

# ANALISIS RADIASI *ANECHOIC CHAMBER* MATERIAL AMPAS SAGU PADA FREKUENSI 8,96 GHz

Ronaldo Andreas<sup>1</sup>, Munawar<sup>2</sup>, Misriana<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: ronaldoandreas3@gmail.com<sup>1</sup>, munawar\_tektel@yahoo.com<sup>2</sup>, misriana@pnl.ac.id<sup>3</sup>

**Abstrak** –Penelitian ini mengkaji penggunaan ampas sagu sebagai bahan penyerap gelombang elektromagnetik pada frekuensi 8,96 GHz. Tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi efektivitas ampas sagu dengan berbagai ketebalan (2 cm, 4 cm, 6 cm, dan 8 cm) dalam menyerap gelombang elektromagnetik. Metode yang digunakan meliputi perancangan *Anechoic Chamber* yang dilapisi ampas sagu, pengujian propagasi menggunakan antenna monopole dan dipole, serta pengukuran pola radiasi secara vertikal. Pengukuran dilakukan di Laboratorium Antena & Propagasi Politeknik Negeri Lhokseumawe menggunakan alat ukur LUCAS NULLE dan DRO X-band. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ampas sagu memiliki kemampuan menyerap gelombang elektromagnetik, dengan pola radiasi yang berbeda pada setiap ketebalan. Peningkatan ketebalan ampas sagu cenderung meningkatkan kestabilan dan keseragaman pola radiasi. Penelitian ini memberikan wawasan tentang potensi ampas sagu sebagai material alternatif untuk penyerapan gelombang elektromagnetik, yang dapat bermanfaat dalam pengembangan teknologi komunikasi. Ketebalan 8 cm memberikan pola radiasi paling merata dan mendekati karakteristik antenna isotropis ideal.

**Kata kunci:** Ampas Sagu, Penyerap Gelombang Elektromagnetik, Frekuensi 8,96 GHz, Pola Radiasi, Antena Isotropis, *Anechoic Chamber*

## I. PENDAHULUAN

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang terdiri dari medan listrik dan medan magnet yang saling tegak lurus dan merambat melalui ruang. Gelombang ini tidak memerlukan medium fisik untuk merambat, sehingga dapat bergerak melalui ruang hampa. Gelombang elektromagnetik, menyebar melalui berbagai media dan dapat mengalami fenomena seperti penyerapan, pemantulan dan hamburan ketika bertemu dengan material tertentu.

Material yang dapat memantulkan gelombang elektromagnetik biasanya memiliki karakteristik konduktivitas listrik tinggi, seperti aluminium, tembaga, perak, besi, dan baja. Gelombang yang merambat di udara akan terpantul jika mengenai permukaan kasar atau tidak rata, yang menyebabkan gelombang elektromagnetik tersebar ke berbagai arah. Selain itu, material dengan permitivitas dielektrik tinggi memiliki kemampuan untuk menyimpan muatan listrik, sehingga dapat mengurangi kecepatan rambat gelombang elektromagnetik didalam material dan meningkatkan penyerapan.

Dalam konteks *Anechoic Chamber*, material yang dapat menyerap gelombang elektromagnetik digunakan agar saat melakukan komunikasi tidak ada gelombang yang terpantul sehingga mengurangi gangguan dan interferensi. Material ini memastikan bahwa sinyal yang dipancarkan tidak terganggu oleh pantulan dari dinding chamber, yang bisa menyebabkan distorsi dan kesalahan dalam transmisi data. Oleh karena itu, penggunaan material penyerap gelombang di *Anechoic Chamber* penting untuk menciptakan lingkungan yang terkendali dan bebas interferensi untuk pengujian dan komunikasi elektromagnetik

Dalam penelitian ini menggunakan ampas sagu sebagai material untuk mengetahui efektivitasnya sebagai bahan peredam sinyal. Ampas sagu adalah limbah dari industri sagu yang dihasilkan dengan jumlah besar di daerah-daerah yang memproduksi sagu. limbah sagu kaya akan serat lignoselulosa yaitu selulosa 36,2%, hemiselulosa 15,18%, dan lignin 12,34% sehingga cocok digunakan sebagai bahan baku karbon aktif. [1]

