

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini penulis akan membahas mengenai proses perancangan antenna mikrostrip menggunakan *simulator CST Microwave Studio 2012*. *CST Microwave Studio 2012* merupakan *software* desain yang banyak digunakan oleh para desainer antenna, karena cukup memudahkan dalam mendesain antenna. Pada perancangan ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan, yaitu menentukan parameter yang diinginkan (misalnya frekuensi kerja, *VSWR* dan *return loss*), setelah itu menentukan jenis *substrate* yang digunakan, kemudian melakukan perhitungan terhadap dimensi pada *patch*, pada lebar *stripline patch* persegi panjang. Setelah parameter sesuai dengan spesifikasi awal maka dilakukan pengukuran sehingga dapat dibandingkan dengan hasil simulasi.

#### **3.1. Alat dan Bahan**

Pada tahap perancangan antenna mikrostrip ini digunakan beberapa *software* yang digunakan pada tahap simulasi.

1. *CST Studio Suite 2012*, aplikasi ini merupakan aplikasi yang merancang fisik antenna mikrostrip yang dimodelkan dan disimulasikan serta dilihat parameter-parameter antenna yaitu *VSWR*, *return loss*, impedansi antenna, *gain*, polarisasi dan polarisasi.
2. *Microsoft Excel 2010*, aplikasi ini digunakan untuk mengolah data yang diperoleh dari hasil simulasi dengan menggunakan persamaan matematis

#### **3.2 Jalannya Penelitian**

Pada diagram alir proses kerja, yang dilakukan pertama kali oleh penulis adalah *study literature* dengan membaca jurnal atau buku yang berkaitan dengan antenna. Selanjutnya adalah menentukan spesifikasi antenna atau parameter sistem. Setelah itu melakukan perhitungan antenna dengan menentukan frekuensi tengah, merancang dimensi *patch*, merancang saluran pencatu serta perancangan dimensi substrat.

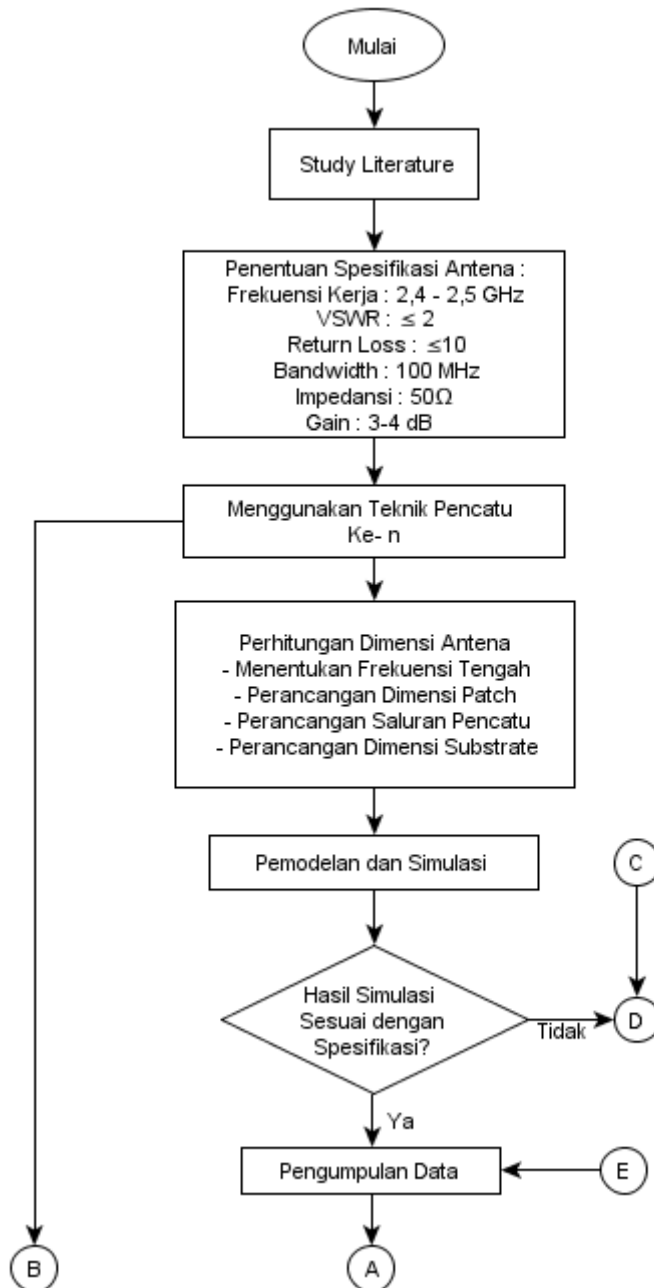
Berikutnya penulis akan melakukan pemodelan dan simulasi antenna dengan teknik pencatu *feedline* dan *proximity coupled* menggunakan *software CST STUDIO SUITE 2012* sesuai dengan hasil perhitungan yang telah di hitung sebelumnya. Setelah dilakukannya perancangan antenna kemudian dilakukan pemodelan dan simulasi, setelah itu bila

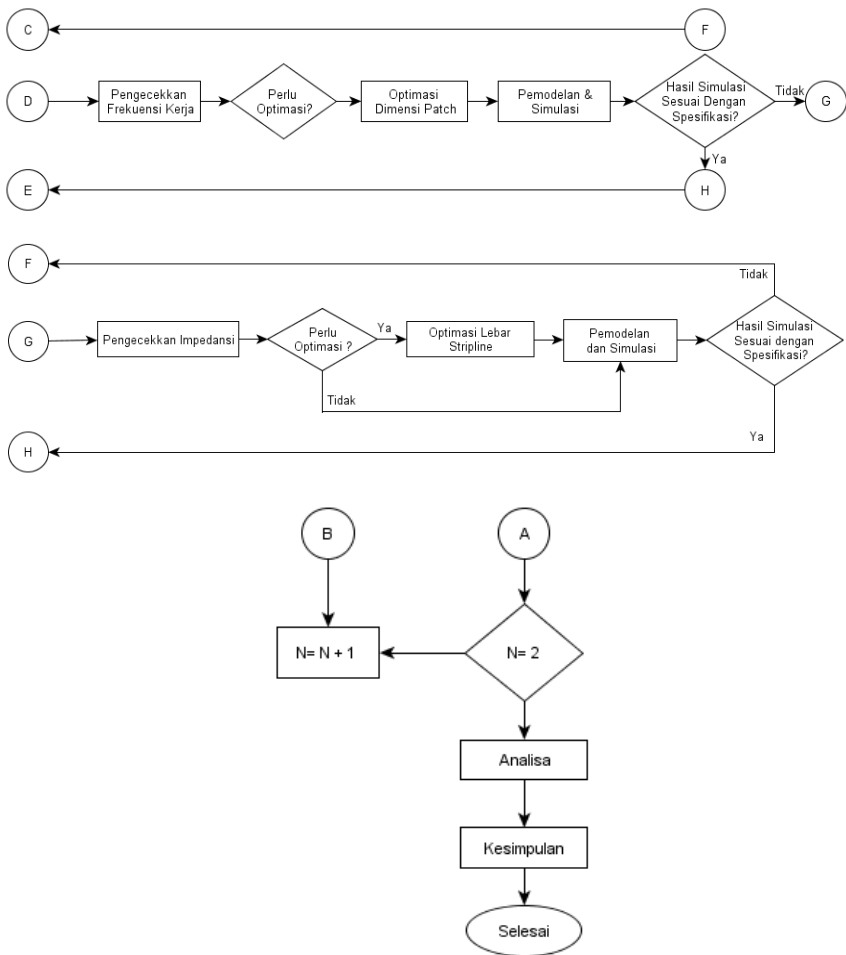
hasil simulasi belum sesuai dengan spesifikasi maka dilakukan pengecekan frekuensi kerja apakah frekuensi kerja perlu optimasi atau tidak, jika perlu maka akan dilanjutkan dengan optimasi *patch* bila sudah sesuai dengan spesifikasi maka dilakukan pemodelan dan simulasi.

Bila hasil simulasi sesuai dengan spesifikasi maka dilanjutkan pada pengumpulan data, bila tidak sesuai maka akan dilakukan kembali pengecekan impedansi serta optimasi impedansi bila sesuai dengan spesifikasi maka akan langsung melakukan pemodelan dan simulasi, bila belum sesuai maka akan dilakukan kembali optimasi *stripline* dengan cara memperlebar atau mempersempit *stripline*, bila sudah sesuai maka akan dilakukan pemodelan simulasi, bila hasil simulasi sesuai dengan spesifikasi maka akan dilakukan pengumpulan data, bila hasil spesifikasi belum sesuai, maka akan dilakukan kembali optimasi pada pergeseran frekuensi (bila frekuensi kerja bergeser), impedansi dan optimasi pada *stripline*.

