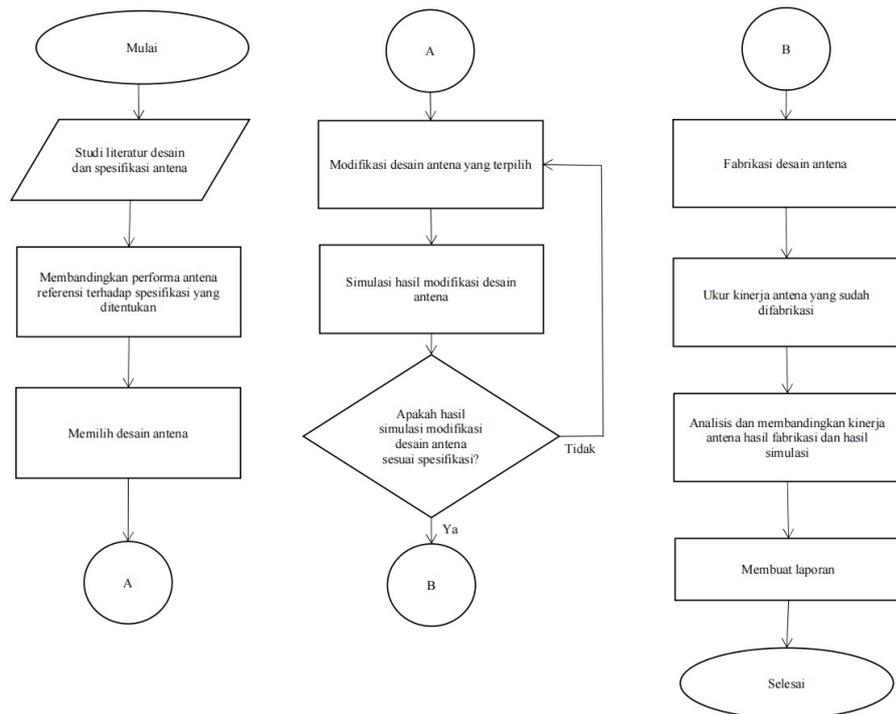


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Untuk menyelesaikan penelitian ini diperlukan beberapa tahapan dalam penelitian yaitu perancangan, fabrikasi hingga pengukuran yang akan direpresentasikan dalam diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Flowchart Perancangan Antena Mikrostrip CPW

Gambar 3.1 menunjukkan tahapan melakukan penelitian yaitu dimulai dari tahap studi literatur, perancangan, fabrikasi, dan pengukuran. Penelitian dilakukan dengan melakukan rancang bangun antenna yang dimulai dari desain hingga simulasi menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite 2021. Terakhir melakukan tahapan fabrikasi untuk melihat hasil kinerja desain antenna. Desain dibuat dengan mengacu pada referensi desain. Setelah rancangan desain antenna selesai dibuat tahapan selanjutnya melakukan simulasi. Jika hasil simulasi tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan maka dilakukan perancangan ulang pada desain antenna dengan melakukan perubahan pada dimensi hingga didapatkan desain yang paling optimal untuk dilanjutkan pada tahap fabrikasi dan pengukuran.

3.2 Spesifikasi Rancangan

Rancangan antenna *coplanar waveguide* pada penelitian ini yaitu antenna yang dapat bekerja pada frekuensi 2 GHz - 6 GHz. Antenna *coplanar waveguide* yang dirancang pada penelitian ini memiliki frekuensi kerja dari 2 GHz - 6 GHz dengan $VSWR \leq 2$. *Gain* antenna > 2 dB pada rentang frekuensi 2 GHz - 6 GHz. Antenna memiliki pola radiasi *omnidirectional*.

Perancangan antenna *coplanar waveguide* dimulai dengan menentukan parameter yang menjadi acuan kinerja antenna yang akan dirancang. Setelah itu disimulasikan untuk dianalisis. Parameter-parameter tersebut ditampilkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Parameter Antena

Parameter	Nilai
Parameter S_{11} (Return Loss)	≤ -10 dB (2 GHz - 6 GHz)
VSWR	≤ 2 (2 GHz - 6 GHz)
<i>Gain</i>	> 2 dB
Pola radiasi	<i>Omnidirectional</i>

