

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Dalam bab ini akan membahas mengenai proses perancangan antenna mikrostrip menggunakan simulator CST *Studio Suite* 2016. CST *Studio Suite* 2016 merupakan *software* desain yang banyak digunakan oleh para desainer antenna, karena cukup mudah dan gampang dalam penggunaan *software* ini untuk mendesain suatu antenna. Pada perancangan antenna ini ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan, yaitu menentukan parameter yang ingin digunakan seperti *gain*, *bandwidth*, *return loss*, VSWR, impedansi, pola radiasi, polarisasi dan frekuensi kerja antenna, selanjutnya menentukan jenis bahan *substrate*, *patch* dan *ground plane* yang digunakan, kemudian melakukan perhitungan terhadap dimensi pada *patch*, *substrate*, pada panjang dan lebar *stripline*.

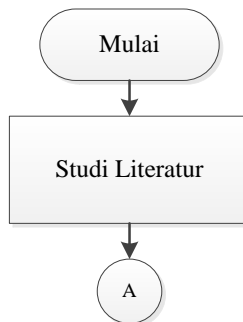
3.1 Alat dan Bahan

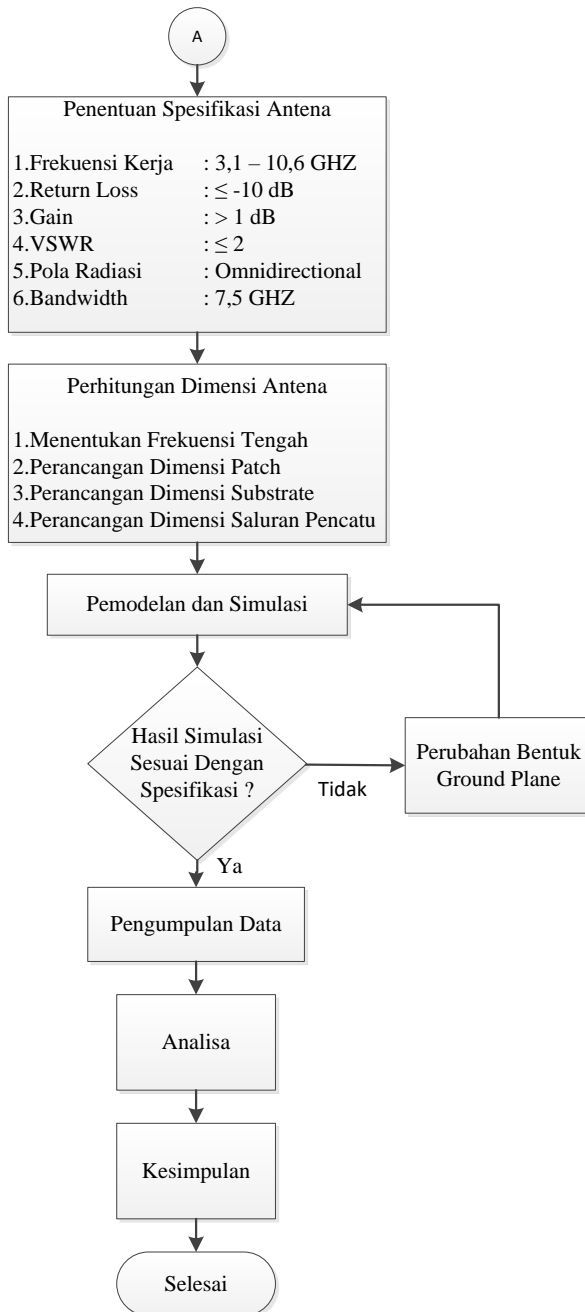
Pada tahap perancangan ini digunakan beberapa peralatan yang terdiri dari *software*. *Software* digunakan pada tahap simulasi.

1. CST *Studio Suite* 2016, aplikasi ini merupakan aplikasi yang merancang fisik antenna mikrostrip yang dimodelkan dan disimulasikan serta dilihat parameter-parameter antenna yaitu VSWR, *return loss*, *gain*, pola radiasi dan polarisasi.
2. *Microsoft Excel* 2013, aplikasi ini digunakan untuk mengolah data yang diperoleh dari hasil simulasi.

3.2 Jalannya Penelitian

Agar lebih terstruktur dalam proses pengerjaan skripsi, dibuatlah alur pengerjaan seperti pada gambar *flowchart* penelitian berikut ini.