Setelah Hasil simulasi sesuai dengan spesifikasi maka akan dilakukan pengumpulan data yang kemudian akan di analisa serta diambil penarikan kesimpulan pada penelitian tersebut.

Tahapan keseluruhan dari proses pengerjaan skripsi ini dapat dilihat pada gambar 3.1





Gambar 3.1. Diagram alur pengerjaan antenna (*Flowchart*)

### 3.3. Perhitungan Perancangan Antena

Sebelum dilakukan perancangan antenna, terlebih dahulu ditentukan spesifikasi katakteristik yang akan dihasilkan. terlebih dahulu menentukan spesifikasi dan katakteristik yang akan dihasilkan. Antena yang akan didesain adalah antenna mikrostriip *patch rectangular* pada

rentang frekuensi 2.400 MHz dengan 2.500 MHz dan akan direalisasikan telah memiliki spesifikasi seperti ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Antena Mikrostrip

Frekuensi Kerja	2,4 GHz – 2,5 GHz
<i>Bandwidth</i>	100 MHz
<i>VSWR</i>	$\leq 2$
<i>Gain</i>	3 - 4 dB
Impedansi Input	50 $\Omega$

Pada perancangan antena mikrostrip *patch* persegi panjang dengan pencatu *Feed Line* dan *Proximity coupled*, terlebih dahulu menentukan frekuensi kerja yang akan digunakan beserta spesifikasi yang akan didapatkan. Tujuannya dilakukan perancangan menggunakan aplikasi ini adalah untuk mendapatkan dimensi *patch* dan lebar pencatu yang optimal dan dapat memberikan nilai  $VSWR \leq 2$ , *Gain* 3 - 4 dB dan parameter lainnya sesuai spesifikasi awal pada rentang frekuensi 2,4 GHz hingga 2,5 GHz. Bahan *substrate* yang digunakan dalam skripsi ini adalah FR-4.

### 3.3.1 Penentuan Frekuensi Kerja Antena

Perancangan antena mikrostrip telah ditetapkan dapat bekerja pada frekuensi 2,4 GHz hingga 2,5 GHz. Dengan demikian, frekuensi tengah yang dimiliki pada rentang yang ditetapkan dapat ditentukan dengan persamaan (3-1).

$$f_c = \frac{f_1 + f_2}{2} \dots\dots\dots(3-1)$$

$$f_c = \frac{2.400 + 2.500}{2} = 2.450 \text{ MHz} = 2,45 \text{ GHz}$$

Dengan  $f_c$  : Frekuensi *Center*

$f_1$  : Frekuensi *High*

$f_2$  : Frekuensi *Low*

Berdasarkan hasil perhitungan pada persamaan 3.1 didapatkan frekuensi tengah yaitu 2,45 GHz, dengan frekuensi ini akan menjadi nilai parameter frekuensi dalam menentukan parameter – parameter lainnya. seperti dimensi *patch*. Pada rentang frekuensi kerja tersebut diharapkan antena memiliki nilai parameter sesuai dengan spesifikasi awal yang telah ditentukan sebelumnya.

### 3.3.2 Perancangan Dimensi Patch Persegi Panjang

Pada skripsi ini, antenna yang dirancang adalah antenna mikrostrip *Feed Line* dan *Proximity Coupled* dengan *patch* persegi panjang dengan frekuensi kerja 2,4 GHz hingga 2,5 GHz. Dalam perancangan awal antenna, digunakan perhitungan dimensi antenna mikrostrip pada persamaan 2.1.

$$w = \frac{c}{2f_c \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \dots\dots\dots (3-2)$$

$$w = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 2,45 \times 10^9 \sqrt{\frac{4,3+1}{2}}} = 0,037631m = 37,631 \text{ mm}$$

Dari perhitungan di atas, didapatlah nilai dimensi lebar *patch* (W) yang akan digunakan yaitu 37,631 mm. Selanjutnya menentukan panjang *patch* (L) diperlukan parameter panjang efektif *patch* ( $\Delta L$ ) dan panjang effective dielektrik ( $L_{eff}$ ). Terlebih dahulu menghitung efektifitas effective dielektrik ( $\epsilon_{eff}$ ) dengan persamaan 3.3.

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( \left| 1 + \frac{12h}{w} \right|^{-\frac{1}{2}} \right) \dots\dots\dots (3-3)$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{4,3+1}{2} + \frac{4,3-1}{2} \left( \left| 1 + \frac{12 \times 3,2}{37,631} \right|^{-\frac{1}{2}} \right)$$

$$\epsilon_{eff} = 4,2565mm$$

Setelah didapatkan nilai  $\epsilon_{eff}$ , maka panjang efektif *patch* ( $\Delta L$ ) dan panjang effective dielektrik ( $L_{eff}$ ) dapat dihitung berdasarkan persamaan 3.4 dan 3.5.

$$\Delta L = 0,412 h \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left( \frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left( \frac{W}{h} + 0,8 \right)} \dots\dots\dots (3-4)$$

$$\Delta L = 0,412 \times 3,2 \frac{(3,49+0,3) \left( \frac{37,631}{3,2} + 0,264 \right)}{(3,49-0,258) \left( \frac{37,631}{3,2} + 0,8 \right)} = 1,4393mm$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_c \sqrt{\epsilon_{eff}}} \dots\dots\dots (3-5)$$

$$L_{eff} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 2,45 \times 10^9 \sqrt{3,49}} = 0,02967 m$$

$$L_{eff} = 29,67 \text{ mm}$$

Setelah didapatkannya nilai  $\Delta L$  dan  $L_{eff}$ , maka panjang *patch* (L) bisa dihitung dengan menggunakan persamaan 3.6.

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \dots\dots\dots (3-6)$$

$$L = 29,67 - (2 \times 1,4393)$$

$$L = 26,79 \text{ mm}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan nilai dimensi panjang *patch* (L) yang akan digunakan yaitu 31,24 mm.

### 3.3.3 Perancangan Lebar dan Saluran Pencatu

Pada perancangan, saluran pencatu yang digunakan adalah mikrostrip *Feed Line* dan *Proximity Coupled*. Dalam perancangan antenna mikrostrip *patch* persegi panjang menggunakan impedansi saluran pencatu sebesar 50 Ω.

### 3.3.4 Perancangan Lebar Saluran Pencatu Mikrostrip 50 Ω

Pencatuan yang digunakan pada antenna yang dirancang pada skripsi ini adalah menggunakan teknik pencatuan *Feed Line* dan *Proximity Coupled*. Pada saat pengukuran antenna elemen tunggal, pencatuan antenna mikrostrip akan dihubungkan dengan konektor SMA 50 Ω. Dengan demikian dalam perancangan pencatuan antenna mikrostrip perlu impedansi masukan ( $Z_{in}$ ) 50 Ω. Nilai tersebut bisa didapatkan dengan mengatur lebar saluran pencatu. Untuk mendapatkan nilai impedansi 50 Ω dilakukan perhitungan lebar dari saluran pencatu menggunakan persamaan 3.7 dengan nilai  $Z_0 = 50 \Omega$  dan  $\epsilon_r = 4,3$ .

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots(3-7)$$

$$B = \frac{60 \times 3,14^2}{50\sqrt{4,3}} = 5,71$$

Setelah didapatkannya nilai B yang merupakan besarnya impedansi pada saluran, maka lebar *stripline* (Wst) adalah sebagai berikut dengan menggunakan persamaan 3.8.

$$Wst = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \dots(3-8)$$

$$Wst = \frac{2 \times 3,2}{3,14} \left\{ 5,71 - 1 - \ln(2 \times 5,71 - 1) + \frac{4,3 - 1}{2 \times 4,3} \left[ \ln(5,71 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,3} \right] \right\} = 6,2176 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan di atas untuk menghasilkan nilai impedansi 50 Ω dibutuhkan lebar saluran pencatu sebesar 3,114 mm.

### 3.3.5 Perancangan Panjang Saluran Pencatu Mikrostrip 50 Ω

Kemudian, sebelum menghitung panjang saluran pencatu, terlebih dahulu menghitung karakteristik saluran mikrostrip dengan menggunakan persamaan 3-9.

