obstacles in the surrounding environment. These obstacles include diffraction, reflection and absorption which can trigger attenuation and shadowing. Propagation is the process of transmitting radio waves from a transmitting antenna to a receiving antenna. Propagation attenuation (*pathloss*) is the effect of a decrease in signal power levels due to traveling a certain distance. Antennas can come in various shapes, from cable to rectangular. The shape of the antenna also helps in focusing and concentrating on the signal. The radiation pattern consists of three parts, namely Main Lobe, Side Lobe and Back Lobe. The main lobe and side lobe respectively are radiation areas that have the highest and lower intensity than the main lobe, while the back lobe has the opposite direction of radiation. Because the antenna itself has various shapes, the signal concentration is different, namely *Isotropic*, *Omnidirectional* and *Directional*. To ensure the concentration of the signal direction, the radiation pattern parameter can be determined by looking at the shape of the lobe. Therefore, in this study, we tested the ideal foam layer room to obtain the parameters of each antenna model in accordance with the standards. This test was carried out using a *Directional* antenna which has a directional radiation pattern whose working frequency is in the X-Band frequency spectrum in a foam wall room with a thickness of 2 cm, 4 cm, 6 cm and 8 cm for each test. The test results started from a thickness of 2 cm, a thickness of 8 cm has achieved better results.

**Keywords**— *Multireflection, radiation pattern, Absorption, Foam Thickness, X Band Spectrum*

## I. PENDAHULUAN

Pesatnya kondisi kebutuhan terhadap komunikasi membuat permintaan terhadap layanan komunikasi mengalami peningkatan. Hal tersebut membuat penyedia jaringan telekomunikasi untuk berinovasi dan berusaha meningkatkan kualitas pada jaringan telekomunikasi.

Udara sebagai media propagasi komunikasi radio untuk menyalurkan informasi dari pemancar ke penerima memiliki berbagai kendala akibat adanya penghalang di lingkungan sekitarnya. Kendala tersebut antara lain difraksi, refleksi, dan absorpsi yang dapat memicu terjadinya redaman dan *Shadowing*.

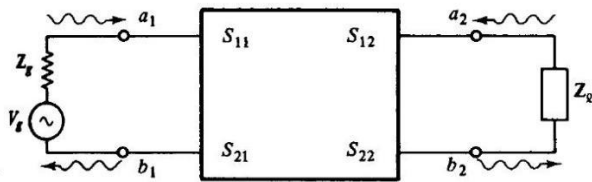
Propagasi merupakan proses perambatan gelombang radio dari antena pemancar ke antena penerima. Redaman propagasi (*pathloss*) merupakan efek dari turunnya level daya sinyal akibat menempuh jarak tertentu ([1], [2]).

Antena dapat berwujud berbentuk berbagai macam dari berbentuk kabel hingga berbentuk persegi panjang. Bentuk dari antena juga mempengaruhi untuk membantu dalam memfokuskan dan konsentrasi terhadap sinyal.

Antena sendiri memiliki fungsi atau kegunaan untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik dan lalu akan di radiasi ke udara dan juga sebaliknya antena juga memiliki kegunaan untuk menerima sinyal yang bersifat elektromagnetik memiliki ruang bebas dan selanjutnya sinyal tersebut akan dirubah menjadi sebuah energi listrik.

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang terdiri dari gelombang magnet dan listrik yang merambat tegak lurus terhadap amplitudo kedua gelombang tersebut. Jika suatu gelombang elektromagnet mengenai bahan listrik, maka gelombang listriknya akan berpengaruh lebih besar dalam menginduksi bahan tersebut, sehingga energi gelombang listriknya akan berkurang dari semula karena telah mengalami suatu proses induksi di dalam bahan, demikian pula halnya jika gelombang elektromagnet mengenai bahan magnet maka gelombang magnetnya akan berpengaruh lebih besar dari pada gelombang listriknya ([2], [3], [4]).

*Scattering* (S-Parameter) adalah besaran yang menggambarkan hubungan dari terminal masukan dan keluaran dari suatu saluran transmisi yang berkaitan dengan daya sinyal yang diteruskan maupun dipantulkan ([1], [2], [5]).