Gambar 3.1 Diagram alur pengerjaan antenna (*flowchart*)

Pada diagram alir proses kerja, yang dilakukan pertama kali adalah studi literatur dengan membaca beberapa jurnal, buku dan laporan yang berkaitan dengan antenna. Selanjutnya adalah menentukan spesifikasi antenna, pada antenna mikrostrip rectangular untuk teknologi *ultra wideband* (UWB) dengan *range* frekuensi 3,1 GHz – 10,6 GHz. Pembuatan simulasi pada penelitian ini menggunakan *software* CST Studio 2016 dan diharapkan nilai parameter $VSWR \leq 2$, nilai *gain* > 1 dB, *return loss* ≤ -10 dB, *bandwidth* 7,5 GHz, pola radiasi *omnidirectional* agar sesuai spesifikasi standtar.

Setelah itu menghitung dimensi antenna dengan rumus yang sudah ditentukan, yaitu menentukan frekuensi tengah, perancangan dimensi *patch*, perancangan dimensi saluran pencantu, perancangan dimensi *substrate*. Berikutnya adalah melakukan pemodelan dan simulasi menggunakan *software* CST STUDIO SUITE 2016 lalu dilihat hasil simulasinya apakah sudah sesuai dengan spesifikasi. Jika tidak sesuai, akan dilakukan optimasi *stripline* dan *substrate* dengan cara memperlebar atau mempersempit *stripline* dan *substrate*, bila sudah sesuai maka akan dilakukan pemodelan simulasi, bila hasil simulasi sesuai dengan spesifikasi maka akan dilakukan pengumpulan berupa nilai *VSWR*, *return loss*, *gain*, *Bandwidth* dan Pola Radiasi. Setelah itu data yang dikumpulkan lalu dianalisa dan diambil kesimpulan.

3.3 Perhitungan Rancangan Antena

Sebelum dilakukan perancangan suatu antenna, terlebih dahulu menentukan spesifikasi dan katakarakteristik yang akan dihasilkan. Antena yang akan didesain adalah antenna mikrostrip *patch rectangular* pada rentang frekuensi 3,1 GHz – 10,6 GHz setelah memiliki spesifikasi yang ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Antena Mikrostrip

Frekuensi Kerja	3,1 GHz – 10,6 GHz
Bandwidth	7,5 GHz
VSWR	≤ 2
Gain	> 1 dB
Return Loss	≤ -10 dB
Pola Radiasi	<i>Omnidirectional</i>

Spesifikasi di atas disesuaikan dengan tujuan merancang antena mikrostrip untuk teknologi *UWB* dengan frekuensi kerja 6,85 GHz. Pemilihan nilai *gain* > 1 dB dikarenakan untuk parameter *gain* nilai *minimum* yang harus didapatkan agar dikatakan bagus yaitu ketika bernilai positif (+) dan jika nilai *gain* bernilai negatif (-) maka akan menjadi pelemahan. Maka dari itu penulis mengambil spesifikasi minimal *gain* > 1 dB. Dan untuk pemilihan pola radiasi, pengambilan pola radiasi *omnidirectional* dikarenakan umumnya semua aplikasi *UWB* memiliki pola radiasi ke segala arah agar mencakup semua daerah, maka dari itu pola radiasi *omnidirectional* dipilih.

Bahan dielektrik yang digunakan yakni Epoxy FR-4, yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Permittivitas relative ϵ_r : 4,3
2. Ketebalan dielektrik : 1,6 mm

Penggunaan bahan *substrate* Epoxy FR-4 dengan nilai permittivitas relative $\epsilon_r = 4,3$ pada penelitian ini dikarenakan di pasar Indonesia hanya tersedia bahan *substrate* ini dan secara umum bahan FR-4 yang sering digunakan. Dan untuk ketebalan *substrate* 1,6 mm dipilih karena di pasaran Indonesia ketebalan *substrate* yang digunakan adalah sebesar 1,6 mm.

