

ANTENA MICROSTRIP SUSUNAN VIVALDI ANTIPODAL PADA X- BAND UNTUK RADAR TEMBUS TEMBOK

VIVALDI ARRAY ANTIPODAL MICROSTRIP ANTENNA AT X-BAND FOR WALL PENETRATING RADAR

Muhammad Alief Faisal Amin¹, Heroe Wijanto², Edwar.³^{1,2,3}Universitas Telkom, Bandung¹alieffaisal@telkomuniversity.ac.id, ²heroew@telkomuniversity.ac.id, ³edwarm@telkomuniversity.ac.id**Abstrak**

Keterbatasan indera manusia untuk melihat menjadi suatu masalah bila dihadapkan pada kebutuhan untuk mendeteksi objek dibalik penghalang atau dinding. Peran radar sangat dibutuhkan untuk mengatasi masalah tersebut. Radar harus mempunyai akurasi yang tinggi serta sensitivitas untuk memperoleh gambaran dari target. Untuk mencapainya maka bandwidth harus lebar, oleh karena itu dibutuhkan antenna X-Band. Antena X-band adalah antenna yang beroperasi di frekuensi 8.0 – 12 GHz untuk radar tembus tembok. Pada penelitian ini, antenna mikrostrip vivaldi disusun untuk meningkatkan *gain* yang lebih besar untuk *beamwidth* yang lebih kecil serta meningkatkan *Signal to Inference Plus Noise Ratio*. Antena berbentuk *patch* vivaldi dipilih karena efektif untuk frekuensi diatas 1 GHz. Untuk pemilihan substrat antenna dipilih Rogers Duroid 5880 karena sudah mendukung frekuensi X-Band. Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan simulasi dengan menggunakan program CST Studio Student Edition 2018 untuk melakukan implementasi antenna mikrostrip susunan Vivaldi antipodal x-band untuk radar tembus tembok yang diharapkan memenuhi spesifikasi radar tembus tembok. Hasil yang didapatkan dari rangkaian optimasi dan analisis, didapatkan hasil *vswr* senilai kurang dari 2 dB dan *return loss* lebih dari -10 db. Sementara *gain* yang didapatkan bernilai 9.71 dB dan pola radiasi berbentuk *unidirectional*.

Kata kunci : antenna *microstrip*, vivaldi, Array, beban sirkular antipodal, *return loss*, *gain*.

Abstract

The limitations of the human senses to see become a problem when faced with the need to detect objects behind barriers or walls. The role of radar is needed to overcome these problems. Radar must have high accuracy and sensitivity to obtain images of the target. To achieve this, the bandwidth must be wide, therefore an X-Band antenna is needed. X-band antennas are antennas that operate in the 8.0 – 12 GHz frequency for through-wall radar. In this study, the Vivaldi microstrip antenna was arranged to increase the gain for a smaller beamwidth and increase the Signal Inference Plus Noise Ratio. The Vivaldi patch antenna was chosen because it is effective for frequencies above 1 GHz. For the selection of the antenna substrate, Rogers Duroid 5880 was chosen because it already supports X-Band frequencies. In this study, designs and simulations were carried out using the CST Studio Student Edition 2018 program to implement a microstrip antenna with an X-band antipodal Vivaldi array for penetrating radar which is expected to meet the specifications of the penetrating radar. In the results obtained from the optimization and analysis series, the VSWR results are less than 2 dB and the return loss is more than -10 DB. While the gain obtained is 9.71 dB and the radiation pattern is unidirectional.

Keywords: *microstrip antenna*, vivaldi, array, antipodal circular load, *return loss*, *gain*.

I. PENDAHULUAN

Keterbatasan penglihatan manusia menjadi salah satu masalah jika terjadi peristiwa yang tidak terencana seperti bencana alam, kebakaran, terorisme dan hal lainnya yang terjadi di dalam ruangan tertutup. Oleh karena itu peran radar untuk mendeteksi objek dibalik penghalang atau dinding sangat dibutuhkan untukantisipasi langkah dalam mengurangi resiko dampak yang akan terjadi selanjutnya. Radar merupakan gelombang radio yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur jarak dan mengidentifikasi sebuah objek [1]. Radar harus mempunyai akurasi yang tinggi serta sensitivitas untuk memperoleh gambaran dari target. Untuk mencapainya maka *bandwidth* harus lebar oleh karena itu dibutuhkan antenna X-Band. Antena X-band adalah antenna yang beroperasi di frekuensi 8.0 – 12 GHz untuk radar tembus tembok [1].

Penelitian sebelumnya mengenai pengembangan antenna untuk mendeteksi dan melacak objek [2], antenna yang digunakan adalah antenna *single patch* dimana antenna mendapatkan *gain* tidak optimal. Pada penelitian ini, penulis akan menggunakan antenna mikrostrip vivaldi yang disusun atau disebut juga array untuk meningkatkan gain yang lebih besar untuk *beamwidth* yang lebih kecil serta meningkatkan *Signal to Inference Plus Noise Ratio*. Metode penyusunan ini belum pernah dilakukan pada penelitian-penelitian di Universitas Telkom. Antena Mikrostrip yang dipilih adalah antenna mikrostrip berbentuk vivaldi. Antena berbentuk *patch* vivaldi dipilih karena efektif untuk frekuensi yang melebihi dari 1 GHz. Untuk pemilihan substrat antenna dipilih Rogers Duroid 5880 karena sudah mendukung frekuensi X-Band. Langkah setelah itu adalah menentukan pola radiasi. Pola radiasi yang dibutuhkan agar radar mendeteksi hanya objek di arah tertentu adalah dengan pola radiasi *unidirectional*

karena jika dengan *bidirectional* maka radar akan mendeteksi arah sebaliknya juga.

