# Optimasi *Pattern Reconfigurable* Antenna Dan Pemetaan Pada Antena Dengan Membandingkan Penggunaan *Shorting* Pin

# *Pattern Reconfigurable Antenna Optimation And Mapping Antennawith Compare The Use Of Shorting Pin*


1st Glenn Felix Sinaga
*Fakultas Teknik Elektro*
*Universitas Telkom*
Bandung, Indonesia
glennfelixsinaga@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Bambang Setia Nugroho
*Fakultas Teknik Elektro*
*Universitas Telkom*
Bandung, Indonesia
bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id

3rd Edwar
*Fakultas Teknik Elektro*
*Universitas Telkom*
Bandung, Indonesia
edwarm@telkomuniversity.ac.id



**Abstrak**

***Pattern Reconfigurable Antenna* (PRA) adalah satu di antara jenis *reconfigurable antenna* yang menarik perhatian dan sangat dibutuhkan terutama pada sistem yang rawan akan *multipath interference*, misalnya WLAN. PRA dan WLAN digunakan untuk meningkatkan Signal to Noise Ratio (SNR) dengan mengatur *main beam* antena ke arah yang diinginkan dan menahan *beam* yang lain ke arah sumber interferensi. PRA pada dasarnya adalah antena yang bisa digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan *beam steering* atau *beam switching*. Kemampuan *beam steering* atau *beam switching* dapat digunakan dengan Teknik *Phased Array Antenna.* Tugas akhir ini akan membahas bagaimana pengaruh *shorting pin* yang digunakan pada antena terhadap hasil simulasi pada antena. Hasil yang dilihat dari hasil simulasi tersebut seperti *return loss, bandwidth, gain,* polaradiasi dan *beamwidth* atau besar pancaran antena tersebut. Simulasi perancangan *reconfigurable* antena ini menggunakan *substrat* dan *ground plane* berbentuk kotak dan *patch* yang berbentuk lingkaran serta penggunaan *shorting pin*. Frekuensi yang diuji pada simulasi ini yaitu 2,2 GHz- 2,7 GHz untuk memperoleh hasil *return loss, bandwidth*, VSWR, *gain* dan *axial ratio* pada simulasi antena yang dilakukan.**



**Kata Kunci : antena, *shortingpin, return loss, bandwidth, axial ratio.***



***Abstract***

***Pattern Reconfigurable Antenna (PRA) is one of the types of reconfigurable antenna that attracts attention and is useful, especially in systems that are prone to multipath interference, such as WLAN. PRA and WLAN are used to increase the Signal to Noise Ratio (SNR) by setting the main beam antenna in the desired direction and holding the other beam towards the source of interference. PRA is basically an antenna that can be used for applications that require beam steering or beam switching. Beam steering or beam switching capabilities can be used with the Phased Array Antenna Technique. This final project will discuss how the effect of the shorting pin used on the antenna on the antenna simulation results. The results seen from the simulation results such as return loss, bandwidth, gain, radiation polarity and beamwidth or the amount of the antenna beam. This design simulations of the reconfigurable antenna uses a substrate and ground plane in the shape of a box and a circle-shaped patch, also the use of shorting pins. The frequency tested in this simulation is 2.2 GHz- 2.7 GHz to obtain return loss, bandwidth, VSWR, gain and axial ratio results in the antenna simulation conducted.***



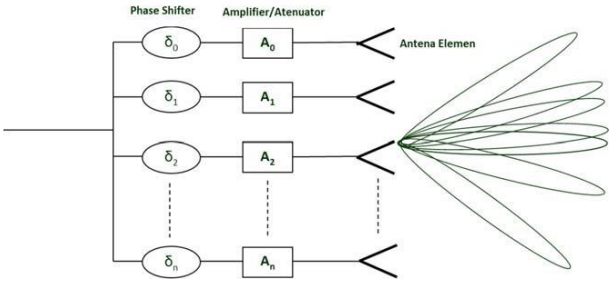
***Keywords: Antenna, Shortingpin, returnloss, bandwidth, gain, axialratio***


## I. PENDAHULUAN

*Reconfigurable antenna* menjadi topik hangat yang diteliti oleh para peneliti. Hal tersebut didorong oleh tingginya kebutuhan komunikasi *wireless* yang memiliki kemampuan multifungsi untuk mendukung sistem

komunikasi yang cepat dan aman. Kemampuan tersebut adalah kecepatan transfer data yang tinggi di lingkungan kanal *wireless* yang padat dan tuntukan sistem keamanan data yang tinggi. Untuk diwujudkannya kemampuan tersebut, dibutuhkan sistem yang memiliki intelegensi tinggi dan didukung oleh *hardware* termasuk antena yang *revolusioner*[3].

*Pattern Reconfigurable Antenna* (PRA) adalah satu di antara jenis *reconfigurable antenna* yang menarik perhatian dan sangat dibutuhkan terutama pada sistem yang rawan akan *multipath interference*, misalnya WLAN. PRA dan WLAN digunakan unutk meningkatkan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dengan mengatur *main beam antenna* ke arah yang diinginkan dan menahan *beam* yang lain kearah sumber interferensi. PRA pada dasarnya adalah antena yang bisa digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan *beamsteering/beamswitching*. Kemampuan *beamsteering/beamswitching* dapat digunakan dengan Teknik *Phased Array Antenna*[3].




GAMBAR 1.1 Pencatuan *Phased Array Antenna*

Kali ini penelitian dengan mengoptimasi PRA menggunakan antena planar dengan *patch* berbentuk lingkaran dengan mengintegrasikan 24 kombinasi *switch* berupa *shorting pin* di tepi *patch* dan celah melingkar yang diletakkan antara *probe* koaksial dan kombinasi *switch* yang digunakan sebagai metode penyepadan impedansi. Kemudian dilakukan optimasi pada antena tersebut tepatnya pada dimensi antena, kombinasi *switch* , serta dimensi celah melingkar untuk mengarahkan pola radiasi antena dan menahan frekuensi antena di 2,4 Ghz[1].

