

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alat yang Digunakan

Dalam penelitian ini, berbagai alat dan bahan digunakan untuk membantu kelancaran prosesnya. Alat-alat tersebut berupa komponen perangkat keras dan perangkat lunak, dengan fokus pada penggunaan data komputasi dalam merancang antena.

3.1.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Prosesor 12th Gen Intel(R) Core (TM) i5-12500H
2. *Graphics processing unit* (GPU) Nvidia RTX 3050
3. Windows 11 *home* (64-Bit)
4. Ram 16 GB

3.1.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan adalah CST *studio suite* 2022. CST *Studio suite* merupakan perangkat lunak yang diperuntukkan untuk menganalisis dan merancang komponen serta sistem elektromagnetik dalam tiga dimensi. Perangkat lunak ini digunakan untuk menjalankan simulasi dalam merancang antena mikrostrip rectangular *patch*, serta mengevaluasi parameter antena seperti *return loss*, VSWR, *bandwidth*, *gain*, pola radiasi, dan parameter S.

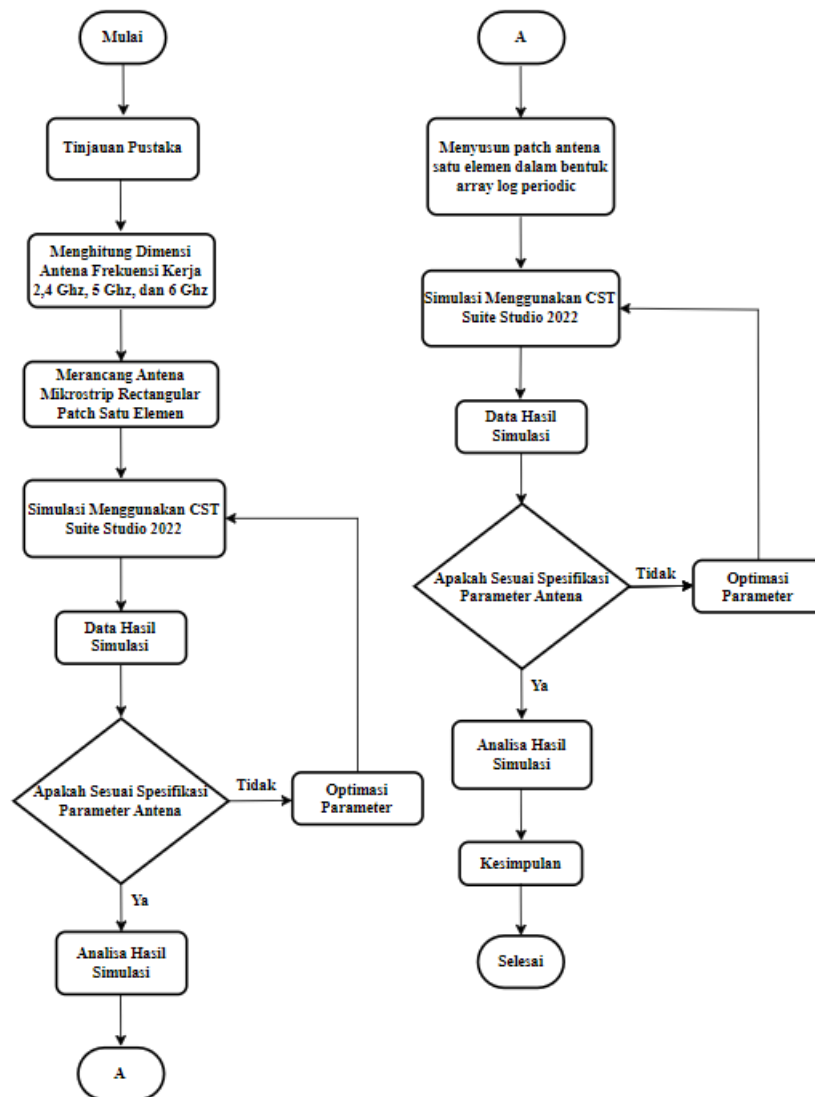
3.1.3 Data Perhitungan

Penelitian ini berlandaskan pada analisis hasil simulasi perancangan antena yang telah dioptimalkan menggunakan perangkat lunak simulasi CST *Studio suite* 2022. Data perancangan antena yang dipakai dalam simulasi diperoleh dari hasil perhitungan dimensi antena yang disesuaikan dengan frekuensi dan spesifikasi material yang digunakan. Data perancangan ini menjadi

acuan utama dalam proses simulasi untuk mencapai spesifikasi antenna yang diinginkan.

3.2 Alur Penelitian

Penelitian ini berfokus pada perancangan antenna mikrostrip *array log periodic* untuk aplikasi WI-FI 7. Antenna ini dirancang agar dapat beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz, 5 GHz, dan 6 GHz, sesuai dengan standar WI-FI 7. Tujuan utama dari penciptaan frekuensi *multiband* pada desain antenna mikrostrip *array log periodic* ini adalah untuk memanfaatkan salah satu fitur pada teknologi WI-FI 7, yaitu operasi *multi-link*. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Flowchart alur penelitian

Dalam perancangan antenna mikrostrip *patch rectangular* menggunakan pencatuan *feedline* dan teknik *array log periodic* pada frekuensi multi-band, tahap pertama adalah mengumpulkan berbagai referensi seperti jurnal, skripsi, buku, dan paper terkait dengan desain antenna mikrostrip serta teknologi WI-FI 7. Tahap kedua melibatkan penentuan spesifikasi parameter antenna yang akan dirancang, termasuk frekuensi kerja, konstanta dielektrik bahan, serta parameter seperti *return loss*, *VSWR*, *bandwith*, *gain*, dan pola radiasi. Tahap ketiga adalah menetapkan spesifikasi bahan yang akan digunakan, dengan FR-4 epoxy dipilih untuk substrat dan tembaga untuk *groundplane* dan *patch* antenna. Langkah keempat melibatkan perhitungan ukuran antenna dimulai dari substrat, *patch*, termasuk lebar *patch* antenna (*W*), panjang *patch* antenna (*L*), lebar *groundplane* (*Wg*), panjang *groundplane* (*Lg*), panjang mikrostrip *feedline* (*Lf*), dan lebar mikrostrip *feedline* (*Wf*).

Setelah menghitung dimensi antenna, langkah berikutnya adalah melakukan simulasi menggunakan CST *Studio suite 2022*. Simulasi ini memiliki tujuan yaitu memverifikasi parameter antenna yang direncanakan. Hasil simulasi dievaluasi untuk memastikan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Jika tidak sesuai, dilakukan optimasi dimensi *patch*, *inset feed*, dan *feedline*. Setelah parameter antenna memenuhi spesifikasi yang diinginkan, dilakukan tahap analisa untuk mengambil kesimpulan dari data simulasi.