Untuk lebih memahami interaksi ini, penelitian ini akan memanfaatkan *Anechoic Chamber* yang diisi dengan ampas sagu. Chamber adalah ruang khusus yang dirancang untuk menguji dan mengukur redaman gelombang elektromagnetik dalam kondisi yang terkontrol. Ampas sagu ditempatkan secara strategis didalam *Anechoic Chamber* untuk memastikan bahwa gelombang elektromagnetik dapat berinteraksi secara maksimal dengan material ini. Penempatan ini dapat diatur sedemikian rupa untuk mengamati berbagai fenomena seperti penyerapan, pemantulan, dan hamburan.

Ketika gelombang elektromagnetik melewati chamber yang diisi dengan Ampas sagu, gelombang tersebut akan mengalami interaksi dengan material organik ini. Semakin tebal lapisan ampas sagu, semakin besar penyerapan energi gelombang elektromagnetik. Selain itu, kandungan air dan bahan organik lain dalam ampas sagu dapat mempengaruhi efisien penyerapan gelombang. Efisien penyerapan juga dapat bervariasi berdasarkan frekuensi gelombang yang digunakan.

Oleh karena itu, penulis tertarik untuk membahas “Analisis Radiasi *Anechoic Chamber* Material Ampas Sagu Pada Frekuensi 8,96 GHz” Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru mengenai

intraksi gelombang elektromagnetik dengan material organik dan membantu mengembangkan solusi inovatif untuk tantangan dalam komunikasi nirkabel modern.

**II. TINJAUAN PUSTAKA**

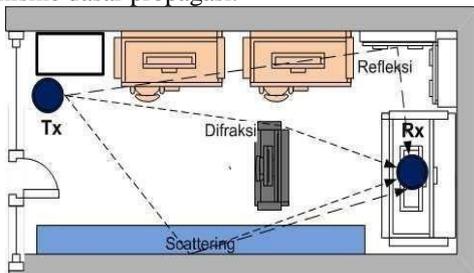
**A. Propagasi Gelombang Radio**

Proses propagasi gelombang radio dapat dijelaskan sebagai perambatan gelombang radio dari pemancar ke penerima. Dalam transmisi sinyal menggunakan media non-kawat, diperlukan sebuah antena untuk mengeluarkan sinyal radio ke udara bebas dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Gelombang ini akan merambat melalui udara bebas menuju antena penerima, mengalami peredaman sepanjang jalurnya, sehingga ketika mencapai antena penerima, energi sinyalnya sudah sangat lemah.

Terdapat tiga jenis lintasan dasar yang dapat ditempuh, yaitu melalui permukaan tanah (gelombang tanah), melalui pantulan dari lapisan ionosfer di langit (gelombang langit), dan perambatan langsung dari antena pemancar ke antena penerima tanpa ada pantulan (gelombang langsung). Berikut adalah gambaran mekanisme propagasi gelombang radio.

**B. Mekanisme Propagasi**

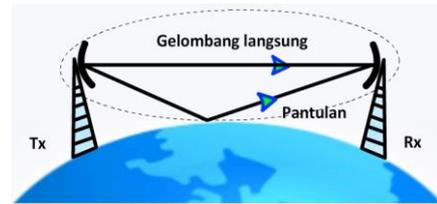
Propagasi gelombang radio terbagi menjadi dua jenis, yaitu propagasi di dalam ruangan (indoor) dan di luar ruangan (outdoor). Penting untuk memahami mekanisme di balik peristiwa propagasi gelombang radio dalam rangka membangun sistem komunikasi nirkabel. Mekanisme dasar propagasi radio dapat dikategorikan menjadi tiga, yaitu refleksi (pantulan), difraksi (pembelokan), dan scattering (hamburan).[1] Berikut ini adalah ilustrasi dari mekanisme dasar propagasi:



Gbr1. Mekanisme Propagasi [1]

- Refleksi (Pantulan)

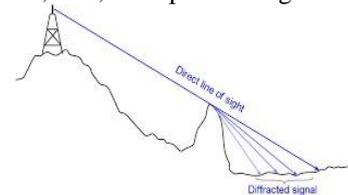
Gelombang radio juga akan memantul jika bertemu dengan material yang sesuai untuk itu. Sumber utama pantulan gelombang radio adalah logam dan permukaan air. Aturan pantulan ini cukup sederhana, di mana sudut masuk gelombang ke permukaan akan sama dengan sudut di mana sinyal tersebut dipantulkan. Dalam konteks gelombang radio, sebuah rangkaian besi atau kelompok tiang besi yang rapat dapat dianggap sebagai suatu permukaan yang padat, asalkan jarak antara tiang-tiang tersebut lebih kecil daripada panjang gelombang radio.[2]



Gbr 2. Ilustrasi Refleksi Pada Propagasi [2]

- Difraksi (Pembelokan)

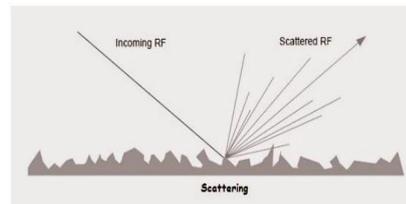
Difraksi adalah fenomena gerakan gelombang yang terjadi dekat permukaan bumi dan cenderung mengikuti pola kelengkungan permukaan bumi. Difraksi terjadi ketika ada suatu penghalang di lintasan komunikasi radio antara pemancar dan penerima, yang dapat berupa objek dengan tepi yang tidak rata atau tajam. Fenomena difraksi mirip dengan pantulan pada gelombang dengan frekuensi tinggi, dan hal ini tergantung pada ukuran objek, amplitudo, fasa, serta polarisasi gelombang.[2]



Gbr 3. Ilustrasi Difraksi Pada Propagasi [2]

- Scattering (Pembelokan)

Scattering dapat mengakibatkan sinyal mencapai titik penerima melalui jalur-jalur yang berbeda-beda, sehingga terjadi fenomena multipath fading. Multipath fading adalah salah satu faktor utama yang menyebabkan penurunan kekuatan sinyal. Selain dampak fading, kekuatan sinyal juga melemah seiring dengan peningkatan jarak antara pemancar dan penerima.



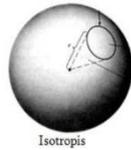
Gbr 4. Ilustrasi Scattering Pada Propagasi

**C. Pola Radiasi**

Pola radiasi atau pola antena dapat didefinisikan sebagai fungsi matematik atau representasi grafik dari karakteristik radiasi antena, yang berperan sebagai fungsi dari koordinat tertentu. Istilah "pola radiasi" digunakan ketika yang diilustrasikan adalah kuat medan, sementara "pola daya" digunakan ketika yang diilustrasikan adalah pointing vector. Pola radiasi diukur dalam luasan wilayah tertentu dan direpresentasikan sebagai fungsi dari koordinat directional.

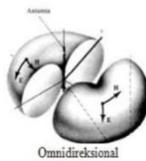
Pola radiasi menggambarkan distribusi energy yang dipancarkan oleh antena di ruang. Pola radiasi terbagi menjadi tiga macam yaitu:

- Pola Radiasi Isotropis yang memancarkan dan menerima energinya sama besar ke seluruh bidang dan hanya ada secara fiktif. Berikut contoh pada gambar



Gambar 5. Pola Radiasi Isotropis [3]

- Pola Radiasi Omnidirectional yang memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik sama besar dalam satu bidang. Berikut contoh pada gambar



Gambar 6. Pola Radiasi Omnidirectional [3]

- Pola Radiasi Directional yang biasa mengkonsentrasikan energinya ke arah sudut tertentu. Berikut contoh pada gambar



Gambar 7. Pola Radiasi Directional [3]

