

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN

Pada penelitian ini memerlukan beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan penelitian. Alat yang diperlukan berupa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), sedangkan untuk bahan yang diperlukan dalam menunjang penelitian ini yaitu berupa data perhitungan untuk merancang sebuah antenna.

3.1.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan untuk penelitian ini yaitu sebuah PC (*Personal Computer*) dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Laptop ASUS 8MV20D6Q
2. RAM 8 GB 64 Bit
3. Windows 11 Core i5

3.1.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Penelitian ini akan menggunakan software simulasi CST *Suite Studio* 2019. *Software* simulasi CST *studio* ini merupakan *software* desain yang digunakan untuk mendesain sebuah antenna, atau digunakan untuk melakukan perancangan sebuah antenna. Pada *software* ini terdapat parameter – parameter yang dapat dimasukkan nilainya seperti parameter *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, *gain*.

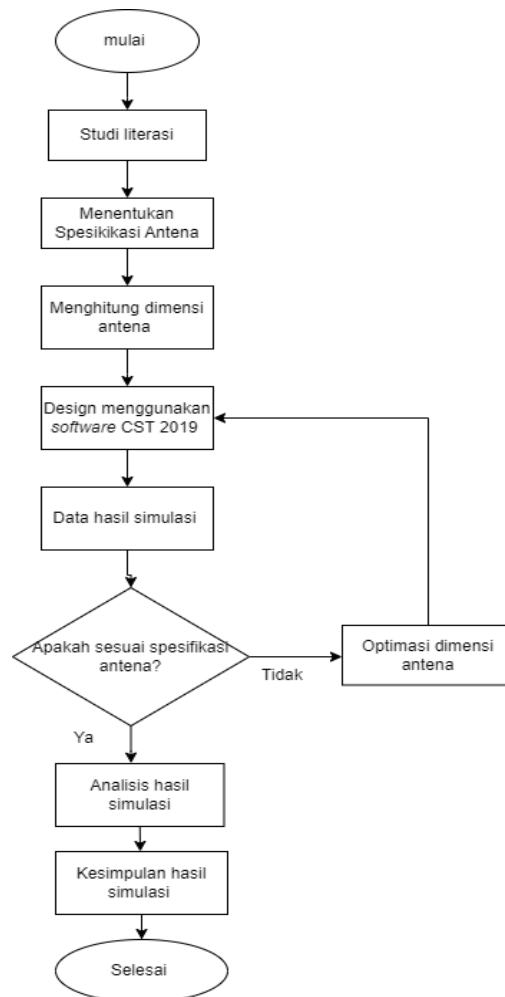
3.1.3 Data hasil perhitungan

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis hasil simulasi dari perancangan antenna. Sebelum melakukan simulasi, maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan dimensi antenna yang dapat disesuaikan dari nilai frekuensi kerja yang digunakan dan dapat disesuaikan dengan spesifikasi bahan yang digunakan. Hasil data perhitungan inilah yang nantinya akan digunakan untuk proses simulasi agar mendapatkan spesifikasi antenna yang diinginkan.

3.2 ALUR PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menjadi beberapa tahap yaitu tahap studi literasi atau mengkaji jurnal-jurnal terkait untuk dijadikan referensi, kemudian setelah itu merumuskan masalah serta melakukan pengumpulan data-data yang kemudian

melakukan perancangan dimulai dengan menghitung dimensi antenna untuk kemudian akan di desain menggunakan software simulasi CST *suite studio 2019*. Setelah melakukan desain maka tahap selanjutnya yaitu tahap pengujian hasil, yang kemudian akan di analisa, setelah itu hasil analisa akan ditarik kesimpulan dari hasil simulasi yang sudah dibuat. Gambar 3.1 dibawah ini merupakan gambaran alur dari penelitian ini.