3.3 Spesifikasi Parameter Antena

Penelitian ini berfokus pada perancangan antenna mikrostrip *patch array log periodic* yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz, 5 GHz, dan 6 GHz, selaras dengan standar WI-FI 7. Perancangan antenna ini mempertimbangkan beberapa parameter penting seperti yang ada pada tabel 3.1 yaitu:

Tabel 3.1 Spesifikasi parameter antenna

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi Kerja	2,4 GHz, 5 GHz, dan 6 GHz
Pola radiasi	<i>omnidirectional</i>
<i>Gain</i>	$\geq 2\text{dBi}$

Parameter	Spesifikasi
<i>Bandwith</i>	≥ 50 MHz
VSWR	≤ 2
<i>Return loss</i>	≤ -10 dB

3.4 Spesifikasi Bahan Antena

Bahan yang digunakan dalam perancangan antena mikrostrip *rectangular patch* terdiri dari dua jenis utama. Tembaga (*copper*) digunakan untuk *groundplane* dan *patch* antena, sedangkan FR-4 digunakan untuk substrat antena. Spesifikasi bahan tembaga terdapat pada tabel 3.1, sementara spesifikasi bahan FR-4 dapat ditemukan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi bahan FR-4

Material	Spesifikasi		
	Ketebalan (h)	Konstanta Dielektrik (ϵ_r)	Electric Tand (mm^2/s)
FR-4 epoxy (<i>lossy</i>)	1,6 mm	4,4	0,025

Tabel 3.3 Spesifikasi bahan Copper

Material	Spesifikasi		
	Ketebalan (h)	Konstanta Dielektrik (ϵ_r)	Electric Tand (mm^2/s)
<i>Copper</i> (<i>annealed</i>)	0,035 mm	1	-

Pemilihan material epoxy FR-4 untuk substrat antena dikarenakan material ini mempunyai konstanta dielektrik yang rendah untuk meningkatkan *bandwith* antena, ketebalan yang tipis untuk meningkatkan kinerja antena, dan harga yang relatif murah. Sedangkan tembaga digunakan untuk *patch*, *feedline*, dan *ground plane* karena bahan ini umum digunakan dalam antena mikrostrip karena ketersediaannya yang baik dan memiliki konduktivitas yang tinggi.

3.5 Perhitungan Dimensi Antena

Perhitungan dimensi antena digunakan untuk menentukan ukuran antena yang akan dirancang dalam *software* simulasi CST *Studio suite 2022*. Ini mencakup perhitungan dimensi *patch*, substrat, *groundplane*, dan saluran transmisi. Penelitian ini berfokus pada menggunakan antena *array log periodic* untuk teknologi WI-FI pada frekuensi band, termasuk 2,4 GHz, 5 GHz, dan 6 GHz. berikut adalah perhitungan dimensi antena:

1. Menghitung lebar *patch* antena (w_p) frekuensi 2,4 GHz

Menghitung lebar *patch* antena (w_p) menggunakan persamaan 2.1, dengan nilai frekuensi kerja $f = 2,4$ GHz dan konstanta dielektrik $\epsilon_r = 4,4$.

$$w_p = \frac{c}{2fc} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}$$

$$w_p = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 2,4 \times 10^9} \sqrt{\frac{2}{4,4 + 1}}$$

$$w_p = 38,036 \text{ mm}$$

2. Menghitung panjang *patch* antena (L_p) frekuensi 2,4 GHz

Menghitung panjang elemen *patch* antena diperlukan nilai konstanta dielektrik efektif (ϵ_{eff}) dan nilai efek medan tepi pada *patch* (ΔL), dengan menggunakan persamaan 2.2 sampai 2.5.

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12h_s/w_p}} \right)$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{4,4 + 1}{2} + \frac{4,4 - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \times 1,6/38,017}} \right)$$

$$\epsilon_{eff} = 4,085$$

$$\Delta L = 0,412h_s \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{w_p}{h_s} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left(\frac{w_p}{h_s} + 0,813 \right)}$$

$$\Delta L = 0,412 \times 1,6 \frac{(4,805 + 0,3) \left(\frac{38,017}{1,6} + 0,264 \right)}{(4,805 - 0,258) \left(\frac{38,017}{1,6} + 0,813 \right)}$$

$$\Delta L = 0,723 \text{ mm}$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2fc\sqrt{\epsilon_{eff}}}$$

$$L_{eff} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 2,4 \times 10^9 \sqrt{4,805}}$$

$$L_{eff} = 28,512 \text{ mm}$$

$$L_p = L_{eff} - 2\Delta L$$

$$L_p = 28,512 - 2 \times 0,735$$

$$L_p = 27,066 \text{ mm}$$

3. Menghitung lebar substrat (W_g) frekuensi 2,4 GHz

Menghitung lebar substrat (W_g) menggunakan persamaan 2.7, dengan nilai $w_p = 38,03 \text{ mm}$ dan $h = 1,6 \text{ mm}$

$$W_g = 2w_p$$

$$W_g = 2 \times 38,036$$

$$W_g = 76,072 \text{ mm}$$

4. Menghitung panjang susbrat (L_g) frekuensi 2,4 GHz

Menghitung panjang substrat (L_g) menggunakan persamaan 2.6, dengan nilai $L_p = 27,066 \text{ mm}$ dan $h = 1,6 \text{ mm}$

$$L_g = 2L_p$$

$$L_g = 2 \times 27,066$$

$$L_g = 54,132 \text{ mm}$$

5. Menghitung panjang mikrostrip *feedline* (L_f) frekuensi 2,4 GHz

Menghitung panjang mikrostrip *feedline* (L_f) diperlukan nilai panjang gelombang di udara bebas (λ_0) dan panjang gelombang pada bahan dielektrik (λ_g), dengan menggunakan persamaan 2.9 dan 2.10.

$$\lambda_0 = \frac{c}{f}$$

$$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{2,4 \times 10^9}$$

$$\lambda_0 = 125 \text{ mm}$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}}$$

$$\lambda_g = \frac{125}{\sqrt{4,085}}$$

$$\lambda_g = 61,846 \text{ mm}$$

$$L_f = \frac{1}{4} \lambda_g$$

$$L_f = \frac{1}{4} \times 0,061$$

$$L_f = 15,461 \text{ mm}$$

6. Menghitung jarak *inset feed* dari tepi *patch* (y_0) frekuensi 2,4 GHz

Menghitung jarak *inset feed* dari tepi *patch* (y_0) menggunakan persamaan 2.8, dengan nilai konstanta dielektrik $\epsilon_r = 4,4$ dan nilai panjang *patch* $L_p = 20,766$ mm.

$$y_0 = (S) \times \left[\frac{L}{2} \times 10^{-4} (0,001699 \epsilon_r^7 + 0,13761 \epsilon_r^6 - 6,1783 \epsilon_r^5 + 93,187 \epsilon_r^4 - 682,69 \epsilon_r^3 + 2561,9 \epsilon_r^2 - 4043 \epsilon_r + 6697) \right]$$

$$y_0 = (0,83477) \times \left[\frac{27,066}{2} \times 10^{-4} (0,001699 \times 4,4^7 + 0,13761 \times 4,4^6 - 6,1783 \times 4,4^5 + 93,187 \times 4,4^4 - 682,69 \times 4,4^3 + 2561,9 \times 4,4^2 - 4043 \times 4,4 + 6697) \right]$$

$$y_0 = 6,939 \text{ mm}$$

7. Menghitung lebar *patch* antenna (w_p) frekuensi 5 GHz

Menghitung lebar *patch* antenna (w_p) menggunakan persamaan 2.1, dengan nilai frekuensi kerja $f = 5$ GHz dan konstanta dielektrik $\epsilon_r = 4,4$.

$$w_p = \frac{c}{2fc} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}$$

$$w_p = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 5 \times 10^9} \sqrt{\frac{2}{4,4 + 1}}$$

$$w_p = 18,24 \text{ mm}$$

8. Menghitung panjang *patch* antenna (L_p) frekuensi 5 GHz

Menghitung panjang elemen *patch* antenna diperlukan nilai konstanta dielektrik efektif (ϵ_{eff}) dan nilai efek medan tepi pada *patch* (ΔL), dengan menggunakan persamaan 2.2 sampai 2.5.