Setelah menentukan spesifikasi dan karakteristik dari antenna dilakukan perhitungan rancangan antenna sesuai dengan rumus perhitungan yang sudah telah dibahas di bab sebelumnya

1. Menghitung lebar *Patch*

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{C}{2xf_c \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \\
 &= \frac{3 \times 10^8}{2 \times 6,85 \times 10^9 \sqrt{\frac{4,3 + 1}{2}}} \\
 &= 0,01345 \text{ m} \\
 &= 13,45 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

2. Menghitung konstanta dielektrik efektif

$$\begin{aligned}
 \epsilon_{eff} &= \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \times \frac{h}{W} \right)^{-1/2} \\
 &= \frac{4,3 + 1}{2} + \frac{4,3 - 1}{2} \left(1 + 12 \times \frac{1,6}{13,45} \right)^{-1/2}
 \end{aligned}$$

$$= 3,71 \text{ mm}$$

3. Menghitung length (L_{eff})

$$\begin{aligned} L_{eff} &= \frac{C}{2xf_c\sqrt{\epsilon_{eff}}} \\ &= \frac{3x10^8}{2x6,85x10^9\sqrt{3,71}} \\ &= 0,011368 \text{ m} = 11,37 \text{ mm} \end{aligned}$$

4. Menghitung panjang efektif *Patch*

$$\begin{aligned} \Delta L &= 0,412 h \left[\frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)} \right] \\ &= 0,412 x 1,6 \left[\frac{(3,71 + 0,3) \left(\frac{13,45}{1,6} + 0,264\right)}{(3,71 - 0,258) \left(\frac{13,45}{1,6} + 0,8\right)} \right] \\ &= 0,72 \text{ mm} \end{aligned}$$

5. Menghitung panjang *Patch*

$$\begin{aligned} L &= L_{eff} - 2\Delta L \\ &= 11,37 - (2 x 0,72) \\ &= 9,93 \text{ mm} \end{aligned}$$

6. Menghitung dimensi saluran pencatu

Menghitung dimensi *microstrip line* dengan impedansi 50Ω :

$$\begin{aligned} B &= \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \\ &= \frac{60\pi^2}{50\sqrt{4,3}} \\ &= 5,71 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Wst &= \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2x\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + \right. \right. \\ &\quad \left. \left. 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{2 \times 1,6}{3,14} \left\{ 5,71 - 1 - \ln(2 \times 5,71 - 1) + \frac{4,3-1}{2 \times 4,3} \left[\ln(5,71 - 1) + \right. \right. \\
&\quad \left. \left. 0,39 - \frac{0,61}{4,3} \right] \right\} \\
&= 3,114 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Karena nilai $W/h > 1$, maka :

$$\epsilon_{eff} = \frac{4,3+1}{2} + \frac{4,3-1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1+12\left(\frac{1,6}{3,114}\right)}} \right] = 3,27$$

dengan $f_c = 6,85 \text{ GHz}$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_c} = \frac{3 \times 10^8}{6,85 \times 10^9} = 0,044 \text{ m} = 44 \text{ mm}$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} = \frac{44}{\sqrt{3,27}} = 24,33 \text{ mm}$$

Untuk nilai Lst_1 :

$$Lst = \frac{\lambda_g}{4} = \frac{24,33}{4} = 6,08 \text{ mm}$$

Hasil dari perhitungan dimensi antenna yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 3.2

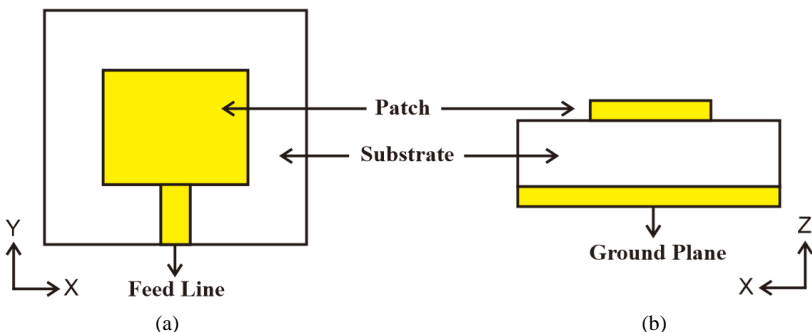
Tabel 3.2 Dimensi antenna berdasarkan perhitungan

Komponen	Simbol Komponen	Dimensi (mm)
Lebar <i>Patch</i>	W_p	13,45
Panjang <i>Patch</i>	L_p	9,93
Jarak <i>Patch</i> ke <i>Substrate</i> bawah	D	6,08
Tebal <i>Patch</i>	T_{patch}	0,035
Lebar <i>Strip Line</i>	W_{st}	3,114
Panjang <i>Strip Line</i>	L_{st}	6,08
Lebar <i>Substrate</i>	W_s	23,05
Panjang <i>Substrate</i>	L_s	20,81
Tebal <i>Substrate</i>	h	1,6
Jarak <i>Patch</i> ke <i>Substrate</i>	W_g	4,8

3.4 Pemodelan dan Simulasi Rancangan Antena Hasil Perhitungan

3.4.1 Perancangan Awal Antena

Perancangan dan simulasi antena dilakukan dengan simulator CST. Desain awal antena mikrostrip sebelum dilakukan optimasi dan dimensi yang digunakan adalah berdasarkan hasil perhitungan secara teori sesuai dengan tabel 3.2. Tahap pertama yang akan dilakukan untuk merancang antena ini adalah dengan mendesain antena dasar terlebih dahulu. Desain antena dasar yang dirancang yakni antena mikrostrip *patch rectangular*. Gambar 3.2 menampilkan desain dasar antena mikrostrip yang akan dirancang.