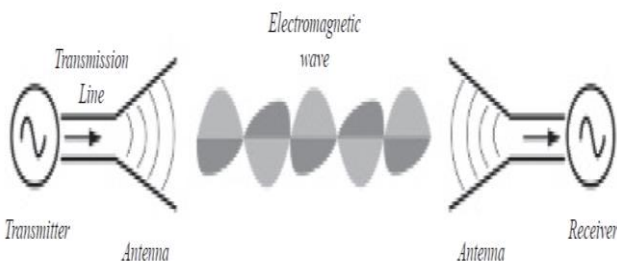


Gambar 1. Jaringan parameter S

Pada gambar 1 menunjukkan parameter S terdiri  $S_{11}$ ,  $S_{22}$ ,  $S_{12}$  dan  $S_{21}$ , dimana bila masukan akan diuji besarnya nilai yang reflection loss maka disebut dengan model  $S_{11}$  atau  $S_{22}$ . Apabila nilai masukan akan diuji pada keluaran maka disebut dengan model  $S_{12}$  atau  $S_{21}$ .

Beberapa penelitian yang menguji tentang penyerapan gelombang elektromagnetik dilakukan dengan pengujian model Scattering  $S_{11}$  ([3], [4], [5], [6]).

Pada penelitian ini dilakukan dengan model Scattering  $S_{12}$ , seperti ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Antena Pemancar (Tx) dan Penerima (Rx)

Nilai yang diuji adalah bentuk polaradiasi yang diperoleh pada antenna penerima. Pola radiasi (*radiation pattern*) adalah proses mengukur dan memahami distribusi energi radiasi dari sebuah antenna atau perangkat transmisi lainnya dalam ruang. Pola radiasi menggambarkan bagaimana energi elektromagnetik dari antenna tersebar dalam berbagai arah ([1], [2]).

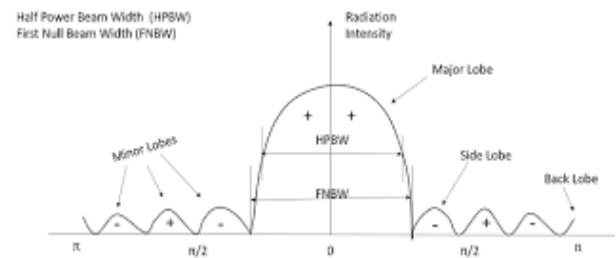
Polaradiasi itu sendiri dibagi 3 yaitu :

- Polaradiasi Isotropic; dimana pola radiasi isotropic merujuk pada pola radiasi yang merata dan simetris dalam semua arah. Dalam konteks antenna atau perangkat transmisi, pola radiasi isotropic menggambarkan antenna ideal yang memancarkan energi elektromagnetik secara merata ke segala arah tanpa adanya preferensi terhadap arah tertentu. Dengan kata lain, antenna isotropic tidak memiliki arah terutama atau sudut tertentu di mana sinyalnya terkonsentrasi.
- Polaradiasi Omnidirectional; dimana Pola radiasi omnidireksional adalah pola radiasi dari sebuah antenna atau perangkat transmisi yang memancarkan energi elektromagnetik secara merata ke segala arah di sekitarnya. Dengan kata lain, antenna omnidireksional dirancang untuk memancarkan sinyal ke segala arah tanpa adanya preferensi atau arah terutama, namun tidak sempurna segala arah seperti isotropic, ada

penguatan sudut tertentu. Pola radiasi omnidireksional sangat berguna dalam situasi di mana sinyal perlu mencakup area 360 derajat, seperti pada sistem komunikasi nirkabel di sekitar atau di dalam bangunan.

- Polaradiasi directional ; dimana Pola radiasi terarah mengacu pada pola radiasi dari sebuah antenna atau perangkat transmisi yang memfokuskan energi elektromagnetik ke arah tertentu. Berbeda dengan antenna omnidireksional yang memancarkan sinyal ke segala arah, antenna dengan pola radiasi terarah didesain untuk mengarahkan sinyalnya ke suatu titik atau arah spesifik. Pola radiasi terarah sangat berguna dalam aplikasi di mana sinyal perlu diarahkan dengan presisi ke perangkat atau stasiun tertentu.