Penelitian ini bertujuan mendapatkan antenna yang bisa digunakan untuk radar tembus tembok dalam membantu kegiatan penyelamatan saat terjadi bencana melalui proses simulasi, optimasi dan analisa dari Antena dengan menggunakan antenna vivaldi yang disusun dengan menggunakan bahan substrat Rogers Duroid 5880.

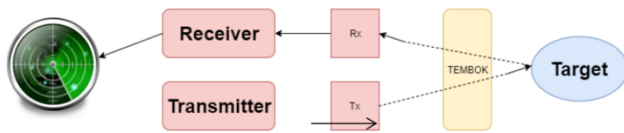
II. KAJIAN TEORI

A. Radio Detection and Ranging (Radar)

Radar adalah gelombang radio yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur jarak dan mengidentifikasi sebuah objek. Panjang gelombang yang dikeluarkan oleh radar bervariasi dari milimeter sampai meter. Gelombang yang dipancarkan dan dipantulkan suatu halangan akan ditangkap kembali oleh radar [1].

B. Radar Tembus Tembok

Radar tembus tembok adalah radar yang berguna untuk mendeteksi objek dibalik tembok. Radar ini digunakan untuk keperluan SAR (*Search and Rescue*), tindakan kejahatan dan terorisme.



GAMBAR 1
BLOK DIAGRAM RADAR TEMBUS TEMBOK

Radar pada Gambar 1 menggunakan antenna X-band pada rentang frekuensi *Ultra-Wide band* agar memperoleh *bandwidth* yang lebar untuk tujuan memperoleh hasil yang maksimal. Harapannya, radar ini mampu menembus tembok yang memiliki ketebalan tembok. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, diperlukan akurasi radar yang tinggi yang dipengaruhi oleh resolusi radar. Resolusi radar yang baik dipengaruhi oleh *bandwidth* yang lebar. Hubungan antara resolusi radar (ΔR) dengan lebar pulsa (τ) dan *bandwidth* (Δf) menggunakan persamaan berikut [2]:

$$\Delta R = \frac{c_0 \cdot \tau}{2} = \frac{c_0}{2 \Delta f} \quad (1)$$

terdapat hubungan antara lebar pulsa (τ) dengan Δf , yaitu [2]:

(2)

Sehingga *bandwidth* yang lebih besar mengakibatkan lebar pulsa yang semakin sempit. Lebar pulsa yang semakin sempit membantu antenna radar untuk mendeteksi objek

semakin akurat. Maka, diperlukan lebar pulsa yang sempit untuk akurasi radar yang baik. Untuk radar tembus tembok membutuhkan akurasi radar yang tinggi untuk mendeteksi objek sampai dengan orde 10 cm [3]. Oleh karena itu, dibutuhkan *gain* yang besar sesuai kebutuhan untuk mendapatkan lebar pulsa yang sempit.

C. X-band

Institute of Electrical and Engineers (IEEE) [1] menerapkan frekuensi radar untuk *X-band* berada di rentang 8,0-12 GHz. Rentang frekuensi ini dapat beroperasi untuk keperluan radar, komunikasi satelit dan *wireless computer networks*. *X-band* digunakan di radar termasuk *continuous wave, pulsed, single-polarization, dual polarization, synthetic aperture radar* dan *phased array*. Frekuensi radar *X-band* biasa digunakan oleh sipil, militer dan pemerintahan untuk keperluan pengamatan cuaca, kontrol lalu lintas laut, pelacakan gerakan dan pendeteksian kecepatan kendaraan [1]. *X-band* digunakan di radar modern karena panjang gelombang *X-band* memungkinkan resolusi yang lebih tinggi untuk pengidentifikasi target. Panjang gelombang *X-band* adalah 2.5 – 4 cm pada rentang frekuensi 8,0-12 GHz. Untuk memenuhi kriteria UWB, *bandwidth* dari antenna minimal memiliki 500 MHz dan *Fractional Bandwidth* minimal lebih dari 20%. Antena dengan frekuensi di rentang UWB dapat menghasilkan hasil yang maksimal karena *bandwidth* nya yang lebar [5]. Untuk perhitungan *bandwidth*, maka penelitian menggunakan rumus [3]:

$$\Delta f = f_2 - f_1 \quad (3)$$

Dengan persamaan bahwa Δf adalah *bandwidth* yang dihasilkan dari persamaan frekuensi atas yaitu f_2 dikurangi dengan frekuensi bawah yaitu f_1 .

Sementara *fractional bandwidth* menggunakan rumus [3]:

$$F\Delta f = \frac{\Delta f}{f_c} \quad (4)$$

Dengan persamaan bahwa *fractional bandwidth* adalah hasil yang dihasilkan dari persamaan *bandwidth* dibagi dengan frekuensi tengah f_c .