$$\epsilon_{\text{eff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12h_s/w_p}} \right)$$

$$\epsilon_{\text{eff}} = \frac{4,4 + 1}{2} + \frac{4,4 - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \times 1,6/18,24}} \right)$$

$$\epsilon_{\text{eff}} = 3,884$$

$$\Delta L = 0,412h_s \frac{(\epsilon_{\text{eff}} + 0,3) \left(\frac{w_p}{h_s} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{\text{eff}} - 0,258) \left(\frac{w_p}{h_s} + 0,813 \right)}$$

$$\Delta L = 0,412 \times 1,6 \frac{(3,884 + 0,3) \left(\frac{18,24}{1,6} + 0,264 \right)}{(3,884 - 0,258) \left(\frac{18,24}{1,6} + 0,813 \right)}$$

$$\Delta L = 0,726 \text{ mm}$$

$$L_{\text{eff}} = \frac{c}{2fc\sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}}$$

$$L_{\text{eff}} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 5 \times 10^9 \sqrt{3,884}}$$

$$L_{\text{eff}} = 15,222 \text{ mm}$$

$$L_p = L_{\text{eff}} - 2\Delta L$$

$$L_p = 15,222 - 2 \times 0,726$$

$$L_p = 13,68 \text{ mm}$$

9. Menghitung lebar substrat (W_g) frekuensi 5 GHz

Menghitung lebar substrat (W_g) menggunakan persamaan 2.7, dengan nilai $w_p = 18,24$ mm dan $h = 1,6$ mm.

$$W_g = 2w_p$$

$$W_g = 2 \times 18,24$$

$$W_g = 36,48 \text{ mm}$$

10. Menghitung panjang susbtrat (L_g) frekuensi 5 GHz

Menentukan panjang substrat (L_g) menggunakan persamaan 2.6, dengan nilai $L_p = 13,68$ mm dan $h = 1,6$ mm.

$$L_g = 2L_p$$

$$L_g = 2 \times 13,68$$

$$L_g = 27,36 \text{ mm}$$

11. Menghitung panjang mikrostrip *feedline* (L_f) frekuensi 5 GHz

Menghitung panjang mikrostrip *feedline* (L_f) diperlukan nilai panjang gelombang di udara bebas (λ_0) dan panjang gelombang pada bahan dielektrik (λ_g), dengan menggunakan persamaan 2.9 dan 2.10.

$$\lambda_0 = \frac{c}{f}$$

$$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^9}$$

$$\lambda_0 = 60 \text{ mm}$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}}$$

$$\lambda_g = \frac{60}{\sqrt{3,884}}$$

$$\lambda_g = 30,444 \text{ mm}$$

$$L_f = \frac{1}{4} \lambda_g$$

$$L_f = \frac{1}{4} \times 30,444$$

$$L_f = 7,611 \text{ mm}$$

12. Menghitung jarak *inset feed* dari tepi *patch* (y_0) frekuensi 5 GHz

Menghitung jarak *inset feed* dari tepi *patch* (y_0) menggunakan persamaan 2.8, dengan nilai konstanta dielektrik $\epsilon_r = 4,4$ dan nilai panjang *patch* $L_p = 13,68$ mm.

$$y_0 = (S) \times \left[\frac{L}{2} \times 10^{-4} (0,001699 \epsilon_r^7 + 0,13761 \epsilon_r^6 - 6,1783 \epsilon_r^5 + 93,187 \epsilon_r^4 - 682,69 \epsilon_r^3 + 2561,9 \epsilon_r^2 - 4043 \epsilon_r + 6697) \right]$$

$$y_0 = (0,83477) \times \left[\frac{13,68}{2} \times 10^{-4} (0,001699 \times 4,4^7 + 0,13761 \times 4,4^6 - 6,1783 \times 4,4^5 + 93,187 \times 4,4^4 - 682,69 \times 4,4^3 + 2561,9 \times 4,4^2 - 4043 \times 4,4 + 6697) \right]$$

$$y_0 = 3,507 \text{ mm}$$

13. Menghitung lebar *patch* antenna (w_p) frekuensi 6 GHz

Menghitung lebar *patch* antenna (w_p) menggunakan persamaan 2.1, dengan nilai frekuensi kerja $f = 6$ GHz dan konstanta dielektrik $\epsilon_r = 4,4$.

$$w_p = \frac{c}{2fc} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}$$

$$w_p = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 6 \times 10^9} \sqrt{\frac{2}{4,4 + 1}}$$

$$w_p = 15,10 \text{ mm}$$

14. Menghitung panjang *patch* antenna (L_p) frekuensi 6 GHz

Menghitung panjang elemen *patch* antenna diperlukan nilai konstanta dielektrik efektif (ϵ_{eff}) dan nilai efek medan tepi pada *patch* (ΔL), dengan menggunakan persamaan 2.2 sampai 2.5.

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12h_s/w_p}} \right)$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{4,4 + 1}{2} + \frac{4,4 - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \times 1,6/18,24}} \right)$$

$$\epsilon_{eff} = 3,830$$

$$\Delta L = 0,412h_s \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{w_p}{h_s} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left(\frac{w_p}{h_s} + 0,813 \right)}$$

$$\Delta L = 0,412 \times 1,6 \frac{(3,884 + 0,3) \left(\frac{18,24}{1,6} + 0,264 \right)}{(3,884 - 0,258) \left(\frac{18,24}{1,6} + 0,813 \right)}$$

$$\Delta L = 0,721 \text{ mm}$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2fc\sqrt{\epsilon_{eff}}}$$

$$L_{eff} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 6 \times 10^9 \sqrt{3,884}}$$

$$L_{eff} = 12,774 \text{ mm}$$

$$L_p = L_{eff} - 2\Delta L$$

$$L_p = 15,222 - 2 \times 0,726$$

$$L_p = 11,332 \text{ mm}$$

15. Menghitung lebar substrat (W_g) frekuensi 6 GHz

Menghitung lebar substrat (W_g) menggunakan persamaan 2.7, dengan nilai $w_p = 15,10 \text{ mm}$ dan $h = 1,6 \text{ mm}$.

$$Wg = 2w_p$$

$$Wg = 2 \times 15,10$$

$$Wg = 30,20 \text{ mm}$$

16. Menghitung panjang substrat (L_g) frekuensi 6 GHz

Menghitung panjang substrat (L_g) menggunakan persamaan 2.6, dengan nilai $L_p = 11,332 \text{ mm}$ dan $h = 1,6 \text{ mm}$.

$$Lg = 2L_p$$

$$Lg = 2 \times 11,332$$

$$Lg = 20,664 \text{ mm}$$

17. Menghitung panjang mikrostrip *feedline* (L_f) frekuensi 6 GHz

menentukan panjang mikrostrip *feedline* (L_f) diperlukan nilai panjang gelombang di udara bebas (λ_0) dan panjang gelombang pada bahan dielektrik (λ_g), dengan menggunakan persamaan 2.9 dan 2.10.

$$\lambda_0 = \frac{c}{f}$$

$$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^9}$$

$$\lambda_0 = 50 \text{ mm}$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}}$$

$$\lambda_g = \frac{50}{\sqrt{3,830}}$$

$$\lambda_g = 25,548 \text{ mm}$$

$$L_f = \frac{1}{4} \lambda_g$$

$$L_f = \frac{1}{4} \times 25,548$$

$$L_f = 6,387 \text{ mm}$$

18. Menghitung jarak *inset feed* dari tepi *patch* (y_0) frekuensi 6 GHz

Menentukan jarak *inset feed* dari tepi *patch* (y_0) menggunakan persamaan 2.8, dengan nilai konstanta dielektrik $\epsilon_r = 4,4$ dan nilai panjang *patch* $L_p = 11,332 \text{ mm}$. Nilai-nilai ini penting untuk memastikan performa optimal dari desain antena mikrostrip.

$$y_0 = (S) \times \left[\frac{L}{2} \times 10^{-4} (0,001699 \epsilon_r^7 + 0,13761 \epsilon_r^6 - 6,1783 \epsilon_r^5 + 93,187 \epsilon_r^4 - 682,69 \epsilon_r^3 + 2561,9 \epsilon_r^2 - 4043 \epsilon_r + 6697) \right]$$

$$y_0 = (0,83477) \times \left[\frac{11,332}{2} \times 10^{-4} (0,001699 \times 4,4^7 + 0,13761 \times 4,4^6 - 6,1783 \times 4,4^5 + 93,187 \times 4,4^4 - 682,69 \times 4,4^3 + 2561,9 \times 4,4^2 - 4043 \times 4,4 + 6697) \right]$$

$$y_0 = 2.905 \text{ mm}$$

19. Menghitung lebar mikrostrip *microstrip line* (W_f)

Sebelum menentukan lebar mikrostrip *feedline* (W_f) diperlukan nilai medan magnetik (B), dengan menggunakan persamaan 2.9.