$\frac{Wst}{h} = \frac{6,2176}{3,2} = 1,943$  ; karena nilai  $\frac{w}{h} = 1,943 > 1$  maka menggunakan persamaan 3-9 sebagai berikut.

$$\epsilon_r \text{ relatif} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \right] \dots\dots\dots (3-9)$$

$$\epsilon_r \text{ relatif} = \frac{4,3 + 1}{2} + \frac{4,3 - 1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{3,2}{6,2176}}} \right] = 3,025$$

Setelah didapat nilai  $\epsilon_r \text{ relatif}$  pada pencatu *feedline* yaitu 3,025 dan nilai  $\epsilon_r \text{ relatif}$  yaitu 3,27 , selanjutnya menghitung panjang saluran transmisi (l<sub>st</sub>) seperti pada persamaan (3-12) dimana  $\lambda_g$  merupakan panjang gelombang untuk penggunaan bahan dielektrik seperti pada persamaan (3-10) dan (3-11).

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_c} \dots\dots\dots (3-10)$$

$$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{2,45 \times 10^9} = 0,1224 \text{ m} = 122,4 \text{ mm}$$

Menghitung panjang saluran transmisi (l<sub>st</sub>)

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r \text{ relatif}}} \dots\dots\dots (3-11)$$

$$\lambda_g = \frac{122,4}{\sqrt{3,025}} = 70,400 \text{ mm}$$

$$l_{st} = \frac{\lambda_g}{4} \dots\dots\dots (3-12)$$

$$l_{st} = \frac{670,400}{4} = 17,6 \text{ mm}$$

### 3.3.6 Perancangan Dimensi *Substrate*

Dalam perancangan antena mikrostrip, diperlukan perhitungan terhadap panjang dan lebar minimum *substrate*. Perhitungan ini berfungsi sebagai acuan minimum *substrate* yang akan dibuat. Perhitungan jarak antara *substrate* ke *patch* dapat dilakukan menggunakan persamaan 3-13 dan 3-14.

Perhitungan jarak antara *substrate* ke *patch*

$$Wg = 6h + W \dots\dots\dots (3-13)$$

$$= (6 \times 3,2) + 37,631 = 56,831 \text{ mm}$$

$$Lg = 6h + L \dots\dots\dots (3-14)$$

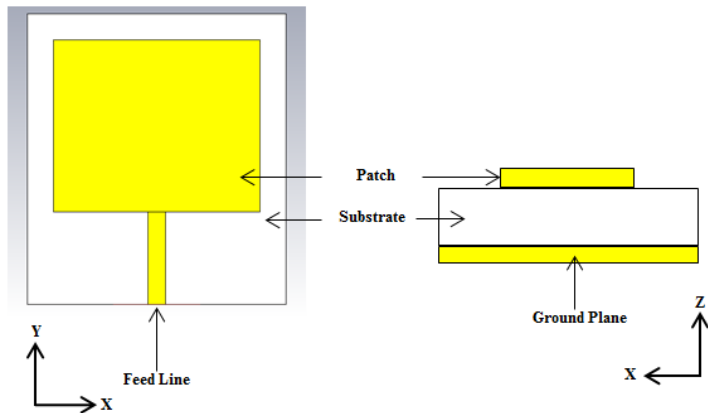
$$= (6 \times 3,2) + 26,791 = 45,991 \text{ mm}$$



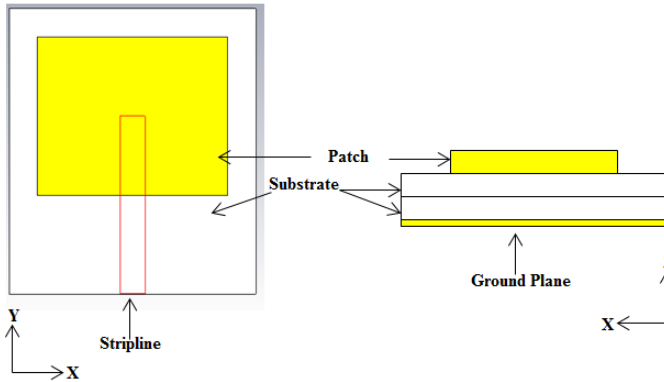
Hasil dari perhitungan dimensi antenna berdasarkan teori dapat dilihat lebih lengkap seperti ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Perhitungan Dimensi Antena Dengan Pencatu *Feedline* dan *Proximity Coupled*

Komponen	Simbol Komponen	Dimensi (mm)
		FR-4 ( $\epsilon_r = 4,3$ )
Lebar Patch	Wp	37,631
Panjang Patch	Lp	26,791
Tebal Patch	Tpatch	0,035
Lebar Strip Line 50 $\Omega$	Wstrip	6,217
Panjang Strip Line	Lstrip	17,6
Lebar Substrate	Ws	45,991
Panjang Substrate	Ls	56,831
Tinggi / Tebal substrate	Ts	3,2



Gambar 3.2 Desain Awal Antena Mikrostrip Tampak Atas dan Tampak Samping Dengan Pencatu *Feedline*

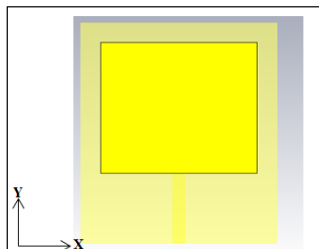


Gambar 3.3 Desain Awal Antena Mikrostrip Tampak Atas dan Tampak Samping Dengan Pencatu *Proximity Coupled*

### 3.4 Simulasi CST Studio Suite 2012

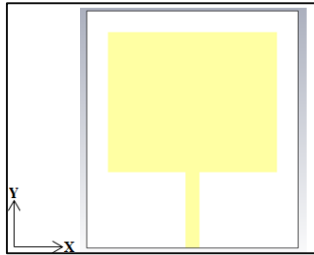
#### 3.4.1 Pembuatan Antena *Microstrip* dengan pencatu *Feedline*

Desain awal antenna *microstrip* sebelum dilakukan optimasi dan dimensi yang digunakan adalah berdasarkan hasil perhitungan secara teori sesuai dengan gambar 3.1. Proses dari perancangan dan simulasi antenna menggunakan CST *studio suite* 2012 yang nilai dimensi awal antenanya berdasarkan hasil perhitungan. Desain awal dari antenna yang dirancang adalah antenna mikrostrip dengan *patch* persegi panjang (*rectangular*). Pembuatan desain menggunakan aplikasi ini bertujuan untuk memvisualisasikan antenna. Tahap awal yang dilakukan pada saat mendesain antenna adalah membuat *layer* pertama kemudian sebelum dilakukan pengukuran menggunakan simulasi, terlebih dahulu dilakukan perancangan *patch* persegi panjang (*rectangular*) dengan menggunakan dimensi sesuai hasil perhitungan secara teori seperti ditunjukkan gambar 3.2. Perancangan *patch* ini digunakan material *copper* dengan ketebalan 0,035 mm.



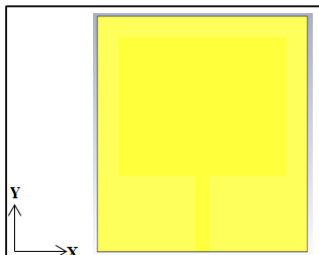
Gambar 3.4 Dimensi *Patch*

Agar gelombang elektromagnetik dapat menyalurkan gelombang elektromagnetik dari pencatu maka membutuhkan sebuah media yang dikenal dengan *substrate*. Umumnya substrat merupakan lapisan antenna *microstrip* yang terletak di antara *patch* dan *ground plane*. Untuk menghasilkan ukuran yang sesuai dengan *ground plane* maka substrat terdiri dua dimensi yaitu dimensi panjang minimal *ground plane* ( $L_g$ ) dan dimensi lebar minimum *ground plane* ( $W_g$ ). Panjang minimal *ground plane* yang diperoleh dari persamaan 3-2 sebesar 31,27 mm dan lebar minimum *ground plane* dari hasil persamaan 3-3 sebesar 37,631 mm. Spesifikasi bahan pada *substrate* ialah FR-4.