Sehingga *bandwidth* yang lebih besar mengakibatkan lebar pulsa yang semakin sempit. Lebar pulsa yang semakin sempit membantu antenna radar untuk mendeteksi objek semakin akurat.

D. Antena Microstrip Vivaldi

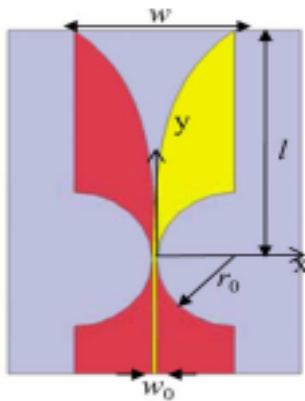
Antena *Microstrip Vivaldi* merupakan antenna *co-planar broadband microstrip*. Antena *microstrip* mempunyai kelebihan diantaranya yaitu mudah dirancang dan ringan. Antena *microstrip* cocok digunakan untuk radar karena ukurannya yang fleksibel dan kegunaannya yang maksimal untuk radar. Antena yang cocok untuk radar adalah antenna vivaldi dengan *patch microstrip* yang juga mendukung frekuensi yang tinggi. Antena Vivaldi juga disebut Tapered-Slot Antena (TSA)[6].

Antena Vivaldi antipodal adalah antenna yang kedua lengannya berlawanan arah yang berfungsi untuk mengatasi pencatuan pada coplanar. Konfigurasi antipodal juga

memberikan kemungkinan dari pencatutan mikrostrip line untuk radiasi lebih rendah pada frekuensi yang lebih tinggi [8].

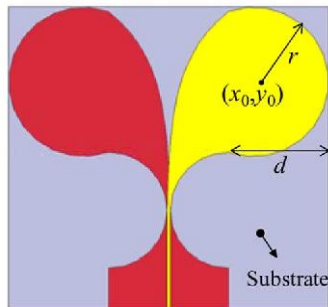
TABEL 1
DIMENSI ANTENNA

Dimensi	Nilai(mm)	Deskripsi
w	24	Lebar catuan
w ₀	4,86	Panjang slot taper
l	40	Lebar slot taper
r ₀	11.6	Jari-jari



GAMBAR 2
ANTENA VIVALDI ANTIPOLDAL KONVENSIONAL [8]

E. Antena Vivaldi Sirkular



GAMBAR 3
ANTENA VIVALDI SIRKULAR [8]

Gambar 3 menunjukkan *patch* berwarna merah adalah *patch* sisi atas. Sementara *patch* berwarna kuning adalah *patch* sisi atas.

$$x = \begin{cases} x_0 = r_0 + d - r \\ y_0 = r_0 + \frac{(l-r_0)}{2} \end{cases} \quad (5)$$

r_0 adalah jari jari melingkar yang digunakan mikrostrip untuk mencapai peralihan dari mikrostrip ke jalur *parallel strip line* [8]. Persamaan eksponen dari slot meruncing adalah [8]:

$$x = \begin{cases} w_0 - 0,5 w_0 e^{\alpha y}, & x < 0 \text{ sisi bawah} \\ -w_0 - 0,5 w_0 e^{\alpha y}, & x \geq 0 \text{ sisi atas} \end{cases} \quad (6)$$

w_0 adalah lebar dari pencatutan *mikrostrip* dan α adalah tingkat transisi eksponensial dari persamaan [8]

$$\alpha = \frac{1}{l} \ln \left(\frac{w_0 - r_0}{0,5 w_0} \right) \quad (7)$$

l adalah panjang radiasi efektif dan w_0 adalah aperture antena. Beban berbentuk lingkaran diberikan pada tiap lengannya dengan jarak d , titik pusat (x_0, y_0) dan jari-jari beban r .

Persamaan tersebut didefinisikan sebagai berikut [8]

$$r = \frac{\left[\frac{(l-r_0)^2}{4} + d^2 \right]}{2d} \quad (8)$$

r adalah jari jari beban sirkular yang hasilnya didapatkan oleh persamaan 8 dimana l adalah panjang radiasi efektif dan d adalah diameter dari beban sirkular. Beban sirkular meningkatkan kemampuan untuk radiasi batas bawah dari vivaldi konvensional. Dari penelitian [8], beban sirkular yang diberikan mengakibatkan arus yang merambat diteruskan lebih jauh sepanjang garis kurva dari beban sirkular yang mengakibatkan *bandwidth* lebih lebar.

F. Microstrip Line

Teknik Pencatutan adalah teknik untuk mentramisikan energi elektromagnetik ke antena. Teknik pencatutan yang digunakan adalah *microstrip line* karena teknik pencatutan *microstrip line* berpengaruh ke ukuran antena dan dapat menghasilkan kemampuan elektrik yang bagus serta mudah difabrikasi [8].

