

# Optimalisasi Gain pada Microstrip Antenna

Yasir Abdul Khalim (2102845)<sup>1)</sup>, Muhammad Syams Nurrohmah (2100189)<sup>2)</sup>,  
Hanif Saputra (2100545)<sup>3)</sup>, Zalfa Lubna Fahira (2102113)<sup>4)</sup>

Mahasiswa Teknik Elektro

Universitas Pendidikan Indonesia

Jalan Dr. Setiabudi No.229 Kota Bandung

E-mail: [yasir4bdulkhalim@upi.edu](mailto:yasir4bdulkhalim@upi.edu), [m.syamsnurrohmah10@upi.edu](mailto:m.syamsnurrohmah10@upi.edu), [220103hanif@upi.edu](mailto:220103hanif@upi.edu),  
[zalfalubna@upi.edu](mailto:zalfalubna@upi.edu).

## Abstrak

Antena merupakan perangkat penting dalam sistem komunikasi nirkabel. Hingga saat ini antena telah banyak berkembang sejak pertama kali pembuatannya, antena mikrostrip salah satunya. Antena mikrostrip merupakan jenis antena yang memiliki bentuk fisik berukuran kecil dan tipis, sehingga banyak digunakan dalam perangkat elektronik saat ini. Setiap antena mikrostrip memiliki keunggulan dan keterbatasan yang berbeda tergantung desain, konfigurasi dan kegunaannya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dibuatlah antena mikrostrip yang akan berfokus pada satu parameter yaitu gain hingga mendapatkan gain yang lebih baik untuk digunakan.

**Kata kunci:** Antena; Mikrostrip; Komunikasi; Elektronik; Gain.

## Abstract

Antenna is an important device in a wireless communication system. Until now, antennas have developed a lot since they were first made, microstrip antennas are one of them. Microstrip antenna is a type of antenna that has a small and thin physical form, so it is widely used in today's electronic devices. Each microstrip antenna has different advantages and limitations depending on its design, configuration and use. Therefore, in this study, a microstrip antenna was made which would focus on one parameter, namely gain, so that a better gain could be used.

**Keywords:** Antenna; Microstrip; Communication; Electronic; gains.

## 1. Pendahuluan

Antena (antenna atau aerial) adalah sebuah alat yang digunakan sebagai pemancar sekaligus penerima sinyal elektromagnetik di udara (Slyusar, 2011). Antena biasanya terbuat dari bahan konduktor logam. Antena memiliki beberapa fungsi yaitu mengubah energi listrik dari sistem

antena menjadi energi elektromagnetik ke udara, begitu juga sebaliknya antenna juga bisa mengubah energi elektromagnetik dari udara menjadi energi listrik ke sistem antenna.

Antena merupakan sebuah transduser yang dapat mengkonversi kendali energi elektromagnetik dalam saluran transmisi ke pancaran energi elektromagnetik di ruang bebas. Antena juga dapat dilihat sebagai trafo impedansi, sambungan antara masukan atau impedansi linier, dan impedansi di ruang bebas.

Pada umumnya antenna sering kita jumpai dan gunakan dalam kehidupan sehari-hari, yaitu seperti pada televisi, radio, wifi dan perangkat lainnya yang membutuhkan sinyal elektromagnetik. Dalam perancangan antenna ada beberapa hal yang harus dipahami yaitu mengenai parameter antenna, seperti direktivitas (pengarahan), efisiensi, impedansi antenna, return loss, Voltage Wave Standing Ratio (VSWR), bandwidth, gain antenna, beamwidth, polarisasi, dan pola radiasi (radiation pattern).

Antena umumnya terbagi menjadi 2 jenis utama, yaitu

### 1. Antena Omnidirectional

Antena yang berfungsi sebagai pemancar dan memiliki polarisasi ke segala arah (360 derajat), maka antenna ini memiliki pola radiasi berbentuk seperti lingkaran atau bola yang meluas ke segala arah. Antena Omnidirectional memiliki jangkauan yang sempit. Antena ini memiliki frekuensi dari dua gelombang yaitu 2,4GHz dan 5,8GHz, dan memiliki nilai rentang penguatannya adalah 3 hingga 13dBi. Contoh antenna omnidireksional yaitu antenna monopole vertikal, antenna dipole, antenna biquad, dan lainnya.

### 2. Antena Directional

Antena yang berfungsi sebagai pemancar dan penerima, tetapi memiliki polarisasi ke satu arah tertentu saja. Pola radiasi mereka terkonsentrasi dalam satu atau beberapa arah tertentu, maka antenna ini digunakan ketika diperlukan fokus sinyal ke arah yang ditentukan, meningkatkan jangkauan atau mengurangi interferensi dari arah yang tidak diinginkan. Contoh antenna directional yaitu antenna Yagi, antenna parabola, antenna patch, dan lainnya.