Gambar 3.2 Desain Awal Antena Mikrostrip (a) Tampak Atas (b) Tampak Samping

Sebelum dilakukan pengukuran menggunakan simulasi, terlebih dahulu dilakukan perancangan *patch rectangular* dengan menggunakan dimensi sesuai hasil perhitungan secara teori. Perancangan *patch* ini digunakan material *copper* dengan ketebalan 0,035 mm.

Setelah *patch* dibuat, Agar gelombang elektromagnetik dapat menyalurkan gelombang elektromagnetik dari pencatu maka membutuhkan sebuah media yang dikenal dengan *substrate*. Umumnya *substrate* merupakan lapisan antena mikrostrip yang terletak di antara *patch* dan *ground plane*. tahap selanjutnya adalah pembuatan *substrate*. *Substrate* yang dirancang menggunakan bahan yang telah ditentukan yakni FR-4.

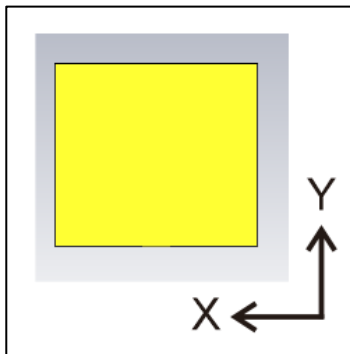
Bagian antena mikrostrip yang penting setelah *patch* dan *substrate* adalah *ground plane*. Setelah perancangan dimensi *substrate* dapat dilakukan perancangan dimensi *ground plane* yang berfungsi untuk memantulkan sinyal yang tidak diharapkan yang letaknya di bagian belakang *substrate*. Bahan yang digunakan *ground plane* adalah *copper* dengan ketebalan sebesar 0,035 mm

Perancangan antenna diperlukan saluran pencatu yang akan mencatu antenna tersebut. Dengan demikian, dilakukan pembuatan jalur saluran pencatu menggunakan dimensi sesuai hasil perhitungan. Saluran pencatu yang dibuat adalah *microstrip line* dengan penggunaan material yang sama dengan material pada *patch* yaitu *copper* dengan ketebalan bahan yaitu 0.035 mm.

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*.

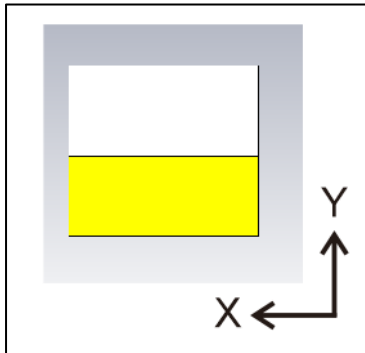
3.4.2 Perancangan Antena Dengan Berbagai Bentuk *Ground Plane*

Pada perancangan dimensi antenna dengan berbagai bentuk *ground plane* terlihat pada gambar 3.3 sampai 3.6. Pada penelitian ini, bentuk *ground plane* pertama yang diamati adalah bentuk *ground plane* penuh.



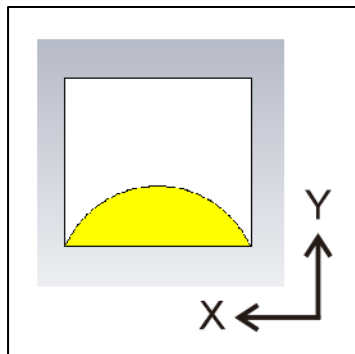
Gambar 3.3 Desain awal *Ground Plane* Penuh

Setelah melakukan simulasi dengan menggunakan *ground plane* penuh, percobaan kedua adalah dengan menggunakan *ground plane* setengah persegi panjang. Setelah membandingkan hasil *bandwidth* diantara kedua bentuk *ground plane*, maka bentuk *ground plane* yang dipilih adalah menggunakan *ground plane* dengan setengah ukuran.