Jika diketahui konstanta dielektrik (ϵ_r), impedansi karakteristik (Z_0) serta tebal dielektrik (h), maka lebar dari strip (w_0) dapat diketahui dengan persamaan [10]:

$$w_0 = \frac{2h}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2b - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right] \quad (9)$$

Dimana nilai B adalah [10]:

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (10)$$

Setelah itu, untuk mencari panjang saluran transmisi, menggunakan persamaan berikut [10]:

$$l_0 = 0,25 \lambda_g \quad (11)$$

$$\lambda_g = \frac{c}{f \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (12)$$

l_0 adalah panjang catuan, λ_g adalah panjang gelombang dimana keduanya mempunyai hubungan karena semakin besar frekuensi tengah maka semakin pendek panjang gelombang yang mengakibatkan dimensi antena semakin kecil. Sedangkan untuk persamaan konstanta dielektrik (ϵ_{eff}) menggunakan persamaan berikut [10]:

$$\epsilon_{eff} = \begin{cases} \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{w_0}}} + 0,04 \left(1 + \frac{w_0}{h} \right)^2 \right], & \frac{w_0}{h} \leq 1 \\ \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{w_0}}} \right], & \frac{w_0}{h} > 1 \end{cases} \quad (13)$$

G. Antenna Array Vivaldi

Antena Array Vivaldi adalah antena yang disusun dalam satu hubungan dengan antena lain, bagian-bagian antena yang di susun keatas akan memiliki *gain* yang lebih besar dan memiliki *beamwidth* yang lebih kecil. Selain itu, antena yang dilakukan *array* akan memaksimalkan *Signal to Interference Plus Noise Ratio* (SINR) [3]. SINR adalah suatu cara untuk menentukan kualitas dari koneksi nirkabel.

III. METODE

Pada penelitian ini, metode perancangan antena mikrostrip array Vivaldi Antipodal Sirkular akan dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu: perancangan antena, simulasi dan analisa hasil *software*.

A. Perancangan Antena

Spesifikasi radar untuk radar tembus tembok yang diinginkan adalah sebagai berikut:

TABEL 2
PARAMETER ANTENNA RADAR

Parameter Antenna Radar		
Jenis	Nilai	Keterangan
Jenis Antenna Radar	Antenna Vivaldi <i>Continous wave</i> dengan 4 antena	<i>Continous wave</i> antenna untuk pengiriman sinyal antena secara tidak terbatas
<i>Voltage standing wave ratio</i>	≤ 2	VSWR yang bernilai ≤ 2 baik untuk antena radar tembus tembok karena terjadinya <i>matching</i> yang baik
Pola radiasi	<i>Unidirectional</i>	Pola radiasi <i>unidirectional</i> dibutuhkan oleh antena radar tembus tembok karena pola radiasi ini meningkatkan keakuratan radar
<i>Return loss</i>	> -10 dB	Dikarenakan <i>return loss</i> berbanding lurus dengan VSWR, maka nilai <i>Return loss</i> terbaik adalah lebih dari > -10 dB
<i>Gain</i>	> 9 dB	<i>Gain</i> > 9 dB menyebabkan semakin sempitnya <i>beamwidth</i> yang menyebabkan akurasi antena semakin tinggi

Dengan spesifikasi radar pada tabel 2, maka spesifikasi antena yang dirancang harus meliputi parameter berikut:

1. Bandwidth

Bandwidth adalah salah satu parameter dari sebuah radar. *Bandwidth* yang lebar dibutuhkan oleh sebuah radar agar mencapai tingkat akurasi yang tinggi karena lebar dari *bandwidth* mempengaruhi *range resolution*. Semakin kecil *range resolution* dari sebuah radar maka dibutuhkan durasi pulsa yang lebih kecil, oleh karena itu antena UWB cocok dalam penelitian ini.

Dengan menggunakan frekuensi X-Band, frekuensi berada di rentang 8,0-12,0 GHz. Untuk mencapai kebutuhan UWB, *bandwidth* minimum adalah 500 Mhz dan *Fractional bandwidth* minimal 20%, maka dari persamaan 2 didapatkan *bandwidth* sebesar 4 Ghz dan *fractional bandwidth* sebesar 40%. Sehingga parameter *bandwidth* memenuhi persyaratan frekuensi kerja UWB.

2) Unidirectional

Pola radiasi *unidirectional* digunakan untuk mendeteksi objek pada arah tertentu saja agar keakuratan dari antena dapat terlihat dengan baik.

Perancangan antena pada penelitian ini menggunakan bahan tembaga pada *groundplane*, *patch*, dan *feedline*. Sedangkan untuk substrat, bahan dielektrik yang digunakan adalah Rogers duroid 5880 yang memiliki tebal 1,575 mm dan konstanta dielektrik 2,2. Untuk desain antena menggunakan antena mikrostrip untuk menghemat ruang dan biaya serta kemudahan dalam pencatutan. Antena ini diharapkan dapat mempunyai *bandwidth* yang lebar, *gain* yang tinggi dan *beamwidth* yang sempit agar menghasilkan sebuah antena yang berkapabilitas tinggi sebagai antena radar tembus tembok. Oleh karena itu, pemilihan antena menggunakan Antena mikrostrip vivaldi yang di array agar menghasilkan *bandwidth* yang lebar serta *gain* yang tinggi.