Gambar 3.5 Dimensi *Substrate*

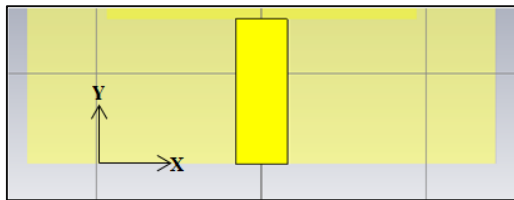
Bagian antenna mikrostrip yang penting setelah *patch* dan *substrate* adalah *ground plane*. Setelah perancangan dimensi *substrate* dapat dilakukan perancangan dimensi *ground plane* yang berfungsi untuk memantulkan sinyal yang tidak diharapkan yang letaknya di bagian belakang *substrate* pada *layer* pertama. Bahan yang digunakan *ground plane* adalah *copper* dengan ketebalan sebesar 0,035 mm. Gambar 3.6 merupakan bagian belakang *substrate* yang telah diberi *ground*.



Gambar 3.6 Dimensi *Ground Plane*

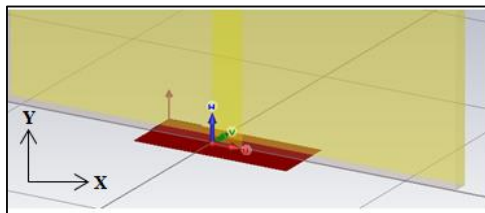
Setelah membuat *ground plane*, kita perlu membuat *substrate* untuk *layer* kedua.

Teknik pencatuan *Feedline* di saluran ini, terdapat sebuah garis langsung terhubung ke tepi dari *patch microstrip* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.7 Saluran *strip* tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran *patch*, dalam hal ini saluran dibuat satu sket dengan *substrate* yang sama, teknik ini disebut struktur *planar*. Tujuan dari penyisipan *cut-in* dalam *patch* ini adalah untuk mencocokkan impedansi dari saluran terhadap *patch* tanpa memerlukan penambahan elemen *matching* lainnya. Hal ini dapat dicapai dengan benar dengan melakukan kontrol yang tepat pada posisi penyisipan. Perancangan saluran pencatu atau *stripline* berada di bagian belakang *substrate* pada *layer* kedua dan masih menggunakan material yang sama dengan *patch* yaitu *copper* dengan ketebalan bahan yaitu 0.035 mm.



Gambar3.7 Dimensi saluran Pencatu

Agar pada saat pengukuran antenna mikrostrip, pancatu dapat menyalurkan sinyal yang dikirim dan diterima oleh saluran transmisi yang dihubungkan pada patch maka membutuhkan sebuah terminal (*media*) yang dikenal dengan *port*. Tampilan *port* dan data yang dibutuhkan dalam menambahkan port pada antenna mikrostrip ditampilkan oleh gambar 3.8



Gambar 3.8 Dimensi *Port* Pada Antenna Mikrostrip Dengan Pencatu *Stripline*

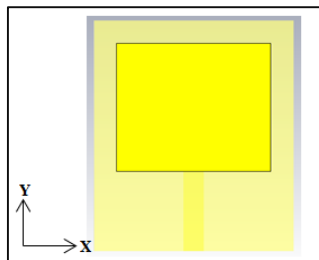
Dalam pencatuan jenis ini, patch dari *microstrip* di catu dengan jalur konduktor yang diletakkan di sisi yang sama pada elemen *patch*, atau biasa disebut dengan *microstrip line*.

### 3.4.2 Pembuatan Antena Mikrostrip dengan Pencatu *Proximity Coupled*

Proses perancangan simulasi teknik pencatutan pada antenna mikrostrip *proximity coupled* berdasarkan hasil perhitungan secara teori. Pada proses perancangannya juga hampir sama dengan teknik pencatu *feedline* yang membedakannya adalah, pada saluran transmisi (*feed line*) hanya menggunakan satu *substrate*, tetapi pada teknik pencatu *proximity coupled* menggunakan dua lapis *substrate*.

Kedua lapisan substrat dapat dipilih untuk meningkatkan *bandwidth* antena, dan mengurangi radiasi elemen pencatu. Dengan meletakkan *patch* peradiasi diatas dua lapisan substrat maka akan dihasilkannya *bandwidth* yang lebar. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan dua lapisan maka ketebalan substrat yang digunakan menjadi lebih tebal. Pada perancangan dimensi antena, terlihat pada gambar 3.9 yang merupakan desain awal dari antena.

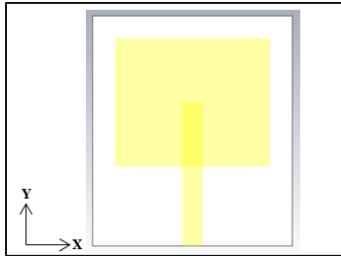
Tahap awal yang dilakukan pada saat mendesain antena adalah membuat *layer* pertama kemudian sebelum dilakukan pengukuran menggunakan simulasi, terlebih dahulu dilakukan perancangan *patch* persegi panjang (*rectangular*) dengan menggunakan dimensi sesuai hasil perhitungan secara teori seperti ditunjukkan gambar 3.3. Perancangan *patch* ini digunakan *material copper* dengan ketebalan 0.035 mm.



Gambar 3.9 Dimensi *Patch*

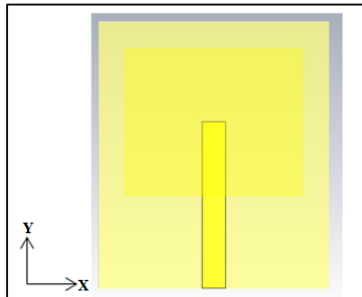
Umumnya substrat merupakan lapisan antena *microstrip* yang terletak di antara *patch* dan *ground plane*. Untuk menghasilkan ukuran yang sesuai dengan *ground plane* maka substrat terdiri dua dimensi yaitu dimensi panjang minimal *ground plane* ( $L_g$ ) dan dimensi lebar minimum *ground plane* ( $W_g$ ). Pada pencatu *proximity coupled* menggunakan dua lapis *substrate* dimana pada *substrate* yang satu dengan yang lainnya terdapat *stripline* atau bias juga dikatakan

*stripline* berada di tengah-tengah *substrate* yang satu dengan yang lain.



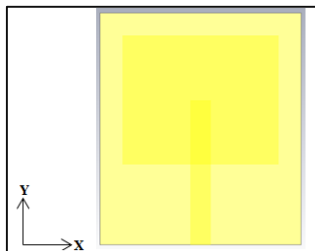
Gambar 3.10 Dimensi *Substrate*

Setelah mendesain sebuah *substrate* maka pada bagian belakang akan di tambah sebuah *stripline*.



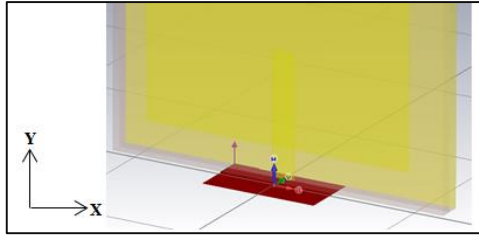
Gambar 3.11 Desain *Stripline*

Bagian antenna mikrostrip yang penting setelah *patch* dan *substrate* adalah *ground plane*. Setelah perancangan dimensi *substrate* dapat dilakukan perancangan dimensi *ground plane* yang berfungsi untuk memantulkan sinyal yang tidak diharapkan yang letaknya di bagian belakang *substrate* pada *layer* pertama. Bahan yang digunakan *ground plane* adalah *copper* dengan ketebalan sebesar 0,035 mm. Gambar 3.12 merupakan bagian belakang *substrate* yang telah diberi *ground*



Gambar 3.12 Desain *Groundplane*

Agar pada saat pengukuran antenna mikrostrip, pancatu dapat menyalurkan sinyal yang dikirim dan diterima oleh saluran transmisi yang dihubungkan pada *patch* maka membutuhkan sebuah terminal (*media*) yang dikenal dengan *port*. Tampilan *port* dan data yang dibutuhkan dalam menambahkan port pada antenna mikrostrip ditampilkan oleh gambar 3.13



Gambar 3.13 Dimensi *Port* Pada Antenna Mikrostrip Dengan Pancatu *Proximity Coupled*

### 3.4.3 Pengujian Unjuk Kerja Antena

Untuk mengetahui dan menampilkan nilai dari parameter antenna yang akan diamati maka membutuhkan beberapa pengaturan-pengaturan pada perancangan yang terdiri dari *boundary*, pengaturan *field monitor* serta pengaturan parameter-parameter antenna lainnya seperti VSWR, *return loss*, *gain*, Impedansi *Input*, Polarisasi dan Pola radiasi. Hal pertama yang dilakukan adalah membuat batas area kerja dari frekuensi untuk antenna, Untuk area kerja frekuensi diberikan batas dari 2,4 GHz hingga 2,5 GHz dikarenakan antenna yang didesain diharapkan bekerja pada frekuensi antara 2,4 – 2,5 GHz sesuai yang diharapkan atau lebih tepatnya bekerja pada frekuensi 2,45 GHz. Setelah menentukan area kerja frekuensi tersebut selanjutnya menentukan *area boundary*.