Perancangan antenna mikrostrip menggunakan material jenis FR-4 untuk bagian *substrat* sedangkan untuk peradiasi (*patch*) serta saluran transmisi antenna menggunakan material tembaga (*copper*). Adapun spesifikasi printed circuit board (PCB) yang akan digunakan ditampilkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi PCB

Spesifikasi	Nilai
Tebal <i>substrat</i>	1.6
Tebal <i>patch</i>	0.035 mm
Permitivitas bahan	4,3
Rugi rugi tangen	0,2

3.3 Perhitungan Perancangan Desain Antena

Pada perancangan antenna mikrostrip terdapat beberapa rumus yang akan digunakan untuk menentukan ukuran dimensi antenna, dimana rumus-rumus tersebut telah dibahas sebelumnya pada Bab II.

3.3.1 Menghitung Panjang Gelombang (λ_0)

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{6 \times 10^9 \text{ Hz}} = 0,05 \text{ m/s} = 50 \text{ mm}$$

3.3.2 Menghitung Lebar Patch (W)

$$\begin{aligned} W &= \frac{c}{2f} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} = \frac{c}{2f \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 6 \times 10^9 \sqrt{\frac{(4,3 + 1)}{2}}} \\ &= 0,0153574 \text{ m} \\ &= 15,3574 \text{ mm} \end{aligned}$$

3.3.3 Menghitung Lebar Ground Plane (W_g)

$$W_g = 6h + W = 6(1,6) + 15,3574 = 24,9574 \text{ mm}$$

3.3.4 Menghitung Panjang Patch (L)

$$L = \frac{\lambda_0/2}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{50/2}{\sqrt{4,3}} = 12,056 \text{ mm}$$

3.3.5 Menghitung Panjang Ground Plane (L_g)

$$L_g = 6h + L = 6(1,6) + 12,056 = 21,656 \text{ mm}$$

3.3.6 Mencari Lebar Feeding Line ($W_{\text{feeding line}}$)

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{377 \times 3,14}{2 \times 50 \sqrt{4,3}} = 5,711$$

$$\begin{aligned} W_f &= \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r}{2(\epsilon_r)} \left((\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r}) \right) \right] \\ &= (5,711 - 1 - \ln(2(5,711) - 1)) + \frac{(4,3)}{2(4,3)} \ln(5,711 - 1) + 0,39 + \frac{0,61}{4,3} \\ &= 3,673 \text{ mm} \end{aligned}$$

3.3.7 Mencari Panjang Feeding Line ($L_{\text{feeding line}}$)

$$L = \frac{\lambda_0}{4} = 12,5 \text{ mm}$$

3.3.8 Mencari Dimensi Circular Patch

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{8,791 \times 10^9}{6 \times 10^9 \sqrt{4,3}} = 0,706566$$

$$\begin{aligned} a &= \frac{F}{\left[1 + \frac{2h}{\pi \times \epsilon_r \times 0,598} \times \left[\ln\left(\frac{\pi \times 0,598}{2h}\right) \right] + 1,7726 \right]^{\frac{1}{2}}} = \frac{0,706566}{\left[1 + \frac{2 \times 1,6}{3,14 \times 4,3 \times 0,598} \times \left[\ln\left(\frac{3,14 \times 0,598}{2 \times 1,6}\right) \right] + 1,7726 \right]^{\frac{1}{2}}} \\ &= 0,44149 \text{ cm} = 4,4149 \text{ mm} \end{aligned}$$

3.3.9 Mencari Panjang *Slot*

$$\begin{aligned} L_{slot} &= 0,43 \lambda_o \\ &= 0,43 (50) \\ &= 21,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

3.3.10 Mencari Lebar *Slot*

$$\begin{aligned} W_{slot} &= 0,65 \lambda_o \\ &= 0,65 (50) \\ &= 32,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

3.4 Tahapan Perancangan

Tahapan ini akan dilakukan simulasi desain antenna mikrostrip CPW yang didapat dari jurnal referensi dan juga dari beberapa nilai parameter yang akan digunakan untuk memulai simulasi.