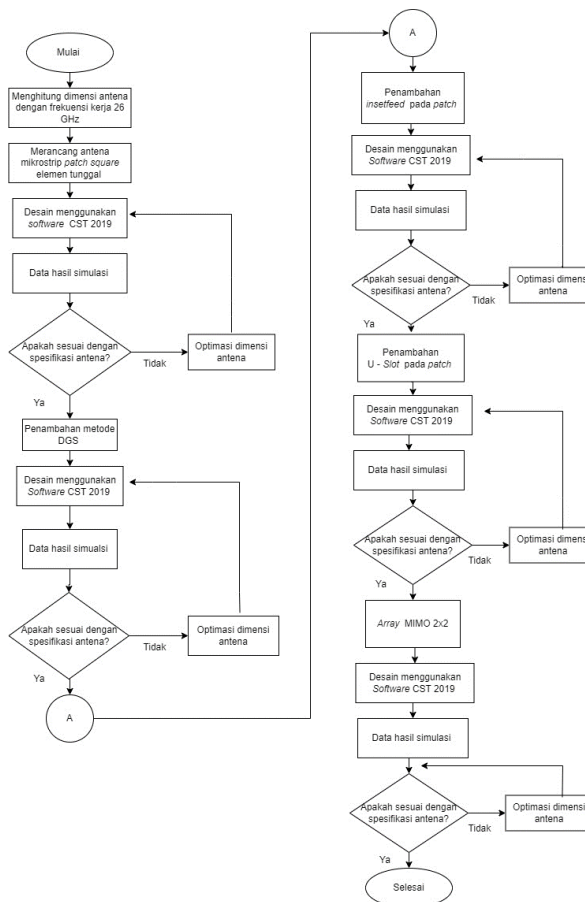


Gambar 3. 1 Flowchart Alur Penelitian

3.3 ALUR PERANCANGAN SISTEM

Pada perancangan sistem antenna *microstrip square patch* pada frekuensi 26 GHz dengan penambahan *U-slot* dan metode *defected ground structure (DGS)* tahap pertama yaitu menentukan spesifikasi antenna yang mana spesifikasi tersebut akan digunakan untuk melakukan perhitungan dimensi antenna. Setelah diketahui dimensi antenna, maka pemilihan bahan *substrate* juga menjadi penting, pada perancangan antenna ini menggunakan bahan RT Duroid 5880. Setelah menentukan

spesifikasi antenna dan dimensi antenna maka langkah selanjutnya yaitu mendesain antenna elemen tunggal menggunakan *software CST Studio Suite 2019*. Kemudian setelah itu didapatkan hasil simulasi, jika memenuhi spesifikasi antenna maka masuk ke langkah selanjutnya yaitu penambahan DGS pada bagian *ground* jika memenuhi spesifikasi yang ditentukan maka langkah selanjutnya yaitu penambahan *slot* pada *patch*. Setelah selesai semua maka dilakukan analisis dan ditarik kesimpulan, maka perancangan antenna selesai. Pada perancangan antenna ini ada beberapa parameter antenna yang diamati yaitu nilai *return los*, *VSWR*, *bandwidth*, *gain* serta pola radiasi. Pada penentuan dimensi antenna berdasarkan spesifikasi yang sudah ditentukan, diantaranya menentukan lebar *patch*, panjang *patch*, lebar *substrate*, panjang *substrate*, tebal *patch*, jarak antar *patch*, panjang *stripline*, dan lebar *stripline*. Perancangan antenna *microstrip square patch* dengan penambahan *slot* dan menggunakan metode *defected ground structure* (DGS) pada frekuensi 26 GHz ditunjukkan oleh Gambar 3.2 pada diagram *flowchart* dibawah ini.



Gambar 3. 2 Flowchart Alur Perancangan Sistem

3.3.1 Spesifikasi Parameter Antena

Pada penelitian ini merancang sebuah antena *microstrip square patch* yang diaplikasikan pada komunikasi 5G dengan rentang frekuensi 25 GHz – 27 GHz dan pada frekuensi tengah 26 GHz. Penelitian ini merancang antena *microstrip square patch* dengan penambahan *shape* atau *slot* pada *patch* nya yang berbentuk huruf U atau biasa disebut dengan U-Slot menggunakan metode *Defected Ground Structure* (DGS). Pada Tabel 3.1 berikut merupakan spesifikasi parameter antena.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Parameter Antena

Spesifikasi	Parameter
Frekuensi Tengah	26 GHz
Frekuensi Kerja	25 GHz – 27 GHz
<i>Return Loss</i>	≤ -10 dB
<i>Bandwidth</i>	≤ 1 GHz
<i>Gain</i>	≥ 5 dBi
VSWR	≤ 2
Impedansi Input	50 Ω

3.3.2 Spesifikasi Bahan Antena

Pada penelitian ini menggunakan antena *microstrip square patch* dengan penambahan U-Slot menggunakan metode *Defected Ground Structure* (DGS) pada frekuensi 26 GHz. Bahan yang digunakan yaitu *cooper* (tembaga) dan RT Duroid 5880. Bahan *cooper*(tembaga) digunakan pada komponen *groundplane*, *patch*, serta, *feedline*. Sedangkan untuk bahan RT Duroid 5880 digunakan pada komponen *substrate*. Tabel 3.2 dibawah ini merupakan spesifikasi bahan antena.

Tabel 3. 2 Spesifikasi Bahan Antena

Komponen	Bahan Material	Tebal
<i>Groundplane</i>	<i>Cooper</i> (Tembaga)	0,035 mm
<i>Patch</i>	<i>Cooper</i> (Tembaga)	0,035 mm
<i>Stripline</i>	<i>Cooper</i> (Tembaga)	0,035 mm
<i>Substrate</i>	Duroid 5880 $\epsilon_r =$ 2,2	0,035 mm

3.3.3 Perhitungan Perancangan Antena

Pada perhitungan perancangan antena ini merupakan perhitungan dari dimensi antena yang digunakan untuk mengetahui nilai dari ukuran antena yang akan di desain pada *software* simulasi CST *Studio Suite* 2019. Perhitungan dimensi ini meliputi perhitungan dimensi *patch*, dimensi *substrate*, saluran pencatu dan *groundplane*. Berikut merupakan perhitungan dimensi antena.