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$B = \frac{60 \times 3,14^2}{50\sqrt{4,4}}$$

$$B = 5.640 \text{ T}$$

$$W_f = \frac{2h_s}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} (\ln(B - 1) + 0,39) - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right]$$

$$W_f = \frac{2 \times 1,6}{3,14} \left[5,640 - 1 - \ln(2 \times 5,640 - 1) + \frac{4,4 - 1}{2 \times 4,4} (\ln(5,640 - 1) + 0,39) - \frac{0,61}{4,4} \right]$$

$$W_f = 2,970 \text{ mm}$$

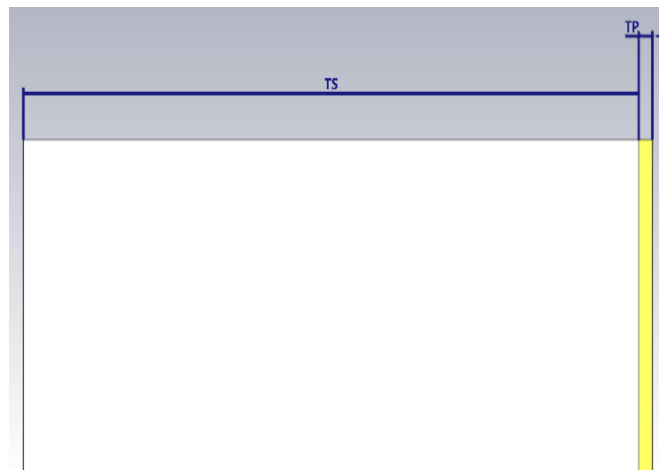
3.6 Perancangan Antena

Setelah menghitung dimensi antena mikrostrip, langkah berikutnya adalah perancangan antena mikrostrip yang dilakukan dalam dua tahap utama. Tahap pertama adalah perancangan antena mikrostrip satu elemen dengan frekuensi kerja 2,4 GHz, 5 GHz, dan 6 GHz. Optimasi dilakukan dengan mengubah dimensi *patch*, *feedline*, dan *inset feed* untuk meningkatkan kinerja antena. Pada tahap kedua, antena satu elemen yang telah dioptimalkan disusun dalam bentuk *array log periodic* untuk mencapai frekuensi ganda: 5 GHz dan 6 GHz, 2,4 GHz dan 6

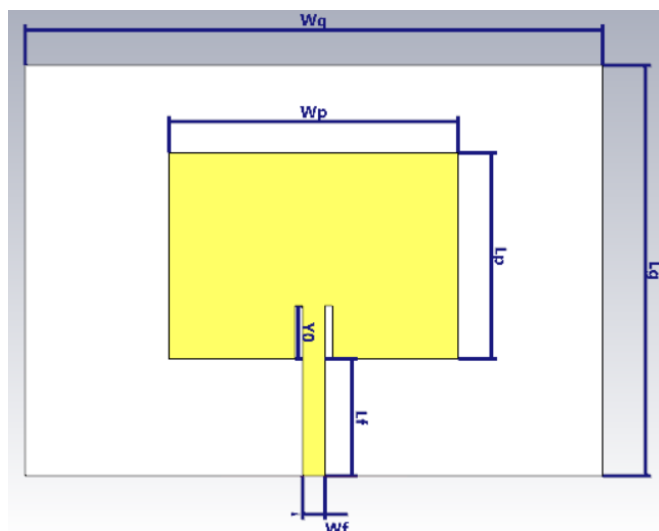
GHz, serta 2,4 GHz dan 5 GHz. Pencatuan menggunakan *inset feed* bertujuan untuk meningkatkan parameter seperti *return loss*, *gain*, *bandwidth*, dan *VSWR*.

3.6.1 Perancangan Antena Mikrostrip Satu Elemen

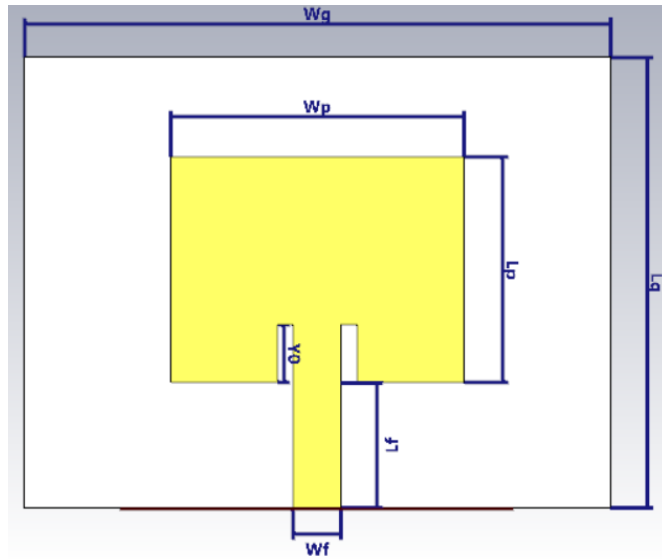
Perancangan antena mikrostrip satu elemen menggunakan pencatuan insetfeed. Tujuan daripada penggunaan pencatuan insetfeed adalah untuk meningkatkan parameter seperti *return loss*, *gain*, *bandwidth*, dan *VSWR*. Perancangan ini menggunakan ukuran dimensi berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan rumus empiris yang ada pada dasar teori. Untuk desain awal antena mikrostrip satu elemen untuk frekuensi 2,4 GHz, 5 GHz, dan 6 GHz dapat dilihat pada gambar 3.3, 3.4, dan 3.5.



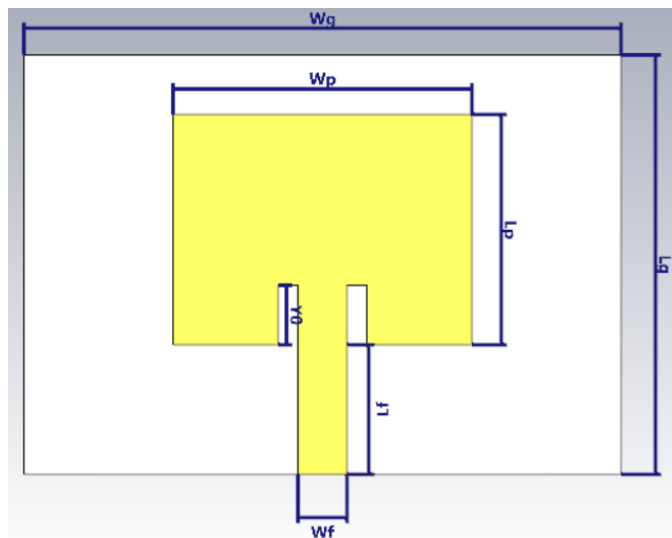
Gambar 3.2 Tampak kanan antena mikrostrip satu elemen