Lebar saluran transmisi didapat dengan menggunakan persamaan (10), dengan $Z_0 = 50 \Omega$ dan $\epsilon_r = 2,2$ maka

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{60\pi^2}{50\sqrt{2.2}} = 7.99$$

$$w_0 = \frac{2 \times 1.575}{\pi} \left[7.99 - 1 - \ln(2 \times 7.99 - 1) \right] + \frac{2.2 - 1}{2 \times 2.2} \left[\ln(7.99 - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{2.2} \right]$$

$$= 4.86 \text{ mm}$$

$$\frac{w_0}{h} = \frac{4.86}{1.575} = 3.09 > 1$$

Karena nilai $\frac{w_0}{H} > 1$ maka untuk menentukan nilai konstanta dielektrik menggunakan persamaan (9)

$$\frac{2.2+1}{2} + \frac{2.2-1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12 \times 1.575}{4.86}}} \right], \frac{w_0}{h} > 1 = 1.87$$

Selanjutnya, untuk mencari nilai dari panjang Lambda bahan dan panjang saluran transmisi dapat menggunakan persamaan (12)

$$\lambda_g = \frac{3 \times 10^8}{4\sqrt{1,87}} = 54,845 \text{ mm}$$

Pada penelitian ini juga menggunakan transformator $\lambda/4$ pada saluran mikrostrip yang menghubungkan antena dengan konektor SMA dengan menggunakan persamaan (7)

$$l_o = 0,25 \times 54,845 = 13,71 \text{ mm}$$

Perancangan saluran mikrostrip $70,7 \Omega$ menggunakan antena array 2 elemen. Catuan yang digunakan adalah T-Junction. Di dalam T-Junction, terdapat dua buah saluran mikrostrip sebesar 50Ω dan $70,7 \Omega$. Transformator $\lambda/4$ adalah suatu teknik *impedance matching* dengan cara memberikan saluran transmisi dengan impedansi ZT di antara dua saluran transmisi yang tidak *match*. Saluran pencatu mikrostrip $70,7$ merupakan transformator $\lambda/4$ antara saluran pencatu 100 dan 50. Nilai impedansi transformator $\lambda/4$ ini diperoleh dari persamaan (10):

$$ZT = \sqrt{100 \times 50} = 70,7$$

Setelah itu, lebar saluran transmisi $70,7$ dapat dicari dengan persamaan

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{60\pi^2}{70,7\sqrt{2,2}} = 5,65$$

$$w_o = \frac{2 \times 1,575}{\pi} \left[5,65 - 1 - \ln(2 \times 5,65 - 1) \right. \\ \left. + \frac{2,2 - 1}{2 \times 2,2} \left[\ln(5,65 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{2,2} \right] \right]$$

$$= 2,75 \text{ mm}$$

$$W_o \text{ } 70,7 = 2,75 \times 10^{-3} \text{ m} = 2,75 \text{ mm}$$

$$\frac{w_o}{h} = \frac{2,75}{1,575} = 1,74 > 1$$

Karena nilai $\frac{w_o}{h} > 1$, maka untuk menentukan nilai konstanta dielektrik menggunakan persamaan (9):

$$\frac{2,2 + 1}{2} + \frac{2,2 - 1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12 \times 1,575}{2,75}}} \right], \frac{w_o}{h} > 1 = 3,11$$

Perancangan antenna ini menambahkan beban sirkular ke sayap antenna Vivaldi antipodal konvensional dengan tujuan mendapatkan *bandwidth* yang lebih lebar. Dengan nilai $r_o = 11,6 \text{ mm}$ dan $d = 20 \text{ mm}$ yang merupakan ketentuan dari antenna Vivaldi antipodal dengan beban sirkular yang mampu beroperasi di frekuensi 4-50 Ghz [8]. Maka dilakukan perhitungan dengan persamaan (8):

$$r = \frac{\sqrt{\left(\frac{(40 - 11,6)^2}{4} + 20^2\right)}}{2 \times 20}$$

$$r = 15,041 \text{ mm}$$

Setelah itu dilakukan perhitungan terhadap α dengan menggunakan persamaan (7);

$$\alpha = \frac{1}{40} \ln \left(\frac{4,86 - 11,6}{0,5 \times 4,86} \right)$$

$$\alpha = 0,048$$

B. Simulasi dan Analisa Hasil Software

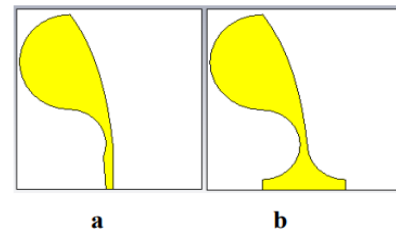
Setelah melakukan perhitungan dan mengetahui hasil dari dimensi antena, dilakukan perancangan dan simulasi dari antena untuk mencapai hasil yang optimal, jika hasil dari simulasi belum optimal, maka dilakukan perubahan pada bentuk antena untuk optimasi mencapai hasil yang optimal. Pada simulasi ini, penulis akan merancang dan mengoptimasi antena mikrostrip vivaldi dengan beban sirkular *single patch*, dan merancang dan mengoptimasi antena vivaldi array 2x1. Proses ini dilakukan agar memudahkan proses optimasi.

1. Simulasi antena *single patch* dengan beban sirkular dengan menggunakan Software CST Studio Student Edition 2018

Sebelum simulasi antena *single patch*, dilakukan perhitungan dimensi untuk merancang antena dan melakukan optimasi.