1. Menentukan frekuensi tengah

Untuk menentukan antena mikrostrip yang dapat bekerja pada frekuensi 26 GHz, maka mencari nilai frekuensi tengah dapat ditentukan dengan persamaan 2.10 yaitu sebagai berikut

Frekuensi kerja = 25 GHz – 27 GHz

Maka

$$\begin{aligned} f_c &= \frac{f_2 + f_1}{2} \\ &= \frac{27000 + 25000}{2} \\ &= 26000 \text{ MHz} / 26 \text{ GHz} \end{aligned}$$

2. Dimensi *Patch* Persegi

Menghitung lebar elemen *patch* antena menggunakan frekuensi 26 GHz dan konstanta dielektrik (ϵ_r) sebesar 2,2 dapat menggunakan persamaan 2.3

a) Lebar *Patch*

$$\begin{aligned} W &= \frac{c}{2f} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 26 \times 10^9} \sqrt{\frac{2}{2,2+1}} \\ &= 4,560 \text{ mm} \end{aligned}$$

b) Panjang *Patch*

Untuk menghitung panjang dari elemen *patch* antena diperlukan konstanta dielektrik relative (ϵ_{reff}), pertambahan panjang L (ΔL) dan lebar *patch* efektif (L_{eff}) dengan menggunakan persamaan 2.4

$$\begin{aligned} \epsilon_{reff} &= \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{w}\right)^{-\frac{1}{2}} \\ &= \frac{2,2+1}{2} + \frac{2,2-1}{2} \left(1 + 12 \frac{0,035}{4,560}\right)^{-\frac{1}{2}} \\ &= 2,173 \text{ mm} \end{aligned}$$

c) Panjang Efektif *Patch* (ΔL)

Untuk mencari dimensi *patch* penambahan panjang dapat menggunakan persamaan 2.5 yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\Delta L &= 0,412 h \left(\frac{\epsilon_{eff} + 0,3}{\epsilon_{eff} - 0,258} \right) \left(\frac{\frac{w}{h} + 0,264}{\frac{w}{h} - 0,8} \right) \\ &= 0,412 \times 0,035 \left(\frac{2,173 + 0,3}{2,173 - 0,258} \right) \left(\frac{\frac{4,560}{0,035} + 0,264}{\frac{4,560}{0,035} - 0,8} \right) \\ &= 0,01876 \text{ mm}\end{aligned}$$

d) Panjang Efektif Dielektrik

Untuk mencari dimensi panjang *patch* dapat menggunakan persamaan 2.6 dan 2.7 yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}L_{eff} &= \frac{c}{2f \sqrt{\epsilon_{eff}}} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 26 \times 10^9 \sqrt{2,173}} \\ &= 3,913 \text{ mm} \\ L &= L_{eff} - 2\Delta L \\ &= 3,913 - 2(0,01876) \\ &= 3,875 \text{ mm}\end{aligned}$$

3. Dimensi Saluran Pencatu

Untuk mendapatkan impedansi saluran pencatu yang diinginkan dengan impedansi saluran catu (Z_0) 50 Ω dapat menggunakan persamaan 2.17. sedangkan untuk mendapatkan nilai lebar saluran pencatu (W_f) dapat menggunakan persamaan 2.18.

Impedansi input = 50 Ω

$$\begin{aligned}B &= \frac{60 \pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon r}} \\ &= \frac{60 \pi^2}{50 \sqrt{2,2}} \\ &= 7,984\end{aligned}$$

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

$$= \frac{2 \times 0,035}{\pi} \left\{ 7,984 - 1 \ln(2 \times 7,984 - 1) + \frac{2,2-1}{2 \times 2,2} \left[\ln(7,984 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{2,2} \right] \right\}$$

$$= 0,1096 \text{ mm}$$

Kemudian $\frac{wf}{h} = \frac{0,1096}{0,035} = 3,131$ atau (> 1) maka dapat menggunakan persamaan

2.19 yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \epsilon_{eff} &= \frac{\epsilon r + 1}{2} + \frac{\epsilon r - 1}{2} \left(1 + \frac{12 h}{wf} \right)^{-0,5} \\ &= \frac{2,2+1}{2} + \frac{2,2-1}{2} \left(1 + \frac{12 \times 0,035}{3,131} \right)^{-0,5} \\ &= 2,163 \text{ mm} \end{aligned}$$

Nilai frekuensi = 26 GHz maka untuk mencari panjang gelombang pada udara bebas dapat menggunakan persamaan 2.23, sedangkan untuk mencari panjang gelombang pada bahan dielektrik dapat menggunakan persamaan 2.22 yaitu sebagai berikut :

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{26 \times 10^9} = 0,01153 = 11,53 \text{ mm}$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} = \frac{11,53}{\sqrt{2,163}} = 7,839 \text{ mm}$$

Dan untuk mencari panjang saluran pencatu dapat menggunakan persamaan 2.21 yaitu sebagai berikut :

$$L_f = \frac{1}{4} \lambda_g = \frac{1}{4} \times 7,839 = 1,959 \text{ mm}$$

4. Menghitung Lebar *Substrate / Groundplane*

Untuk menentukan lebar *substrate* atau *groundplane* dapat menggunakan persamaan 2.2 yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W_g &= W + 6h \\ &= 4,560 + 6(0,035) \\ &= 4,77 \text{ mm} \end{aligned}$$