Gambar 3.3 Desain awal antena mikrostrip satu elemen frekuensi 2,4 GHz



Gambar 3.4 Desain awal antenna mikrostrip satu elemen frkekuensi 5 GHz



Gambar 3.5 Desain awal antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 6 GHz

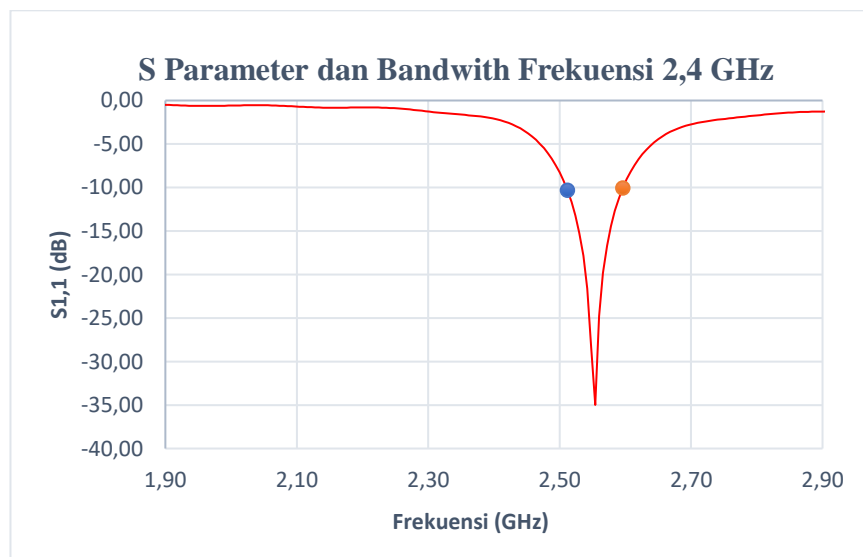
Dimensi desain awal antenna mikrostrip satu elemen untuk frekuensi 2,4 GHz, 5 GHz, dan 6 GHz didasarkan pada perhitungan menggunakan rumus empiris. Rumus empiris yang digunakan dalam perhitungan dimensi desain awal antenna mikrostrip satu elemen menggunakan persamaan 2.1 sampai dengan persamaan 2.9 yang ada pada dasar teori. Detail ukuran dimensi awal antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 2,4 GHz, 5 GHz, dan 6 GHz dapat dilihat pada tabel 3.4. Pada tabel 3.4 memuat informasi mengenai ukuran dimensi komponen tinggi substrat, tinggi *patch*, lebar *microstrip line*, lebar *patch*, panjang *patch*, lebar substrat, panjang substrat, panjang *feedline*, dan *insetfeed* dari tepi *patch*.

Tabel 3.4 Spesifikasi dimensi antenna berdasarkan perhitungan

Komponen	Simbol	Dimensi (mm)		
		2,4 GHz	5 GHz	6 GHz
Tinggi substrat	TS	1,6		
Tinggi <i>patch</i>	TP	0,035		
Lebar <i>microstrip line</i>	Wf	2,970		
Lebar <i>patch</i>	Wp	38,036	18,24	15,10
Panjang <i>patch</i>	Lp	27,066	13,68	11,332
Lebar substrat	Wg	76,072	36,48	30,20
Panjang substrat	Lg	54,132	27,36	20,664
Panjang <i>feedline</i>	Lf	15,461	7,611	6,387
<i>inset feed</i> dari tepi <i>patch</i>	Y ₀	6,939	3.507	2,905

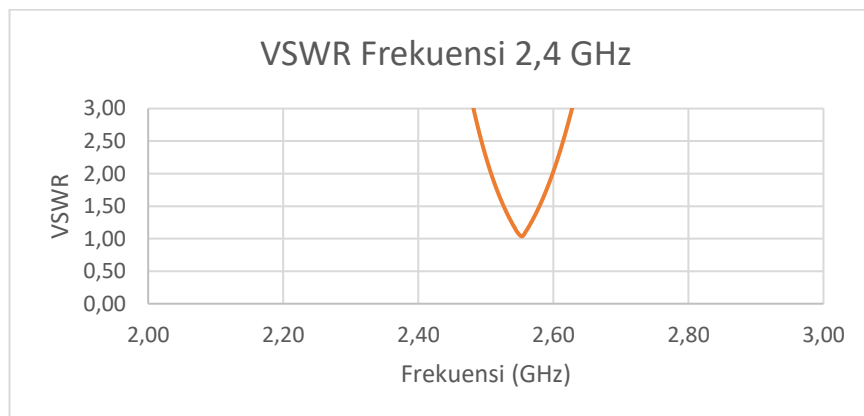
3.6.2 Simulasi Antena Mikrostrip Satu Elemen Frekuensi 2,4 GHz

Simulasi antena mikrostrip satu elemen pada frekuensi 2,4 GHz menggunakan pencatutan insetfeed dilakukan. Proses ini bertujuan mengukur berbagai parameter antena, termasuk *return loss*, VSWR, *gain*, *bandwith*, dan pola radiasi. Hasil simulasi akan memberikan informasi tentang kinerja antena tersebut.



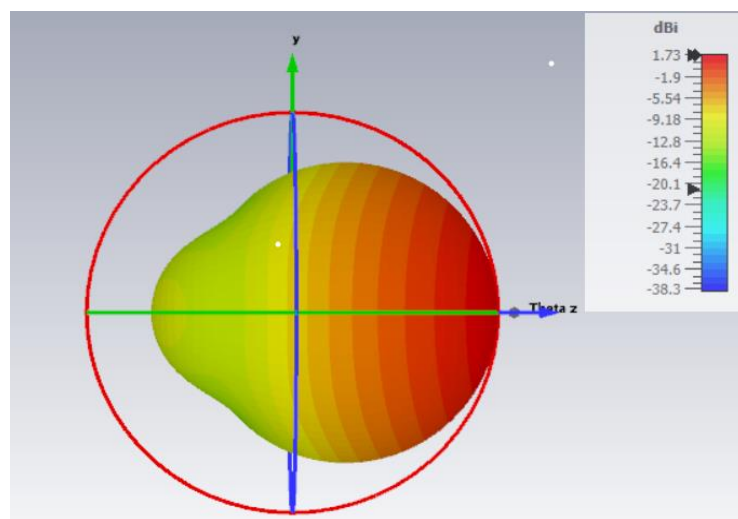
Gambar 3. 6 S Parameter dan *bandwith* antena mikrostrip satu elemen frekuensi 2,4 GHz

Pada gambar 3.6 menunjukkan grafik kurva s parameter dan *bandwith* antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 2,4 GHz. Pada grafik kurva tersebut memuat informasi mengenai nilai *return loss* dan *bandwith*. Untuk nilai *return loss* yang didapatkan yaitu -34,989 dB, sedangkan untuk nilai *bandwith* yang didapatkan yaitu 86 MHz. Berdasarkan hasil parameter tersebut, nilai *return loss* dan *bandwith* telah memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan yaitu ≤ -10 dB untuk *return loss* dan ≥ 50 MHz untuk *bandwith*.



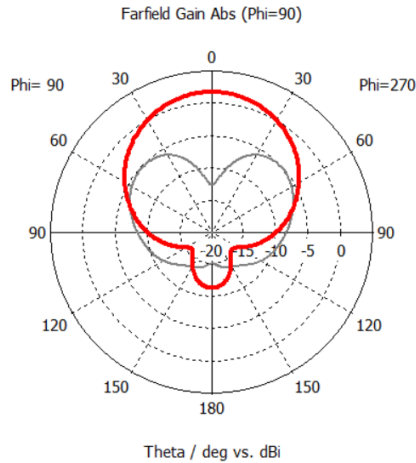
Gambar 3.7 VSWR antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 2,4 GHz

Pada gambar 3.7 menunjukkan parameter VSWR antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 2,4 GHz. Nilai VSWR yang didapatkan adalah 1,036. Nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan yaitu ≤ 2 .



