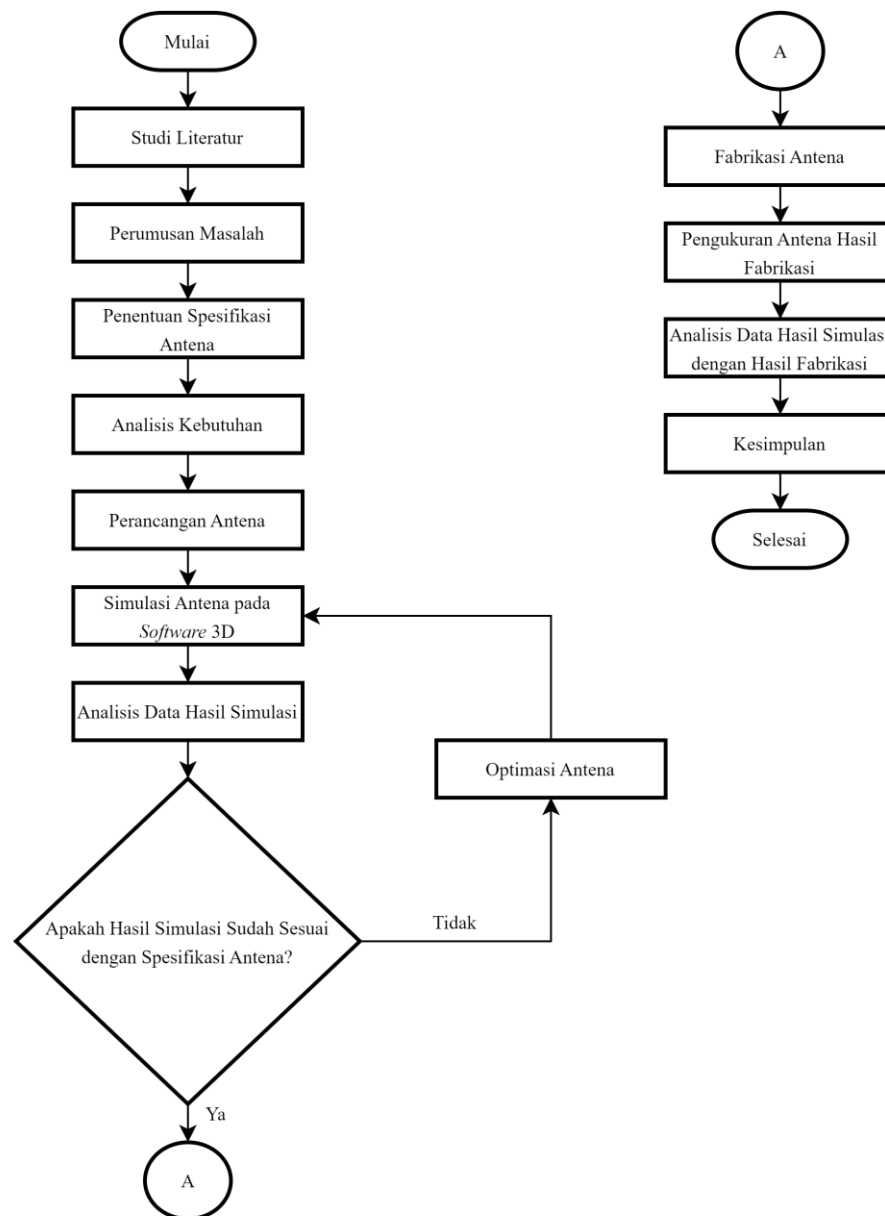


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Dalam menyelesaikan penelitian ini terdapat beberapa langkah sistematis yang dikerjakan sehingga dapat memudahkan tercapainya tujuan penelitian yang akan disajikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian

Pada pelaksanaan penelitian ini akan dilakukan sebuah rancang bangun antenna susun mikrostip dengan teknik pencatutan *proximity coupled* yang diawali dengan rancang bangun pada *software 3D* dengan data yang didapatkan dari hasil perhitungan parameter antenna mengacu pada referensi yang digunakan.