*Boundary* merupakan salah satu pengaturan yang bertujuan untuk menentukan daerah batas kalkulasi terhadap medan jauh pada *simulator* CST. Pengaturan “*New Field Monitor*” merupakan pengaturan antenna dengan tujuan untuk menampilkan polarisasi dan polaradiasi. Umumnya *field monitor* terdiri atas *E-field*, *H-field* dan *Farfield/RCS*. *E-field* pengaturan yang digunakan untuk menampilkan pola radiasi pada gelombang di bidang *E-field*, *H-field* pengaturan yang digunakan untuk menampilkan pola radiasi pada gelombang di

bidang H, sedangkan *Farfield/RCS* pengaturan yang digunakan untuk menghasilkan *gain* dan polarisasi pada medan jauh.

### 3.5 Optimasi Rancang Antena

#### 3.5.1 Optimasi Antena Mikrostrip Dengan Pencatu *Feedline*

Agar parameter antena dapat memenuhi spesifikasi yang diinginkan maka perlu dilakukan tahap optimasi terhadap nilai parameter. Hal pertama yang dilakukan adalah menentukan dimensi VSWR.

salah satu caranya dengan mengubah nilai panjang *patch* dan lebar. Menentukan antena dengan membandingkan hasil terbaik dari hasil simulasi antena, yaitu posisi 1 dan posisi 2 dengan *shorting wall* dengan persamaan (3-15) dan (3-16)

$$L_n = \left( \frac{Freq_x}{Freq_{dicari}} \right) L_0 \dots\dots\dots(3-15)$$

$$W_n = \left( \frac{Freq_x}{Freq_{dicari}} \right) W_0 \dots\dots\dots(3-16)$$

Dengan :  $L_n$  = Dimensi panjang yang dicari atau baru.

$L_0$  = Dimensi panjang sebelumnya.

$W_n$  = Dimensi lebar yang dicari atau baru.

$W_0$  = Dimensi lebar sebelumnya.

$Freq_x$  = Frekuensi dengan VSWR terendah saat ini.

Teknik optimasi ini digunakan untuk merubah atau menggeser frekuensi kerja antena ke frekuensi yang sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan, dengan cara merubah nilai W dan L pada *patch* antena menggunakan persamaan 3.6 dan 3.7 [16] dimana nilai  $Freq_x$  adalah 2,182GHz dan nilai  $Freq_{dicari}$  adalah 2,45 GHz sehingga :

$$L_n = \left( \frac{Freq_x}{Freq_{dicari}} \right) L_0 = \left( \frac{2,452}{2,45} \right) 26,791 = 26,81 \text{ mm}$$

$$W_n = \left( \frac{Freq_x}{Freq_{dicari}} \right) W_0 = \left( \frac{2,452}{2,45} \right) 37,631 = 37,66 \text{ mm}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai baru L atau panjang *patch* sebesar 26,81 mm dan nilai baru W atau Lebar *patch* sebesar 37,66 mm. Berikut adalah tabel hasil pergeseran frekuensi menggunakan *shorting wall*.

Tabel 3.3 Hasil Pergeseran Frekuensi Antena Mikrostrip Dengan Pencatu *Feedline*

W	L	Frekuensi	VSWR	Return Loss
37,631	26,791	2,452	2,899	-6,247
<b>37,66</b>	<b>26,81</b>	<b>2,450</b>	<b>2,895</b>	<b>-6,257</b>



Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pergeseran frekuensi ke 2,45 GHz membuat dimensi *patch* semakin kecil. Dan dimensi *patch* terakhir yang digunakan adalah ketika nilai W atau lebar *patch* sebesar 37,66 mm dan nilai L atau panjang *patch* sebesar 26,81 mm dimana nilai ini merupakan dimensi dengan nilai parameter VSWR dan *Return Loss* terbaik karena sudah tidak bisa dilakukan pergeseran frekuensi. Setelah melakukan pergeseran frekuensi, selanjutnya adalah optimasi impedansi, nilai impedansi yang didapatkan pada frekuensi 2,45 GHz. Dengan cara merubah nilai pada lebar *stripline* (Wst), perubahan nilai lebar *stripline* (Wst) yang dilakukan untuk mendapatkan nilai impedansi 50  $\Omega$  agar *matching*. Pada saat nilai Wst diubah-ubah, nilai dari panjang *patch* (L), dan lebar *patch* (W) tetap. Pengaruh perubahan nilai Wst terhadap impedansi yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.4 dengan beda nilai 1 mm untuk setiap perubahan nilai Wst

Tabel 3.4 Perubahan Nilai *Stripline* (Wst)

Dimensi Antena (mm)			Z = R + jX
W	L	Wst	
37,66	26,81	6,2176	18,984 + j 14,68
37,66	26,81	5,2176	22,370 + j 10,7
37,66	26,81	4,2176	27,481 + j 6,673
<b>37,66</b>	<b>26,81</b>	<b>3,2176</b>	<b>35,749 + j 3,163</b>
37,66	26,81	2,2176	50,76 + j 0,67
37,66	26,81	1,2176	75,545 + j 2,41

Dari hasil tabel 3.4 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai 50  $\Omega$  ketika nilai lebar *stripline* (Wst) sebesar 3,2176 mm dengan nilai impedansi 35,749  $\Omega$ . Nilai tersebut belum memenuhi spesifikasi sehingga akan dilakukan perubahan nilai Wst lagi dengan beda nilai 0,1 mm yang dapat dilihat pada tabel 3.5 di bawah ini

Tabel 3.5 Perubahan Nilai *Stripline* (Wst)

Dimensi Antena (mm)			Z = R + jX
W	L	Wst	
37,66	26,81	3,2176	35,749 + j 3,166
37,66	26,81	3,1176	36,886 + j 3,308
37,66	26,81	3,0176	37,754 + j 2,275

37,66	26,81	2,9176	38,972 + j 2,415
37,66	26,81	2,8176	40,272 + j 2,563
37,66	26,81	2,7176	41,363 + j 1,408
37,66	26,81	2,6176	42,773 + j 1,547
37,66	26,81	2,5176	44,194 + j 1,715
37,66	26,81	2,4176	47,624 + j 0,553
<b>37,66</b>	<b>26,81</b>	<b>2,3176</b>	<b>49,261 + j 0,718</b>

Dari hasil tabel 3.5 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai 50  $\Omega$  ketika nilai lebar *stripline* (Wst) sebesar 2,3176 mm dengan nilai impedansi 49,261  $\Omega$ . Nilai tersebut belum memenuhi spesifikasi sehingga akan dilakukan perubahan nilai Wst lagi dengan beda nilai 0,01 mm yang dapat dilihat pada tabel 3.6 di bawah ini.

Tabel 3.6 Perubahan Nilai *Stripline* (Wst)

Dimensi Antena (mm)			Z = R + jX
W	L	Wst	
37,66	26,81	2,3176	49,261 + j 0,718
37,66	26,81	2,3076	49,434 + j 0,736
37,66	26,81	2,2976	49,608 + j 0,754
37,66	26,81	2,2876	49,784 + j 0,772
37,66	26,81	2,2776	49,96 + j 0,79
<b>37,66</b>	<b>26,81</b>	<b>2,2676</b>	<b>49,864 + j (-0,742)</b>
37,66	26,81	2,2576	50,041 + j (-0,728)

Dari hasil tabel 3.6 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai 50  $\Omega$  ketika nilai lebar *stripline* (Wst) sebesar 2,2676 mm dengan nilai impedansi 49,864  $\Omega$ . Nilai tersebut belum memenuhi spesifikasi sehingga akan dilakukan perubahan nilai Wst lagi dengan beda nilai 0,001 mm yang dapat dilihat pada tabel 3.7 di bawah ini.