Gambar 3.8 Gain antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 2,4 GHz

Pada gambar 3.8 menunjukkan parameter *gain* antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 2,4 GHz. Nilai *gain* yang didapatkan adalah 1,73 dBi. Nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan yaitu $\geq 2\text{dBi}$.



Gambar 3.9 Pola radiasi antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 2,4 GHz

Pada gambar 3.9 menunjukkan parameter pola radiasi antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 2,4 Ghz. pola radiasi yang didapatkan adalah omnidireksional atau memencar ke segala arah. Hasil ini telah memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan. yaitu pola radiasi omnidireksional.

Tabel 3.5 Parameter antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 2,4 GHz

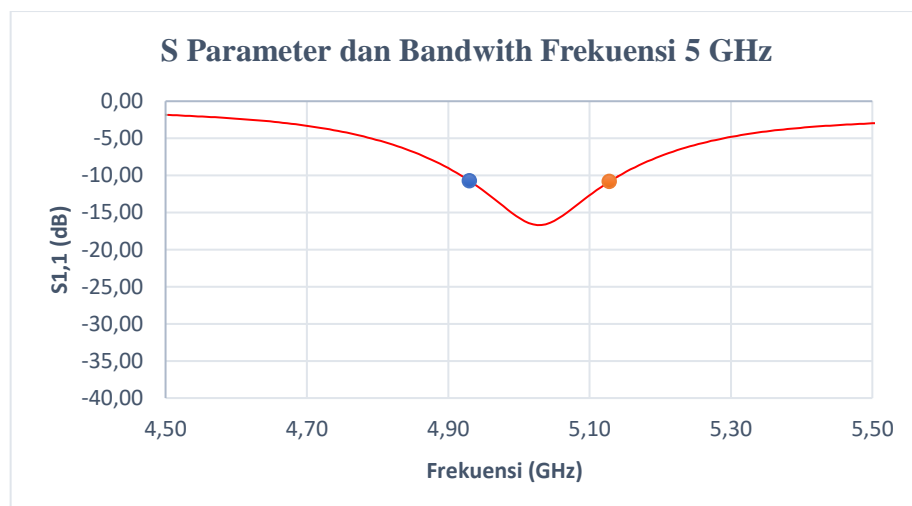
Parameter spesifikasi	Nilai
Frekuensi kerja (GHz)	2,554
<i>Return loss</i> (dB)	-34,989
<i>Bandwith</i> (MHz)	86
VSWR	1,036
<i>Gain</i> (dBi)	1,73
Pola radiasi	Omnidireksional

Pada tabel 3.5 menunjukkan nilai parameter antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 2,4 GHz. Parameter yang diperlihatkan adalah frekuensi kerja (GHz),

return loss (dB), *Bandwith* (MHz), *VSWR*, *gain* (dBi), dan pola radiasi. Untuk parameter *return loss*, *bandwith*, *VSWR*, dan pola radiasi sudah memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan, sementara untuk parameter frekuensi kerja dan *gain* belum memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan.

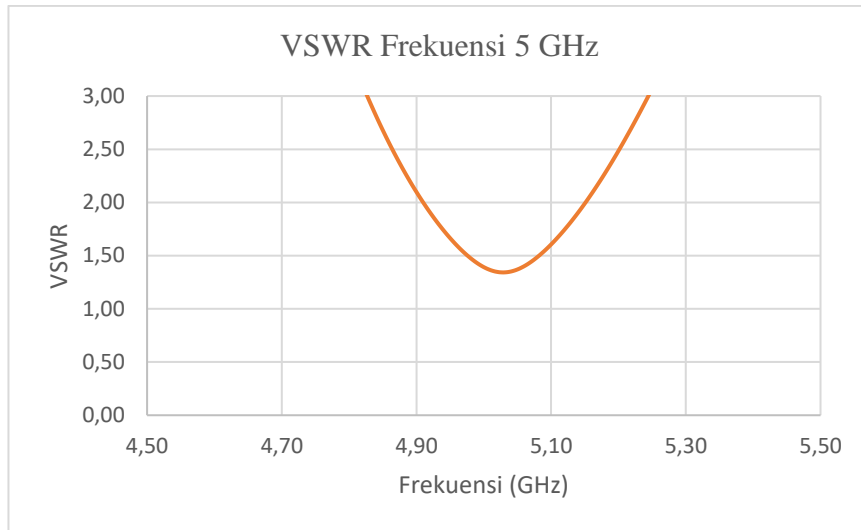
3.6.3 Simulasi Antena Mikrostrip Satu Elemen Frekuensi 5 GHz

Simulasi antenna mikrostrip satu elemen pada frekuensi 5 GHz menggunakan pencatuan insetfeed dilakukan. Proses ini bertujuan mengukur berbagai parameter antenna, termasuk *return loss*, *VSWR*, *gain*, *bandwith*, dan pola radiasi. Hasil simulasi akan memberikan informasi tentang kinerja antenna tersebut.



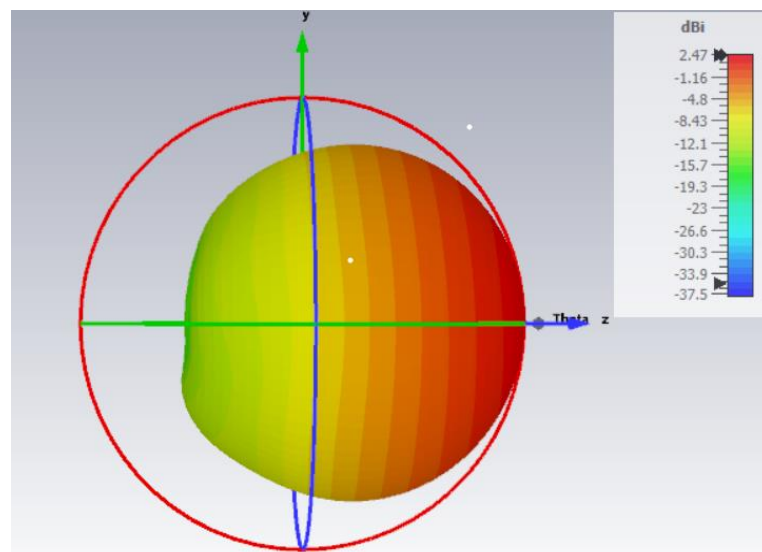
Gambar 3.10 S Parameter dan *bandwith* antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 5 GHz

Pada gambar 3.10 menunjukkan grafik kurva s parameter dan *bandwith* antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 5 GHz. Pada grafik kurva tersebut memuat informasi mengenai nilai *return loss* dan *bandwith*. Untuk nilai *return loss* yang didapatkan yaitu -16,690 dB, sedangkan untuk nilai *bandwith* yang didapatkan yaitu 220 MHz. Berdasarkan hasil parameter tersebut, nilai *return loss* dan *bandwith* telah memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan yaitu ≤ -10 dB untuk *return loss* dan ≥ 50 MHz untuk *bandwith*.



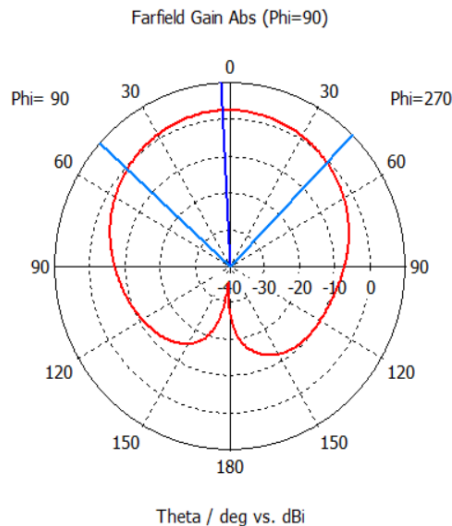
Gambar 3.11 VSWR antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 5 GHz

Pada gambar 3.11 menunjukkan parameter VSWR antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 5 GHz. Nilai VSWR yang didapatkan adalah 1,392. Nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan yaitu ≤ 2 .