5. Panjang *Substrate / groundplane*

Kemudian untuk mencari panjang *substrate* atau *groundplane* dapat menggunakan persamaan 2.1 yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L_g &= L + 6h \\ &= 3,875 + 6(0,035) \end{aligned}$$

$$= 4,085 \text{ mm}$$

6. Jarak antar *patch*

Dan pada jarak antar *patch* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.24.

$$d = \frac{\lambda}{2} = \frac{11,53}{2} = 5,765 \text{ mm}$$

7. *Inset Feed Microstrip*

mencari dimensi lebar *inset – feed* (X_0) dapat menggunakan persamaan 2.30

$$\begin{aligned} X_0 &= \frac{c}{\sqrt{2 \times \epsilon_{reff}}} \frac{4,65 \times 10^{-12}}{f} \\ X_0 &= \frac{3 \times 10^{11} \text{ m/s}}{\sqrt{2 \times 2,173}} \frac{4,65 \times 10^{-12}}{26 \text{ GHz}} \\ X_0 &= \frac{3 \times 10^{11}}{\sqrt{3,436}} \frac{4,65 \times 10^{-12}}{26} \\ &= \frac{13,95 \cdot 10^{-1}}{54,2} \\ &= 0,025738 \end{aligned}$$

Kemudian untuk mencari dimensi panjang dari *inset – feed* dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.31 sampai 35)

$$\begin{aligned} y_0 &= \frac{L}{\pi} \cos^{-1} \left(\sqrt{\frac{Z_{in}}{R_{in}}} \right) \\ Z_{in} &= 90 \frac{\epsilon_r^2}{\epsilon_r - 1} \left(\frac{L}{W} \right)^2 \\ Z_{in} &= \frac{1}{Y_{in}} = R_{in} = \frac{1}{2G_1} \\ G_1 &= \frac{1}{90} \left(\frac{W}{\lambda_0} \right)^2 \quad W < \lambda_0 \\ G_1 &= \frac{1}{120} \left(\frac{W}{\lambda_0} \right)^2 \quad W > \lambda_0 \end{aligned}$$

Diketahui $W = 4,560 \text{ mm}$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} = 11,53 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} G_1 &= \frac{1}{90} \left(\frac{W}{\lambda_0} \right)^2 \quad W < \lambda_0 \\ G_1 &= \frac{1}{90} \left(\frac{4,560}{11,53} \right)^2 \\ &= 0,00173791512 \\ R_{in} &= \frac{1}{2G_1} = \frac{1}{2(0,00173791512)} \\ &= \frac{1}{0,00347583024} \end{aligned}$$

$$= 287,701$$

$$Z_{in} = 90 \frac{\epsilon_r^2}{\epsilon_{r-1}} \left(\frac{L}{w}\right)^2$$

$$L = 3,875 \text{ mm}$$

$$= 90 \frac{(2,2)^2}{(2,2-1)} \left(\frac{3,875}{4,560}\right)^2$$

$$= 90 \frac{(4,84)}{1,2} (0,7221)$$

$$= 262,1223$$

$$y_0 = \frac{L}{\pi} \cos^{-1} \left(\sqrt{\frac{Z_{in}}{R_{in}}} \right)$$

$$= \frac{3,875}{\pi} \cos^{-1} \left(\sqrt{\frac{262,1223}{287,701}} \right)$$

$$= \frac{3,875}{\pi} \cos^{-1}(0,911)$$

$$= (1,23345) (0,4922154)$$

$$= 0,6$$

8. U – Slot

Untuk mencari dimensi dari u – slot dapat menggunakan persamaan (2.25 sampai 2.27)

$$\frac{E}{W} = 0,3$$

$$E = W \times 0,3$$

$$= 4,560 \times 0,3$$

$$= 1,368$$

$$F = \frac{\lambda}{60} = \frac{11,53}{60} = 0,1923 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{26 \text{ GHz}} = \frac{300}{26} \text{ mm} = 11,53$$

$$D = \frac{c}{f \sqrt{\epsilon_{eff}}} - 2 (L - 2\Delta L - F)$$

$$\frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \frac{11,53}{2,163} - 2 (3,875 + 210,0876) - 0,1923$$

$$= 5,3344 - 2 (3,875 - 0,03752 + 0,1923)$$

$$= 5,3344 - 8,05956$$

$$= 2,725 \text{ mm}$$

Tabel 3. 3 Hasil Perhitungan Dimensi Antena

Komponen	Simbol	Nilai Dimensi (mm)
Lebar <i>patch</i>	W	4,560
Panjang <i>patch</i>	L	3,875
Tebal <i>patch</i>	Tp	0,035
Lebar <i>substrate</i>	Ws	4,77
Panjang <i>substrate</i>	Ls	4,085
Tebal <i>substrate</i>	h	0,035
Lebar <i>feeder</i> (pencatu 50 Ω)	Wf	0,1096
Panjang <i>feeder</i> (pencatu 50 Ω)	Lf	1,959
Jarak antar <i>patch</i>	d	5,765