Untuk menganalisa polaradiasi dengan parameter beamwidth yang terdiri dari main lobe, side lobe dan back lobe yang merupakan representasi grafis dari distribusi kekuatan sinyal atau radiasi dari antenna dari berbagai arah seperti ditunjukkan pada gambar 3 [1], [2]).



Gambar 3. Parameter Beamwidth



Gambar 4. Busa Type Poliuretan

Busa adalah kelas material dengan sifat dan aplikasi unik. Bobot ringan dan dirancang untuk mengalami deformasi yang sangat besar. Biasanya digunakan untuk pengepakan dan untuk menyerap energi. Sifat-sifatnya adalah hasil dari struktur mikro busa, jaringan tiga dimensi yang kompleks, dari penyangga dan membran yang mengalami deformasi besar dan kontak selama deformasi[7].

Energi yang diserap oleh busa dapat ditentukan oleh :

$$W = \int_0^e \sigma(\epsilon) d\epsilon.$$

1

Pengujian parameter antenna membutuhkan ruangan yang ideal sehingga nilai parameter yang diuji tidak dipengaruhi oleh seperti benda-benda disekitar, dinding yang menyebabkan pantulan (refleksi). Sehingga kondisi ini dibutuhkan ruangan yang dapat mengatasi refleksi dan difraksi([1] – [5]).

Penelitian ini menguji dengan menggunakan busa yang mudah didapat dipasaran yang dapat menyerap sinyal *scattering*.

Parameter yang diuji adalah polaradiasi yang membentuk main lobe, side lobe dan back lobe.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan secara rinci tentang penelitian yang dilakukan.

### A. Bahan yang Dibutuhkan

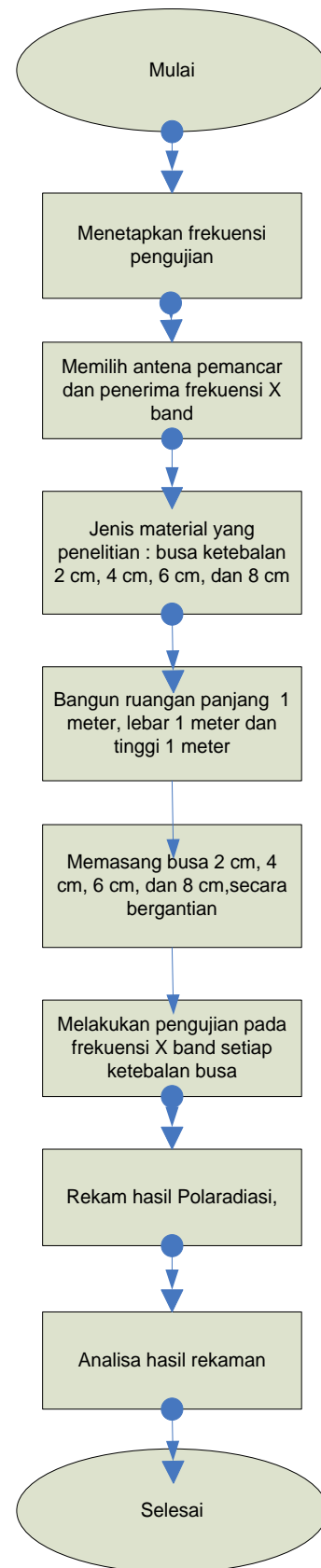
Penelitian ini membutuhkan beberapa bahan dan peralatan yaitu :

- Signal Generator frekuensi X Band
- Spektrum Analyzer frekuensi X Band
- Antena pemancar Isotropis X Band
- Antena penerima Directional X Band
- Rotator antenna
- Busa ketebalan 2 cm, 4 cm, 6 cm, dan 8 cm
- Triplex 6 mm secukupnya
- Kabel transmisi secukupnya