Kedua jenis antenna tersebut sering kita jumpai sehari-hari dan rata-rata memiliki bentuk fisik yang lumayan besar dan lebar. Adapun antenna lainnya yang memiliki bentuk fisik kecil dan tipis, yaitu Antena Mikrostrip. Antena mikrostrip dapat digunakan sebagai jenis antenna omnidireksional maupun directional, tergantung pada desain dan konfigurasi khusus yang digunakan.

Antena mikrostrip dari antenna pada umumnya. Antena Mikrostrip menggunakan struktur tipis berupa pelat logam yang diletakan di atas substrat dielektrik. Antena ini terdiri dari tiga komponen utama, yaitu: elemen pemancar, substrat dielektrik, dan pelat logam yang bertindak sebagai ground plane. Dengan ukurannya yang kecil dan tipis, antenna ini mudah diintegrasikan ke dalam berbagai perangkat elektronik. Sehingga kebanyakan alat elektronik saat ini kebanyakan menggunakan antenna mikrostrip. Antena mikrostrip juga dapat digunakan

sebagai jenis antena baik omnidireksional maupun directional, tergantung pada desain dan konfigurasi khusus yang digunakan.

Namun, antena ini memiliki beberapa keterbatasan, salah satunya adalah memiliki efisiensi radiasi yang rendah, terutama pada frekuensi yang lebih tinggi. Selain itu, antena mikrostrip cenderung memiliki lebar pita yang sempit, sehingga kinerjanya terbatas pada rentang frekuensi tertentu. Hal ini dapat terjadi tergantung dengan bahan, desain dan konfigurasi yang digunakan dalam pembuatannya.

Adapun beberapa parameter yang digunakan untuk mengukur bagus atau tidaknya suatu antena, yaitu: 1) Direktivitas antena, 2) Efisiensi, 3) Impedansi, 4) Return Loss, 5) Voltage Wave Standing Ratio (VSWR), 6) Bandwidth, 7) Gain, 8) Beamwidth, 9) Polarisasi antena, dan 10) Pola Radiasi atau Radiation Pattern.

## **2. Metodologi**

### **2.1. Kajian Teori**

#### **2.1.1. Antena Mikrostrip**

Antena mikrostrip adalah jenis antena yang dikembangkan dari struktur pemandu gelombang mikrostrip (*microstrip lines*). *microstrip lines* merupakan jalur-jalur pada sebuah substrat yang terbuat dari material dielektrik seperti pada *printed circuit board* (PCB) (Sandi, 2012 : 44).

Keunggulan dari antena mikrostrip ini adalah ukurannya yang kecil, bobot yang ringan, biaya produksi yang rendah, serta kemudahan integrasi dengan sirkuit terpadu (IC) dan komponen elektronik lainnya. Namun, antena mikrostrip juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti efisiensi radiasi yang lebih rendah dibandingkan dengan antena lainnya, sensitivitas terhadap perubahan lingkungan sekitarnya, memiliki gain yang sangat kecil ( $\pm 6\text{dBi}$ ), mempunyai bandwidth yang kecil, dan hanya bisa memancarkan sinyal dengan daya yang relatif kecil (maksimal 100 Watt).

#### **2.1.2. Parameter Antena Mikrostrip**

##### **2.1.2.1. Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)**

VSWR adalah perbandingan antara tegangan maksimum ( $V_{\text{max}}$ ) dan tegangan minimum ( $V_{\text{min}}$ ) pada suatu gelombang berdiri (standing wave) akibat adanya refleksi gelombang yang disebabkan tidak matching-nya impedansi input antena dengan saluran transmisi dan feeder. Nilai VSWR dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$VSWR = \frac{V_{\text{MAKS}}}{V_{\text{MIN}}} = \frac{V_0^+ + V_0^-}{V_0^+ - V_0^-} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

Koefisien pantul antena didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan gelombang pantul dengan tegangan gelombang datang. Nilai koefisien pantul dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

Dengan:

$V_0^-$  = tegangan gelombang pantul

$V_0^+$  = tegangan gelombang datang

### **2.1.2.2. Impedansi Antena**

Impedansi antena adalah impedansi yang diberikan antena terhadap rangkaian dan saluran diluar antena, impedansi ini merupakan perbandingan antara tegangan dengan arus. Impedansi suatu antena dapat dilihat sebagai impedansi dari antena tersebut dari terminalnya.

$$Z_A = R_A + jX_A$$

Dengan:

$Z_A$  = impedansi terminal antena ( $\Omega$ )

$R_A$  = resistansi terminal antena ( $\Omega$ )

$X_A$  = reaktansi terminal antena ( $\Omega$ )

### **2.1.2.3. Return Loss**

*Return loss* adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. Return loss dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas di antara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena), sehingga ada tidak semua daya diradiasikan melainkan ada yang dipantulkan kembali (Sujarti, 2010 : 15). Return loss dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$Return Loss (dB) = -20 \log |\Gamma|$$