Desain awal yang digunakan mengacu pada desain yang sudah didapatkan pada studi literatur berbagai jurnal yang terdapat pada IEEE Explore, Elsevier, ScienceDirect, serta jurnal-jurnal nasional dan internasional lainnya. Setelah
 Muhamad Hilman Fauzi, 2023
 ANTENA SUSUN 5,3 GHZ DENGAN PENCATUAN PROXIMITY COUPLED UNTUK APLIKASI UAV
 Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

menyelesaikan rancang bangun antenna kemudian dilakukan optimasi parameter antenna seperti melakukan perubahan dimensi *patch* atau *feeding line* hingga mendapatkan hasil yang memenuhi spesifikasi dibutuhkan. Setelah mendapatkan hasil yang sudah memenuhi spesifikasi dibutuhkan akan dilakukan langkah fabrikasi antenna.

Proses fabrikasi sudah dilakukan kemudian akan dilakukan langkah pengukuran hasil fabrikasi antenna menggunakan *Network Analyzer*. Data hasil pengukuran setelah fabrikasi akan diolah dan dilakukan Analisa perbandingan dengan hasil data pada saat simulasi antenna dilakukan.

3.2 Rancangan Spesifikasi

Antena susun mikrostrip dengan teknik pencatuan *proximity coupled* yang dirancang pada penelitian ini merupakan antenna yang dapat beroperasi pada frekuensi kerja UAV. Berikut merupakan spesifikasi antenna yang dibutuhkan dalam proses perancangan adalah:

3.2.1 Parameter Antena

Dalam merancang antenna susun dengan teknik pencatuan *proximity coupled* diawali dengan menentukannya parameter-parameter penunjang yang dapat membuat antenna itu terbentuk dan bekerja dengan baik, langkah selanjutnya akan dilakukan simulasi dan analisis hasil. Di dalam hasil simulasi itu akan mendapatkan beberapa parameter pengamatan yang akan di analisis. Beberapa parameter itu dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Parameter Antena

No.	Parameter	Nilai
1.	<i>Return Loss</i> (S_{11})	≤ -10 dB (5,3 GHz)
2.	VSWR	≤ 2
3.	<i>Bandwidth</i>	≥ 200 MHz
4.		50 Ω

No.	Parameter	Nilai
	Impedansi	
5.	Gain	10 dB

3.2.2 Spesifikasi Bahan Dielektrik

Dalam perancangan antena susun mikrostrip ini menggunakan jenis FR4 untuk bahan substratnya. Bahan yang digunakan untuk *patch*, *feeding line*, dan *groundplane* adalah *copper* (tembaga). Berikut akan ditampilkan spesifikasi dari FR4 pada Tabel 3.2 dan spesifikasi Tembaga (*copper*) pada Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Spesifikasi FR-4

No.	Spesifikasi FR4	Nilai
1.	Permitivitas Relatif (ϵ_r)	4,4
2.	<i>Dielectric Loss Tangent</i>	0,02
3.	Permeabilitas Relatif (μ_r)	1
4.	Tebal	1,6 mm

Tabel 3.3 Spesifikasi *Copper*

No.	Spesifikasi Tembaga (<i>Copper</i>)	Nilai
1.	Permitivitas Relatif (ϵ_r)	1
2.	<i>Dielectric Loss Tangent</i>	0
3.		0,999991

No.	Spesifikasi Tembaga (<i>Copper</i>)	Nilai
Permeabilitas Relatif (μ_r)		
4.	Tebal	0,035 mm

3.3 Perhitungan Dimensi Antena Mikrostrip Satu Elemen

Langkah pertama yang dilakukan dalam perhitungan dimensi antena susun mikrostrip yaitu melakukan perhitungan dimensi antena mikrostrip satu elemen menggunakan saluran pencatuan yang bernilai 50Ω .

Tahapan perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan nilai dimensi antena mengacu pada rumus-rumus yang sudah dipaparkan sebelumnya pada bagian Bab II tentang perhitungan dimensi pada antena mikrostrip. Hasil perhitungan dimensi antena akan ditampilkan pada Tabel 3.4.