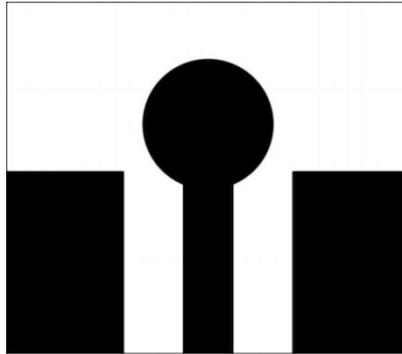
3.4.1 Desain Rancangan Antena Mikrostrip CPW

Berdasarkan hasil yang didapat pada perhitungan dari teori sebelumnya didapatkan parameter untuk menentukan nilai dimensi antenna disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Perhitungan Dimensi Antena Awal

No	Parameter Antena	Nilai
1.	Panjang <i>Substrat</i>	21,656 mm
2.	Lebar <i>Substrat</i>	24,9574 mm
3.	Panjang <i>Ground Plane</i>	12,056 mm
4.	Lebar <i>Ground Plane</i>	15,3574 mm
5.	Panjang <i>Feeding Line</i>	12,5 mm
6.	Lebar <i>Feeding Line</i>	3,673 mm
7.	Diameter <i>Circular Patch</i>	4,4149 mm
8.	Lebar <i>Slot</i>	32,5 mm
9.	Panjang <i>Slot</i>	21,5 mm

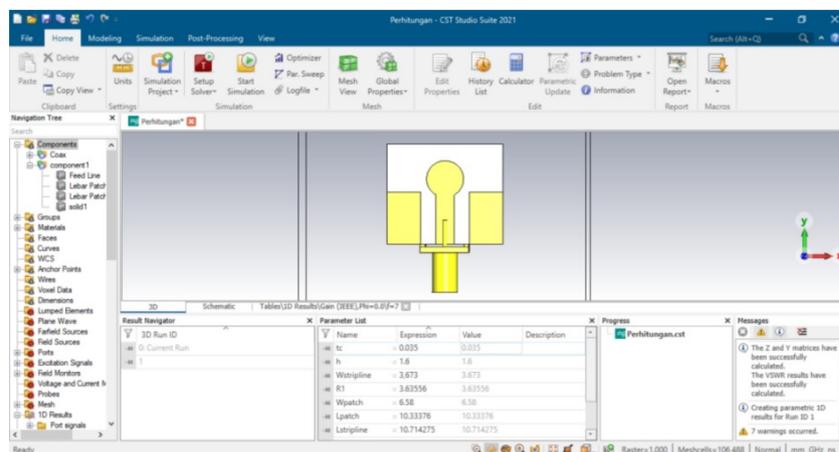
Bentuk antenna yang didapat pada hasil rancangan antenna mikrostrip ini memiliki bentuk persegi dimana lebar *substrat* dan panjang *substrat* mengikuti panjang dan lebar dimensi *ground plane*, lebar *ground plane* dan panjang *ground plane* berbeda, panjang *feeding line* dan lebar *feeding line* berbeda, serta *circular patch*. Bentuk desain antenna ditampilkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain Antena Awal

3.5 Hasil Desain Rancangan Antena Awal

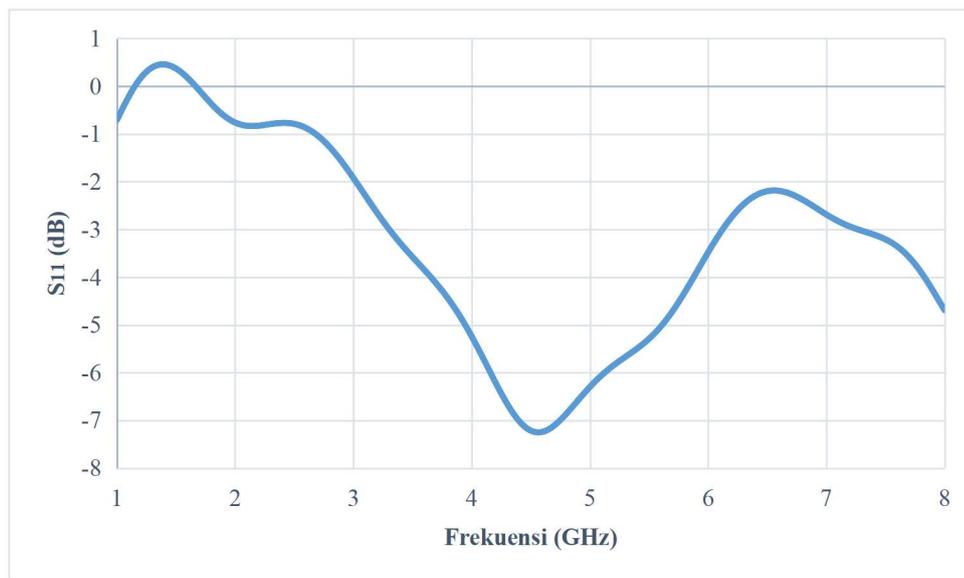
Setelah mendapatkan hasil desain antenna selanjutnya akan dilakukan simulasi pada *software* CST untuk mengetahui spesifikasi kinerja dari rancangan antenna mikrostrip CPW. Pada Gambar 3.3 merupakan tampilan *software* CST pada simulasi antenna CPW sesuai dengan ukuran dimensi dari perhitungan.