### **2.1.2.4. Bandwidth**

Bandwidth merupakan lebar pita atau rentang frekuensi suatu antena yang di mana antena dapat mentransmisikan atau menerima sinyal dengan efektif dan juga antena dapat memiliki

spesifikasi sesuai dengan yang ditetapkan. Spesifikasi ini meliputi impedansi masukan, polarisasi, beamwidth, polarisasi, gain, efisiensi, VSWR, dan return loss. Sehingga suatu antenna yang memiliki spesifikasi tertentu hanya akan memenuhi spesifikasi tersebut dalam rentang frekuensi kerja sesuai nilai bandwidth yang diberikan. Bandwidth diukur dalam hertz (Hz), dan semakin lebar bandwidth, semakin baik antenna dalam mengoperasikan pada berbagai frekuensi. Untuk persamaan bandwidth dalam persen ( $B_p$ ) atau sebagai bandwidth rasio ( $B_R$ ) dapat dinyatakan dengan persamaan di bawah ini (Punit,2004:22).

$$B_p = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\%$$

$$f_c = \frac{f_u + f_l}{2}$$

$$B_R = \frac{f_u}{f_l}$$

Dengan:

$B_p$  = bandwidth dalam persen (%)

$B_R$  = bandwidth rasio

$f_u$  = frekuensi atas (GHz)

$f_l$  = frekuensi bawah (GHz)

$f_c$  = frekuensi tengah (GHz)

#### 2.1.2.5. *Gain*

*Gain* adalah ukuran dari efisiensi antenna dalam memancarkan atau menerima sinyal dalam suatu arah tertentu. Besarnya gain antenna dapat diukur dengan membandingkan intensitas radiasi maksimum suatu antenna dengan intensitas radiasi antenna sumber dengan daya input yang sama. *Gain* mempunyai satuan *Decibel* (dB), sedangkan satuan *gain* dengan antenna sumber isotropik adalah *decibel isotropic* (dBi). Semakin besar angka gain, semakin efisien antenna dalam mentransmisikan atau menerima sinyal. *Gain* antenna juga merupakan faktor perbandingan antara daya output atau *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) dengan daya input yang diberikan kepada suatu antenna. Intensitas radiasi yang dipancarkan secara isotropis sama dengan daya yang diterima oleh antenna dibagi dengan  $4\pi$  dengan persamaan (Balanis, 2005:65).

$$Gain = 4\pi \frac{\text{intensitas radiasi}}{\text{total daya masukan (yang diterima)}} = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} (\text{tanpa satuan})$$

*Gain* antenna terdiri dari dua jenis yaitu *absolute gain* dan *relative gain*. Definisi *absolute gain* dari sebuah antenna adalah perbandingan antara intensitas radiasi yang dipancarkan oleh antenna pada arah tertentu dengan intensitas radiasi yang akan dihasilkan jika daya yang diterima oleh antenna tersebut sebanding dengan daya yang diterima pada terminal input antenna, yang kemudian dibagi dengan  $4\pi$ . Sedangkan *relative gain* merupakan perbandingan antara perolehan daya pada sebuah arah dengan perolehan daya pada antenna referensi pada arah yang direferensikan juga. Daya masukan harus sama diantara kedua antenna itu, akan tetapi antenna referensi merupakan sumber isotropik yang *lossless* ( $P_{in}$  *lossless*).

#### **2.1.2.6. Direktivitas Antena (*Directivity*)**

Directivity adalah kemampuan antenna untuk memfokuskan (mengarahkan) sinyal dalam arah tertentu. Directivity diukur dalam desibel (dB), dan semakin besar angka directivity, semakin efektif antenna dalam memfokuskan sinyal ke arah tertentu. Directivity dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut.

$$D = \frac{u}{u_i} = \frac{4\pi u}{P_{rad}}$$

Dengan:

D = Direktivitas (dBi)

u = intensitas radiasi antenna (W/satuan sudut ruang)

$u_i$  = intensitas radiasi sumber isotropis (W/satuan sudut ruang)

$P_{rad}$  = total daya yang diradiasikan (W)

#### **2.1.2.7. Pola Radiasi (*Radiation Pattern*)**

Pola radiasi antenna merupakan diagram radiasi yang menunjukkan distribusi daya sinyal yang dipancarkan oleh suatu antenna. Besaran ini diukur dalam ruang pada medan jauh dengan jarak yang konstan terhadap antenna dengan sudut yang bervariasi (sudut  $\theta$  dan sudut  $\phi$ ). Pola radiasi antenna juga menjelaskan bagaimana antenna meradiasikan energi bebas atau bagaimana antenna menerima energi melalui ruang bebas, maka pola radiasi dapat menjadi acuan untuk kebutuhan aplikasi atau media yang digunakan.