Beberapa nilai yang sudah diketahui:

$$f_r = 5,3 \text{ GHz}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$Z_0 = 50 \Omega$$

$$\epsilon_r = 4,4$$

$$h = 1,6 \text{ mm}$$

Tabel 3.4 Perhitungan Dimensi Antena Satu Elemen

No.	Dimensi	Rumus dan Hasil
1.	Panjang Gelombang (λ_0)	$\lambda_0 = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{5,3 \times 10^9 \text{ Hz}} = \mathbf{56,6 \text{ mm}}$

No.	Dimensi	Rumus dan Hasil
2.	Lebar Saluran Transmisi (W_f)	$B = \frac{337\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}} = 5,64$ $W_f = \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r}{2\epsilon_r(\ln(B-1)+0,39-\frac{0,61}{\epsilon_r})} \right]$ $= 3,06 \text{ mm}$
3.	Panjang Saluran Transmisi (L_f)	$L_f = \frac{1}{4}\lambda_0 = 14,15 \text{ mm}$
4.	Konstanta Dielektrik Efektif (ϵ_{eff})	<p>Kondisi nilai $\frac{W_f}{h} \geq 1$, maka</p> $\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left(1 + 12 \left(\frac{h}{W_f} \right) \right)^{-\frac{1}{2}} = 2,13$
5.	Panjang Patch (L)	$L = \frac{\lambda_0/2}{\sqrt{\epsilon_r}} = 13,5 \text{ mm}$
6.	Panjang Ground Plane (L_g)	$L_g = 6h + L = 21,3 \text{ mm}$
8.	Panjang Saluran ($\lambda/2$)	$\lambda/2 = \frac{\lambda_0}{2\sqrt{\epsilon_{eff}}} = 18,8 \text{ mm}$
9.	Panjang Saluran ($\lambda/4$)	$\lambda/4 = \frac{\lambda_0}{4\sqrt{\epsilon_{eff}}} = 9,4 \text{ mm}$

3.4 Perancangan Antena Mikrostrip Satu Elemen

Pada proses ini akan melakukan simulasi desain antena mikrostrip dengan pencatuan *proximity coupled* yang sebelumnya sudah diperoleh pada referensi jurnal, selanjutnya beberapa nilai parameter yang akan digunakan disesuaikan dengan kebutuhan frekuensi kerja yang dipakai.

Muhamad Hilman Fauzi, 2023

ANTENA SUSUN 5,3 GHZ DENGAN PENCATUAN PROXIMITY COUPLED UNTUK APLIKASI UAV
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

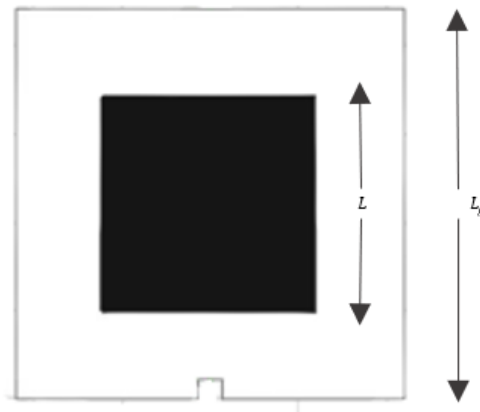
3.4.1 Desain Rancangan Antena Mikrostrip Satu Elemen

Berdasarkan hasil perhitungan secara teori telah dilakukan sebelumnya didapatkan perancangan parameter untuk dimensi antena satu elemen yang akan disajikan pada Tabel 3.5.

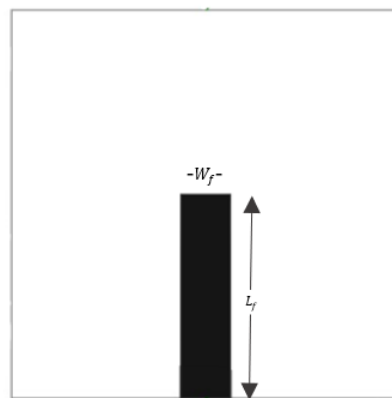
Tabel 3.5 Parameter Desain Awal Antena Satu Elemen

No.	Parameter Antena	Nilai
1.	Panjang <i>Patch</i> (L)	13,5 mm
2.	Panjang <i>Feeding Line</i> (L_f)	14,15 mm
3.	Lebar <i>Feeding Line</i> (W_f)	3,06 mm
4.	Panjang <i>Ground Plane</i> (L_g)	21,3 mm