*Shorting pin* adalah konduktor dengan radius kecil yang menghubungkan antara *patch* dengan *ground plane*. Penjelasan secara sederhana mengenai efek *shorting* terhadap frekuensi resonansi bisa dijelaskan melalui pendekatan saluran transmisi, dimana ketika beberapa *shorting* ditambahkan pada antena mikrostrip maka induktansi L seri maupun kapasitansi C paralel muncul pada rangkaian ekuivalennya. Induktansi L muncul merepresentasikan *self inductance* dari *shorting pin* sedangkan kapasitansi C muncul merepresentasikan *close proximity* antar *shorting pin*. Jika ada dua buah *shorting pin* yang diintegrasikan, maka efek dari *shorting pin* tersebut mirip seperti saluran dua kawat kembar yang nilai induktansi dan kapasitansinya bisa dituliskan sebagai berikut [1]:

$$L = (t^{\mu}/\pi)\cosh^{-1}(d/2a) \quad (1)$$

$$C = \frac{t\pi\varepsilon}{\cosh^{-1}(d/2a)} \quad (2)$$

Dimana t adalah ketebalan substrat, a adalah radius *shorting pin*, d adalah jarak antar *shorting pin*, dan masing –masing adalah permeabilitas dan permitivitas bahan substrat.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Antena

Antena merupakan sebuah perangkat transisi/transformator yang dapat mengubah besaran listrik dari gelombang terbimbing menjadi gelombang elektromagnetik (GEM) untuk ditransmisikan ke udara bebas atau sebaliknya. Antena mempunyai peranan sangat penting dalam sistem komunikasi[2]. Aplikasi dari antena sangat bergantung dari karakteristik antena tersebut[3].

a. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan penggabungan dua kata yaitu *micro* (sangat kecil/tipis) dan *strip* (bilah/potongan). Maka disimpulkan antena mikrostrip adalah antena susunan dari beberapa potongan bahan yang berbeda dan memiliki ukuran yang kecil/tipis. Antena mikrostrip terbagi menjadi 3 bagian[7]:

*a. Patch*

*Patch* ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Pada umumnya *patch* terbuat dari bahan konduktor seperti tembaga atau emas yang mempunyai bentuk bermacam-macam. Bentuk *patch* ini bisa bermacam-macam seperti lingkaran, persegi, persegi panjang, segitiga, r*ing*, ataupun bentuk lainnya. *Patch* dan saluran pencatu biasanya terletak diatas substrat. Tebal *patch* dibuat sangat tipis. Bentuk *patch* biasanya berpengaruh pada polarisasi, sedangkan ukuran *patch* berpengaruh pada nilai frekuensi[7].

b. Substrat

Substrat terbuat dari bahan dielektrik yang berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan[2]. Pemilihan bahan substrat berdasarkan karakteristik material yang diinginkan untuk daya yang optimal pada suatu jarak frekuensi tertentu. Spesifikasi umum termasuk nilai konstanta dielektrik, faktor disipasi (*loss tangent*), dan ketebalan. Nilai konstanta dielektrik antara 2,2 < < 12 digunakan untuk frekuensi dari 1 hingga 100 GHz[7]. Ketebalan substrat penting untuk diperhatikan ketika akan mendesain antena mikrostrip. Biasanya substrat yang diinginkan untuk kehandalan suatu antena dipilih bahan yang tebal dengan konstanta dielektrik yang rendah agar menghasilkan *bandwidth* yang lebar dan efisiensi yang tinggi. Namun hal tersebut menyebabkan volume antena menjadi besar. Di sisi lain, substrat yang tipis dengan konstanta dielektrik yang tinggi menyebabkan volume antena menjadi kecil, namun efisiensinya menjadi rendah dan *bandwidth* yang sempit. Oleh karena itu terdapat timbal balik yang menjadi dasar dalam pembuatan antena mikrostrip yang harus diperhatikan.

*c. Ground Plane*

*Ground plane* bisa terbuat dari bahan konduktor. Fungsi *ground plane* adalah sebagai

*ground* dari antena. Pada umumnya *ground plane* memiliki bentuk dan ukuran yang sama seperti substrat, sehingga dapat berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan hasil radiasi ke depan. Hal ini menyebabkan pola radiasi yang dihasilkan menjadi unidireksional (1 arah). Selain itu, jika dilakukan modifikasi pada bentuk *ground*, dapat pula dihasilkan pola radiasi yang bidireksional (2 arah) maupun omnidireksional (ke segala arah)[7].

b. Parameter Antena

a. Impedansi Masukan (*Input Impedance*)
Impedansi masukan didefinisikan sebagai impedansi dari antena pada terminal penghubungnya atau merupakan rasio tegangan dengan arus pada pasangan terminal atau rasio dari komponen yang bersesuaian dari medan elektrik dengan medan magnetik pada suatu titik[5].

b. M*atched Impedance*
Dalam teorema saluran transmisi, suatu saluran dapat dikatakan mencapai kondisi *matched* apabila nilai koefesien refleksi memiliki nilai nol ($\Gamma = 0$). Kondisi tersebut dicapai apabila nilai impedansi beban sama dengan nilai impedansi karakteristik. Pada kondisi ini, tidak ada lagi gelombang yang dipantulkan dari beban ke saluran transmisi. Nilai koefisien refleksi tersebut dapat dijadikan sebagai suatu parameter penting untuk mengetahui suatu jaringan *matched* atau tidak[5].

c. *Bandwidth*
*Bandwidth* merupakan rentang frekuensi dimana antena dapat bekerja dengan baik. Dalam praktiknya, bandwidth sangat berkaitan dengan nilai VSWR dan frekuensi. Nilai bandwidth dapat diketahui dari melihat pada rentang frekuensi berapa yang nilai VSWRnya berada di bawah batas maksimum. VSWR maksimum yang biasa dipakai adalah pada rentang 1 sampai 2. Sebab pada rentang VSWR tersebut parameter antena lain belum keluar dari batas yang diijinkan sehingga bisa diartikan pada range frekuensi kerja tersebut, antena dapat bekerja dengan efektif agar dapat menerima atau memancarkan gelombang pada band frekuensi tertentu.

d. Pola Radiasi

Radiasi yang dihasilkan antena akan memiliki pola tertentu dan pola ini akan berbeda untuk jenis antena yang berbeda. Pola radiasi antena didefinisikan sebagai fungsi matematis atau sebuah representasi grafik dari radiasi antena sebagai sebuah fungsi dari koordinat ruang[5]. Pada umumnya, pola radiasi ditentukan pada daerah *far-field* dan direpresentasikan sebagai suatu fungsi koordinat arah. Pola radiasi ini direpresentasikan dengan *lobes* dimana terdapat bagian yang disebut sebagai *main/major* (utama), *side* (samping), serta *back* (belakang) . *Mainlobe* ialah l*obe* radiasi yang memiliki arah radiasi maksimum. Sidelobe ialah lobe selain mainlobe, sedangkan *backlobe* ialah *lobe* yang arahnya berlawanan 180° dengan *mainlobe*. *Sidelobe* dan *backlobe* merupakan *minor lobe* yang keberadaannya tidak diharapkan. Peningkatan pola radiasi dapat terjadi karna adanya perubahan struktur pada antena yang digunakan atau perubahan ukuran antena tersebut namun dengan nilai frekuensi resonan dan polarisasi tidak berubah.