Pada Tabel 3.3 merupakan hasil perhitungan dari dimensi antena *single patch*. Dari Tabel tersebut terdapat beberapa komponen yang telah dihitung menggunakan persamaan – persamaan yang telah ditentukan. Komponen yang dihitung merupakan komponen yang nantinya nilai yang dihasilkan akan digunakan sebagai nilai dari dimensi yang ditentukan. Seperti pada Tabel 3.3 terdapat beberapa komponen yang telah di hitung sebagai nilai dari antena *single patch* seperti pada lebar *patch*, panjang *patch*, tebal *patch*, lebar *substrate*, panjang *substrate*, tebal *substrate*, lebar *feeder* dengan impedansi 50 Ω , panjang *feeder* dengan impedansi 50 Ω , dan jarak antar *patch*. Dari dimensi – dimensi tersebut maka akan terbentuk desain seperti pada Gambar 3.3.

3.3.4 Perancangan Antena *Microstrip Patch Square* Dengan Penambahan *U-Slot* Dan Menggunakan Metode *Defected Ground Structure (DGS)* Pada Frekuensi 26 GHz

Setelah menentukan dimensi dan spesifikasi antena, spesifikasi bahan yang digunakan, dan metode yang akan digunakan, maka tahap selanjutnya yaitu desain perancangan antena menggunakan *software* simulasi CST *Suite Studio* 2019. Desain perancangan antena dilakukan secara bertahap. Desain perancangan antena sesuai

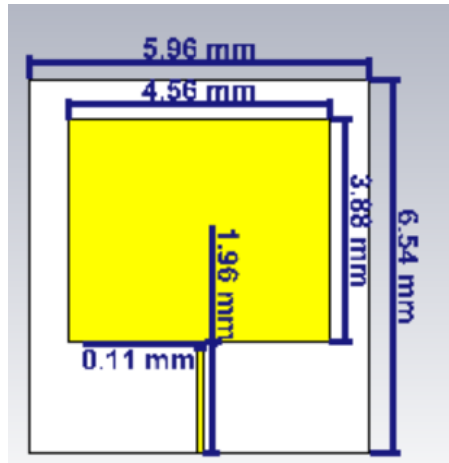
dengan alur perancangan sistem yaitu desain mikrostrip *single patch* kemudian dari desain tersebut di dapatkan hasil, yang mana hasil tersebut kemudian akan di optimasi. Setelah melakukan desain antenna *microstrip single patch* langkah selanjutnya yaitu menambahkan metode *defected ground structure* (DGS). Tujuan ditambahkan metode tersebut untuk meningkatkan kinerja *bandwidth* dari suatu antenna. Setelah dilakukannya penambahan metode DGS kemudian langkah selanjutnya yaitu desain dengan melakukan penambahan *insetfeed*, kemudian penambahan slot pada *patch*. Setelah langkah tersebut maka antenna di modelkan dengan cara MIMO 2x2 yang mana pemodelan MIMO juga digunakan untuk meningkatkan kecepatan data hingga 100 kali serta dapat meningkatkan kapasitas.

3.3.4.1 Perancangan Antena Mikrostrip Single Patch

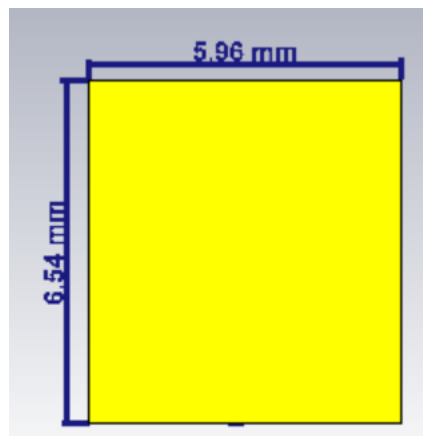
Perancangan antenna ini menggunakan *software* simulasi CST *Studio Suite* 2019. Langkah awal dalam perancangan antenna ini yaitu mendesain bentuk antenna sesuai dengan hasil perhitungan dimensi antenna. Setelah itu pilih bahan material atau komponen yang akan digunakan pada perancangan antenna tersebut. Kemudian mulai mendesain antenna mikrostrip *patch square* elemen tunggal. Setelah dilakukan desain maka kemudian di *running* untuk mengetahui hasil dari perancangan antenna tersebut. Hasil *running* tersebut kemudian di analisis apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang sudah di tentukan atau belum. Jika belum maka dapat dilakukan optimasi. Optimasi dilakukan dengan tujuan agar mendapatkan hasil rancangan yang sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Tabel 3.4 merupakan hasil desain antenna mikrostrip *patch square* elemen tunggal.