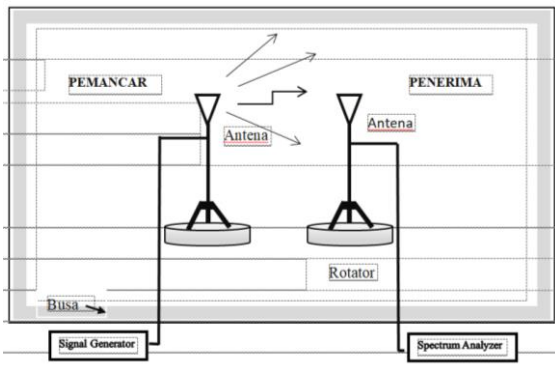
### B. Langkah-langkah pengujian

Mengacu pada Gambar 5, yang memperlihatkan gambar diagram alir secara lengkap metode analisis *scattering* ruangan lapisan busa pada spektrum frekuensi X band, yang terdiri dari menentukan frekuensi kerja yang akan diuji. Memilih antenna yang sesuai dengan frekuensi yang akan diuji supaya bisa pancarkan dan penerimaan sesuai pola antenna yang duji, kemudian memilih ketebalan busa yang bervariasi 2 cm, 4 cm, 6 cm, dan 8 cm, membangun ruang sesuai dengan medan jauh, memasang busa pada ruang tersebut secara bergantian yaitu ketebalan 2 cm, 4 cm, 6 cm dan 8 cm, lalu menguji setiap perbedaan ketebalan busa secara bergantian supaya didapat hasil yang disukai, selanjutnya merekam hasil polaradiasi setiap perbedaan ketebalan busa dan menganalisa hasil pengujian polaradiasi untuk membandingkan antara perbedaan ketebalan busa, dimana hasil pengujian setiap perubahan ketebalan busa akan terjadi penyerapan sinyal yang tersebar ke dinding.

Mengacu pada Gambar 6, blok diagram Ruang Lapisan Busa pada saat pengujian yang terdiri dari ruangan yang



Gambar 5. Flowchart pengujian *Scattering* pada dinding busa

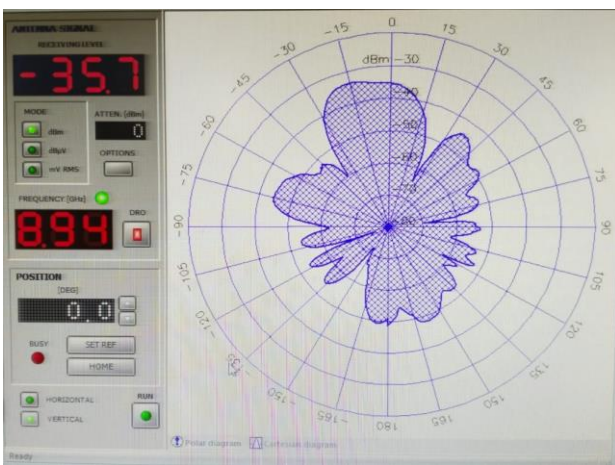


Gambar 6. Ruang Dinding Busa

dipasang busa, kemudian memasang antena pemancar dan penerima pada tiang antena, antena penerima dipasang rotator supaya bisa diputar otomatis 360° untuk mendapatkan data pengujian. Memasang *signal generator* pada antena pemancar supaya dapat memancarkan sinyal, kemudian memasang antena penerima pada *spectrum analyzer* untuk membaca hasil pengujian, pada saat pengujian menghidupkan rotator supaya berputar sampai 360°, sehingga akan membentuk polaradiasi sesuai dengan standar antena penerima yang diuji.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