Pola radiasi ini menunjukkan medan radiasi antena yang terdiri dari medan listrik dan medan magnetik. Terdapat tiga tipe pola radiasi antena, yaitu isotropik, directional, dan omnidirectional[5].

a.*Isotropik*
Pola *isotropik* dihasilkan oleh antena yang tidak memiliki rugi-rugi sehingga besar radiasinya sama di semua arah. Pola ini merupakan pola ideal yang sulit untuk direalisasikan sehingga pola ini sering dijadikan sebagai referensi untuk melihat pola radiasi antena yang ada.

b.*Directional*
Antena yang memiliki pola radiasi ini akan meradiasikan dan dapat menerima gelombang elektromagnetik lebih efektif pada arah tertentu saja dibandingkan pada arah lainnya. Pola radiasi ini berkaitan erat dengan keterarahan dan penguatan yang lebih dominan pada arah tertentu. Pola ini dapat ditemukan pada antena *horn* dan yagi .

c. *Omnidirectional*
Pola radiasi ini dibentuk dengan penggabungan pola dari dua bidang yang saling *orthogonal* dimana pola pada salah satu bidang tidak terarah sedangkan pola pada bidang lainnya merupakan pola terarah.

e. Penguatan (*Gain*)

Penguatan antena dapat dibedakan mejadi dua jenis, yaitu *absolute gain* dan *relative gain*. *Absolute* gain pada sebuah antena merupakan perbandingan antara intensitas pada arah tertentu dengan intensitas radiasi yang diperoleh jika daya yang diterima oleh antena teradiasi secara isotropik. Intensitas radiasi yang berhubungan dengan daya yang diradiasikan secara isotropik sama dengan daya yang diterima oleh antena ($P_{in}$) dibagi dengan $4\pi$[5].

f. Polarisasi

Polarisasi antena merupakan polarisasi gelombang yang ditransmisikan atau diradiasikan oleh antena. Pada prakteknya, polarisasi dari energi yang teradiasi bervariasi dengan arah dari tengah antena, sehingga bagian lain dari pola radiasi mempunyai polarisasi yang berbeda. Polarisasi dari gelombang yang teradiasi didefinisikan sebagai suatu keadaan gelombang elektromagnet yang menggambarkan arah dan magnitudo vektor medan elektrik yang bervariasi menurut waktu[5].

*C. Reconfigurable Antenna*

a. Teori *Reconfigurable Antenna*

*Reconfigurable Antenna* merupakan Antena yang dapat dikonfigurasi ulang mampu mengubah frekuensi, polarisasi, dan sifat radiasi secara dinamis dengan cara yang terkendali dan dapat dibalik. Antena r*econfigurable* memiliki berat yang lebih ringan, dimensi yang lebih kecil dan harga yang lebih rendah. Selain itu, antena dapat reconfigurable menyediakan fitur keragaman operasi frekuensi resonan, polarisasi, dan pola radiasi[3].

Fungsi *reconfigurable antenna*[3]:

a.*Reconfigurable Frekuensi Antenna*

*Reconfigurable* frekuensi antena memiliki rekonfigurasi frekuensi resonansi oleh perubahan struktur,sementara polaradiasi dan polarisasi tetap tidak berubah. Sehingga, reconfigurable frekuensi antena dapat diterapkan di antara yang sangat susunan lebar pita frekuensi atau di antara beberapa frekuensi yang diuji. Cara yang digunakan untuk merekonfigurasi frekuensi suatu antena dengan mengubah panjang dimensi antena.

b.*Reconfigurable* Pola Radiasi Antena

Pola radiasi antena memiliki rekonfigurasi pola radiasi oleh perubahan struktur, sementara frekuensi resonan dan polarisasi tidak berubah. Cara yang digunakan untuk merekonfigurasi pola radiasi suatu antena dengan mengubah peradiasi antena tersebut.

c.*Reconfigurable* Polarisasi Antena

Serupa dengan dua jenis antena sebelumnya, maka polarisasi antena ini akan dipilih melalui perubahan struktur antenna. Cara yang digunakan untuk merekonfigurasi polarisasi suatu antena dengan mengubah distribusi arus pada suatu antena.

d.*Reconfigurable* Multiple Parameter dari Antena

Fitur yang paling luar biasa dari antena ini adalah bahwa dua atau lebih parameter dari antena dapat *reconfigurable*. Ini parameter termasuk frekuensi resonan, pola radiasi polarisasi dan seterusnya. Fitur ini sangat berguna untuk mencapai keanekaragaman dengan *slot switchable* disajikan, dirancang dan diuji, yang memiliki frekuensi dan polarisasi keanekaragaman.

b. Penerapan Reconfigurable Antenna

Salah satu contoh penerapan *reconfigurable antenna*: *Reconfigurable Patch Antenna* menggunakan *Edge Shorting Pin* dan *Symmetrical Control Pin*, dimana antena yang digunakan adalah antena *patch* lingkaran yang diintegrasikan *shorting pin-shorting pin* di tepi *patch* serta menambahkan *shorting pin* melingkar pada *patch* nya untuk mengontrol *matching impedansi*. Metoda yang digunakan adalah memanfaatkan bentuk antena *patch* lingkaran yang simetris, sehingga dengan memutar kombinasi *switch* yang telah dioptimasi maka didapatlah kemampuan *pattern reconfigurability*. Teknik optimasi yang digunakan adalah dengan menggabungkan algoritma genetika dengan *Finite Element Method.* Pola radiasi dan plot return loss menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh dari proses optimasi sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Hasil optimasi telah diverifikasi dengan pengukuran antena yang telah difabrikasi[3].

*D. Pattern Reconfigurable Antenna*

*Pattern Reconfigurable Antenna* (PRA) adalah jenis *reconfigurable antenna* yang sangat dibutuhkan pada sistem yang rawan terhadap *multipath interference*, misalnya WLAN. Kegunaan PRA pada WLAN adalah untuk meningkatkan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dengan cara mengatur *main beam antenna* ke arah yang diinginkan dan sekaligus menahan beam lainnya ke arah yang lain terutama ke arah sumber interferensi. PRA juga dipersiapkan untuk mengantisipasi kebutuhan sistem komunikasi generasi ke 5 (5G) yang saat ini sedang dikembangkan untuk sistem komunikasi masa depan. Dimana 5G kemungkinan akan bergantung pada *cognitive* radio, dimana *cognitive* radio pada dasarnya adalah sistem *wireless* multifungsi[3].

*E.* Teknologi Switch Antena

Teknologi *switch antenna* merupakan suatu teknologi yang digunakan oleh sistem antena untuk mengatur/mereconfigurasi karakteristik pada tingkat signal RF. Fungsi utama *switch* ini adalah untuk melakukan penyambungan dan pemutusan *electrical circuit*. Pada teknologi yang sederhana *switch* ini manyambung dan memutus *electrical circuit* dengan menyambungkan atau memutuskan jalur-jalur pada konduktor[3].