#### D. Mekanisme Penyerapan Matching Impedance

Mendapatkan nilai impedansi  $Z_1$  yang mendekati nilai impedansi  $Z_0$  tidaklah mudah, karena  $Z_1$  merupakan fungsi dari permitivitas ( $\epsilon r$ ) dan permeabilitas ( $\mu r$ ) kompleks suatu material. Salah satu pendekatan yang paling praktis untuk mencapai impedansi matching  $Z_1$  adalah dengan mengatur ketebalan material ( $d$ ). Besarnya kehilangan pantulan (reflection loss) dari material yang dilapisi logam dapat dijelaskan secara matematis. Jika  $Z_1 = Z_0$ , maka reflection loss (RL) menjadi tak terhingga, menunjukkan bahwa energi gelombang berhasil diserap sepenuhnya melalui mekanisme resonansi.

#### E. Mekanisme Fisik Penyerapan Melalui Metode Resonansi

Telah dijelaskan bahwa ketika kondisi matching impedance terpenuhi, mekanisme penyerapan terjadi melalui proses resonansi. Proses ini dapat terjadi pada material yang memiliki sifat dielektrik, magnetik, dan resistif. Jika gelombang elektromagnetik tiba dan berinteraksi dengan material dielektrik, maka akan terjadi medan internal yang menginduksi gerak translasi dan gerak rotasi dari dipol listrik.

#### F. Absorpsi

Saat gelombang elektromagnetik berinteraksi dengan suatu material, gelombang biasanya akan mengalami pelemahan atau redaman. Banyaknya daya yang hilang akan sangat tergantung pada frekuensi yang digunakan dan, tentu saja, sifat material yang dihadapi. Pada berbagai ketebalan Ampas Sagu, penyerapan akan terjadi.

Koefisien absorpsi sering digunakan untuk menjelaskan dampak material terhadap radiasi. Untuk gelombang mikro (microwave), terdapat dua jenis material yang berperan sebagai penyerap, yaitu:

1. Metal, electron bergerak bebas di metal, dan siap untuk berayun oleh karenanya akan menyerap energi dari gelombang yang lewat.
2. Ampas sagu, gelombang mikro akan menyebabkan penyerapan pada pori-pori ampas sagu, yang pada prosesnya akan menyerap energi gelombang.

Ada material lain yang mempunyai efek yang lebih kompleks terhadap penyerapan gelombang radio. Misalkan pohon dan kayu, banyaknya penyerapan sangat tergantung pada jumlah air yang ada padanya. Plastik dan material yang sejenis pada umumnya tidak menyerap banyak energy radio tapi tergantung dari frekuensi dan tipe material.

#### G. Penggunaan Frekuensi 8,96 GHz

Antena X-Band adalah jenis antena yang beroperasi dalam rentang frekuensi 8 hingga 12 GHz, yang merupakan bagian dari spektrum gelombang mikro. Antena ini banyak digunakan dalam aplikasi radar, komunikasi satelit, dan sistem navigasi. Karakteristik utama antena X-Band mencakup resolusi yang lebih tinggi dan kemampuan untuk mendeteksi objek kecil, yang membuatnya ideal untuk aplikasi militer dan ilmiah. Desain antena X-Band biasanya mencakup antena array, antena parabola, dan antena mikrostrip, yang dipilih berdasarkan kebutuhan spesifik aplikasi. Range frequency ini juga terdapat dalam jurnal ITU [4].

#### H. Potensi Ampas Sagu

Saat ini ampas sagu digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Sagu Metrox-ylon (Metrox-ylon sagu) merupakan tanaman endemik di Indonesia, dengan luas hutan sagu kurang lebih 1,2 juta ha, yaitu 50% dari total hutan sagu di dunia. Indonesia memiliki sekitar 219.978 ha luas produksi tepung sagu pada tahun 2017, dengan total produksi sebesar 489.643 ton. Selain itu, tanaman ini merupakan sumber utama karbohidrat bagi masyarakat pesisir di kawasan timur Indonesia dan termasuk dalam komoditas pangan lokal. Di sisi lain, di balik tingginya produksi sagu di Indonesia, limbahnya menyebabkan pencemaran lingkungan. Namun limbah sagu kaya akan serat lignoselulosa yaitu selulosa 36,2%, hemiselulosa 15,18%, dan lignin 12,34% sehingga cocok digunakan sebagai bahan baku karbon aktif.[5]