Tabel 3. 4 Dimensi Antena Single Patch

No	Deskripsi	Simbol	Nilai (mm)
1.	Panjang <i>substrat</i>	Ls	6,536
2.	Lebar <i>patch</i>	W	4,560
3.	Lebar <i>substrate</i>	Ws	5,962
4.	Panjang <i>patch</i>	L	3,875
5.	Panjang <i>feeder</i>	Lf	1,959
6.	Lebar <i>feeder</i>	Wf	0,1096
7.	Tebal <i>substrate</i>	h	0,035
8.	Tebal <i>copper</i>	tc	0,035



Gambar 3. 3 Antena Mikrostrip *Single Patch* Tampak Depan



Gambar 3. 4 Desain Antena *Single Patch* Tampak Belakang

Pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 merupakan hasil desain antena *single patch*. Pada hasil desain tersebut tertera nilai ukuran – ukuran dari dimensi antena yang telah dilakukan iterasi. Desain tersebut tampak depan ataupun tampak belakang masih polos, belum ditambahkan dengan desain metode *defected ground structure* (DGS) pada bagian *groundplane* dan belum juga ditambahkan *U – Slot* pada bagian *patch*.

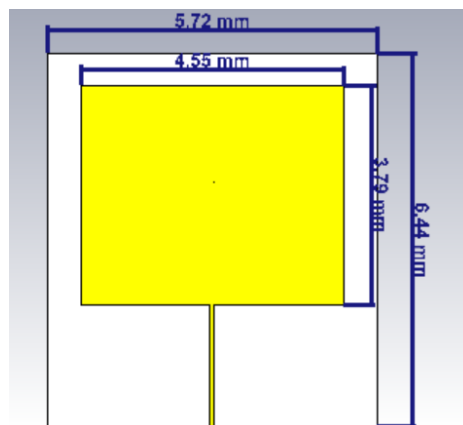
3.3.4.2 Perancangan Antena Mikrostrip *Single Patch* Dengan Penambahan Metode *Defected Ground Structure* (DGS).

Setelah dilakukan optimasi pada perancangan antena *single patch*, langkah selanjutnya yaitu memberikan metode *defected ground structure* (DGS) pada bagian *ground*. Penambahan metode DGS ini guna untuk meningkatkan *bandwidth*

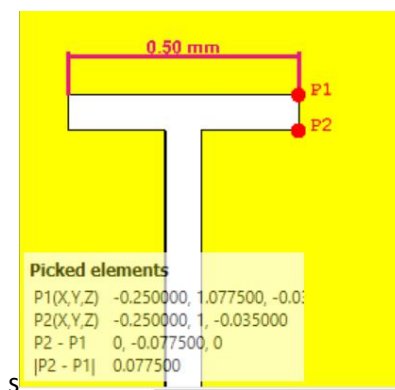
agar memenuhi spesifikasi yang sudah di tentukan. Penambahan metode DGS dilakukan dengan cara melubangi atau mencacatkan bagian *ground* yang kemudian nantinya menyesuaikan dengan bagian *substrat*. Pada penelitian ini menggunakan bentuk DGS dengan jenis *dumbbell* dengan bentuk kepala *dumbbell* berupa persegi. Pemilihan bentuk tersebut yaitu mengikuti dan menyesuaikan bentuk dari *patch*. Berikut merupakan hasil desain setelah ditambahkan metode DGS yang ditunjukkan pada Tabel 3.5 dibawah ini.

Tabel 3. 5 Dimensi Antena Metode DGS

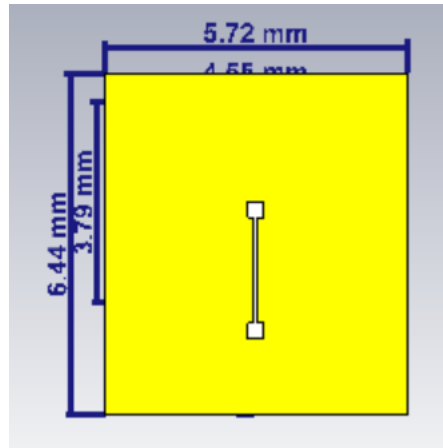
No	Deskripsi	Simbol	Nilai (mm)
1.	Lebar <i>slot dumbbell</i>	a	0,0775
2.	Panjang <i>slot dumbbell</i>	b	2
3.	panjang dan lebar <i>slot dumbbell</i>	c	0,5
4.	Jarak antar kepala <i>dumbbell</i>	d	0,0775