Tabel 3.7 Perubahan Nilai *Stripline* (Wst)

Dimensi Antena (mm)			Z = R + jX
W	L	Wst	
37,66	26,81	2,2676	49,864 + j (-0,742)
37,66	26,81	2,2666	49,882 + j (-0,7411)
37,66	26,81	2,2656	49,900 + j (-0,739)

37,66	26,81	2,2646	49,917 + j (-0,738)
37,66	26,81	2,2636	49,935 + j (-0,737)
37,66	26,81	2,2626	49,953 + j (-0,735)
37,66	26,81	2,2616	49,971 + j (-0,734)
37,66	26,81	2,2606	49,989 + j (-0,733)
<b>37,66</b>	<b>26,81</b>	<b>2,2596</b>	<b>50,006 + j (-0,731)</b>
37,66	26,81	2,2586	50,023 + j (-0,73)

Dari hasil tabel 3.8 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai  $50 \Omega$  ketika nilai lebar *stripline* (Wst) sebesar 2,2596 mm dengan nilai impedansi  $50,006 \Omega$ . Nilai tersebut sudah sangat meendekati spesifikasi yang diinginkan. Namun ketika optimasi impedansi selesai, frekuensi kerja bergeser sedikit menjadi 2,4 GHz dimana perlu dilakukan pergeseran frekuensi kembali. Tabel 3.9 merupakan hasil pergeseran frekuensi menggunakan *shorting wall*.

Tabel 3.8 Hasil Pergeseran Frekuensi

W	L	Frekuensi	VSWR	Return Loss
37,660	26,810	2,400	1,0147	-42,7140
36,89	26,26	2,444	1,0179	-41,0100
36,80	25,73	2,486	1,0059	-50,6110
37,342	26,105	2,456	1,016	-42,256
<b>37,433</b>	<b>26,169</b>	<b>2,450</b>	<b>1,012</b>	<b>-45,912</b>

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pergeseran frekuensi ke 2.45 GHz membuat dimensi *patch* semakin kecil. Dan dimensi *patch* terakhir yang digunakan adalah ketika nilai W atau lebar *patch* sebesar 37,433 mm dan nilai L atau panjang *patch* sebesar 26,169 mm dimana nilai ini merupakan dimensi dengan nilai parameter VSWR dan Return Loss terbaik karena sudah tidak bisa dilakukan pergeseran frekuensi. Setelah melakukan pergeseran frekuensi, selanjutnya adalah optimasi impedansi, nilai impedansi yang didapatkan pada frekuensi 2,45 GHz. Dengan cara merubah nilai pada lebar *stripline* (Wst), perubahan nilai lebar *stripline* (Wst) yang dilakukan untuk mendapatkan nilai impedansi  $50 \Omega$  agar *matching*. Pada saat nilai Wst diubah-ubah, nilai dari panjang *patch* (L), dan lebar *patch* (W) tetap. Pengaruh perubahan

nilai  $W_{st}$  terhadap impedansi yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.10 dengan beda nilai 0,1 mm untuk setiap perubahan nilai  $W_{st}$

Tabel 3.9 Perubahan Nilai *Stripline* ( $W_{st}$ )

Dimensi Antena (mm)			$Z = R + jX$
W	L	$W_{st}$	
<b>37,433</b>	<b>26,169</b>	<b>2,2596</b>	<b>50,507 + j (-0,05)</b>
37,433	26,169	1,2596	74,347 + j (-4,499)

Dari hasil tabel 3.10 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai 50  $\Omega$  ketika nilai lebar *stripline* ( $W_{st}$ ) sebesar 2,2596 mm dengan nilai impedansi 50,507  $\Omega$ . Nilai tersebut melebihi spesifikasi sehingga akan dilakukan perubahan nilai  $W_{st}$  lagi dengan menambah beda nilai 1 mm yang dapat dilihat pada tabel 3.11 di bawah ini.

Tabel 3.10 Perubahan Nilai *Stripline* ( $W_{st}$ )

Dimensi Antena (mm)			$Z = R + jX$
W	L	$W_{st}$	
<b>37,433</b>	<b>26,169</b>	<b>2,2596</b>	<b>50,507 + j (-0,05)</b>
37,433	26,169	3,2596	35,701 + j 4,003
37,433	26,169	4,2596	27,796 + j 8,395

Dari hasil tabel 3.11 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai 50  $\Omega$  ketika nilai lebar *stripline* ( $W_{st}$ ) sebesar 2,2596 mm dengan nilai impedansi 50,507  $\Omega$ . Nilai tersebut melebihi spesifikasi sehingga akan dilakukan perubahan nilai  $W_{st}$  lagi dengan menambah beda nilai 0,1 mm yang dapat dilihat pada tabel 3.12 di bawah ini.

Tabel 3.11 Perubahan Nilai *Stripline* ( $W_{st}$ )

Dimensi Antena (mm)			$Z = R + jX$
W	L	$W_{st}$	
<b>37,433</b>	<b>26,169</b>	<b>2,2596</b>	<b>50,507 + j 0,05</b>
37,433	26,169	2,3596	48,768 + j 0,166
37,433	26,169	2,4596	47,416 + j 1,116
37,433	26,169	2,5596	43,774 + j 1,13

Dari hasil tabel 3.12 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai 50  $\Omega$  ketika nilai lebar *stripline* ( $W_{st}$ ) sebesar 2,2596 mm dengan nilai impedansi 50, 507  $\Omega$ . Nilai tersebut melebihi spesifikasi

sehingga akan dilakukan perubahan nilai Wst lagi dengan menambah beda nilai 0,01 mm yang dapat dilihat pada tabel 3.13 di bawah ini

Tabel 3.12 Perubahan Nilai Stripline (Wst)

Dimensi Antena (mm)			$Z = R + jX$
W	L	Wst	
37,433	26,169	2,2596	50,507 + j 0,05
37,433	26,169	2,2696	50,326 + j 0,065
<b>37,433</b>	<b>26,169</b>	<b>2,2796</b>	<b>50,147 + j 0,074</b>
37,433	26,169	2,2896	49,985 + j 0,1
37,433	26,169	2,2996	49,809 + j 0,115

Dari hasil tabel 3.13 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai 50  $\Omega$  ketika nilai lebar *stripline* (Wst) sebesar 2,2796 mm dengan nilai impedansi 50,147  $\Omega$ . Nilai tersebut melebihi spesifikasi sehingga akan dilakukan perubahan nilai Wst lagi dengan menambah beda nilai 0,001 mm yang dapat dilihat pada tabel 3.14 di bawah ini

Tabel 3.13 Perubahan Nilai Stripline (Wst)

Dimensi Antena (mm)			$Z = R + jX$
W	L	Wst	
37,433	26,169	2,2796	50,147 + j 0,074
37,433	26,169	2,2806	50,146 + j 0,09
37,433	26,169	2,2816	50,128 + j 0,099
<b>37,433</b>	<b>26,169</b>	<b>2,2826</b>	<b>50,11 + 0,0007</b>
37,433	26,169	2,2836	50,092 + j 0,101
37,433	26,169	2,2846	50,075 + j 0,102
37,433	26,169	2,2856	50,057 + j 0,103
37,433	26,169	2,2866	50,039 + j 0,104
37,433	26,169	2,2876	50,022 + j 0,105
37,433	26,169	2,2886	50,004 + j 0,106
37,433	26,169	2,2896	49,985 + j 0,106

Dari hasil tabel 3.13 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai 50  $\Omega$  ketika nilai lebar *stripline* (Wst) sebesar 2,2826 mm dengan nilai impedansi 50,11  $\Omega$  dengan nilai imajiner 0,0007. Nilai tersebut sudah mendekati spesifikasi yang diinginkan. Dan ketika optimasi impedansi selesai, frekuensi kerja tetap bekerja pada 2,45 GHz dimana tidak perlu dilakukan pergeseran frekuensi kembali.

### 2.5.2 Optimasi Antena Mikrostrip Dengan Pencatu *Proximity Coupled*

Agar parameter antena dapat memenuhi spesifikasi yang diinginkan maka perlu dilakukan tahap optimasi terhadap nilai parameter. Hal pertama yang dilakukan adalah menentukan dimensi frekuensi terbaik untuk antena dengan pencatu *proximity coupled*.

Salah satu cara melakukan pergeseran frekuensi yaitu dengan cara mengubah nilai parameter panjang *patch* dan lebar. Menentukan antena dengan membandingkan hasil terbaik dari hasil simulasi antena, yaitu dengan persamaan (3-15) dan (3-16).

$$L_n = \left( \frac{Freq_x}{Freq_{dicari}} \right) L_0 \dots\dots\dots(3-15)$$

$$W_n = \left( \frac{Freq_x}{Freq_{dicari}} \right) W_0 \dots\dots\dots(3-16)$$

- Dengan :  $L_n$  = Dimensi panjang yang dicari atau baru.  
 $L_0$  = Dimensi panjang sebelumnya.  
 $W_n$  = Dimensi lebar yang dicari atau baru.  
 $W_0$  = Dimensi lebar sebelumnya.  
 $Freq_x$  = Frekuensi dengan VSWR terendah saat ini.