Komponen – komponen ini memiliki potensi untuk diolah menjadi bahan karbon yang ringan dan berpori,

bahan karbon dikenal memiliki sifat konduktif dan kemampuannya untuk menyerap gelombang elektromagnetik sehingga efektif sebagai peredam sinyal. Hasil yang diharapkan bahan ampas sagu yang dihasilkan memiliki struktur berpori yang mendukung penyerapan gelombang elektromagnetik dan sebagai peredam sinyal.



Gbr 8. Ampas sagu

### III. METODOLOGI.

#### A. Flowchart

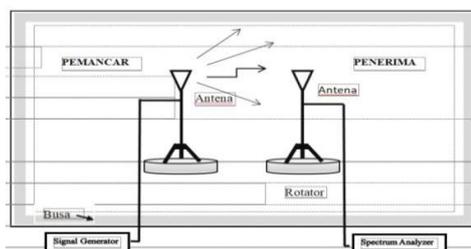
Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 9.



Gbr 9. Flowchart

#### B. Rancangan Percobaan

1. Ampas sagu yang di tunjuk oleh tanda panah digambar 7 untuk bahan penyerap gelombang elektromagnetik yang berbeda ketebalannya
2. Triplek berfungsi sebagai wadah untuk menutupi bagian yang akan di uji propagasi.
3. Terdapat antenna pemancar (Signal genertaor) dan penerima (Spektum Analyzer) didalam *Anechoic Chamber*.



Gbr 10. Rancangan Percobaan

#### C. Metode Analisis Data

Pada metode ini akan membahas tentang perancangan dengan material ampas sagu yang akan mengelilingi antenna pada frekuensi 8,96 GHz. Perancangan dimulai dengan tahap membuat chamber selanjutnya persiapan alat dan bahan yang diperlukan kemudian melakukan penelitian pada frekuensi 8,96 Ghz dengan berbagai ketebalan ampas sagu.

#### D. Metode Pengujian

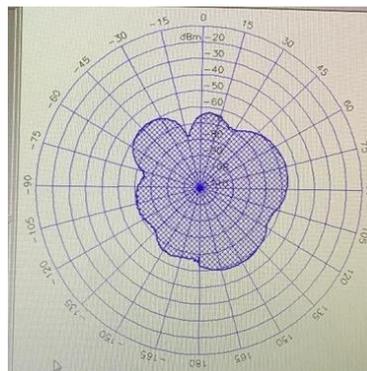
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah propagasi pada chamber box yang dilapisi dengan beragam ketebalan ampas sagu dapat bekerja dengan baik dan dapat bekerja pada frekuensi 8,96 GHz pengukuran parameter ini dilakukan di laboratorium antenna & propagasi Politeknik Negeri Lhokseumawe.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pengukuran

Parameter yang diukur yaitu pola Radiasi

- Hasil Pengukuran Tanpa Material

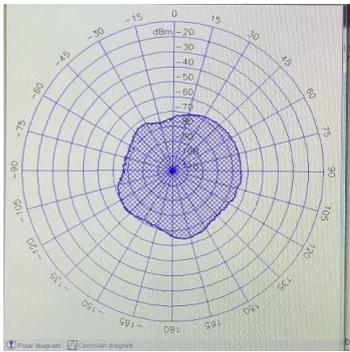


Gbr 11. Hasil pengukuran Pada ketebalan 2 cm

Dari pengukuran tanpa ampas sagu menunjukkan

adanya arah tertentu dimana daya lebih tinggi dan beberapa arah dimana daya lebih rendah. Tanpa adanya material, tidak sesuai dengan karakteristik antenna isotropis Pola radiasi menunjukkan bentuk yang tidak teratur dengan beberapa lobus utama dan lobus samping, yang berarti ada arah tertentu di mana daya dipancarkan lebih tinggi dibandingkan arah lainnya.