*F.* Shorting Pin

*Shorting Pin* adalah suatu konduktor dengan radius kecil yang menghubungkan antara patch dengan groundplane. Pengintegrasian *shorting pin* pada antena untuk dimanfaatkan sebagai pattern *reconfigurable mechanism* masih belum banyak digunakan karena pola perubahan medan yang disebabkan oleh *shorting* sangat kompleks dan penelitian yang memfokuskan pada area ini masih sedikit. Efek *shorting* terhadap frekuensi resonansi dijelaskan melalui pendekatan saluran transmisi, dimana ketika beberapa *shorting* ditambahkan pada antena mikrostrip maka induktansi L seri maupun kapasitansi C paralel muncul pada rangkaian ekuivalennya. Induktansi L muncul merepresentasikan *self inductance* dari *shorting pin* sedangkan kapasitansi C muncul merepresentasikan *close proximity* antar *shorting pin*[3].

## III. METODE

A. Prosedur Secara Umum

Penelitian ini akan dilakukan dengan mengkonfigurasikan suatu antena dengan bentuk *patch* berbentuk lingkaran, substrat dan *ground plane* berbentuk kotak. Disimulasi antena ini juga melakukan perbandingan terhadap jumlah *shorting pin* yang digunakan pada antena. Tujuannya adalah untuk mengetahui kegunaan *shorting pin* itu sendiri. Hasil perbandingan tersebut dilihat dari *return loss*, *bandwidth*, *VSWR*, *gain*, polaradiasi dan besar pancaran yang dihasilkan oleh antena tersebut. Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, perlu dilakukannya optimasi secara komperhensif dari berbagai aspek, seperti lebar *feed*, panjang jari-jari *patch* dan

dimensi antena. Selain itu, melakukan optimasi dengan mengganti bahan substrat dengan bahan yang memiliki nilai dielektrik yang lebih tinggi dari sebelumnya. Seluruh tahapan tersebut diterapkan pada perangkat lunak CST.

B. Peralatan Yang Digunakan

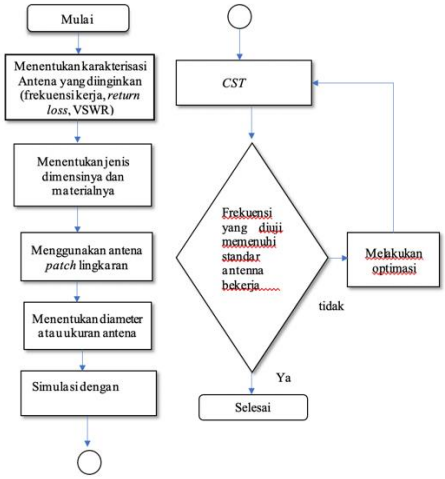
Proses perancangan antena ini hanya dibatasi hingga simulasi dari antena yang diinginkan. Untuk itu, peralatan yang digunakan berkisar pada perangkat lunak. Adapun perangkat lunak yang digunakan antara lain:

*a. CST Studio*

Perangkat lunak ini digunakan untuk mengoptimasi antena pada dimensi antena, kombinasi *switch*, serta dimensi celah melingkar untuk mengarahkan pola radiasi antena dan menahan frekuensi antena di 2,4 Ghz .

C. Langkah Perancangan Antena

Langkah-langkah perancangan antenna ini akan dibuat dalam bentuk diagram alir atau flowchart




GAMBAR Diagram Perancangan

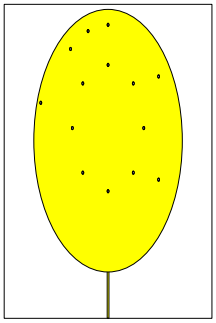
D. Spesifikasi Dan Karakteristik Antena

Berdasarkan diagaram alir yang telah dibuat sebelumnya tahapan perancangan antena yang pertama yaitu menentukan karakteristik antena yang diinginkan. Karakteristik-karakteristik yang perlu ditentukan antara lain frekuensi kerja, *bandwidth, gain, dan return loss*/VSWR.

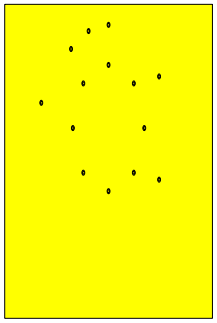
a) Frekuensi kerja: 2,2 GHz – 2,7 GHz
b) Bandwith : 52,5 MHz
c) VSWR: 1,7
d) Gain: 1,793 dBi
e) Diameter: 58,20 mm
f) Bahan antena : FR4
g) Menggunakan 14 *shorting pin*
h) Dimensi antena: 41,60 mm

E. Desain Dan Perancangan Antena

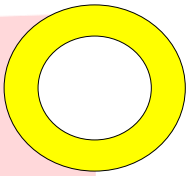
a. Bentuk antenna yang digunakan



GAMBAR 3.2 Tampilan depan antenna



GAMBAR 3.3 Tampilan belakang antena



GAMBAR 3.4 Tampilan *shorting pin*

Gambar tersebut merupakan *antenna patch* lingkaran, gambar 3.2 tampak depan dan gambar 3.3 tampak belakang dan gambar 3.4 bentuk dari *shortingpin*nya. Perhitungan nilai dimensi antena yang diperlukan untuk proses desain antena. Ukuran antena sangat mempengaruhi karakteristik antena yang akan direalisasikan. Dengan menggunakan bahan antena yang berbeda juga mempengaruhi hasil akhir dari simulasi antenna tersebut.

b. Proses Simulasi Antena

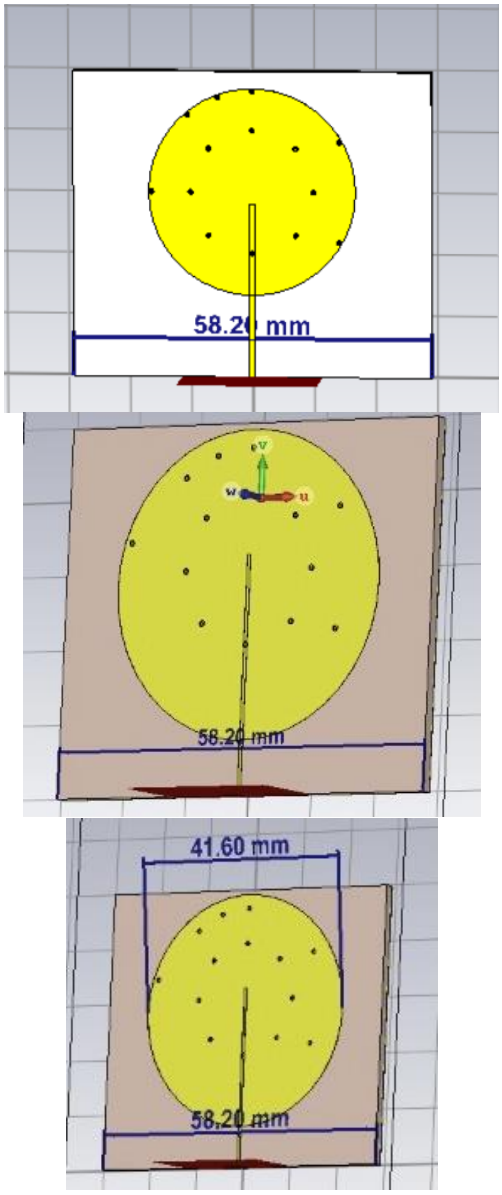
Setelah spesifikasi antena telah ditentukan, simulasi dilakukan menggunakan aplikasi CST. Antena yang digunakan pada simulasi ini menggunakan antena berbentuk lingkaran. Bahan antena (*substrat*) adalah FR4 dengan *substrat* dan *groundplan* berbentuk kotak sedangkan *substrat* dan *groundplan* pada antena yang digunakan pada jurnal berbentuk lingkaran. Epsilon yang digunakan adalah 6,45 sedangkan epsilon pada jurnal yang dijadikan perbandingan adalah 4,5. Pada simulasi ini diameter antenna yang digunakan adalah 120 mm.