#### **2.1.2.8. Polarisasi Antena**

Polarisasi antenna merupakan orientasi perambatan radiasi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh suatu antenna di mana arah elemen antenna terhadap permukaan bumi

sebagai referensi lain. Energi yang berasal dari antenna yang dipancarkan dalam bentuk sphere, dimana bagian kecil dari sphere disebut dengan wave front. Pada umumnya semua titik pada gelombang depan sama dengan jarak antara antenna. Selanjutnya dari antenna tersebut, gelombang akan membentuk kurva yang kecil atau mendekati. Dengan mempertimbangkan jarak, right angle ke arah dimana gelombang tersebut dipancarkan.

### **2.1.3. CST Studio Suite**

#### **2.1.3.1. Mendesain Antena Mikrostrip**

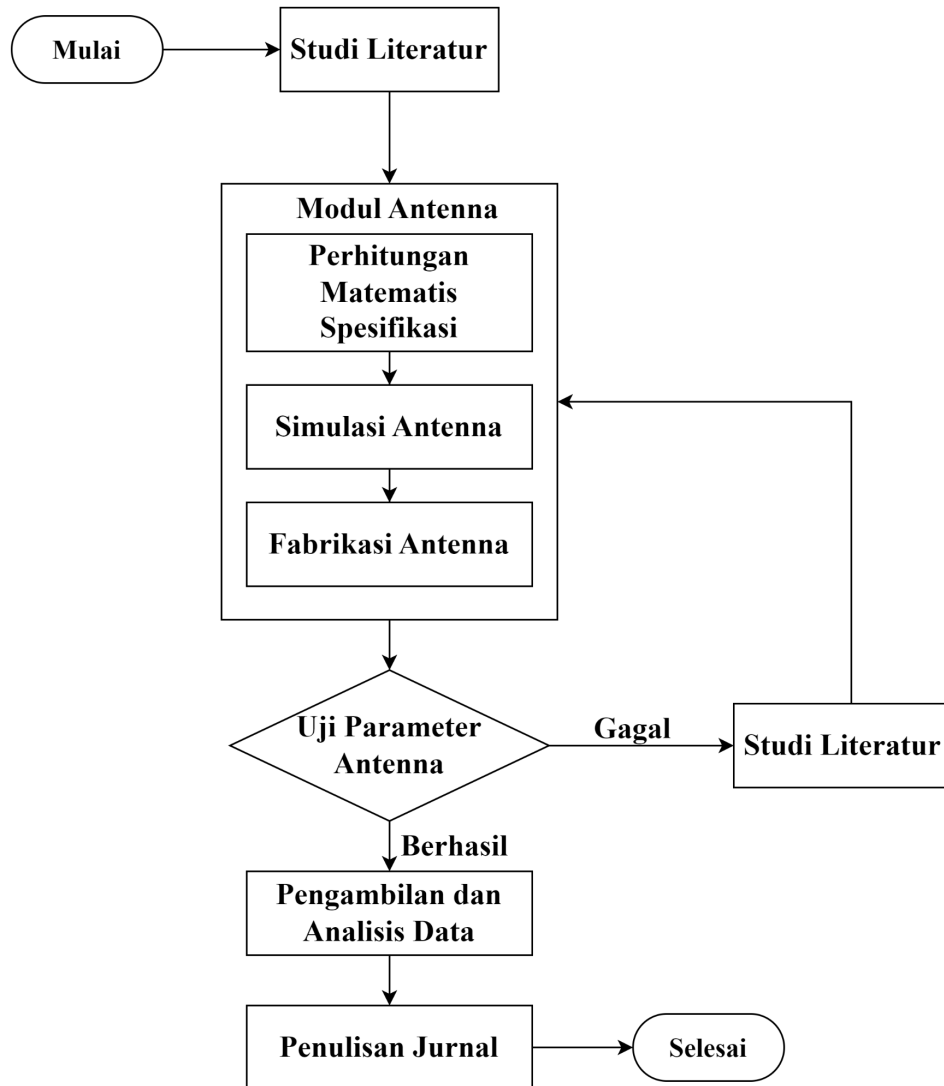
Untuk mendesain antenna mikrostrip, peneliti menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite 2019. Salah satu perangkat yang ada dalam perangkat lunak CST Studio Suite adalah Perangkat lunak CST *Microwave Studio*, perangkat ini dapat mendesain segala macam jenis antenna dan dapat mengukur parameter-parameter antenna sesuai dengan yang kita butuhkan untuk mendesain sebuah antenna tertentu. Untuk mendesain sebuah antenna dengan menggunakan perangkat lunak CST *Microwave Studio* ini, kita harus melakukan langkah-langkah seperti berikut:

1. Set Unit, mengatur satuan yang akan digunakan. Sudah ada pengaturan standar atau *default* dari CST untuk struktur yang berbentuk geometri sehingga units memiliki satuan milimeter (mm) dan frekuensi memiliki satuan gigahertz (GHz).
2. Background Material, mengatur bahan yang akan digunakan untuk mendesain antenna.
3. Define Structure, mendefinisikan struktur yang digunakan untuk mendesain antenna.
4. Set Frequency, mengatur frekuensi kerja yang digunakan untuk mendesain antenna. umumnya diatur di band frekuensi yang digunakan,
5. Set Excitation, mengatur eksitasi yang digunakan untuk mendesain antenna mikrostrip.
6. Set Boundary Condition, mengatur syarat batas pada simulasi atau batasan yang digunakan agar tidak keluar dari hasil yang diinginkan.
7. Set Field Monitor, parameter pada saat simulasi dijalankan.
8. Start Solver, memulai simulasi pada CST Microwave Studio.
9. Analyze Solver, menganalisis hasil dari simulasi,

#### **2.1.3.2. Menguji Antena Mikrostrip**

terdapat dua jenis metode yang dapat digunakan untuk menguji antenna mikrostrip menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite, yaitu *Integral Equation Method* dan *Method of Moment*. *Integral Equation Method* adalah metode dari persamaan integral untuk menghitung kerapatan arus yang terjadi pada permukaan (*surface wave*), metode ini dapat digunakan untuk menghitung kerapatan arus induksi yang tak terdefinisi dengan menggunakan teknik kuantitatif. Sedangkan, *Method of Moment* adalah metode untuk mendapatkan solusi dari persamaan fungsi turunan, integral, dan lain-lain dengan menggunakan bentuk matrik (Balanis, 2005 : 434).

## **2.2. Metode Penelitian**



Gambar 2.1 Diagram Penelitian

Perancangan antenna mikrostrip ini dimulai dengan membuat studi literatur untuk menambah referensi dalam pembuatan dan pemecahan masalah yang ada. Studi literatur yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan berbagai referensi dari artikel, jurnal, web, video pembelajaran dan juga konsultasi dengan dosen yang berkaitan.

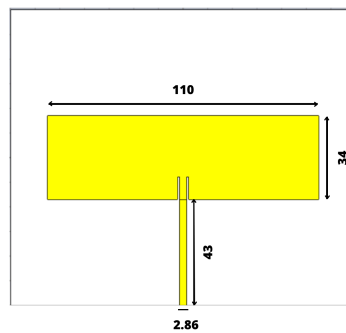
Lalu tahap selanjutnya adalah modul antenna. Yang mana dalam tahap ini penelitian berfokus pada perhitungan matematis, perancangan atau desain, yang kemudian disimulasikan dan akan mendapatkan hasil berupa parameter dari antenna tersebut.

Setelah parameter didapatkan, kemudian parameter tersebut akan diuji dengan membandingkan dengan hasil penelitian lain (jurnal) yang digunakan untuk referensi. Jika hasil yang didapat kurang memuaskan, maka penelitian ini akan diulang ke tahap modul antenna. Akan tetapi, jika penelitian ini mendapatkan hasil yang diinginkan, penelitian ini akan lanjut ke tahap selanjutnya yaitu penulisan jurnal. Di dalam jurnal akan berisi mengenai penelitian ini dari tahap awal hingga akhir kesimpulan.

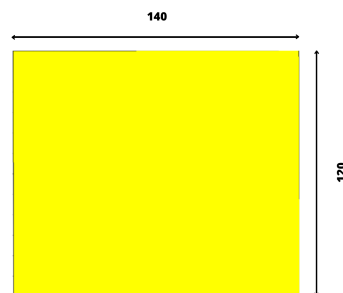


### 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Antena mikrostrip yang dibuat menggunakan materi konduktor yaitu silver, dan materi dielektrik yaitu rogers RO 3003. Silver sebagai patch, feed dan ground. rogers sebagai substrat. antena yang dibuat di desain seperti berikut:



Gambar 3.a Desain Antena Mikrostrip Tampak atas (mm)