Bentuk geometris berdasarkan hasil rancangan antena mikrostrip satu elemen dengan teknik pencatuan *proximity coupled* memiliki bentuk persegi dimana dimensi lebar *patch* dan panjang *patch* sama, lebar *ground plane* dan panjang *ground plane* sama, serta bentuk dari substrat mengikuti panjang dan lebar *ground plane*. Bentuk gedisajikan dalam dua gambar yang menampilkan lapisan pertama dan lapisan kedua. Kedua rancangan akan ditampilkan pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



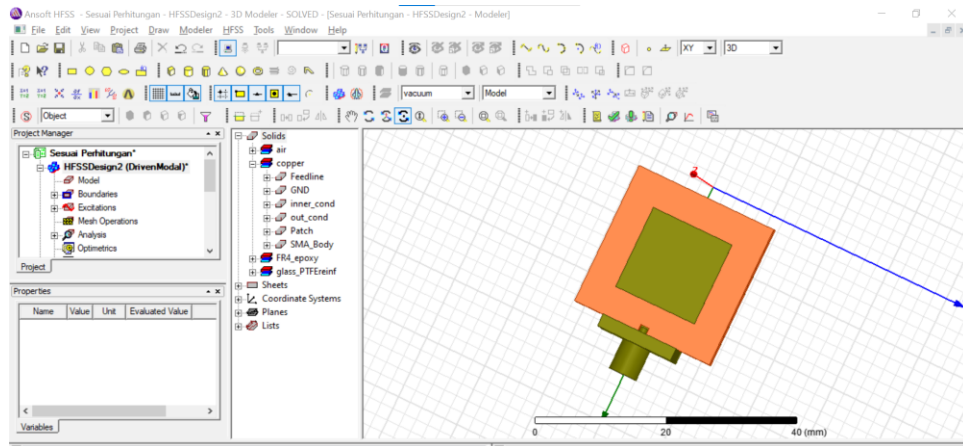
Gambar 3.2 Desain Antena Awal (Lapisan Atas)



Gambar 3.3 Desain Antena Awal (Lapisan Bawah)

3.5 Hasil Desain Rancangan Antena Mikrostrip Satu Elemen

Proses yang dilakukan setelah mendapatkan hasil perancangan dimensi antena satu elemen akan dilanjutkan untuk menerapkannya pada simulasi menggunakan *software 3D*, sehingga mengetahui spesifikasi kinerja dari rancangan antena mikrostrip satu elemen. Pada Gambar 3.4 adalah tampilan pada simulasi antena sesuai dengan rancangan dari perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya.

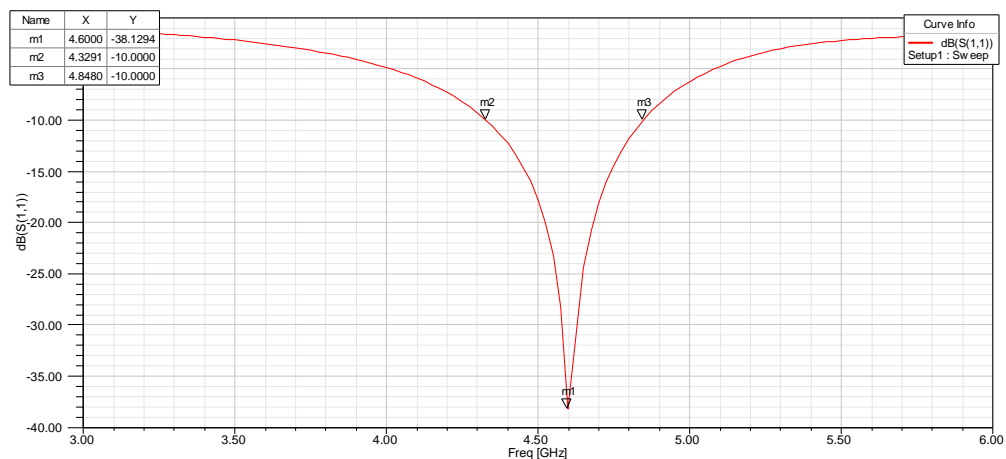


Gambar 3.4 Simulasi Desain Rancangan Antena pada *Software 3D*

Hasil dari simulasi pada *software 3D* mendapatkan beberapa spesifikasi kinerja pada antena yang dirancang.

