

**Desain Antena Vivaldi *Coplanar Wideband* Untuk Aplikasi *Through-Wall Radar* (TWR)**

**Muhammad Anas Noval**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya  
e-mail : muhammad.18075@mhs.unesa.ac.id

**Nurhayati, Lilik Anifah, Raden Roro Hapsari Peni Agustin Tjhayingintijas**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya  
e-mail : nurhayati@unesa.ac.id, lilikanifah@unesa.ac.id, hapsaripeni@unesa.ac.id

**Abstrak**

Antena vivaldi merupakan salah satu jenis antena yang memiliki keunggulan frekuensi kerja yang lebar (*wideband*). Karena keunggulan ini antena vivaldi banyak dimanfaatkan untuk aplikasi sistem radar. Radar merupakan seperangkat sistem yang bekerja dengan cara memancarkan gelombang elektromagnetik dan menangkapnya kembali. Pengaplikasian radar juga bermacam-macam, pada penelitian ini dibahas mengenai desain antena vivaldi *coplanar wideband* untuk aplikasi *Through-wall radar* (TWR) atau radar pendeteksi objek dibalik dinding menggunakan frekuensi kerja 0,5 GHz – 3 GHz, dengan dimensi *substrate* 275 mm x 250 mm x 1,6 mm, dan dimensi *patch* 250 mm x 250 mm x 0.035, difabrikasi menggunakan bahan *substrate* FR-4 dengan konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) = 4,3. Pada penelitian ini juga dilakukan perbandingan performansi *return loss*, *bandwidth*, *gain*, *directivity*, dan pola radiasi antena dengan jumlah *corrugated* antena dua *corrugated*, tiga *corrugated*, dan delapan *corrugated*. Dari hasil simulasi diperoleh bahwa antena dengan delapan *corrugated* memiliki kinerja, *directivity* terbaik serta memiliki *return loss*  $\leq -10$  dB di sebagian frekuensi 0,5 GHz – 3 GHz. Hasil desain antena difabrikasi dan dilakukan pengukuran *return loss* menggunakan VNA (*Vector Network Analyzer*). Antena dihubungkan dengan VNA dan laptop dan dilanjutkan dengan pengambilan data untuk mendeteksi objek dibalik dinding. Objek yang digunakan sebagai target adalah panci besi dan helm. Dari hasil pendeteksian TWR pada dinding dengan ketebalan 1,5 cm dengan jarak antena ke dinding 5 cm, jarak dinding ke target 10 cm dan 30 cm, didapatkan bahwa antena vivaldi *coplanar TWR* dapat mendeteksi target dengan baik.

**Kata Kunci :** Antena Vivaldi, *Through-wall radar*, VNA, *Return loss*

**Abstract**

Vivaldi antenna is one type of antenna that has the advantage of a wide working frequency (*wideband*). Because of these advantages, vivaldi antennas are widely used for radar system applications. Radar is a set of systems that work by emitting electromagnetic waves and recapturing them. Radar applications also vary, in this study the design of a coplanar wideband vivaldi antenna is discussed for *Through-wall radar* (TWR) applications or object detection radar behind walls using a working frequency of 0.5 GHz – 3 GHz, with substrate dimensions of 275 mm x 250 mm x 1.6 mm, and patch dimensions 250 mm x 250 mm x 0.035, fabricated using FR-4 substrate material with dielectric constant ( $\epsilon_r$ ) = 4.3. In this study, a comparison the performance of *return loss*, *bandwidth*, *gain*, *directivity*, and antenna radiation with *corrugated* of antennas two *corrugated*, three *corrugated*, and eight *corrugated*. From the simulation results, antenna with eight *corrugated* has the best *directivity* and have *return loss*  $\leq -10$  dB at most of frequencies 0,5 GHz – 3 GHz. The results of the antenna design were fabricated and the *return loss* was measured using a VNA (*Vector Network Analyzer*). The antenna is connected to the VNA and the laptop and is followed by data collection to detect objects behind the wall. The objects used as targets are iron pan and helmet. From the results of TWR detection on a wall with a thickness of 1.5 cm with a distance of 5 cm from the antenna to the wall, 10 cm and 30 cm from the wall to the target, it was found that the TWR coplanar vivaldi antenna can detect targets well.