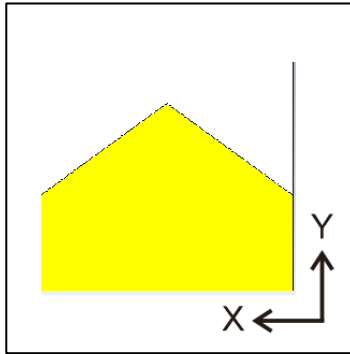
Gambar 3.4 Desain *Ground Plane* Setengah Persegi

Percobaan ketiga adalah menggunakan *ground plane* setengah lingkaran seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.11. *Ground plane* setengah lingkaran dipilih karena merupakan salah satu bentuk umum *ground plane*.



Gambar 3.5 Desain *Ground Plane* Setengah Lingkaran

Untuk percobaan keempat atau percobaan terakhir, *ground plane* yang digunakan adalah *ground plane* dengan bentuk setengah segilima. Setelah melihat hasil dari semua bentuk *ground plane*, *ground plane* setengah segilima merupakan *ground plane* dengan hasil *bandwidth* terbaik sehingga antenna yang akan dilakukan optimasi adalah antenna dengan bahan *ground plane* setengah segilima.



Gambar 3.6 Desain *Ground Plane* Setengah Segilima

3.4.3 Pengujian Unjuk Kerja Antena

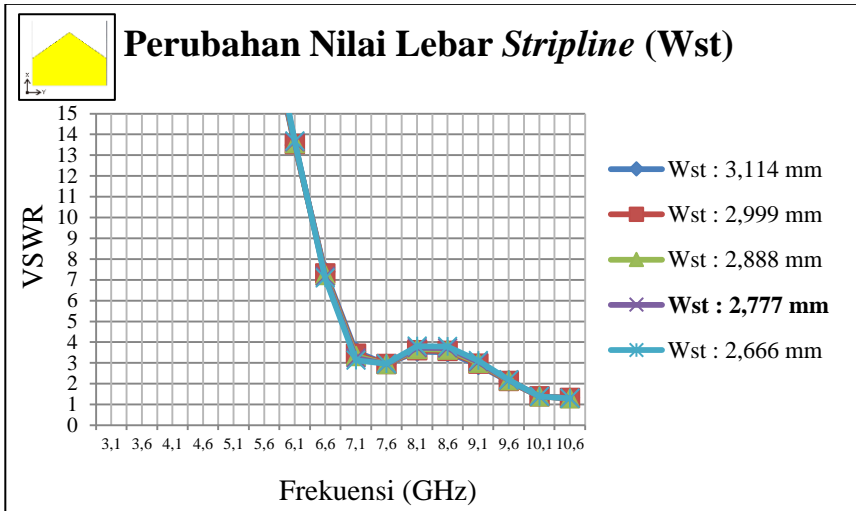
Untuk mengetahui dan menampilkan nilai dari parameter antena yang akan diamati maka membutuhkan beberapa pengaturan-pengaturan pada perancangan yang terdiri dari *boundary*, pengaturan *field monitor* serta pengaturan parameter-parameter antena lainnya seperti VSWR, *return loss*, *gain*, Polarisasi dan Pola radiasi. Hal pertama yang dilakukan adalah membuat batas area kerja dari frekuensi untuk antena, Untuk area kerja frekuensi diberikan batas dari 2 GHz hingga 11 GHz dikarenakan antena yang didesain diharapkan bekerja pada frekuensi antara 3,1 – 10,6 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 antena 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, *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 Rancangan Antena

Agar parameter antena dapat memenuhi spesifikasi yang diinginkan maka perlu dilakukan tahap optimasi terhadap nilai parameter dimensi.. Optimasi antena dilakukan dengan cara mengganti/merubah - rubah nilai

beberapa dimensi antenna hingga mendapatkan hasil yang diinginkan. Antena yang dioptimasi pada penelitian adalah antena dengan *ground plane* setengah segilima karena memiliki *bandwidth* yang lebih lebar diantara ketiga bentuk *ground plane*. Dimensi antena yang diubah adalah lebar *stripline*, panjang *stripline* dan panjang *substrate*.