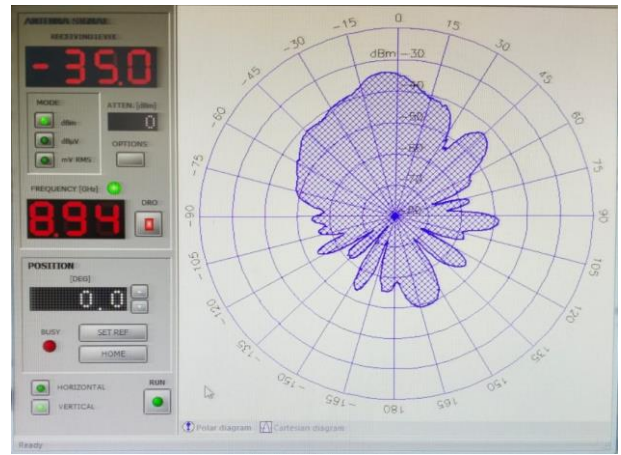
Mengacu pada gambar 6 hasil uji coba yang ketebalan busa 2 cm yang merupakan polaradiasi berupa kuat medan elektromagnetik. Polaradiasi terlihat membentuk *directional* dengan kekuatan daya terima pada sekitaran main lobe -35,7 dBm.



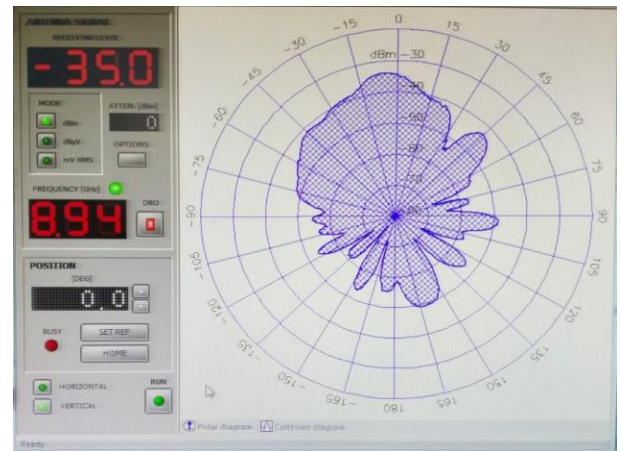
Gambar 6. Hasil Pengukuran ketebalan busa 2 cm

Mengacu pada gambar 7 hasil uji coba yang ketebalan busa 4 cm yang merupakan polaradiasi berupa kuat medan elektromagnetik. Polaradiasi terlihat membentuk *directional* dengan kekuatan daya terima pada sekitaran main lobe -35 dBm.

Mengacu pada gambar 8 hasil uji coba yang ketebalan busa 6 cm yang merupakan polaradiasi berupa kuat medan elektromagnetik. Polaradiasi terlihat membentuk *directional* dengan kekuatan daya terima pada sekitaran main lobe -35 dBm.

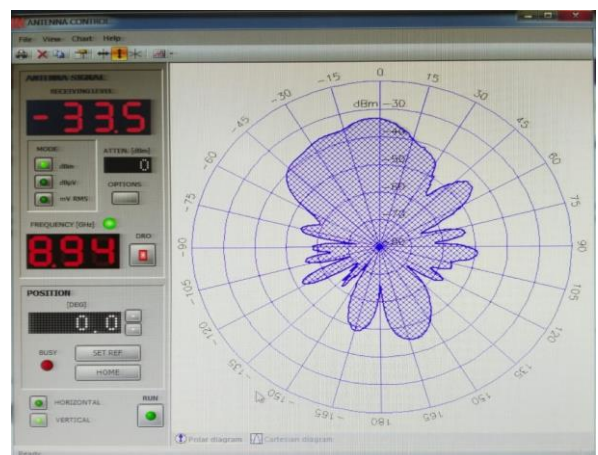


Gambar 7. Hasil Pengukuran ketebalan busa 4 cm



Gambar 8. Hasil Pengukuran ketebalan busa 6 cm

Mengacu pada gambar 6 hasil uji coba yang ketebalan busa 9 cm yang merupakan polaradiasi berupa kuat medan elektromagnetik. Polaradiasi terlihat membentuk *directional* dengan kekuatan daya terima pada sekitaran main lobe -33,5 dBm.