3.5.1 *Return Loss* Antena Satu Elemen

Hasil dari kinerja pada desain rancangan perhitungan antena satu elemen belum sesuai pada frekuensi kerja 5,3 GHz, tetapi bekerja pada frekuensi 4,6 GHz dengan *bandwidth* bernilai 518 MHz pada *return loss* -10 dB. Hasilnya agar lebih jelas akan ditampilkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Hasil *Return Loss* Desain Awal Antena Satu Elemen

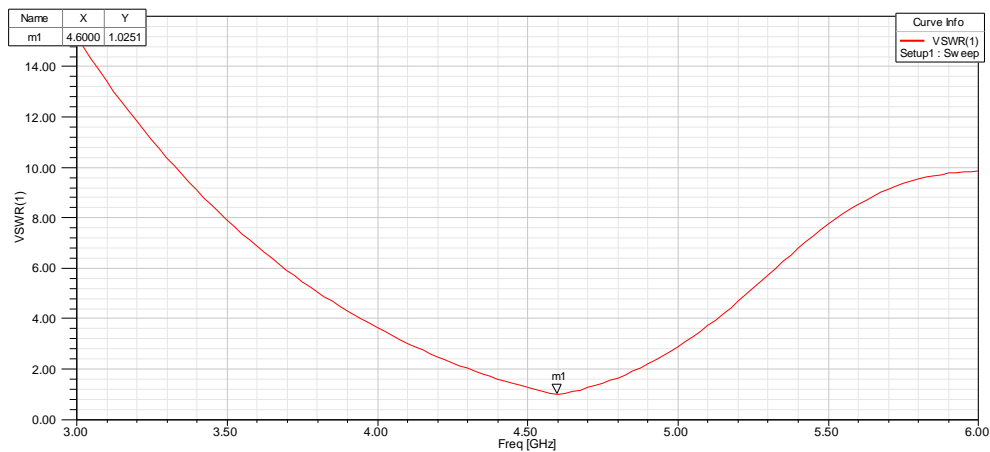
Berdasarkan hasil dari grafik S_{11} bahwa frekuensi kerja desain rancangan sesuai perhitungan masih belum sesuai dan perlu dilakukan optimasi agar mendapatkan kinerja sesuai dengan yang dibutuhkan atau lebih baik dari kebutuhan spesifikasi.

Muhamad Hilman Fauzi, 2023

ANTENA SUSUN 5,3 GHZ DENGAN PENCATUAN PROXIMITY COUPLED UNTUK APLIKASI UAV
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.5.2 VSWR Antena Satu Elemen

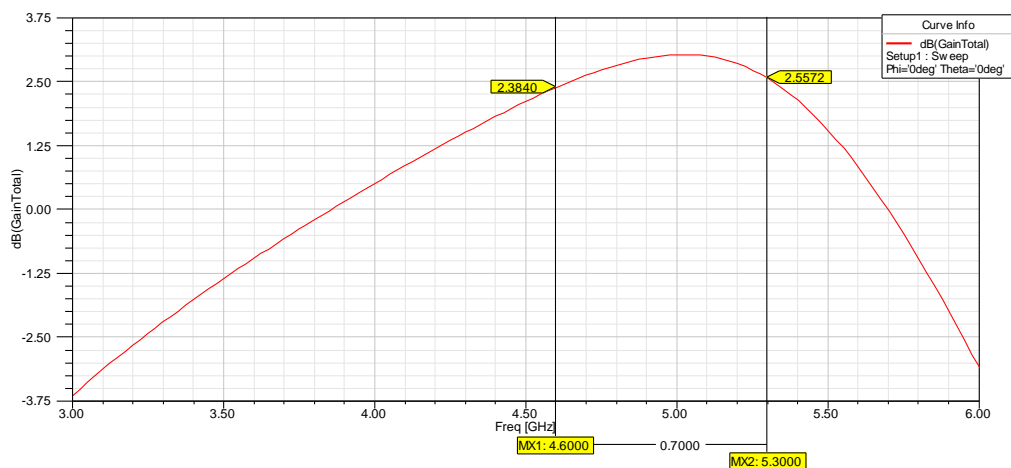
Hasil dari kinerja pada desain rancangan perhitungan antena satu elemen belum sesuai pada frekuensi kerja 5,3 GHz, tetapi bekerja pada frekuensi 4,6 GHz mendapatkan nilai VSWR sebesar 1,0251. Grafik dari VSWR akan dijelaskan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Hasil VSWR Desain Awal Antena Satu Elemen