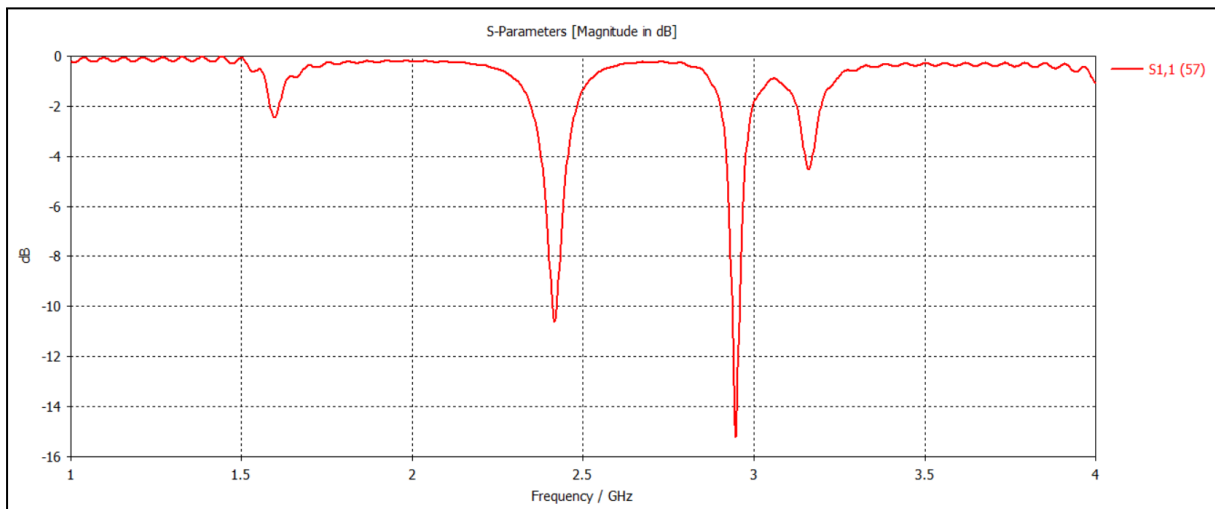
Gambar 3.b Desain Antena Mikrostrip Tampak bawah (mm)



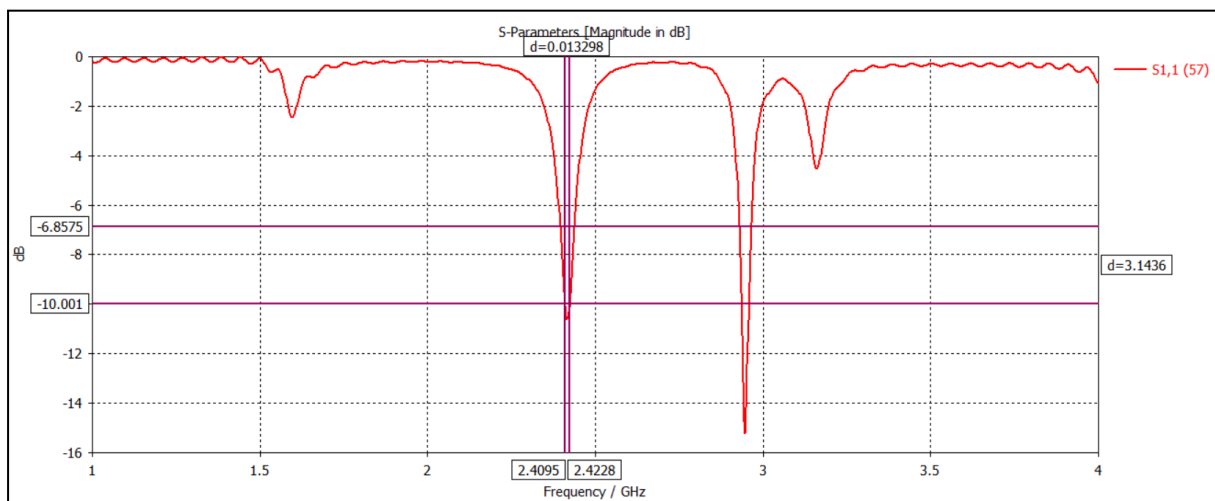
Gambar 3.c Desain ketebalan Antena Mikrostrip (mm)

Hasil yang didapat setelah melakukan perancangan dan simulasi antena mikrostrip sebagai berikut:

#### 3.1 S Parameter



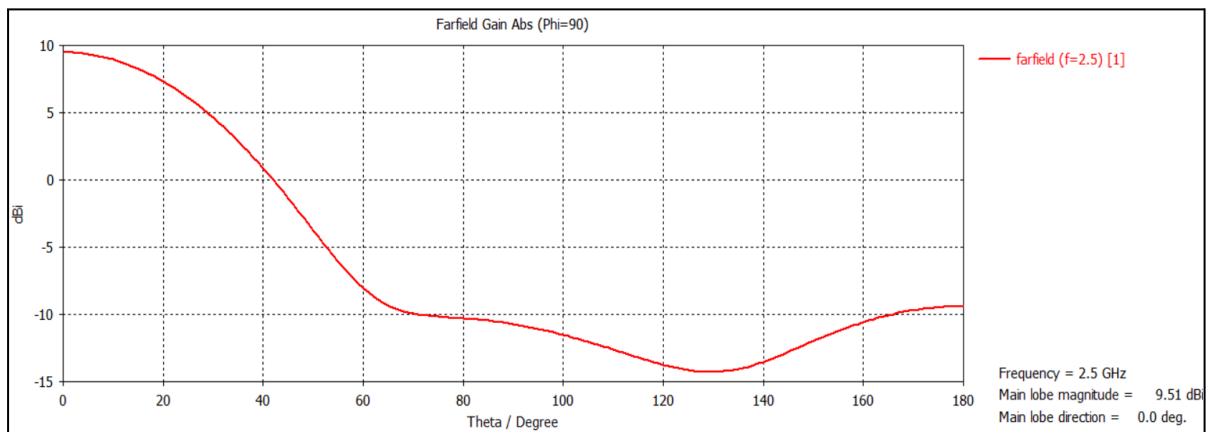
Gambar 3.1.a. S Parameter



Gambar 3.1.b. S Parameter

Dari gambar 1.a. dan gambar 1.b. yang berupa grafik hasil simulasi, Grafik tersebut menunjukkan bandwidth antenna yaitu pada frekuensi 2.4095 GHz - 2.4228 GHz.