Gambar 3.12 Gain antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 5 GHz

Pada gambar 3.12 menunjukkan parameter *gain* antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 5 GHz. Nilai *gain* yang didapatkan adalah 2,47 dBi. Nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan yaitu ≥ 2 dBi.



Gambar 3.13 Pola radiasi antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 5 GHz

Pada gambar 3.13 menunjukkan parameter pola radiasi antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 5 Ghz. pola radiasi yang didapatkan adalah omnidireksional. Hasil ini telah memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan.

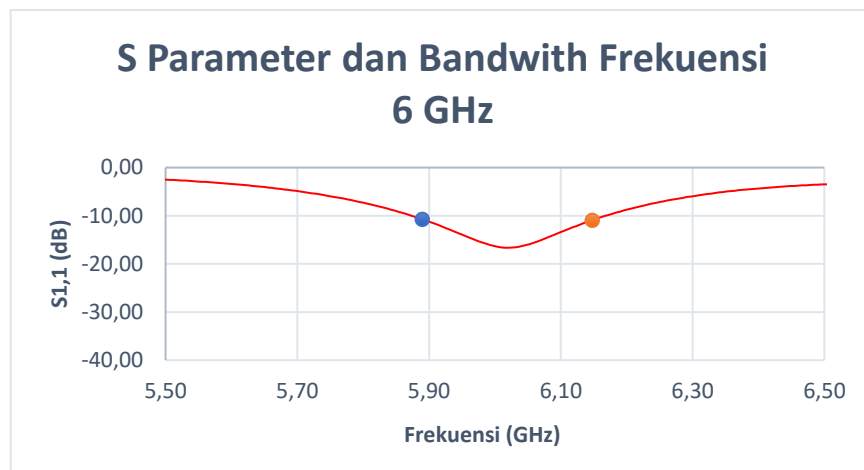
Tabel 3.6 Parameter antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 5 GHz

Parameter spesifikasi	Nilai
Frekuensi kerja (GHz)	5,029
<i>Return loss</i> (dB)	-16,690
<i>Bandwith</i> (MHz)	220
VSWR	1,392
<i>Gain</i> (dBi)	2,47
Pola radiasi	Omnidireksional

Pada tabel 3.6 menunjukkan nilai parameter antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 5 GHz. Parameter yang diperlihatkan adalah frekuensi kerja (GHz), *return loss* (dB), *Bandwith* (MHz), VSWR, *gain* (dBi), dan pola radiasi. Untuk parameter *return loss*, *bandwith*, VSWR, *gain*, dan pola radiasi sudah memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan, sedangkan untuk parameter frekuensi kerja belum memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan.

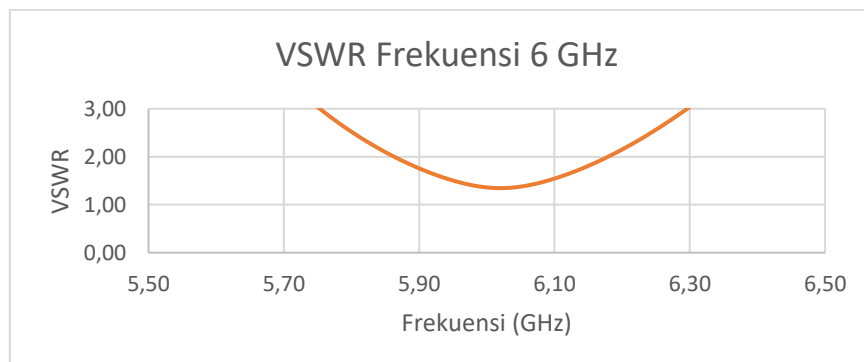
3.6.4 Simulasi Antena Mikrostrip Satu Elemen Frekuensi 6 GHz

Simulasi antena mikrostrip satu elemen pada frekuensi 6 GHz menggunakan pencatutan insetfeed dilakukan. Proses ini bertujuan mengukur berbagai parameter antena, termasuk *return loss*, VSWR, *gain*, *bandwith*, dan pola radiasi. Hasil simulasi akan memberikan informasi tentang kinerja antena tersebut.



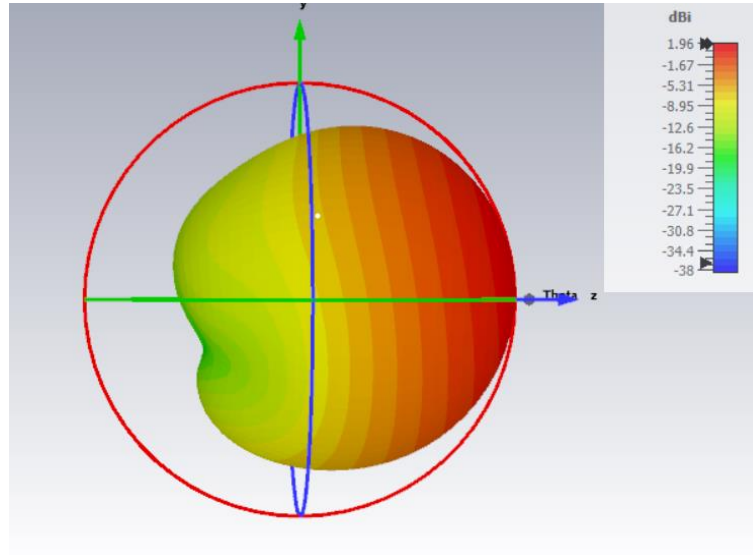
Gambar 3.14 S Parameter dan *bandwith* antena mikrostrip satu elemen frekuensi 6 GHz

Gambar 3.14 menunjukkan grafik kurva S-parameter dan *bandwith* antena mikrostrip satu elemen pada frekuensi 6 GHz, yang memuat nilai *return loss* dan *bandwith*. *Return loss* yang diperoleh adalah -14,696 dB, sementara *bandwith* adalah 280 MHz. Hasil ini memenuhi spesifikasi parameter antena yang diinginkan, yaitu *return loss* ≤ -10 dB dan *bandwith* ≥ 50 MHz.



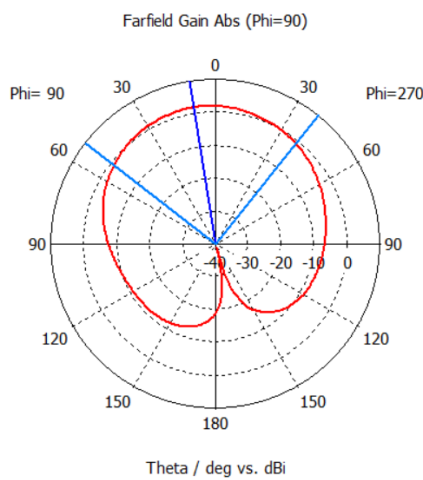
Gambar 3.15 VSWR antena mikrostrip satu elemen frekuensi 6 GHz

Pada gambar 3.15 menunjukkan parameter VSWR antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 6 GHz. Nilai VSWR yang didapatkan adalah 1,562. Nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan yaitu ≤ 2 .



Gambar 3.16 Gain antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 6 GHz

Pada gambar 3.16 menunjukkan parameter *gain* antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 6 GHz. Nilai *gain* yang didapatkan adalah 1,96 dBi. Nilai tersebut belum memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan yaitu ≥ 2 dBi.