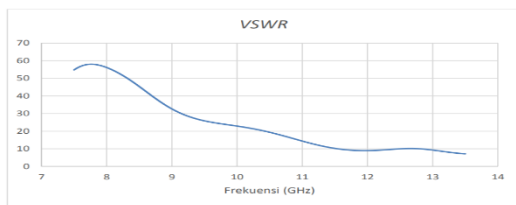
TABEL 3
PARAMETER, DIMENSI DAN KETERANGAN

Parameter	Dimensi	Keterangan
w_o	4,86 mm	Lebar catuan
l_o	13,71 mm	Panjang catuan
l	40 mm [8]	Panjang slot taper
w	24 mm [8]	Lebar slot taper
d	20 mm [8]	Lebar beban sirkular

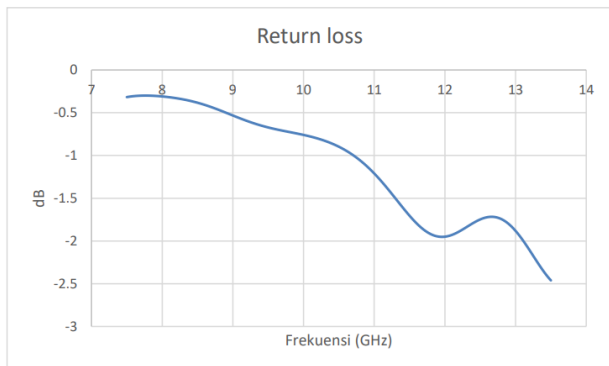


GAMBAR 4
ANTENA VIVALDI DENGAN BEBAN SIRKULAR A. DEPAN B. BELAKANG

Dalam melakukan simulasi, ditemukan hasil pertama optimasi adalah sebagai berikut:

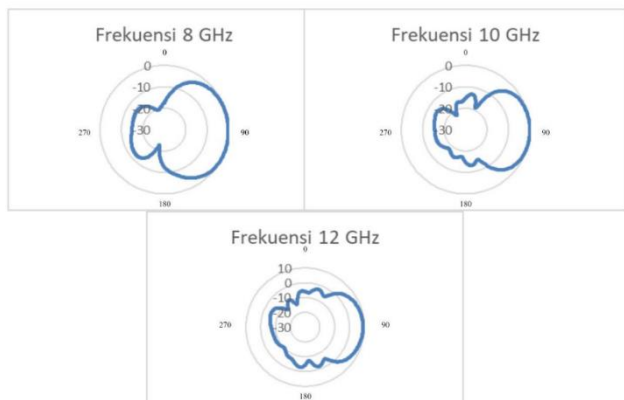


GAMBAR 4
VOLTAGE STANDING WAVE RATIO HASIL DARI SIMULASI PERTAMA



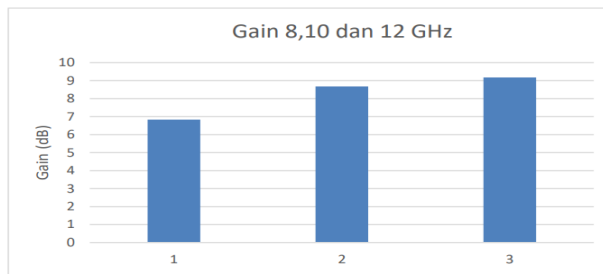
GAMBAR 5
RETURN LOSS HASIL DARI SIMULASI PERTAMA

Berdasarkan hasil simulasi pertama, parameter antenna belum memenuhi spesifikasi yang diinginkan, terlihat dari nilai VSWR pada gambar 4 yang masih 0 10 20 30 40 50 60 70 7 8 9 10 11 12 13 14 Frekuensi (GHz) VSWR -3 -2.5 -2 -1.5 -1 -0.5 0 7 8 9 10 11 12 13 14 dB Frekuensi (GHz) Return loss 26 berada diatas 2 untuk frekuensi kerja 8-12 Ghz. Untuk mencapai hasil optimal, maka dilakukan optimasi dengan menyesuaikan sayap dari antenna Vivaldi dan mengubah saluran transmisi. Untuk nilai return loss yang dihasilkan pada gambar 5 didapatkan nilai return loss yang jauh dari target dari -10 dB.



GAMBAR 6
POLA RADIASI ANTENNA VIVALDI ANTIPODAL DENGAN BEBAN SIRKULAR SEBELUM DILAKUKAN OPTIMASI.

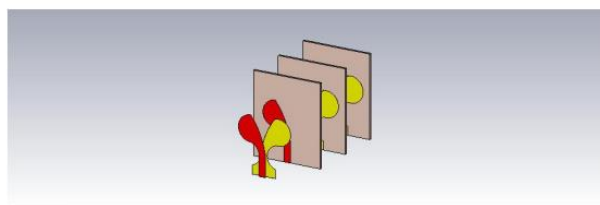
Pola radiasi dari hasil simulasi pertama mendapatkan bentuk *unidirectional*. Hasil ini tercapai karena karakteristik dari antenna Vivaldi yang mempunyai *beamwidth* yang sempit.



GAMBAR 7
GAIN ANTENNA VIVALDI ANTIPODAL DENGAN BEBAN SIRKULAR SEBELUM DILAKUKAN OPTIMASI.