Gambar 3.3 Simulasi Desain Rancangan Antena CPW Awal pada Software CST

3.5.1 Return Loss Antena Awal

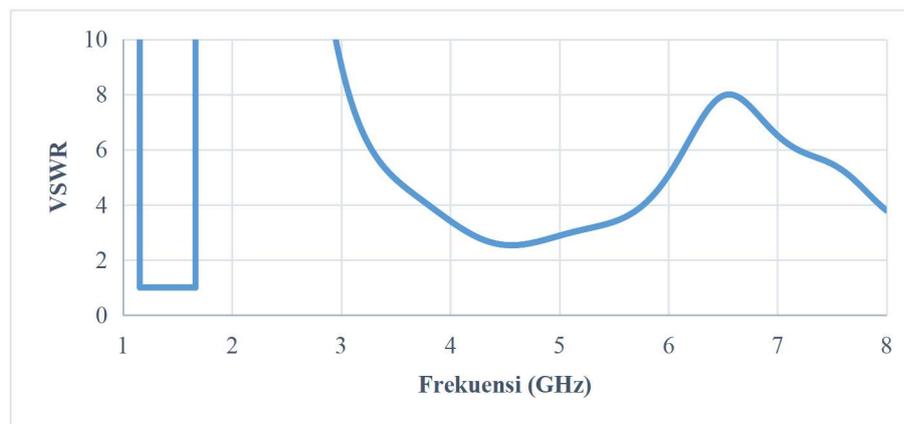
Hasil kinerja desain antena perhitungan belum bekerja sesuai dengan spesifikasi frekuensi 2 GHz - 6 GHz pada $return\ loss \leq -10\text{ dB}$. Hasil simulasi ditampilkan pada Gambar 3.4. Berdasarkan hasil $return\ loss$ (S_{11}) frekuensi desain antena perhitungan masih belum sesuai spesifikasi hingga perlu dilakukan optimasi kembali pada desain yang bertujuan untuk mendapatkan hasil kinerja yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.



Gambar 3.4 Hasil *Return Loss* Desain Antena Awal

3.5.2 VSWR Antena Awal

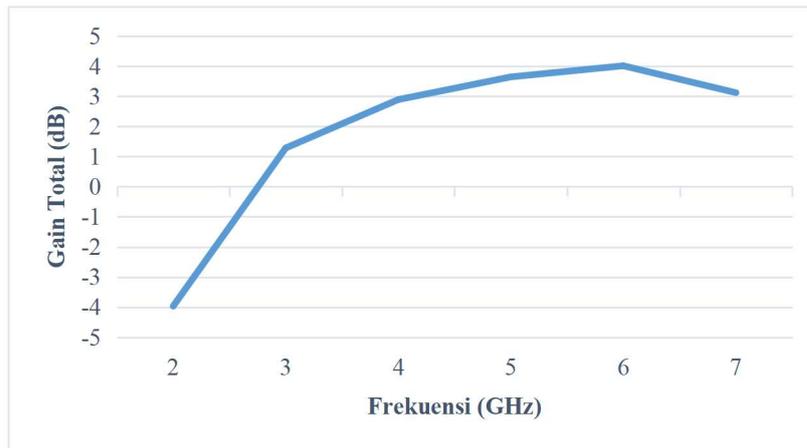
Hasil kinerja dari desain antena perhitungan belum bekerja sesuai dengan spesifikasi frekuensi 2 GHz - 6 GHz pada $return\ loss \leq -10\text{ dB}$ dengan hasil $VSWR \leq 2$ pada frekuensi 2 GHz - 6 GHz. Hasil simulasi ditampilkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Hasil VSWR Desain Antena Awal