3.5.3 Gain Antena Satu Elemen

Hasil dari antena satu elemen memiliki nilai *gain* 2,5572 yang bekerja pada frekuensi 5,3 GHz, tetapi pada nilai S_{11} masih berada di frekuensi kerja 4,6 GHz. Untuk itu masih diperlukan proses optimasi dahulu agar antena bekerja pada frekuensi 5,3 GHz. Hasil dari *gain* desain awal antena satu elemen terdapat pada Gambar 3.7.



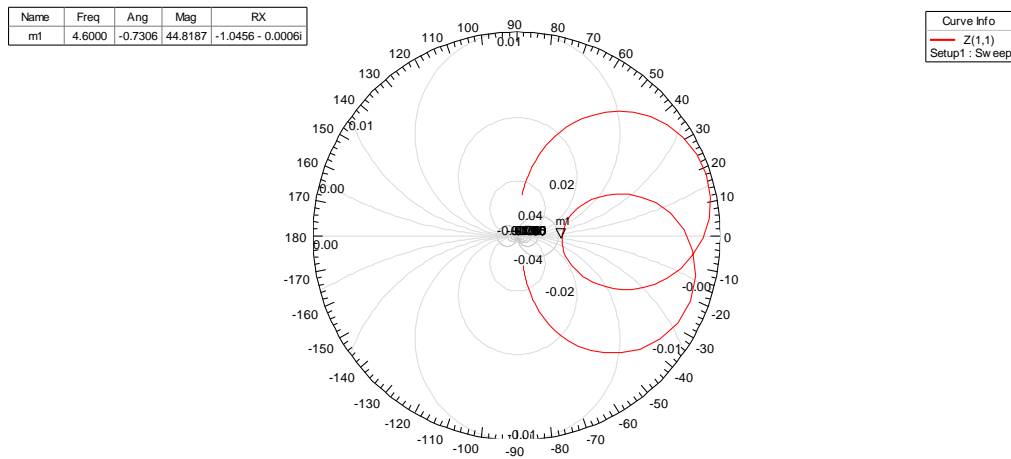
Gambar 3.7 Hasil *Gain* Desain Awal Antena Satu Elemen

Muhamad Hilman Fauzi, 2023

ANTENA SUSUN 5,3 GHZ DENGAN PENCATUAN PROXIMITY COUPLED UNTUK APLIKASI UAV
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.5.4 Impedansi Antena Satu Elemen

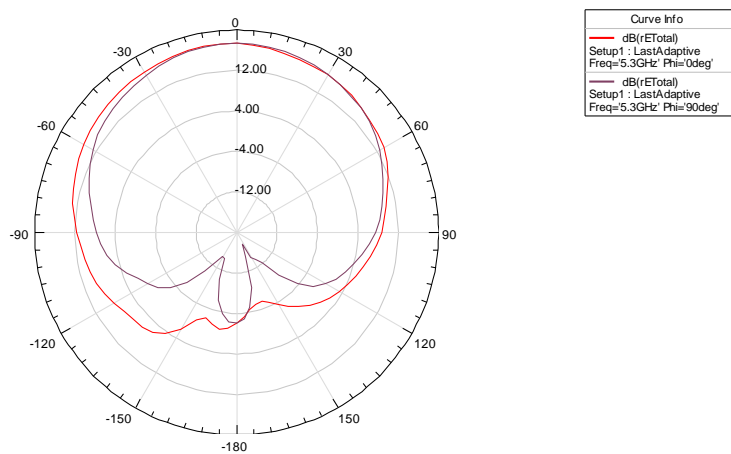
Hasil dari rancangan dimensi antena satu elemen optimalnya memiliki nilai impedansi 50Ω tanpa adanya bilangan imajiner. Memperoleh nilai impedansi yang sangat ideal itu akan sulit didapatkan. Impedansi yang didapatkan pada desain rancangan perhitungan antena satu elemen ini akan ditampilkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Hasil Impedansi Desain Awal Antena Satu Elemen