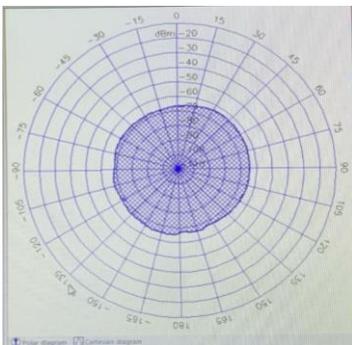
- Hasil Pengukuran Pada Ketebalan 2 cm



Gbr 12. Hasil pengukuran Pada Ketebalan 2 cm

Dari pengamatan yang dilakukan, diketahui bahwa daya elektromagnetik berhasil memancar ke segala arah dengan baik. karena memancarkan sinyal secara merata ke semua arah, tanpa adanya lobus utama yang besar atau *back lobe* maupun *minor lobe*, yang merupakan karakteristik ideal dari antenna isotropis. Pada Ketebalan ini penyerapan gelombang elektromagnetik relatif rendah. Pola radiasi cenderung menunjukkan beberapa refleksi yang signifikan menunjukkan bahwa material ampas sugu belum cukup tebal untuk menyerap gelombang secara efektif. Namun dalam praktiknya antenna yang benar-benar isotropis tidak ada dan pola yang ditunjukkan ini adalah representasi dari Sifat antenna isotropis.

- Hasil Pengukuran Pada Ketebalan 4 cm

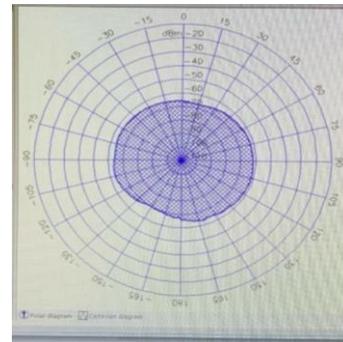


Gbr 12. Hasil pengukuran Pada ketebalan 4 cm

Dari pengamatan yang dilakukan, diketahui bahwa daya elektromagnetik berhasil memancar ke segala arah dengan baik. karena memancarkan sinyal secara merata ke semua arah, tanpa adanya lobus utama yang besar atau titik mati yang signifikan, yang merupakan

karakteristik ideal dari antenna isotropis. Penyerapan meningkat dibandingkan dengan ketebalan 2 cm. Pola radiasi lebih merata dibandingkan dengan ketebalan 2 cm menunjukkan refleksi yang lebih sedikit dan distribusi energi yang lebih baik.

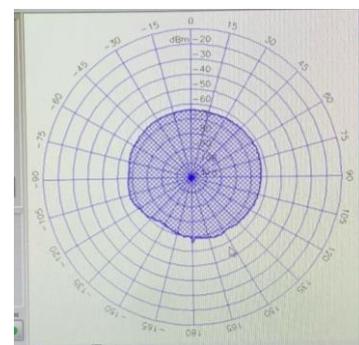
- Hasil Pengukuran Pada Ketebalan 6 cm



Gbr 13. Hasil pengukuran Pada ketebalan 6 cm

Dari pengamatan yang dilakukan, diketahui bahwa daya elektromagnetik berhasil memancar ke segala arah dengan baik. karena memancarkan sinyal secara merata ke semua arah. tanpa adanya lobus utama yang besar atau *back lobe* maupun *minor lobe*, yang merupakan karakteristik ideal dari antenna isotropis. Ketebalan 6 cm tampaknya menawarkan daya terima yang cukup baik di sudut sudut tertentu, Menunjukkan potensi untuk penyesuaian yang lebih lanjut. Peningkatan ini menunjukkan bahwa material semakin efektif dalam menyerap gelombang elektromagnetik seiring bertambahnya ketebalan.