3.5.3 Gain Antena Awal

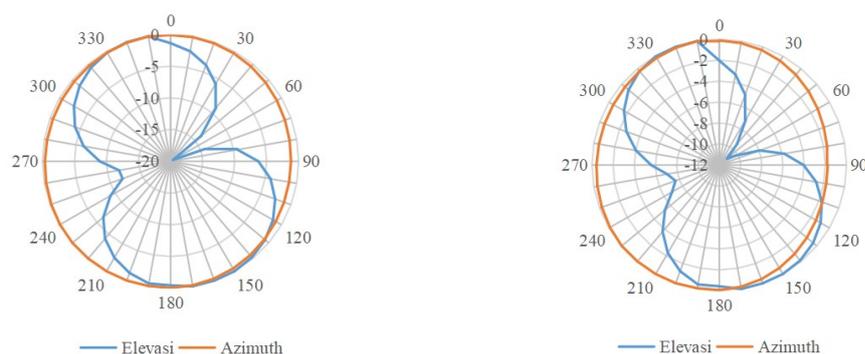
Hasil *gain* pada desain antena awal perhitungan ditampilkan pada Gambar 3.6. Hasil dari desain antena perhitungan memiliki *gain* pada frekuensi 2 GHz bernilai -3,967 dB, pada frekuensi 3 GHz bernilai 1,285 dB, pada frekuensi 4 GHz bernilai 2,891 dB, pada frekuensi 5 GHz bernilai 3,644 dB, dan pada frekuensi 6 GHz bernilai 4,013 dB. Hasil *gain* belum memenuhi spesifikasi.



Gambar 3.6 Hasil *Gain* Desain Antena Awal

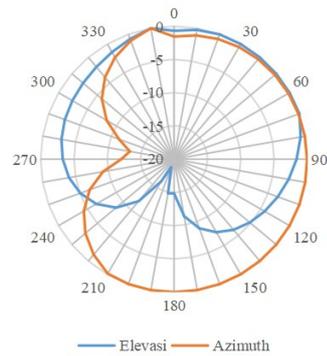
3.5.4 Pola Radiasi Antena Awal

Hasil pola radiasi dari desain antena awal perhitungan ditampilkan pada Gambar 3.7. Gambar 3.7 pola radiasi antena pada desain antena awal perhitungan telah memenuhi spesifikasi dimana pola radiasi antena memiliki pola *omnidirectional*.

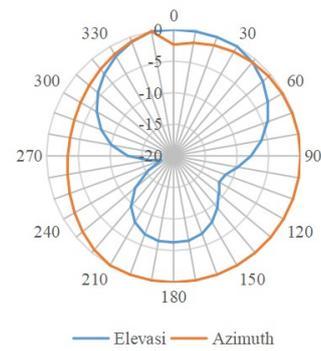


a) Pola Radiasi 2 GHz

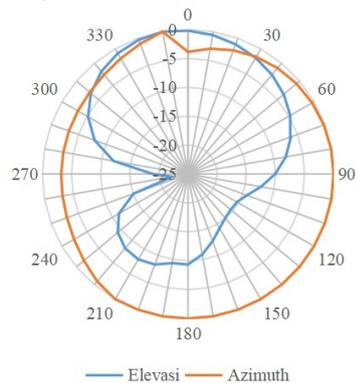
b) Pola Radiasi 3 GHz



c) Pola Radiasi 4 GHz



d) Pola Radiasi 5 GHz



e) Pola Radiasi 6 GHz

Gambar 3.7 Pola Radiasi Desain Antena Awal

3.6 Fabrikasi

Proses fabrikasi dapat dilakukan setelah mendapatkan hasil yang memenuhi spesifikasi yang ditentukan. Pada proses fabrikasi tidak ada perubahan desain.

3.7 Pengukuran Kinerja Antena

Pengukuran kinerja antena dilaksanakan di PT. Radar Telekomunikasi Indonesia (RTI). Hasil pengukuran ini meliputi *return loss*, pola radiasi, *gain*, dan VSWR.

3.8 Analisis Data

Analisis data dapat dilakukan setelah mendapatkan semua hasil simulasi dari desain awal hingga fabrikasi. Hasil simulasi akan dibandingkan pada setiap perubahan yang dilakukan. Setelah hasil simulasi dinilai cukup maka akan dilanjutkan pada proses fabrikasi.