Gain yang didapatkan dari simulasi pertama mendapatkan hasil tidak optimal yang tidak memungkinkan antenna ini beroperasi sebagai radar tembus tembok. Hal ini disebabkan karena antenna belum dalam kondisi matching dikarenakan lebar *feed* tidak memadai dan kemampuan elektrikal dari antenna masih rendah.

2. Simulasi antenna array dengan beban sirkular dengan menggunakan *Software CST Studio Suite 2018*

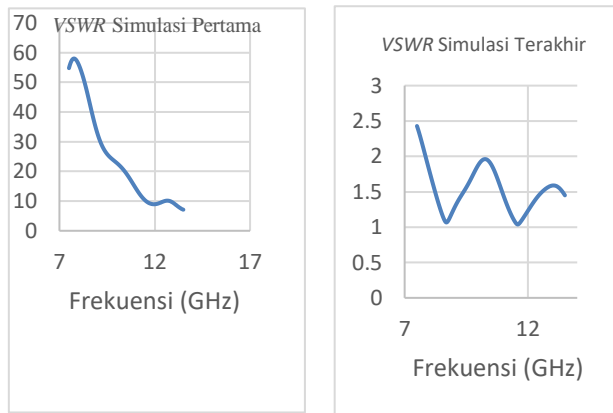


GAMBAR 7
ANTENNA ARRAY VIVALDI ANTIPODAL DENGAN BEBAN SIRKULAR SEBELUM DILAKUKAN OPTIMASI.

Setelah melakukan optimasi pada *single patch*, dilakukan penyusunan pada antenna Vivaldi agar mendapatkan gain agar mendapatkan hasil yang maksimal untuk radar tembus tembok. Gain yang tinggi akan berdampak baik untuk antenna radar tembus tembok yang membutuhkan *beamwidth* sempit karena semakin tinggi resolusi radar yang dicapai. Oleh karena itu, dilakukan kegiatan optimasi terhadap antenna Vivaldi *single patch* dan array antipodal dengan beban sirkular dengan dilakukan studi pengaruh dimensi yang bertujuan tercapainya spesifikasi yang diinginkan seperti pada Gambar 7.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan rangkaian optimasi dan analisis dari antenna Vivaldi untuk radar tembus tembok, perubahan VSWR hasil optimasi pertama dan terakhir ditunjukkan dengan gambar 4



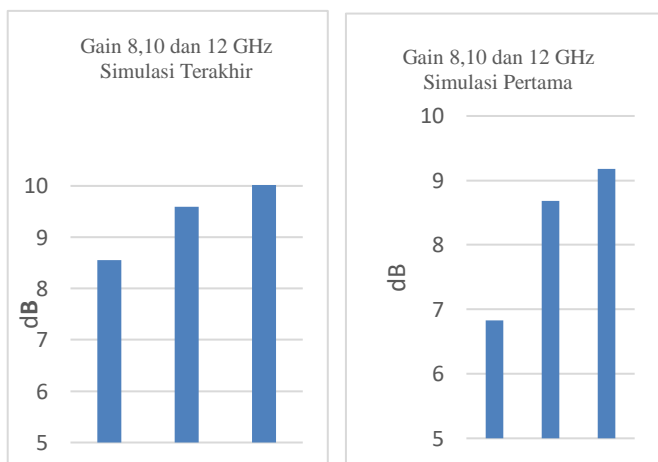
GAMBAR 4

HASIL VSWR SIMULASI PERTAMA DAN TERAKHIR

Gambar 4 menunjukkan bahwa pada simulasi pertama nilai dari VSWR sangat besar karena sempitnya lebar *feed* yang mengakibatkan kemampuan elektrikal dari antenna menurun. Akibatnya, antenna tidak dapat mencapai kondisi *matching*. Kondisi lain yang mempengaruhi adalah panjang kelengkungan dari sayap antenna yang mengakibatkan pendeknya kemampuan elektrikal di sepanjang sayap antenna.

Panjang *feed* juga mempengaruhi kemampuan elektrikal dari antenna dimana semakin panjang *feed* antenna, nilai VSWR yang dihasilkan semakin mendekati nilai optimal.

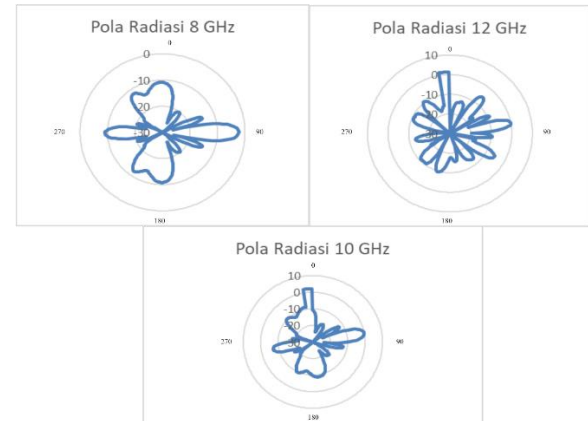
Saat simulasi terakhir, antenna sudah dilakukan optimasi pada bagian lebar *feed*, panjang kelengkungan antenna, panjang *feed* dan tinggi dari beban sirkular serta penambahan metode *array*. Optimasi dari parameter antenna tersebut berpengaruh kepada nilai dari VSWR dan *return loss* dari antenna.