Gambar 3. 5 Desain Penambahan Metode DGS Sebelum Optimasi Tampak Depan



Gambar 3. 6 Desain Penambahan DGS Tampak Belakang



Gambar 3. 7 Desain Penambahan DGS Tampak Belakang

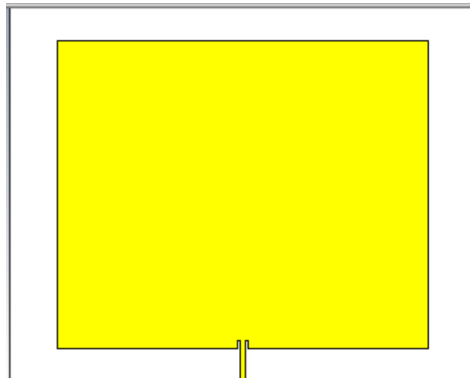
Penambahan metode *defected ground structure* (DGS) bertujuan untuk meningkatkan *bandwidth*. Pada teknologi 5G memerlukan *bandwidth* yang cukup lebar, sehingga pada penelitian ini untuk diperlukan juga *bandwidth* yang lebar sesuai dengan spesifikasi parameter yang telah di tentukan. Pada Gambar 3.6 dan 3.7 merupakan desain DGS tampak belakang. Yang mana pada bagian *ground* terdapat desain yang berbentuk *dumbbell*, desain tersebut merupakan desain dari DGS dengan bentuk *dumbbell* dan dengan bentuk kepala *dumbbell* berbentuk persegi, hal ini dikarenakan menyesuaikan dengan bentuk *patch*. Untuk mencari dimensi *dumbbell* dapat dilakukan beberapa kali percobaan agar didapatkan hasil yang dirasa cukup baik. Percobaan tersebut dapat meliputi perubahan panjang dan lebar *slot dumbbell* ataupun dari jarak antar kepala *dumbbell*.

3.3.4.3 Perancangan Antena Mikrostrip *Single Patch* Dengan Penambahan *Inset – Feed*.

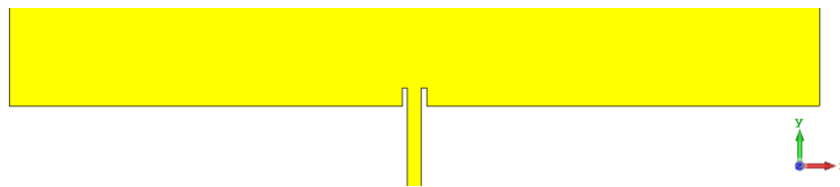
Setelah ditambah metode DGS langkah selanjutnya yaitu penambahan *insetfeed* pada bagian *patch*. Penambahan *insetfeed* ini bertujuan untuk menurunkan nilai *return loss*. Berikut pada Tabel 3.6 merupakan hasil desain penambahan *inset feed*

Tabel 3. 6 Dimensi Antena Menggunakan *Inset Feed*

No	Deskripsi	Simbol	Nilai (mm)
1.	Lebar <i>inset feed</i>	x0	0,05
2.	Panjang <i>inset feed</i>	y0	1



Gambar 3. 8 Desain *Inset feed*



Gambar 3. 9 Desain *Inset feed*

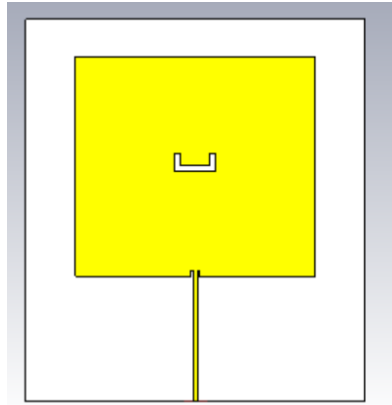
Pada Gambar 3.8 dan 3.9 merupakan hasil desain *inset feed*. *Inset feed* ini di desain pada bagian *feeder*.

3.3.4.4 Perancangan Antena Mikrostrip *Single Patch* Dengan Penambahan Metode U – Slot

Langkah selanjutnya pada penelitian ini yaitu penambahan metode u – slot. Metode U – Slot merupakan metode yang dilakukan dengan mencatikan pada bidang *patch*, hal ini sama seperti metode DGS yang sama sama mencatikan bagian dari antena tersebut. Metode U – Slot bertujuan untuk meningkatkan *bandwidth* dari antena. Berikut pada Gambar 3.7 merupakan hasil desain dengan penambahan metode u – slot

Tabel 3. 7 Dimensi Antena *Single Patch* Dengan Penambahan U – Slot

No	Deskripsi	Simbol	Nilai
1.	Lebar U – Slot 1	x1	0,1
2.	Lebar U – Slot 2	x2	0,1
3.	Panjang U – Slot 1	y1	0,5
4.	Panjang U – Slot 2	y2	0,3

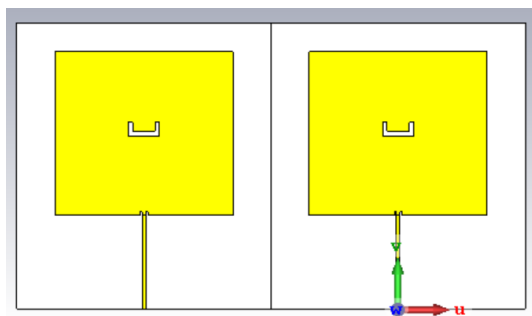


Gambar 3. 10 Desain Penambahan Metode U – Slot

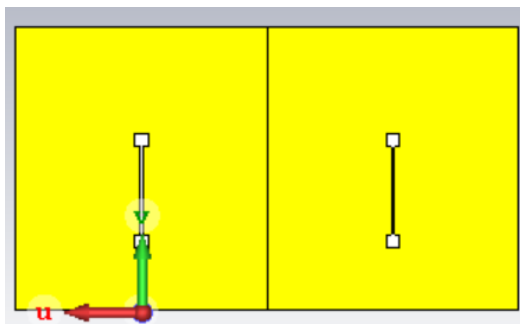
Pada penelitian ini menggunakan *slot* dengan bentuk seperti huruf U, seperti pada hasil desain yang ditunjukkan pada Gambar 3.10

3.3.4.5 Perancangan Antena Mikrostrip Dengan Penambahan MIMO 2x2

Multiple Input dan *Multiple Output* (MIMO) merupakan suatu sistem menggunakan antena lebih dari satu baik dari sisi penerima maupun pemancar. Penelitian ini menggunakan antena MIMO 2x2. MIMO 2x2 menyatakan bahwa jumlah antena pada sisi pemancar dan sisi penerima sama sama berjumlah dua buah. Berikut pada Gambar 3.11 dan 3.12 merupakan desain dari antena MIMO 2x2.