Teknik optimasi ini digunakan untuk merubah atau menggeser frekuensi kerja antena ke frekuensi yang sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan, dengan cara merubah nilai W dan L pada *patch* antena menggunakan persamaan 3.6 dan 3.7 [16] dimana nilai  $Freq_x$  adalah 2,122GHz dan nilai  $Freq_{dicari}$  adalah 2,45 GHz sehingga :

$$L_n = \left( \frac{Freq_x}{Freq_{dicari}} \right) L_0 = \left( \frac{2,122}{2,45} \right) 31,270 = 27,08 \text{ mm}$$

$$W_n = \left( \frac{Freq_x}{Freq_{dicari}} \right) W_0 = \left( \frac{2,122}{2,45} \right) 37,631 = 32,59 \text{ mm}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai baru L atau panjang *patch* sebesar 27,08 mm dan nilai baru W atau Lebar *patch* sebesar 32,59 mm. Berikut adalah tabel hasil pergeseran frekuensi menggunakan *shorting wall*.

Tabel 3.14 Hasil Pergeseran Frekuensi

W	L	Frekuensi	VSWR	Return Loss
37,631	31,270	2,122	1,0256	-38,001
32,59	27,08	2,428	1,1910	-21,193
32,30	26,84	2,448	1,2059	-20,597
<b>32,27</b>	<b>26,82</b>	<b>2,45</b>	<b>1,2068</b>	<b>-20,566</b>

Dari table 3.14 di atas dapat dilihat bahwa pergeseran frekuensi ke 2,45 GHz membuat dimensi *patch* semakin kecil. Dan dimensi *patch* terakhir yang digunakan adalah ketika nilai *W* atau lebar *patch* sebesar 32,27 mm dan nilai *L* atau panjang *patch* sebesar 26,82 mm dimana nilai ini merupakan dimensi dengan nilai parameter VSWR dan RL terbaik karena sudah tidak bisa dilakukan pergeseran frekuensi. Setelah melakukan pergeseran frekuensi, selanjutnya adalah optimasi impedansi, nilai impedansi yang didapatkan pada frekuensi 2,45 GHz. Dengan cara merubah nilai pada lebar *stripline* (*Wst*), perubahan nilai lebar *stripline* (*Wst*) yang dilakukan untuk mendapatkan nilai impedansi 50  $\Omega$  agar *matching*. Pada saat nilai *Wst* diubah-ubah, nilai dari panjang *patch* (*L*), dan lebar *patch* (*W*) tetap. Pengaruh perubahan nilai *Wst* terhadap impedansi yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.15 dengan beda nilai 1 mm untuk setiap perubahan nilai *Wst*.

Tabel 3.15 Perubahan Nilai *Stripline* (*Wst*)

Dimensi Antena (mm)			$Z = R + jX$
<b>W</b>	<b>L</b>	<b>Wst</b>	
<b>32,27</b>	<b>26,82</b>	<b>3,1100</b>	<b>52,574 + j (-9,3)</b>
32,27	26,82	2,1100	62,622 + j (-23,931)
32,27	26,82	1,1100	85,418 + j (-46,73)

Dari hasil tabel 3.15 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai 50  $\Omega$  ketika nilai lebar *stripline* (*Wst*) sebesar 3,11 mm dengan nilai impedansi 52,574  $\Omega$ . Nilai tersebut belum memenuhi spesifikasi sehingga akan dilakukan perubahan nilai *Wst* lagi dengan beda nilai 0,1 mm yang dapat dilihat pada tabel 3.16 di bawah ini.

Tabel 3.16 Perubahan Nilai *Stripline* (*Wst*)

Dimensi Antena (mm)			$Z = R + jX$
<b>W</b>	<b>L</b>	<b>Wst</b>	
32,27	26,82	3,1100	52,574 + j (-9,3)
32,27	26,82	3,2100	52,0273 + j (-8,433)
32,27	26,82	3,3100	51,523 + j (-7,613)
<b>32,27</b>	<b>26,82</b>	<b>3,4100</b>	<b>51,058 + j (-6,868)</b>
32,27	26,82	3,5100	51,87 + j (-5,944)

Dari hasil tabel 3.16 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai  $50 \Omega$  ketika nilai lebar *stripline* (Wst) sebesar 3,41 mm dengan nilai impedansi  $51,058 \Omega$ . Nilai tersebut belum memenuhi spesifikasi sehingga akan dilakukan perubahan nilai Wst lagi dengan beda nilai 0,01 mm yang dapat dilihat pada tabel 3.17 di bawah ini.

Tabel 3.17 Perubahan Nilai *Stripline* (Wst)

Dimensi Antena (mm)			$Z = R + jX$
W	L	Wst	
32,27	26,82	3,4100	$51,058 + j (-6,868)$
32,27	26,82	3,4200	$52,125 + j (-6,611)$
32,27	26,82	3,4300	$51,956 + j (-6,556)$
32,27	26,82	3,4400	$51,788 + j (-6,501)$
32,27	26,82	3,4500	$51,62 + j (-6,44)$
32,27	26,82	3,4600	$51,454 + j (-6,393)$
<b>32,27</b>	<b>26,82</b>	<b>3,4700</b>	<b><math>51,288 + j (-6,34)</math></b>

Dari hasil tabel 3.17 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai  $50 \Omega$  ketika nilai lebar *stripline* (Wst) sebesar 3,47 mm dengan nilai impedansi  $51,288 \Omega$ . Nilai tersebut sudah memenuhi spesifikasi namun untuk nilai imajiner masih belum memenuhi spesifikasi, dan saat melakukan optimasi terjadi pergeseran frekuensi menjadi 2,458 GHz. Sehingga perlu dilakukan optimasi untuk menggeser frekuensi sekali lagi. Tabel 3.18 merupakan hasil pergeseran frekuensi menggunakan *shorting wall*

Tabel 3.18 Pergeseran Frekuensi

W	L	Frekuensi	VSWR	Return Loss
32,270	26,820	2,458	1,1362	-23,910
<b>32,38</b>	<b>26,91</b>	<b>2,450</b>	<b>1,1299</b>	<b>-24,292</b>

Dari tabel 3.18, dimensi *patch* terakhir yang digunakan adalah ketika nilai W atau lebar *patch* sebesar 32,38 mm dan nilai L atau panjang *patch* sebesar 26,91 mm dimana nilai ini merupakan dimensi dengan nilai parameter VSWR dan *Return Loss* terbaik karena sudah tidak bisa dilakukan pergeseran frekuensi. Setelah melakukan pergeseran frekuensi, sekali lagi perlu dilakukan optimasi impedansi. Impedansi yang didapatkan pada frekuensi 2,45 GHz saat ini sebesar



51,288  $\Omega$  dimana nilai ini sudah mendekati spesifikasi awal. Tabel 3.19 merupakan hasil optimasi lebar *stripline* dengan beda nilai 0,1 mm.

Tabel 3.19 Perubahan Nilai *Stripline* (Wst)

Dimensi Antena (mm)			Z = R + jX
W	L	Wst	
32,38	26,91	3,4700	51,048 + j (-6,086)
32,38	26,91	3,5700	50,642 + j (-5,369)
32,38	26,91	3,6700	50,272 + j (-4,689)
32,38	26,91	3,7700	51,191 + j (-3,909)
<b>32,38</b>	<b>26,91</b>	<b>3,8700</b>	<b>50,81 + j (-3,31)</b>

Dari hasil tabel 3.19 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai 50  $\Omega$  ketika nilai lebar *stripline* (Wst) sebesar 3,87 mm dengan nilai impedansi 50,81  $\Omega$ . Nilai tersebut sudah memenuhi spesifikasi, namun untuk nilai imajiner masih belum memenuhi, dan saat melakukan optimasi terjadi pergeseran frekuensi menjadi 2,46 GHz. Sehingga perlu dilakukan optimasi untuk menggeser frekuensi sekali lagi. Tabel 3.20 merupakan hasil pergeseran frekuensi menggunakan *shorting wall*.