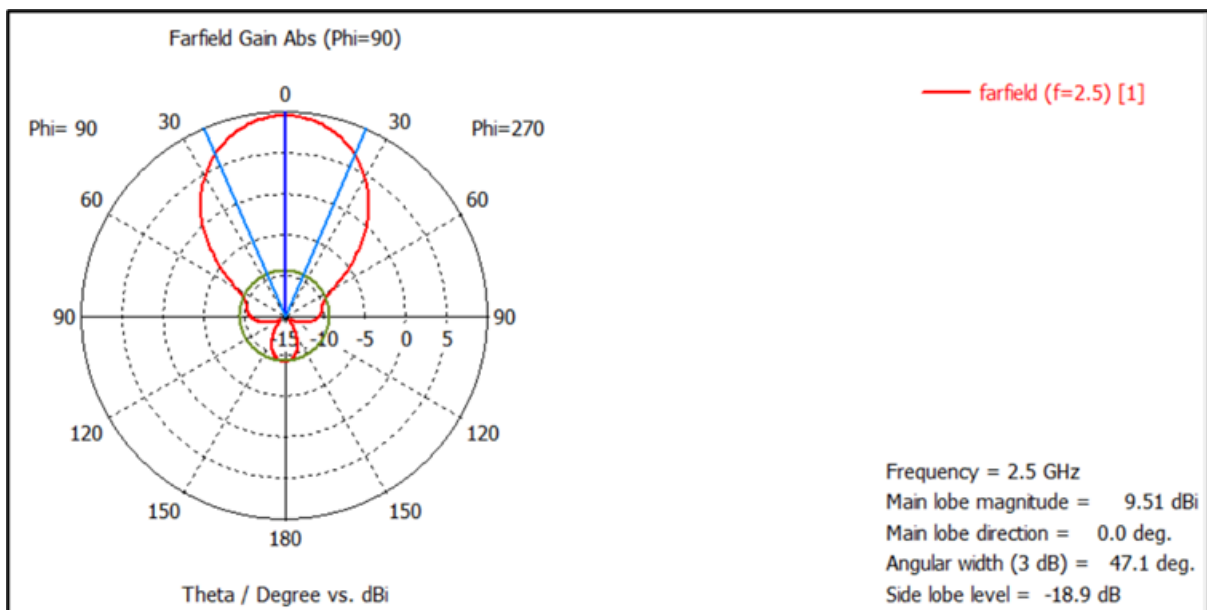
### 3.2 Gain



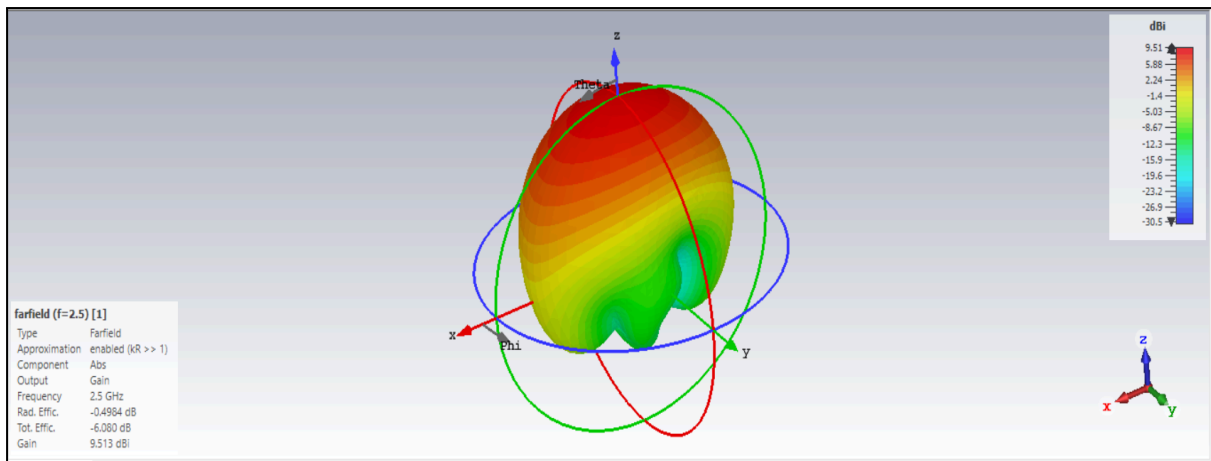
Gambar 3.2 Gain

Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa gain antenna mencapai 9.51 dBi pada frekuensi 2.5 GHz.