3.5.5 Pola Radiasi Antena Satu Elemen

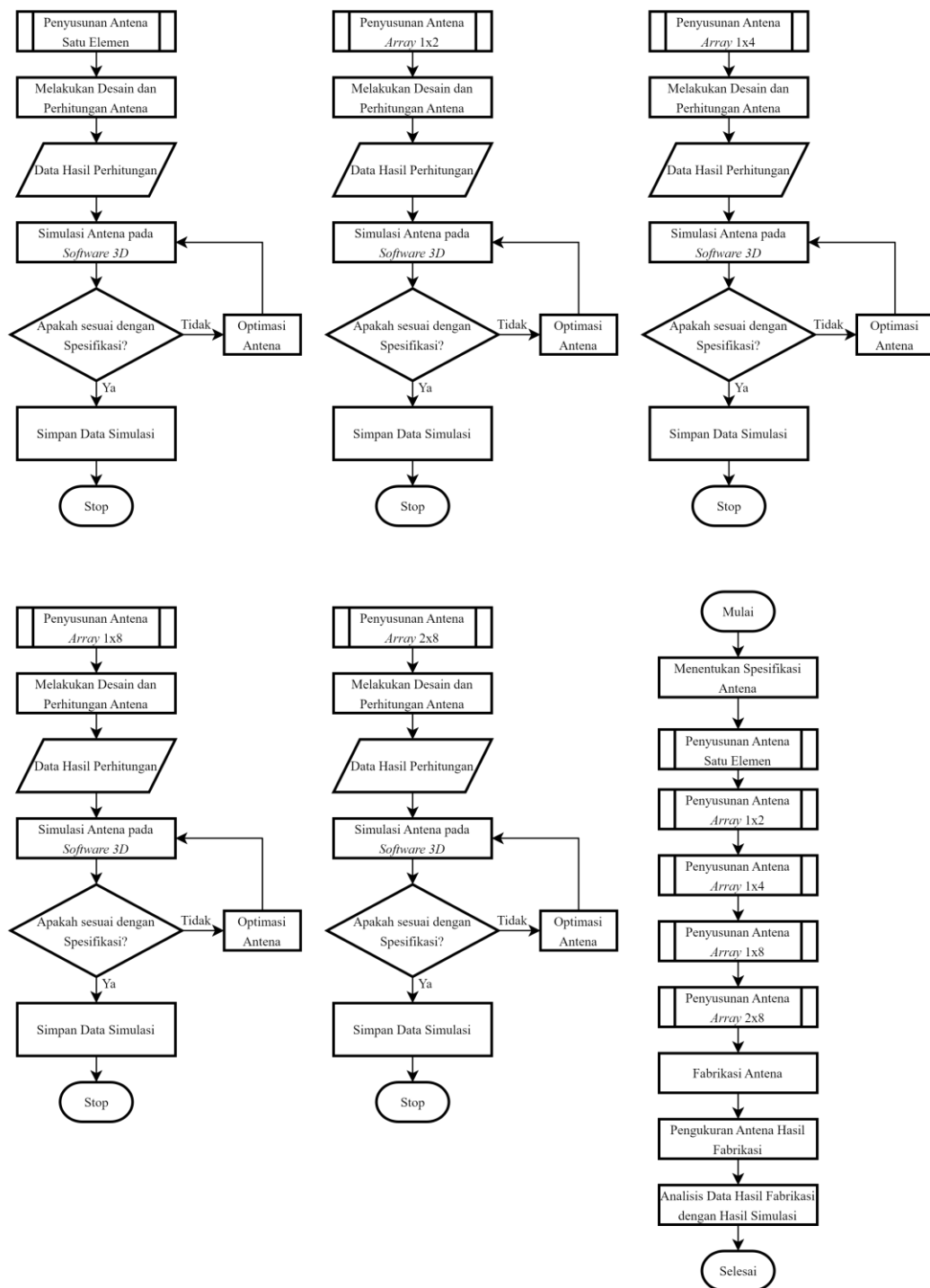
Hasil dari rancangan dimensi antena satu elemen memiliki bentuk pola radiasi *directional* yang akan ditampilkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Hasil Pola Radiasi Desain Awal Antena Satu Elemen