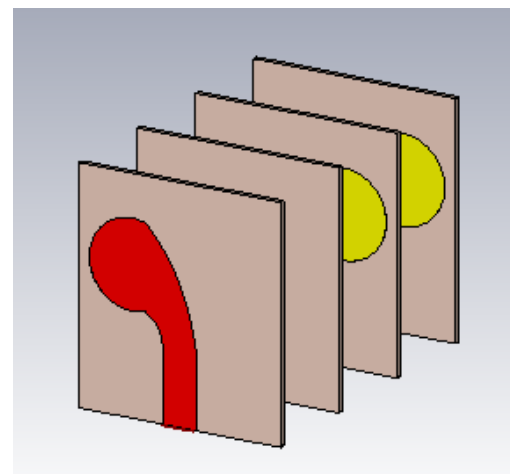
GAMBAR 5

HASIL GAIN SIMULASI PERTAMA DAN TERAKHIR

Gambar 5, menunjukkan hasil *gain* simulasi pertama dan terakhir dengan mendapat hasil yang berbeda signifikan. Hasil ini disebabkan dilakukannya metode *array* dan optimasi dari parameter antenna yang menyebabkan naiknya nilai *gain*.

GAMBAR 6
POLA RADIASI

Gambar 6 menunjukkan pola radiasi setelah dilakukan optimasi dengan menggunakan metode *array* dengan *power divider* eksternal. Nilai *gain* sebesar 9.73 dB dan pola radiasi belum berbentuk *unidirectional*, hasil ini menyampaikan antenna sudah memenuhi standar sebagai antenna untuk radar tembus tembok.

GAMBAR 7
BENTUK ANTENNA OPTIMAL

Gambar 7 menunjukkan bentuk antenna optimal setelah dilakukan rangkaian optimasi dan analisa serta penambahan metode *array*. Namun antenna ini belum mendapatkan pola radiasi *unidirectional*.

V. KESIMPULAN

Antenna Vivaldi *array* 4x1 dengan beban sirkular menggunakan *power divider* telah disimulasi dan dianalisis sesuai frekuensi kerja yaitu 8-12 Ghz. Nilai *vswr* sudah tercapai di nilai ≤ 2 . Nilai *return loss* sudah tercapai di nilai < -10 . Pola radiasi yang didapatkan belum berbentuk *unidirectional*. Nilai *gain* yang didapatkan pada frekuensi 10,5 Ghz sebesar 9.71 dB. Lebih baik daripada target *gain*

yang bernilai sebesar 9 dB. Penambahan beban sirkular telah menambah *bandwidth* pada frekuensi bawah. Melakukan metode *array* pada antenna mengakibatkan bertambahnya *gain* dari antenna. Antenna dengan bentuk *patch* Vivaldi menyebabkan didapatkan *bandwidth* yang lebar dan sesuai untuk frekuensi *x-band*

REFERENSI

- [1] J. Bai, S. Shi, D. W. Prather, and S. Member, *Modified Compact Antipodal Vivaldi Antenna*. vol. 59, no. 4, pp. 1051–1057, 2011. doi:10.1109/TMTT.2011.2113970
- [2] K. Kim, "Antenna for Detecting and Tracking Radar," *2018 IEEE Radar Conf.*, pp. 100–103, 2018. doi:10.1109/RADAR.2018.8378538
- [3] M. Aftanas, J. Sachs, M. Drutarovský, and D. Kocur, "Efficient and fast method of wall parameter estimation by using UWB radar system," *Frequenz*, vol. 63, no. 11–12, pp. 231–235, 2009. doi:10.1515/FREQ.2009.63.11-12.231
- [4] C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design, Fourth ed.*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2016.
- [5] North Atlantic Council, "NATO Joint Civil-Military Frequency Agreement (NJFA)." 2002.
- [6] T. K. Seng, T. K. Geok, H. A. Ghani, C. J. Kit, and L. L. Hong, "Microstrip antenna design for ultra-wideband frequency," *Proceeding 2017 Int. Conf. Robot. Autom. Sci. ICORAS 2017*, vol. 2018-March, pp. 1–5, 2018. doi:10.1109/ICORAS.2017.8308047
- [7] N. T. Nguyen *et al.*, "Wideband Vivaldi antenna array with mechanical support and protection radome for land-mine detection radar," *Eur. Microw. Week 2015 "Freedom Through Microwaves", EuMW 2015 - Conf. Proceedings; 2015 45th Eur. Microw. Conf. Proceedings, EuMC*, A. R. Bayat and R. Mirzakhani, "A parametric study and design of the Balanced Antipodal Vivaldi Antenna (BAVA)," *Prog. Electromagn. Res. Symp.*, no. January 2012, pp. 778–782, 2012. pp. 1559–1562, 2015. doi:10.1109/EuRAD.2015.7346356
- [8] J.D Kraus, "Antennas And Wave Propagation, 1950. 553" *Science*, vol. 113, no. 2927. pp. 131–131, 1951.
- [10] V. R. Ekke and P. L. Zade, "Design and implementation of T-junction triangular microstrip patch antenna array for wireless applications," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 5, pp. 2105–2114, 2016. doi:10.21817/ijet/2016/v8i5/160805429
- [11]