F. Hasil Simulasi

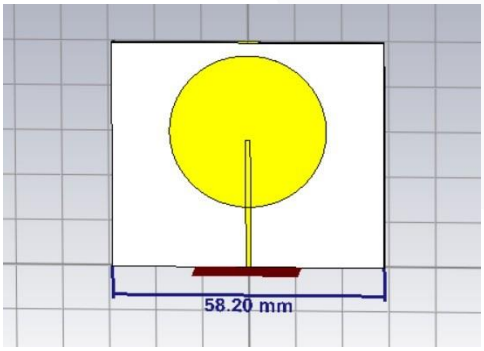
Dari simulasi yang dilakukan dengan spesifikasi yang telah ditentukan memperoleh hasil

a. Desain Antena

Desain antena yang dibentuk pada simulasi yang telah dilakukan memiliki *patch* berbentuk lingkaran, *substrat* dan *ground plane* berbentuk kotak dan mengunakan 14 *shorting pin* serta antena yang tidak menggunakan shortingpin:

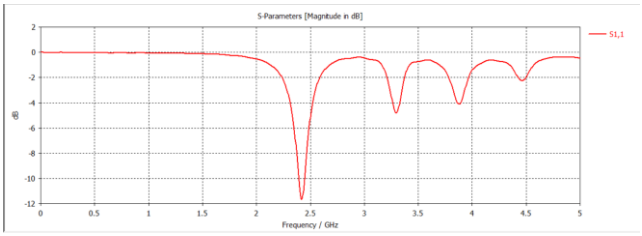



GAMBAR 3.5 Desain Antena yang menggunakan shortingpin



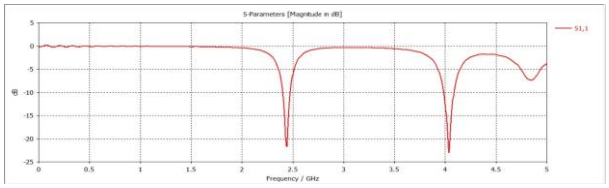

GAMBAR 3.6 Desain antena tanpa *shorting pin*

b. Hasil *Return Loss* Dari Simulasi




GAMBAR 3.7 *Return loss* pada antena *shorting pin*

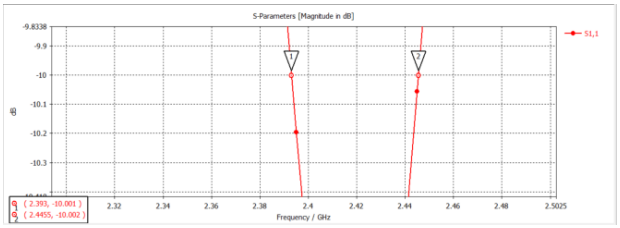
Ini merupakan tampilan hasil *return loss* jika frekuensi yang digunakan dari 0 GHZ hingga 5 GHz. Berdasarkan hasil *return loss* seperti grafik diatas membuktikan bahwa antena dapat bekerja di frekuensi yang diuji yakni 2,4 GHz karena hasil *return loss* yang dihasilkan dibawah -10 dB.




Gambar 3.8 *Return loss* pada antena tanpa *shorting pin*

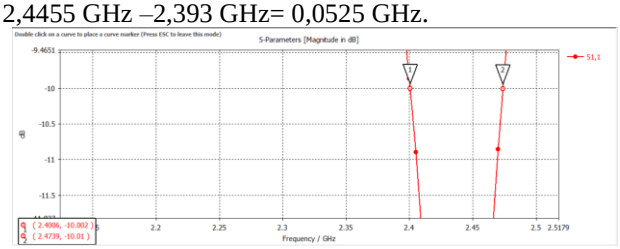
Ini merupakan tampilan hasil *return loss* pada antena yang tidak menggunakan *shorting pin* jika frekuensi yang digunakan dari 0 GHZ hingga 5 GHz. Berdasarkan hasil *return loss* seperti grafik diatas membuktikan bahwa antena dapat bekerja di frekuensi yang diuji yakni 2,4 GHz karena hasil *return loss* yang dihasilkan dibawah -10 dB.

c. *Bandwidth*




GAMBAR 3.9 *Bandwidth* pada antena *shorting pin*

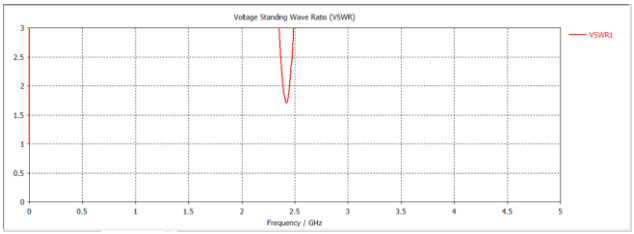
Besar *bandwidth* antena pada simulasi ini adalah 52,5 MHz. Besar *bandwidth* ini diperoleh dari frekuensi yang yang memiliki nilai -10 dB pada *return loss* yakni 2,4455 GHz –2,393 GHz= 0,0525 GHz.




GAMBAR 3.10 *Bandwidth* pada antena tanpa *shorting pin*

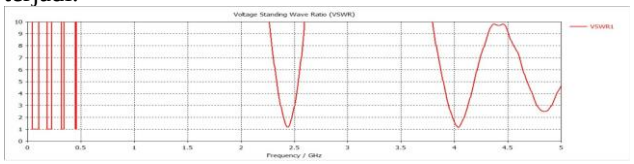
Besar *bandwidth* antena yang tidak menggunakan *shorting pin* pada simulasi ini adalah 73,3 MHz. Besar *bandwidth* ini diperoleh dari frekuensi yang yang memiliki nilai -10 dB pada *return loss* yakni 2,4739 GHz – 2,4006 GHz = 0,0733 GHz.

d. VSWR




GAMBAR 3.11 VSWR pada antena *shorting pin*

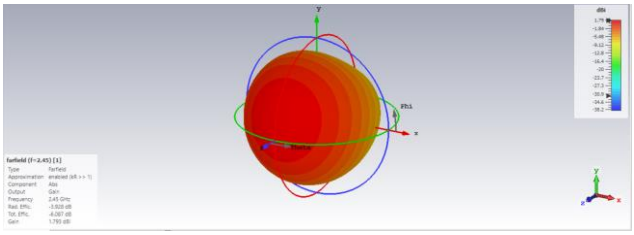
Dilihat dari VSWR pada hasil simulasi ini, antena dapat bekerja difrekuensi yang diuji yakni 2,45 GHz karna memiliki nilai VSWR dibawah 2. Antena dapat bekerja di vswr dibawah 2 karena semakin kecil pantulan gelombang yang terjadi, namun jika VSWR=0 maka antena pun tidak dapat bekerja karena tidak ada pantulan gelombang yang terjadi.