(e)

Gambar 3.17 Pola radiasi antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 6 GHz

Pada gambar 3.17 menunjukkan parameter pola radiasi antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 6 Ghz. pola radiasi yang didapatkan adalah omnidireksional. Hasil ini telah memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan.

Tabel 3.7 Parameter antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 6 GHz

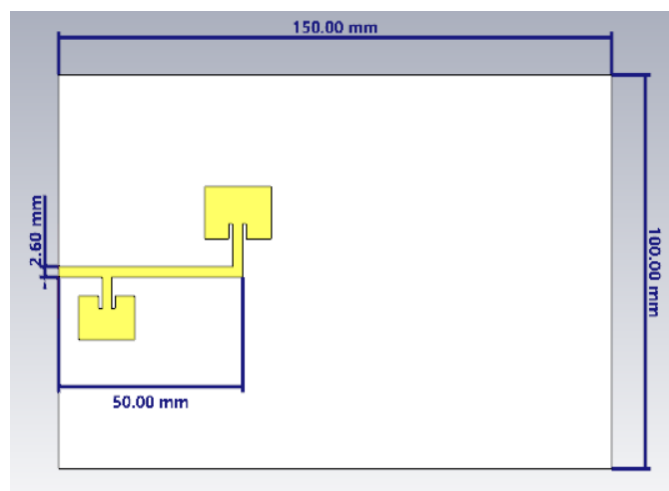
Parameter spesifikasi	Nilai
Frekuensi kerja (GHz)	5,029
<i>Return loss</i> (dB)	-16,690
<i>Bandwith</i> (MHz)	220
VSWR	1,392
<i>Gain</i> (dBi)	2,47
Pola radiasi	Omnidireksional

Pada tabel 3.7 menunjukkan nilai parameter antenna mikrostrip satu elemen frekuensi 6 GHz. Parameter yang diperlihatkan adalah frekuensi kerja (GHz), *return loss* (dB), *Bandwith* (MHz), VSWR, *gain* (dBi), dan pola radiasi. Untuk parameter *return loss*, *bandwith*, VSWR, *gain*, dan pola radiasi sudah memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan, sedangkan untuk parameter frekuensi kerja belum memenuhi spesifikasi parameter antenna yang diinginkan.

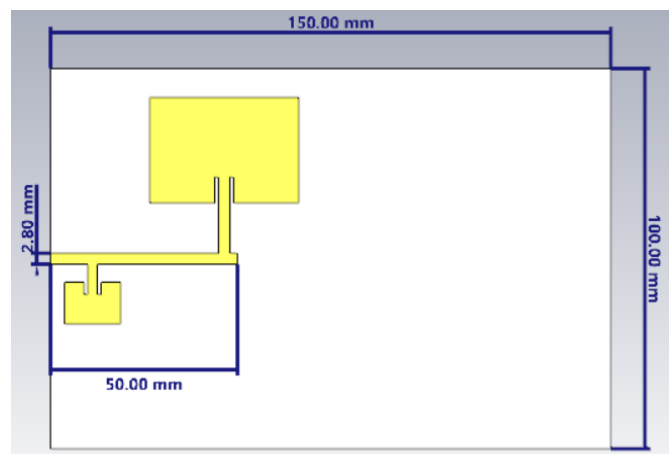
3.6.5 Perancangan Antena Mikrostrip *Array log periodic*

Setelah melakukan optimasi antenna mikrostrip satu elemen, langkah selanjutnya adalah merancang antenna mikrostrip *array log periodic*. Metode *array log periodic* bertujuan untuk menciptakan frekuensi ganda (*multiband*). Langkah pertama dalam merancang antenna *microstrip array log periodic* adalah membuat komponen *groundplane/substrat* dengan dimensi 150 mm x 100 mm. Selanjutnya adalah membuat *microstrip line*. Dimensi *microstrip line* memiliki panjang 50 mm dengan lebar yang bervariasi menyesuaikan nomor desain antenna *array log periodic*. Pada desain pertama memiliki lebar 2,6 mm; desain kedua memiliki lebar 2,8 mm; dan desain ketiga memiliki lebar 2,7 mm. Pemilihan ukuran tersebut bertujuan untuk kemudahan dalam melakukan optimasi.

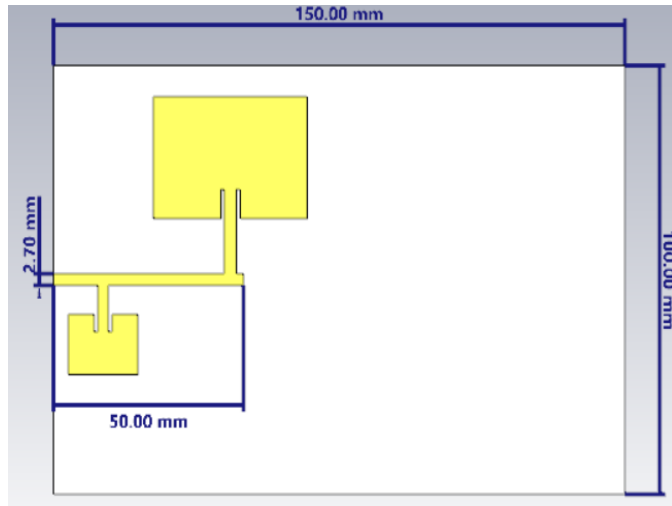
Setelah menentukan dimensi *groundplane*, substrat, dan *microstrip line*. Langkah selanjutnya adalah menyusun *patch* antenna satu elemen pada *microstrip line*. Penyusunan *patch* dilakukan dengan menempatkan frekuensi tinggi terlebih dahulu dan dilanjutkan dengan frekuensi yang lebih rendah secara *log periodic*. Untuk variasi frekuensi frekuensi yang didapatkan dari menggunakan metode ini pada desain antenna mikrostrip *array log periodic* yaitu *array log periodic 1* untuk frekuensi 5 GHz dan 6 GHz; *array log periodic 2* untuk frekuensi 2.4 GHz dan 6 GHz; *array log periodic 3* untuk frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz. Variasi frekuensi ini dipilih dikarenakan untuk mendukung salah satu fitur yang ada pada WI-FI 7 yaitu *multi-link operation*. Manfaat utama MLO adalah untuk meningkatkan *throughput* dan mengurangi latensi Untuk desain antenna *array log periodic 1* sampai dengan 3 dapat dilihat pada gambar 3.18, 3.19, dan 3.20.



Gambar 3.18 Array log periodic 1



Gambar 3.19 Array log periodic 2



Gambar 3.20 *Array log periodic 3*

3.7 Jadwal Penelitian

Penelitian dengan judul “Perancangan Antena Mikrostrip *Patch Rectangular* pada Frekuensi *Multi Band* untuk Teknologi WI-FI 7” ini memiliki jadwal penelitian yang terdiri dari 7 rangkaian kegiatan yang dilaksanakan dimulai dari bulan Januari 2024 sampai dengan Juni 2024. Rangkaian kegiatan tersebut terdiri dari pengajuan topik, tinjauan Pustaka, penyusunan proposal, perancangan antena, seminar proposal, analisa dan kesimpulan, dan sidang skripsi. Sidang skripsi dilaksanakan pada tanggal 17 April 2024. Tabel 3.9 menunjukkan jadwal penelitian.

Tabel 3.8 *Jadwal Penelitian*

No.	Deskripsi kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1.	Pengajuan topik						
2.	Tinjauan pustaka						
3.	Penyusunan proposal						
4.	Perancangan antena						
5.	Seminar proposal						
6.	Analisa dan kesimpulan						
7.	Sidang skripsi						