3.6 Tahapan Desain dan Fabrikasi pada Antena

Apabila desain antena mikrostrip dengan pencatuan *proximity coupled* sudah didapatkan, proses selanjutnya akan dilakukan susunan antena. Proses penyusunan antena dimulai dari susunan antena 1x2, 1x4, 1x8, hingga 2x8. Proses melakukan susunan antena diambil hasil yang terbaik dari tahap susunan sebelumnya hingga tahapan susunan seterusnya. Proses itu akan dijelaskan secara terperinci pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Diagram Alir Tahapan Desain dan Fabrikasi pada Antena

3.7 Pengolahan Data

Hasil yang didapatkan pada simulasi *software 3D* akan diambil dengan cara *export* data parameter menjadi file Microsoft Excel dengan cara menyimpannya

Muhamad Hilman Fauzi, 2023

ANTENA SUSUN 5,3 GHZ DENGAN PENCATUAN PROXIMITY COUPLED UNTUK APLIKASI UAV
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

dalam format file .csv agar memudahkan untuk dilakukan analisis serta mengolah data hasil simulasi dari berbagai optimasi parameter yang sudah dilakukan.

3.8 Fabrikasi Antena

Setelah semua proses simulasi dan optimasi dilakukan hingga mendapatkan hasil sesuai dengan spesifikasi antena yang dibutuhkan, desain final terbaik akan dilakukan proses fabrikasi. File desain final akan dilakukan fabrikasi ke tempat *printing supplies & PCB*.

3.9 Pengukuran Hasil Fabrikasi Antena

Proses pengukuran setelah fabrikasi antena akan dilakukan untuk mendapatkan hasil dari antena yang sudah dibuat. Pengambilan data hasil pengukuran ini akan dilaksanakan di Laboratorium Telekomunikasi dan Gelombang Mikro (LTRGM) yang berada di Institut Teknologi Bandung (ITB). Hasil dari pengukuran ini akan dibandingkan dengan hasil pada simulasi *software 3D* sebelumnya.

3.10 Perangkat Penunjang Penelitian

Penulis melakukan serangkaian penelitian ini menggunakan perangkat Laptop HP yang memiliki *processor* Intel® Core™ i7-1065G7 CPU @ 1.30 GHz 1.50 GHz menggunakan sistem operasi Windows 10 beserta *software 3D* yang dipakai untuk melakukan simulasi adalah Ansoft HFSS v13.0 dan Microsoft Excel untuk melakukan pengolahan data dari hasil simulasi. Pengukuran hasil fabrikasi antena menggunakan *Vector Network Analyzer* dari Cobalt Series tipe C1220 (100 kHz - 20 GHz), *Spectrum Analyzer* AV4024D (9 kHz - 20 GHz), dan *Synthesized Signal Generator* AV1464A (250 kHz - 20 GHz).

3.11 Analisis Data

Proses analisis data dikerjakan pada saat mendapatkan hasil dari simulasi pada perancangan awal antena. Hasil simulasi akan dilakukan pengamatan dan membandingkan dengan spesifikasi yang harus tercapai. Apabila hasil simulasi masih belum mencapai spesifikasi, proses optimasi antena dilakukan agar semua spesifikasi yang dibutuhkan tercapai. Setelah spesifikasi antena sudah tercapai

seluruhnya, proses simulasi dan perancangan dihentikan agar dilakukan proses fabrikasi antena.

Proses analisis data akan dilanjutkan kembali setelah mendapatkan hasil dari pengukuran setelah fabrikasi. Masing-masing parameter hasil pengukuran setelah fabrikasi akan dibandingkan dengan hasil pada saat simulasi antena.