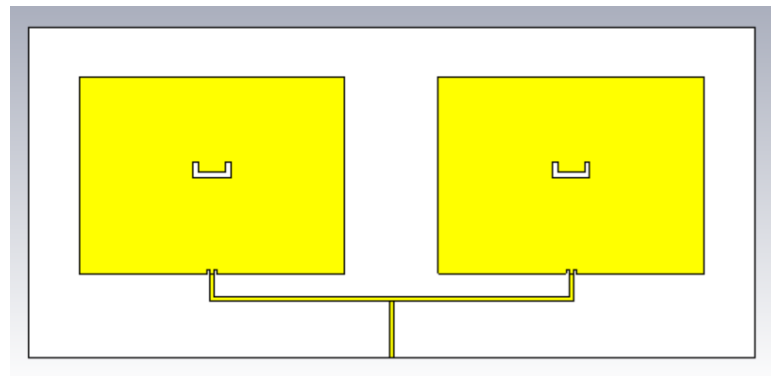
Gambar 3. 11 Desain Antena MIMO 2x2 Tampak Depan



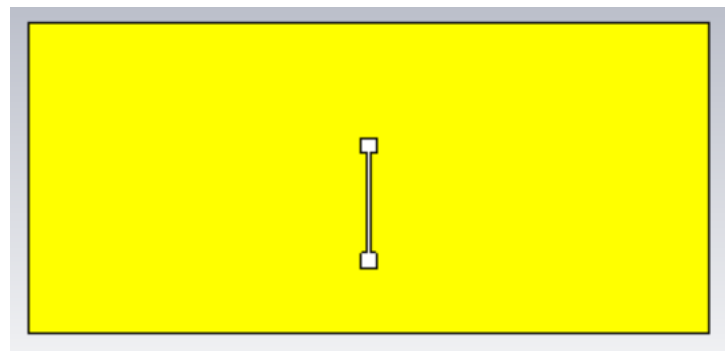
Gambar 3. 12 Desain Antena MIMO Tampak Belakang

3.3.4.6 Desain Antena Mikrostrip Array 1x2

Antena *array* merupakan antena yang terdiri dari dua atau lebih antena yang identik. Antena *array* dibuat dengan tujuan untuk meningkatkan *gain* dan *directivity* antena. Gambar 3.13 dan Gambar 3.14 dibawah ini merupakan desain antena *array* 1x2.



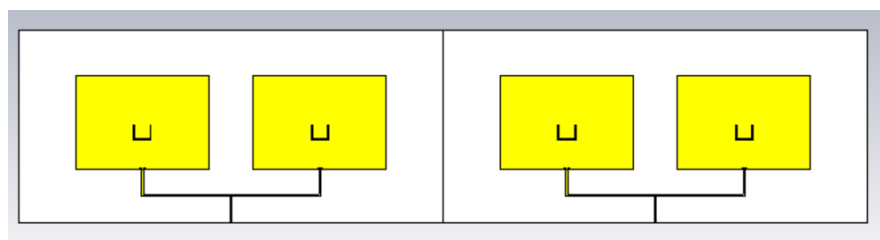
Gambar 3. 13 Desain Antena Array 1x2 Tampak Depan



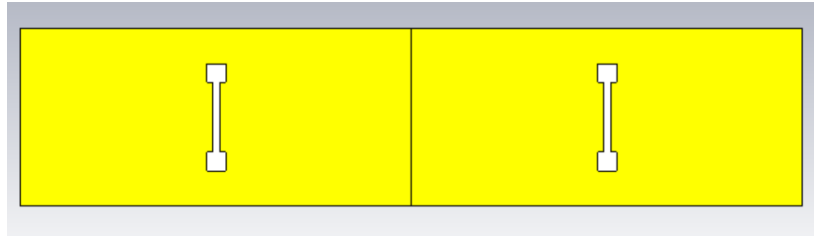
Gambar 3. 14 Desain Antena Array Tampak Belakang

3.3.4.7 Perancangan Antena Mikrostrip Array MIMO 2X2

Antena *array* MIMO merupakan penggabungan dari antena *array* dengan antena MIMO. Dibawah ini pada Gambar 3.15 dan Gambar 3.16 merupakan hasil desain antena *array* MIMO 2x2.



Gambar 3. 15 Desain Antena Array MIMO Tampak Depan



Gambar 3. 16 Desain Antena *Array* MIMO Tampak Belakang