GAMBAR 3.12 VSWR pada antena tanpa *shorting pin*

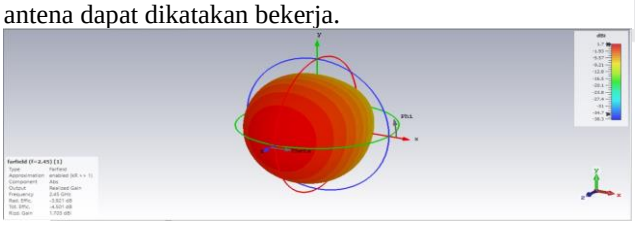
Dilihat dari VSWR pada hasil simulasi antena yang tidak menggunakan *shorting pin*, antena dapat bekerja difrekuensi yang diuji karna memiliki nilai VSWR dibawah 2. Antena dapat bekerja di VSWR dibawah 2 karena semakin kecil pantulan gelombang yang terjadi, namun jika VSWR=0 maka antena pun tidak dapat bekerja karena tidak ada pantulan gelombang yang terjadi.

e. *Gain*



GAMBAR 3.13 Gain pada antena *shorting pin*

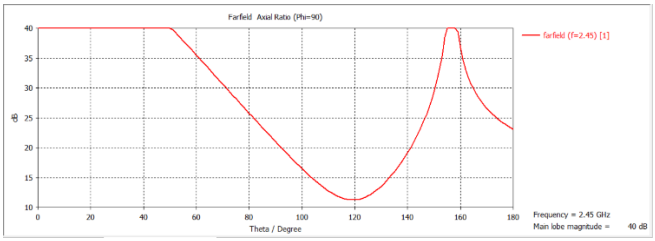
Dari hasil simulasi antena yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai *gain* yang diperoleh yakni 1,793 dBi yang dimana hasil tersebut bernilai positif sehingga antena dapat dikatakan bekerja.



GAMBAR 3.14 *Gain* pada antena tanpa *shorting pin*

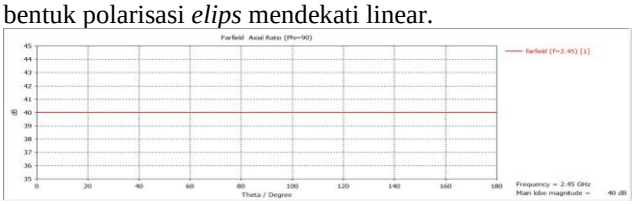
Dari hasil simulasi antena yang tidak menggunakan *shorting pin* menunjukkan bahwa nilai gain yang diperoleh yakni 1,703 dBi yang dimana hasil tersebut bernilai positif sehingga antena dapat dikatakan bekerja.

f. *AXIAL RATIO*




GAMBAR 3.15 *Axial ratio* pada antena *shorting pin*

Pada hasil simulasi yang dilihat dari *axial ratio*nya menunjukkan bahwa antena tersebut memiliki bentuk polarisasi *elips* mendekati linear.




GAMBAR 3.16 *Axial ratio* pada antena tanpa *shorting pin*

Pada hasil simulasi yang dilihat dari *axial ratio*nya menunjukkan bahwa antena yang tidak menggunakan *shorting pin* memiliki bentuk polarisasi linear.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

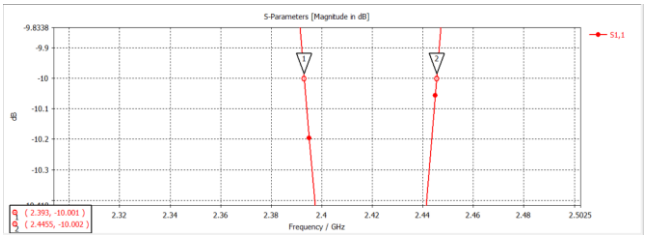
### A. Analisis Antena Bercelah Melingkar

Dalam *reconfigurable* antena ini, ante [1]na yang digunakan adalah antena berbentuk lingkaran. Dalam pembuatannya terdapat *shorting pin* yang berguna untuk *matching impedance. Shorting pin* yang digunakan sebanyak 14 pin yang terletak di dalam antenna. Dalam pembuatan antenanya bahan *patch, substrat, groundplan* yang digunakan adalah FR4.

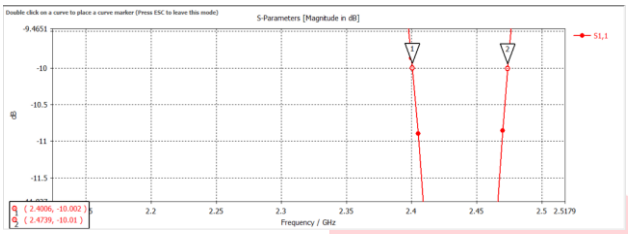
a. Analisis *Return Loss* dan *Bandwidth*

Hasil dari percobaan yang dilakukan, dimana antena yang menggunakan *shortingpin* dan yang tidak menggunakan *shortingpin* menunjukkan bahwa antena yang menggunakan *shortingpin* memiliki hasil *return loss* yang lebih fluktuatif dibandingkan dengan antena yang tidak menggunakan *shortingpin.*

Dari hasil *bandwidth* yang diperoleh menunjukkan bahwa antena yang menggunakan *shortingpin* memiliki nilai *bandwidth* yang lebih kecil dibandingkan antenna yang tidak menggunakan *shortingpin* yaitu 52,5 MHz dan 73,3 MHz. Namun jika dibandingkan dengan hasil simulasi pada jurnal referensi hasil perbandingan antena yang sama-sama menggunakan *shortingpin* namun memiliki bentuk *substart* dan *groundplan* yang berbeda, dimana simulasi yangtelah dibuat menggunakan *substrat* dan *groundplan* berbentuk kotak dan jurnal referensi bentuk lingkaran memiliki *bandwidth* 52,5 MHz dan56,3 MHz.