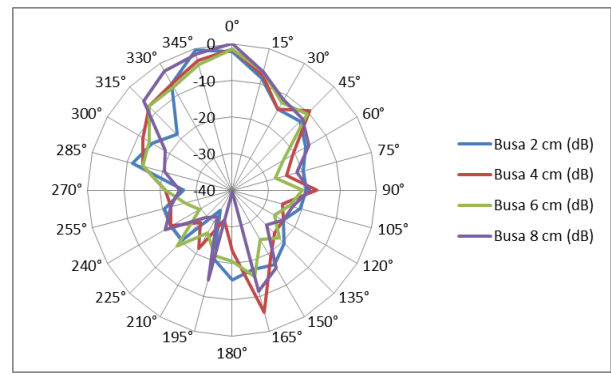
Gambar 9. Hasil Pengukuran ketebalan busa 8 cm

Hasil pengukuran polaradiasi berupa kuat medan elektromagnetik pada sisi main lobe masing-masing dapat ditunjukkan bahwa pada busa 2 cm nilainya sebesar -35,7 dBm, pada busa 4 cm sebesar -35 dBm, pada busa 6 cm sebesar -35 cm, dan pada 8 cm sebesar -33,5 dBm. Ini menunjukkan bahwa adanya terjadi penyerapan gelombang multirefleksi yang dipancarkan dalam ruangan tersebut oleh dinding-dinding busa ([5], [8]). Semakin tebal busa yang dipasang semakin tinggi daya sekitar sisi main lobe dan melemah pada sisi lainnya. Pada pengujian tersebut yang disukai pada ketebalan busa 8 cm.

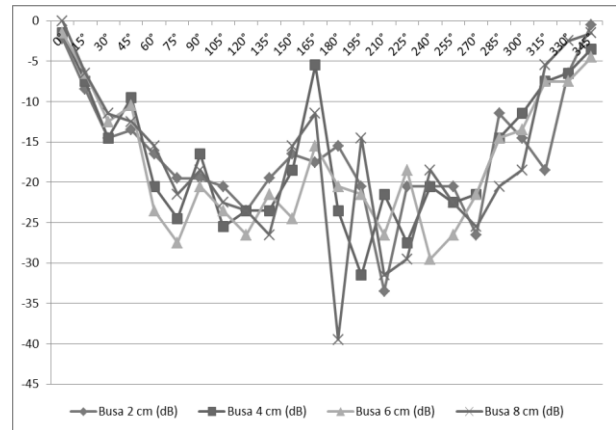
Dari gambar 6, 7, 8 dan 9 dapat dinormalisasikan nilai daya terima sehingga terlihat perbedaan seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Normalisasi Daya Terima

Sudut Derajat	Normalisasi Daya Terima (dB)			
	2 cm	4 cm	6 cm	8 cm
0°	-2.2	-1.5	-1.5	0
15°	-8.5	-7.5	-6.5	-6.5
30°	-14.5	-14.5	-12.5	-11.5
45°	-13.5	-9.5	-10.5	-12.5
60°	-16.5	-20.5	-23.5	-15.5
75°	-19.5	-24.5	-27.5	-21.5
90°	-19.5	-16.5	-20.5	-18.5
105°	-20.5	-25.5	-23.5	-22.5
120°	-23.5	-23.5	-26.5	-23.5
135°	-19.5	-23.5	-21.5	-26.5
150°	-16.5	-18.5	-24.5	-15.5
165°	-17.5	-5.5	-15.5	-11.5
180°	-15.5	-23.5	-20.5	-39.5
195°	-20.5	-31.5	-21.5	-14.5
210°	-33.5	-21.5	-26.5	-31.5
225°	-20.5	-27.5	-18.5	-29.5
240°	-20.5	-20.5	-29.5	-18.5
255°	-20.5	-22.5	-26.5	-22.5
270°	-26.5	-21.5	-21.5	-25.5
285°	-11.5	-14.5	-14.5	-20.5
300°	-14.5	-11.5	-13.5	-18.5
315°	-18.5	-7.5	-7.5	-5.5
330°	-6.5	-6.5	-7.5	-2.5
345°	-0.5	-3.5	-4.5	-1.5



a.



b.