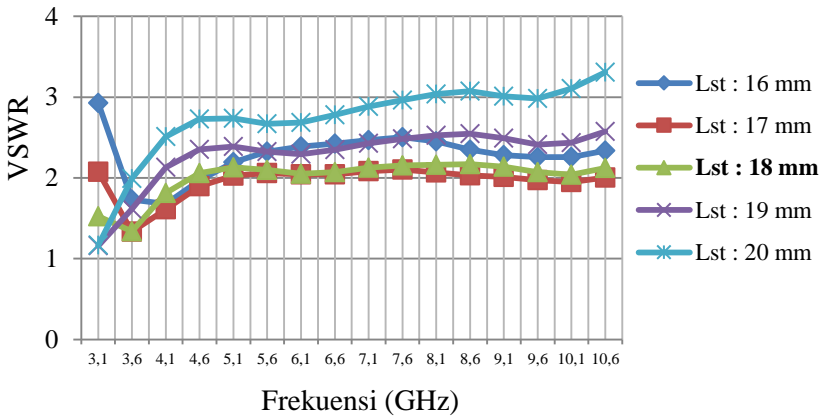


Gambar 3.7 Perubahan Lebar *stripline*

Dari gambar 3.7, perubahan nilai lebar *stripline* (Wst) yang dilakukan untuk mendapatkan nilai dimensi yang optimal. Didapatkan ukuran lebar *stripline* sementara yang digunakan 2,777 mm. Karena parameter nilai VSWR yang didapatkan lebih baik dari ukuran yang lain. Optimasi perubahan nilai *stripline* ini dikhususkan untuk melihat perfomansi VSWR pada frekuensi 6,85 GHz dan 10,6 GHz, sedangkan VSWR pada frekuensi 3,1 GHz akan dilakukan optimasi berikutnya dengan merubah nilai panjang *stripline*.



Perubahan Nilai Panjang *Stripline* (Lst)

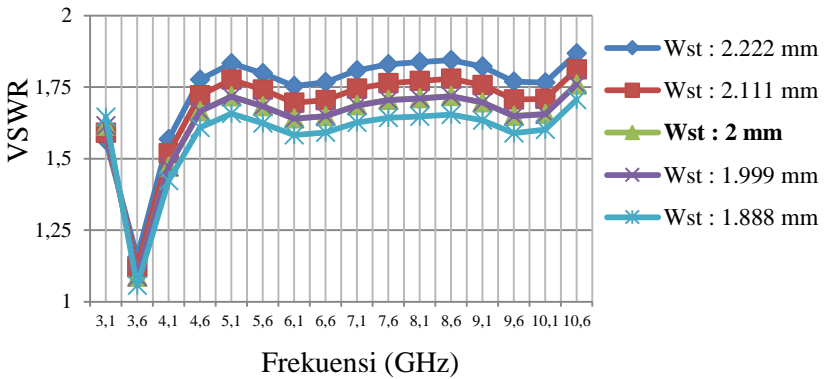


Gambar 3.8 Perubahan Panjang *stripline* (Lst)

Dari gambar 3.8, perubahan nilai panjang *stripline* (Lst) dilakukan untuk mendapatkan nilai dimensi yang optimal. Didapatkan ukuran panjang *stripline* yang digunakan adalah 18 mm karena parameter nilai VSWR pada panjang *stripline* ini lebih baik dari ukuran panjang *stripline* yang lain. Untuk perubahan nilai panjang *stripline* berpengaruh pada perubahan nilai panjang *substrate*. Nilai panjang *substrate* mengikuti optimasi nilai panjang *stripline* agar *stripline* tidak menabrak *patch* sehingga perlu ditambahkan nilai panjang untuk *substrate*. Optimasi perubahan nilai *stripline* ini dikhususkan untuk melihat performansi VSWR pada frekuensi 3,1GHz, sedangkan VSWR pada frekuensi 6,85 GHz dan 10,6 GHz akan dilakukan optimasi berikutnya dengan merubah nilai lebar *stripline*. Gambar 3.9 merupakan grafik perubahan nilai lebar *stripline* dengan memperhatikan nilai VSWR.



Perubahan Nilai Lebar *Stripline* (Wst)



Gambar 3.9 Perubahan Lebar *stripline*

Dari gambar 3.9, perubahan nilai dimensi lebar *stripline* (Wst) dilakukan untuk mendapatkan nilai performansi VSWR untuk frekuensi 6,85 GHz dan 10,6 GHz. Didapatkan ukuran lebar *stripline* tetap yang digunakan adalah 2 mm karena parameter nilai VSWR yang didapatkan sudah memenuhi spesifikasi yang diharapkan. Maka dimensi terakhir yang digunakan adalah nilai panjang *stripline* sebesar 18 mm dan nilai lebar *stripline* sebesar 2 mm.