GAMBAR 4.1 *Bandwidth* antena yang menggunakan *shorting pin*

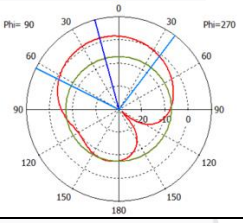
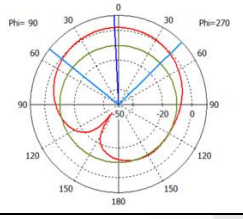



GAMBAR 4.2 *Bandwidth* antena yang tidak menggunakan *shorting pin*

b. Analisis *Gain* Dan Pola Radiasi

Pada percobaan perancangan 8ntenna yang menggunakan *shortingpin* dan 8ntenna yang tidak menggunakan *shortingpin* menghasilkan beberapa parameter seperti *gain* dan pola radiasi. Nilai *Gain* dari percobaan tersebut adalah 1,793 dBi dan 1,703 dBi, sedangkan bentuk pola radiasi memiliki bentuk elips mendekati linear dan linear.

*TABEL 4.1 Gain dan polaradiasi*

| Antena | Gain | Polaradiasi |
|---|---|---|
| Menggunakan *shorting pin* | 1,793 dBi | Unidirektional  |
| Tidak menngunakan *shorting pin* | 1,703 dBi | Unidirektional  |

Pada Tabel berisi mengenai perbandingan *gain* dan polaradiasi pada setiap antena. Antena yang menggunakan *shorting pin* menghasilkan nilai *gain* 1,793 dBi dengan polaradiasi unidireksional. Antena yang tidak menggunakan *shorting pin* menghasilkan nilai *gain* 1,703 dBi dengan polaradiasi unidireksional.

B. Realisasi Antena Bercelah Melingkar

Setelah melakukan simulasi dan optimasi antena bercelah melingkar, selanjutnya pada sub-bab ini akan menampilkan realisasi antenna tersebut, dengan spesifikasi yang telah dijelaskan sebelumnya dapat dilihat pada gambar berikut :

GAMBAR 4.3 Pabrikasi Antena

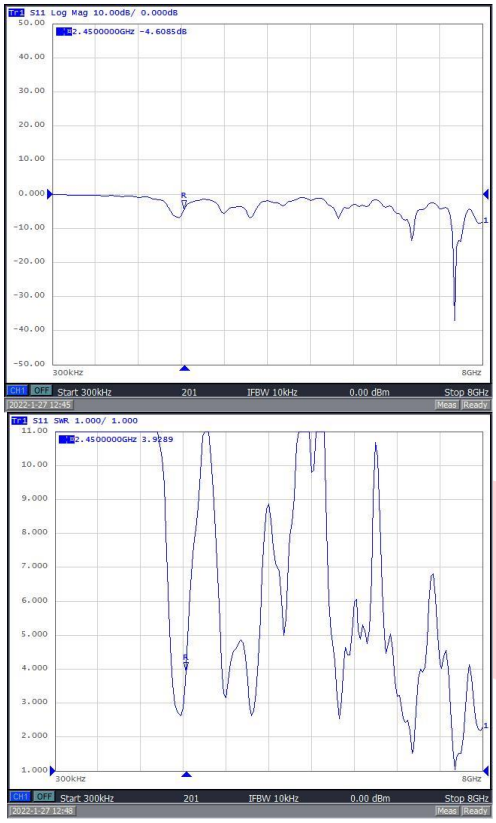
C. Hasil Perngukuran

Proses pengukuran antena memerluka beberapa antenna antara lain :

a. *VectorNetworkAnalyzer*(VNA)
VNA berfungsi dalam mengukur *return loss*, VSWR, impedansi, dan *bandwidth* pada antena. VNA akan merepresentasikan *return loss* serta VSWR dalam bentuk grafik. Alat ini juga akan menampilkan impedansi antena dalam bentuk *smithcart*.

b. *SignalGenerator*
*Signal Generator* memiliki fungsi membangkitkan sinyal pada antenna pemancar dengan level pancaran daya yang telah ditentukan, *Signal Generator* digunakan untuk pengukuran *gain*, polarisasi, dan polaradiasi pada antena.

c. *SpectrumAnalyzer*
*Spectrum Analyzer* ditempatkan pada antena penerima dalam proses pengukuran, *Spektrum Analyzer* ini berfungsi memproyeksikan level daya terima, gunanya dalam mengukur polaradiasi serta gain pada antena.

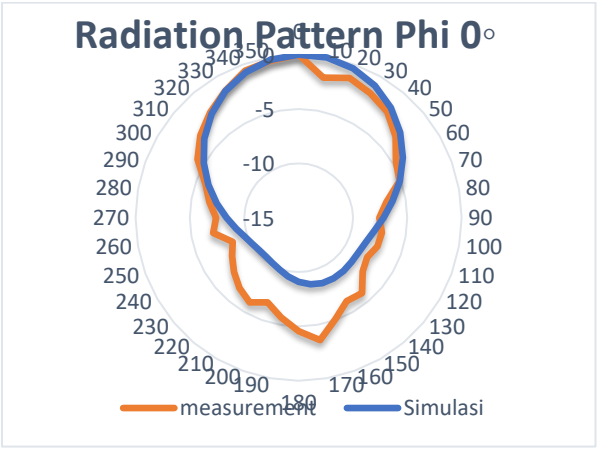



GAMBAR 4.4 Hasil Pengukuran *Return Loss* dan VSWR

Dilihat dari pengukuran yang dilakukan di laboratotium antenna Telkom *University* menunjukkan bahwa terjadinya pergeseran untuk frekuensi yang bekerja yang dimana di hasil simulasi antenna bekerja di frekuensi 2.4 GHz sedangkan di hasil pengukuran laboratorium antenna bekerja di frekuensi 6.68 GHz-6.72 GHz dan 7.44 GHz-7.6 GHz. Hal ini terjadi dikarenakan kurang presisi saat pemotongan bagian antena, goresan pada lubang, adanya timah berlebih ketika proses s*older*, dan lainnya.

*D.* Pengukuran *Outdoor*

Pengukuran *outdoor* bertujuan untuk mengukur pola radiasi, polarisasi dan gain pada antena. Namun pada kesempatan pengukuran yang dilakukan di laboratorium Telkom *University* hanya dilakukan percobaan untuk mengukur pola radiasi saja. Pengukuran dilakukan secara *outdoor* karna memerlukan medan jauh antena. Alat yang digunakan dalam pengukuran ini yaitu *sinyal generator*, *spectrum analyzer*, antena pengirim, dan *Antena Under Test* (AUT).