- Hasil Pengukuran Pada Ketebalan 8 cm



Gambar 14. Hasil pengukuran Pada ketebalan 8 cm

Dari pengamatan yang dilakukan, diketahui bahwa daya elektromagnetik berhasil memancar ke segala arah dengan baik. karena memancarkan sinyal secara merata ke semua arah. tanpa adanya lobus utama yang besar atau *back lobe* maupun *minor lobe*, yang merupakan karakteristik ideal dari antenna isotropis.

Ketebalan ini menunjukkan penyerapan maksimum ini menunjukkan bahwa penambahan ketebalan hingga 8 cm memberikan penyerapan yang paling efektif. Pola radiasi pada ketebalan ini sangat stabil, menunjukkan bahwa material tidak hanya menyerap gelombang dengan sangat efektif tetapi juga mengurangi refleksi yang tidak diinginkan.

#### B. Pembahasan Hasil Pengukuran

Dalam pengukuran ini redaman sinyal melalui material ampas sagu dengan berbagai ketebalan penggunaan antena isotropis sebagai acuan memungkinkan untuk memahami bagaimana material ampas sagu mempengaruhi penyerapan gelombang elektromagnetik secara lebih menyeluruh. Dengan mengetahui karakteristik pancaran antena isotropis.

Diagram pola disemua pengujian menunjukkan pola radiasi yang hampir melingkar sempurna. Ini mengindikasikan bahwa antena memiliki karakteristik antena isotropis, yang berarti dapat menerima atau memancarkan sinyal dengan kekuatan yang relatif sama ke segala arah.

Dipengukuran 2cm Pola radiasi kurang stabil, dengan beberapa area pengurangan. Di ketebalan 4 cm Pola radiasi lebih merata, mendekati bentuk lingkaran, kemudian di ketebalan 6 cm Pola radiasi sangat merata, hampir berbentuk lingkaran sempurna, dan di ketebalan 8 cm Pola radiasi paling merata, berbentuk lingkaran sempurna.

Penambahan ketebalan material ampas sagu dari 2 cm hingga 8 cm menunjukkan peningkatan signifikan dalam penyerapan gelombang elektromagnetik dan stabilitas pola radiasi. Ketebalan 8 cm adalah paling efektif, memberikan penyerapan maksimal dan pola radiasi yang paling Efektif.

#### V. KESIMPULAN

Dari hasil Pengukuran ini dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Pada ketebalaban 8 cm ampas sagu, semakin mendekati karakteristik antena isotropis ideal, yang memancarkan sinyal secara merata ke segala arah.
2. Penggunaan ampas sagu sebagai material penyerap dapat menguji karakteristik antena, dengan potensi untuk mengoptimalkan penyerapan gelombang elektromagnetik pada frekuensi 8.96 GHz.
3. Penelitian ini menunjukkan bahwa ampas sagu memiliki potensi sebagai material alternatif yang ramah lingkungan untuk aplikasi penyerapan gelombang elektromagnetik di frekuensi 8,96 GHz.

#### REFERENSI

- [1] Mubarokah, Lina, and Puji Handayani. **Karakteristik Redaman dan Shadowing dalam Ruang pada Kanal Radio 2, 4 GHz.** *Jurnal Teknik ITS* 4.1 (2015): A25-A30.
- [2] Usman, Uke Kurniawan. **Propagasi Gelombang Radio Pada Teknologi Seluler.** *Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) 2018* (2018).
- [3] Amelia, Fetricia Yuni, and Hugeng Hugeng. **Sistem Antena Array Paralel untuk Menghasilkan Lobe Radiasi Utama dalam Arah Bervariasi.** *TESLA: Jurnal Teknik Elektro* 15.2 (2013): 165-184.
- [4] Union, I. T. **Nomenclature Of the Frequency and Bands Used in Telecommunications.** Recommendation ITU/RV (2015): 431-438
- [5] Togibasa, O.; Mumfaijah, M.; Allo, Y.K.; Dahlan, K.; Ansanay, Y.O. **The Effect of Chemical Activating Agent on the Properties of Activated Carbon from Sago Waste.** *Appl. Sci.* 2021, *11*, 11640.