Gambar 10. Rasio Perbedaan Antara Ketebalan Busa : a. Grafik Polar, b. Grafik Garis

Dalam pengujian antenna yang digunakan yaitu antenna Mikrostrip directional. Pada gambar 10, menunjukkan polaradiasi directional, bahwa multirefleksi sebagian dapat diserap oleh busa pada side lobe dan back lobe yang memperkuat sinyal ke main lobe. Pengujian dari beberapa variasi ketebalan busa dapat ditunjukkan pada sekitaran main lobe ketebalan busa 8 cm memiliki nilai medan elektromagnetik paling besar yaitu -33,5 dBm. Hal ini disebabkan penyerapan medan elektromagnetik pada side lobe dan back lobe lebih tinggi dibandingkan dengan busa ketebalan yang lebih tipis, hal ini berlaku untuk polaradiasi directional ([9], [10]).

#### IV. KESIMPULAN

Dalam makalah ini menunjukkan bahwa penggunaan busa pada ruangan pengujian parameter-parameter antenna dapat mengurangi multirefleksi, sehingga bisa digunakan pada laboratorium pembelajaran antenna dan propagasi pada spectrum X Band.

Pada hasil penelitian ini dihasilkan penyerapan sinyal propagasi multirefleksi pada spectrum X Band dihasilkan kuat medan elektromagnetik pada main lobe berturut-turut menurut ketebalan busa yaitu -35,7 dBm, -35 dBm, -35 dBm dan -33,5 dBm. Pada ketebalan busa 8 cm disukai dengan nilai -33,5 dBm dibandingkan dengan ketebalan yang lebih tipis.

Sehingga dapat terlihat pada side lobe dan back lobe sangat rendah dibandingkan main lobe dengan pengujian antenna directional.

#### REFERENSI

- [1] Yi Huang, Kevin Boile, "Antennas: From Theory to Practice" Wiley, New Delhi, 20015.
- [2] .Constantine A. Balanis, "Antennas Theory Analysis and Design" Jhon Wiley and Sons, Canada, 20016.
- [3] J. B. Andersen and Aksel Frandsen, "Absorption Efficiency of Receiving Antennas," *IEEE Antennas Propag. Mag.*, vol. 45, pp. 2843–2849, Sept. 2014.
- [4] Xu Zhang, Xuyang Chen, Yanming Liu, Xiaoping Li, "Reflection and Absorption Analysis of Obliquely Incident Wave in Reentry Plasma Sheath," *Processing IEEE 4th International Conference on Signal and Image*, pp. 385 – 390, 2019.
- [5] X. Chen, F. Shen, Y. Liu, W. Ai and X. Li, "Improved Scattering-Matrix Method and its Application to Analysis of Electromagnetic Wave Reflected by Reentry Plasma Sheath," *IEEE Trans. Plasma Sci.*, vol. 46, no. 5, pp. 1755-1767, May 2018
- [6] B.R. Mohammad, Z.A. Afif, S. Eko, M. Achmad, S. Pranowo, "Studi Potensi Sekam Sebagai Bahan Peredam Gelombang Radar", Seminar MASTER PPNS, 2018.
- [7] H. Fielitz, K. A. Remley, C. L. Holloway, Q. Zhang, Q. Wu, and D.W. Matolak, "Reverberation Chamber Test Environment for Outdoor Urban Wireless Propagation Studies," *IEEE Antennas and Wireless Propag.*, vol. 9, 2015.
- [8] C. Eyraud, J.-M. Geffrin, A. Litman, and H. Tortel, "Complex permittivity determination from far-field scattering patterns," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 14, no. 1, pp. 309–312, 2015.
- [9] C. Zhou and R. Jacksha, "Modeling and measurement of the influence of antenna transversal location on tunnel propagation," in *IEEE AP-S Symposium on Antennas and Propagation* Vancouver, 2015.
- [10] H. Xia, Y. Wang, C. Yuan, Z. Zhou and A. A. Kudryavtsev, "Measurement of Microwave Propagation in Weakly Ionized Dusty Plasma," *J. Plasma Phys.*, 2018.