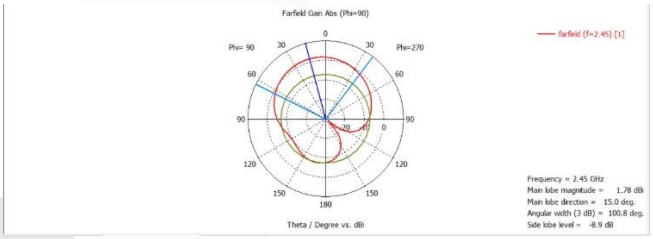



GAMBAR 4.5 Hasil Pengukuran Polaradiasi Azimuth

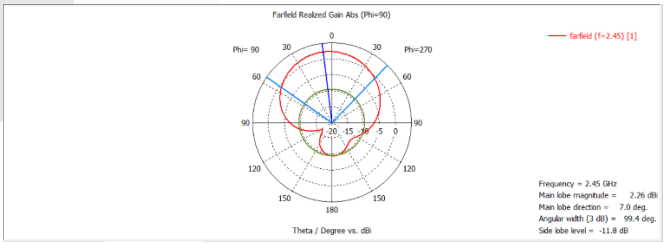
Dilihat dari hasil simulasi dan hasil pengukuran *outdoor* menghasilkan polaradiasi yang sama yaitu unidirectional. Namun dari hasilnya memiliki nilai yang berbeda, ini dipengaruhi oleh ruangan tempat pengukuran, kabel yang digunakan, keterbatasan alat yang digunakan dan juga kesahalan dalam fabrikasi antena yang telah dilakukan.

*E.* Besar pancaran yang dihasilkan oleh antena yang menggunakan *shorting pin*

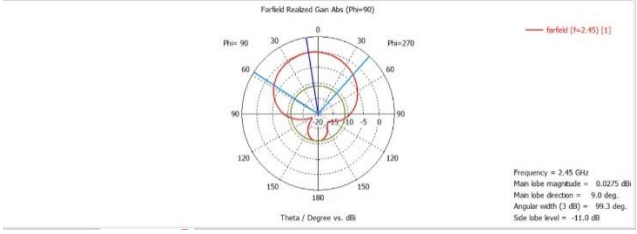
Pada percobaan ini, dilakukan pengujian terhadap antena yang menggunakan 14 *shorting pin*, 9 *shorting pin*, 8 *shorting pin*, 7 *shorting pin*, dan 5 *shorting pin.* Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *shorting pin* terhadap besar pancaran yang dihasilkan oleh antena.



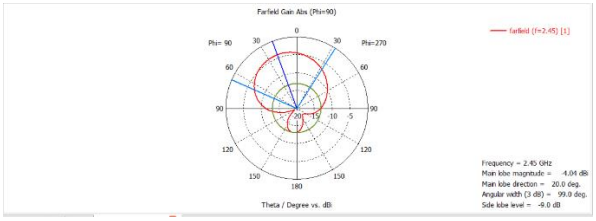

GAMBAR 4.7 Tampilan besar pancaran dengan 14 *shorting pin*



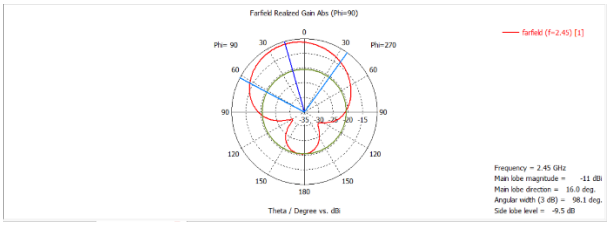

GAMBAR 4.8 Tampilan besar pancaran dengan 9 *shorting pin*



GAMBAR 4.9 Tampilan besar pancaran dengan 8 *shorting pin*




GAMBAR 4.10 Tampilan besar pancaran dengan 7 *shorting pin*




**Gambar 4.11** Tampilan besar pancaran dengan 5 *shorting pin*

*Tabel 4.2 Besar Pancaran*

| NO | Banyak *shorting pin* yang digunakan | Besar Pancaran |
|---|---|---|
| 1 | 14 *shorting pin* | 100.8 deg. |
| 2 | 9 *shorting pin* | 99.4 deg. |
| 3 | 8 *shorting pin* | 99.3 deg. |
| 4 | 7 *shorting pin* | 99.0 deg. |
| 5 | 5 *shorting pin* | 98.1 deg. |

Dari hasil percobaan yang dilakukan, menunjukkan bahwa antena yang menggunakan *shorting pin* yang lebih banyak memiliki nilai besar pancaran yang lebih besar dibandingkan dengan antena yang menggunakan *shorting pin*. Hasil tersebut dapat dilihat pada table yang telah lampirkan.

## V. KESIMPULAN

Pada perancangan *reconfigurable* antena ini dengan bentuk substrat dan groundplan yang berbeda yang telah dilakukan dan dianalisis, sehingga dapat disimpulkan sebagai berikut:

A. Dilihat dari hasil *return loss*, antena yang mengunakan *shorting pin* memiliki hasil yang lebih fluktuatif dibandingkan dengan antena yang tidak menggunakan *shorting pin*.
B. Besar *bandwidth* antena yang tidak menggunakan *shorting pin* memiliki nilai *bandwidth* yang lebih besar dari antena yang menggunakan *shorting pin* yakni 73,3 MHz berbanding 52,5 MHz.
C. Pada hasil simulasi yang dilihat dari *axial ratio*nya menunjukkan bahwa antena yang menggunakan *shorting pin* memiliki bentuk polarisasi *elips* mendekati linear sedangkan pada antena yang tidak menggunakan *shorting pin* memiliki bentuk polarisasi linear.
D. Hasil simulasi dan realisasi antena memiliki perbedaan, namun dari kedua hasil tersebut tetap memenuhi kiteria untuk antena bekerja.
E. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semakin banyak shorting pin semakin besar pancaran antena tersebut.

## REFERENSI


[1] DWI ANDI NURMANTRIS, H. W. (2015). Pattern Reconfigurable Antenna menggunakan Edge Shortingpin dan Symmetrical Control Pin. *ELKOMIKA*, 111-124.

[2] Asrofi Khoirul Huda, A. N. (2015). Analisa Antena Patch dengan Pola Radiasi Antena. *FISIKA LABORATORIUM INSTRUMENTASI ELEKTRONIKA 2015*.

[3] DWI ANDI NURMANTRIS1, H. W. (2020). Optimasi Pattern Reconfigurable Antenna Bercelah Melingkar Menggunakan Algoritma Genetika. 111-124.

[4] Evi Rahmawati, E. S. (2013). Optimasi Antena Mikrostrip Rectangular Patch Polarisasi Sirkuler pada Frekuensi 2.4 Ghz dengan Algoritma Genetika Untuk Satelit Nano. *TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 2*.

[5] ULYA, U. (2011). RANCANG BANGUN ANTENA WAVEGUIDE 8 SLOT PADA FREKUENSI 9,4 GHz.

[6] N.Herscovici, M. O. (2001). Minimization of a rectangular patch using genetic algorithms. *IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium*, 34-37.

[7] Moh Sentot, S. (2015). Perancangan Antena Mikrostrip Pada Frekuensi 2,3 Ghz Untuk Aplikasi LTE. *Other thesis, Universitas Darma Persada*.

[8] Balanis, C. A. (1997). *Antenna Theory Analysis and Design (2nd ed.)*. New York: John Wiley & Sons.