Tabel 3.20 Pergeseran Frekuensi

W	L	Frekuensi	VSWR	Return Loss
32,380	26,910	2,460	1,0704	-29,372
<b>32,51</b>	<b>27,02</b>	<b>2,450</b>	<b>1,0617</b>	<b>-30,483</b>

Dari tabel 3.20, dimensi *patch* terakhir yang digunakan adalah ketika nilai W atau lebar *patch* sebesar 32,51 mm dan nilai L atau panjang *patch* sebesar 27,02 mm dimana nilai ini merupakan dimensi dengan nilai parameter VSWR dan return loss terbaik karena sudah tidak bisa dilakukan pergeseran frekuensi. Setelah melakukan pergeseran frekuensi, sekali lagi perlu dilakukan optimasi impedansi. Impedansi yang didapatkan pada frekuensi 2,45 GHz saat ini sebesar 50,810  $\Omega$  dimana nilai ini sudah mendekati spesifikasi awal. Tabel 3.21 merupakan hasil optimasi lebar *stripline* dengan beda nilai 0,01 mm.

Tabel 3.21 Perubahan Nilai *Stripline* (Wst)

Dimensi Antena (mm)			$Z = R + jX$
W	L	Wst	
32,51	27,02	3,8700	50,810 + j (-3,31)
32,51	27,02	3,8800	50,217 + j (-2,93)
32,51	27,02	3,8900	50,060 + j (-2,89)
32,51	27,02	3,9000	49,907 + j (-2,85)
32,51	27,02	3,9100	51,034 + j (-2,656)
32,51	27,02	3,9200	50,877 + j (-2,613)
<b>32,51</b>	<b>27,02</b>	<b>3,9300</b>	<b>50,72 + j (-2,571)</b>

Dari hasil tabel 3.21 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai  $50 \Omega$  ketika nilai lebar *stripline* (Wst) sebesar 3,93 mm dengan nilai impedansi  $50,72 \Omega$  dimana sudah mendekati nilai impedansi yang diinginkan, namun frekuensinya kembali bergeser menjadi 2,452 GHz sehingga perlu dilakukan optimasi untuk menggeser frekuensi sekali lagi. Tabel 3.22 merupakan hasil pergeseran frekuensi menggunakan *shorting wall*.

Tabel 3.22 Hasil Pergeseran Frekuensi

W	L	Frekuensi	VSWR	Return Loss
32,510	27,020	2452	1,0544	-31,534
<b>32,54</b>	<b>27,04</b>	<b>2,450</b>	<b>1,0528</b>	<b>-31,795</b>

Dari tabel 3.22, dimensi *patch* terakhir yang digunakan adalah ketika nilai W atau lebar *patch* sebesar 32,54 mm dan nilai L atau panjang *patch* sebesar 27,04 mm dimana nilai ini merupakan dimensi dengan nilai parameter VSWR dan *Return Loss* terbaik karena sudah tidak bisa dilakukan pergeseran frekuensi. Setelah melakukan pergeseran frekuensi, sekali lagi perlu dilakukan optimasi impedansi. Impedansi yang didapatkan pada frekuensi 2,45 GHz saat ini sebesar  $50,523 \Omega$  dimana nilai ini belum *matching* dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan cara merubah nilai pada lebar *stripline* (Wst), perubahan nilai lebar *stripline* (Wst) yang dilakukan untuk mendapatkan nilai impedansi  $50 \Omega$  agar *matching*. Pengaruh perubahan nilai Wst terhadap impedansi yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.23 dengan beda nilai 0,1 mm untuk setiap perubahan nilai Wst.

Tabel 3.23 Perubahan Nilai *Stripline* (Wst)

Dimensi Antena (mm)			$Z = R + jX$
W	L	Wst	
32,54	27,04	3,9300	50,523 + j (-2,532)
32,54	27,04	3,9400	50,368 + j (-2,49)
32,54	27,04	3,9500	50,213 + j (-2,449)
32,54	27,04	3,9600	50,05 + j (-2,4)
32,54	27,04	3,9700	49,906 + j (-2,36)
32,54	27,04	3,9800	49,753 + j (-2,32)
32,54	27,04	4,0000	50,733 + j (-2,1)
32,54	27,04	4,0100	50,57 + j (-2,05)
<b>32,54</b>	<b>27,04</b>	<b>4,0200</b>	<b>50,424 + j (-2,01)</b>

Dari hasil tabel 3.23 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai 50  $\Omega$  ketika nilai lebar *stripline* (Wst) sebesar 4,02 mm dengan nilai impedansi 50,424  $\Omega$  dimana sudah mendekati nilai impedansi yang diinginkan, namun frekuensinya kembali bergeser menjadi 2,52 GHz sehingga perlu dilakukan optimasi untuk menggeser frekuensi sekali lagi. Tabel 3.24 merupakan hasil pergeseran frekuensi menggunakan *shorting wall*.

Tabel 3.24 Hasil Pergeseran Frekuensi

W	L	Frekuensi	VSWR	Return Loss
32,540	27,040	2,452	1,0419	-33,752
<b>32,57</b>	<b>27,06</b>	<b>2,450</b>	<b>1,0405</b>	<b>-34,039</b>

Dari tabel 3.24, dimensi *patch* terakhir yang digunakan adalah ketika nilai W atau lebar *patch* sebesar 32,57 mm dan nilai L atau panjang *patch* sebesar 27,06 mm dimana nilai ini merupakan dimensi dengan nilai parameter VSWR dan *Return Loss* terbaik karena sudah tidak bisa dilakukan pergeseran frekuensi. Setelah melakukan pergeseran frekuensi, sekali lagi perlu dilakukan optimasi impedansi. Impedansi yang didapatkan pada frekuensi 2,45 GHz saat ini sebesar 50,23  $\Omega$  dimana nilai ini belum *matching* dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan cara merubah nilai pada lebar *stripline* (Wst), perubahan nilai lebar *stripline* (Wst) yang dilakukan untuk mendapatkan nilai impedansi 50  $\Omega$  agar *matching*. Pengaruh

perubahan nilai  $W_{st}$  terhadap impedansi yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.25 dengan beda nilai 0,01 mm untuk setiap perubahan nilai  $W_{st}$ .

Tabel 3.25 Perubahan Nilai *Stripline* ( $W_{st}$ )

Dimensi Antena (mm)			$Z = R + jX$
W	L	$W_{st}$	
32,57	27,06	4,0200	50,230 + j (-1,97)
32,57	27,06	4,0300	50,070 + j (-1,93)
32,57	27,06	4,0400	49,910 + j (-1,89)
32,57	27,06	4,0500	49,76 + j (-1,85)
32,57	27,06	4,1000	50,3 + j (-1,525)
32,57	27,06	4,2000	50,03 + j (-0,221)
<b>32,57</b>	<b>27,06</b>	<b>4,25</b>	<b>50,62 + j 0,062</b>

Dari hasil tabel 3.25 diatas didapatkan nilai impedansi yang mendekati nilai 50  $\Omega$  ketika nilai lebar *stripline* ( $W_{st}$ ) sebesar 4,25 mm dengan nilai impedansi 50,62  $\Omega$ . Nilai tersebut sudah memenuhi spesifikasi namun frekuensinya kembali bergeser menjadi 2,458 GHz sehingga perlu dilakukan optimasi untuk menggeser frekuensi sekali lagi. Tabel 3.26 merupakan hasil pergeseran frekuensi menggunakan *shorting wall*.

Tabel 3.26 Hasil Pergeseran Frekuensi

W	L	Frekuensi	VSWR	Return Loss	$Z = R + jX$
32,570	27,060	2,458	1,0125	-44,160	50,620 + j 0,062
<b>32,68</b>	<b>27,15</b>	<b>2,450</b>	<b>1,0080</b>	<b>-47,210</b>	<b>50,23 + j 0,36</b>

Dari tabel 3.26, dimensi *patch* terakhir yang digunakan adalah ketika nilai W atau lebar *patch* sebesar 32,68 mm dan nilai L atau panjang *patch* sebesar 27,15 mm dimana nilai ini merupakan dimensi dengan nilai parameter VSWR dan *Return Loss* terbaik karena sudah tidak bisa dilakukan pergeseran frekuensi. Setelah melakukan pergeseran frekuensi, sekali lagi perlu dilakukan optimasi impedansi. Impedansi yang didapatkan pada frekuensi 2,45 GHz saat ini sebesar 50,23  $\Omega$  dengan nilai imajiner 0,36 dimana nilai ini sudah *matching* dengan spesifikasi yang diinginkan.