### 3.3 Pola Radiasi

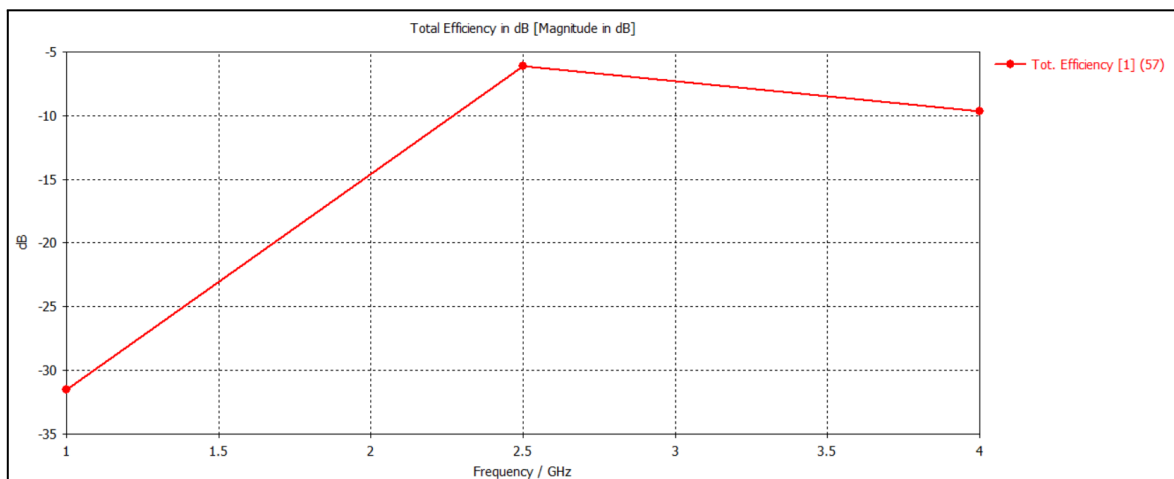


Gambar 3.3.a. Pola radiasi dalam polar



Gambar 3.3.b. Pola radiasi dalam 3D

### 3.4 Efisiensi



Gambar 3.5 Total efisiensi

Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa total efisiensi antenna berada pada -6.080 dB.

### Kesimpulan

Telah dilakukan beberapa kali simulasi dan optimasi untuk mendapatkan spesifikasi terbaik pada antenna ini. antenna ini lebih unggul dibandingkan dengan yang lain karena gain antenna ini mencapai 9.51 dBi. Adapun antenna ini memiliki kekurangan yaitu bandwidth antenna yang masih sangat kecil dibandingkan dengan yang lain yaitu pada 2.4 GHz - 2.42 GHz dan antenna ini masih memiliki ukuran yang cukup besar yaitu memiliki luas (12 x 14)cm persegi.

## Daftar Pustaka

Ashyap, A.Y.I., Dahlan, S.H., Abidin, Z.Z. et al. C-shaped antenna based artificial magnetic conductor structure for wearable IoT healthcare devices. *Wireless Netw* 27, 4967–4985 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11276-021-02770-4>

Esmaeli, S.H., Sedighy, S.H. Application of artificial magnetic conductor metasurface for optimum design of slotted waveguide array antenna. *Appl. Phys. A* 124, 136 (2018). <https://doi.org/10.1007/s00339-018-1574-9>

Design of Miniaturized Antena for IoT Application Using Metamaterial *IIUM Engineering Journal*, Vol. 24, No. 1, (2023). Jusoh et al.. <https://doi.org/10.31436/iiumej.v24i1.2505>

Illahi, M.U., Khan, M.U. et al. A highly compact Fabry Perot cavity-based MIMO antenna with decorrelated fields. *Scientific Reports* volume 12, Article number: 14021 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18050-w>

Rambe, A. H. (2012). *Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya*.

Sugiarto, S. K., Mujahidin, I., & Setiawan, A. B. (2019). 2, 5 GHz Antena Mikrostrip Polarisasi Circular Model Patch Yin Yang untuk Wireless Sensor. *JEECAE (Journal Electr. Electron. Control. Automot. Eng., vol. 4, no. 2, pp. 297–300*.

Susyanto, N. T., Yunita, T., & Nur, L. O. (2018). *Antena Mikrostrip Bahan Tekstil Frekuensi 2, 45 GHz Untuk Aplikasi Telemedis. Prosiding Semnastek*.

Zhao, W., Ni, H., Ding, C. et al. 2D Titanium carbide printed flexible ultrawideband monopole antenna for wireless communications. *Nat Commun* 14, 278 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-35371-6>