**Keyword :** Antenna Vivaldi, *Through-wall radar*, *Return loss*

**PENDAHULUAN**

Antena (*antenna* atau *areal*) adalah sebuah alat yang digunakan sebagai pemancar sekaligus penerima sinyal elektromagnetik di udara (Slyusar, 2011). Pada

umumnya antena sering dijumpai pada perangkat elektronik yang membutuhkan sinyal elektromagnetik seperti televisi, radio, wifi, dan radar. Dalam perancangan pembuatan antena ada beberapa hal yang

harus di pahami seperti frekuensi kerja, *return loss*, *gain*, dan *directivity* karena itu menentukan kinerja antena.

Antena vivaldi adalah antena yang di buat dari lempengan isolator (*substrate*) yang dilapisi dengan lapisan logam di kedua sisinya sebagai radiator (Gibson, 1979). Antena vivaldi memiliki radiator berbentuk *tapered* dengan kemiringan tertentu sehingga memiliki *bandwidth* yang lebar (Milligan, 2005). Antena vivaldi banyak difungsikan sebagai radar karena memiliki *bandwidth* yang lebar (*wideband*) sehingga mendukung untuk dijadikan sebuah antena radar.

Antena vivaldi memiliki tiga jenis yaitu *Vivaldi Coplanar Antenna*, *Antipodal Vivaldi Antenna (AVA)*, dan *Balance Antena Vivaldi Antipodal (BAVA)*. Antena vivaldi *coplanar* memiliki dua radiator yang berbentuk *tapered slot* di sisi substrat yang sama, AVA memiliki dua radiator berbentuk *tapered slot* yang berlawanan pada sisi yang berbeda, sedangkan BAVA memiliki tiga radiator yang saling berlawanan dengan menggunakan dua lapis substrat. Antena vivaldi jenis *coplanar* dipilih pada penelitian karena memiliki *gain* yang lebih tinggi, *main lobe level* yang lebih tinggi, dan bentuk pola radiasi yang lebih simetris dibandingkan AVA, dan BAVA dengan ukuran antena yang sama (Nurhayati dkk., 2016).

Radar (*Radio Detection and Ranging*) adalah sistem deteksi yang menggunakan gelombang elektromagnetik untuk menentukan adanya objek pada suatu lokasi. sebuah radar beroperasi dengan memancarkan energi elektromagnetik kemudian mendeteksi pantulan gelombang elektromagnetik yang dipantulkan kembali setelah gelombang elektromagnetik pemancar mengenai target, sehingga bisa diketahui umpan balik berupa jarak, maupun titik lokasi target tersebut berada (Balanis, 2019). Radar memiliki fungsi seperti pendeteksi benda dibalik dinding, identifikasi benda di dalam tanah (Zheng dkk., 2019). Teknologi radar yang potensial untuk dikembangkan pada saat ini yaitu teknologi *Through-wall Radar (TWR)* atau radar pendeteksi objek dibalik dinding.

*Through-wall Radar (TWR)* merupakan sebuah teknologi yang dibuat dan dikembangkan untuk mengetahui adanya objek yang terhalang oleh dinding sehingga dapat diidentifikasi benda apakah yang ada di balik dinding tersebut (Kuriakose, 2020). Cara kerja *Through-wall-Radar (TWR)* adalah dengan memancarkan sinyal elektromagnetik yang kemudian setelah mengenai target sinyal tersebut akan dipantulkan kembali dan ditangkap oleh antena radar yang kemudian diproses untuk pengidentifikasian target (Taviyasa dkk., 2017). Beberapa jenis antena yang digunakan untuk membuat *Through-wall Radar (TWR)* antara lain

antena microstrip, antena vivaldi, antena bow-tie, dan antena monopole (Hariyadi dkk., 2011).

Pada tahun 1978 untuk pertama kalinya P.J. Gibson mengemukakan gagasannya mengenai antena Vivaldi (Gibson, 1979). Sebagian besar desain antena UWB yang diimplementasikan untuk aplikasi TWR, beroperasi pada rentang frekuensi yang lebih tinggi dari 8 GHz hingga 12 GHz. Rentang frekuensi operasi optimal untuk kira-kira. Tebal dinding beton 20 cm harus 2-8 GHz (Taviyasa dkk., 2017). Rancangan yang diusulkan dari antena Vivaldi yang ditingkatkan untuk aplikasi *Through-wall Radar (TWR)* adalah struktur antena ini terdiri dari tiga lapisan (Tang dkk., 2018). Tujuan dari penyusunan penelitian ini adalah mengetahui dan memahami alur pembuatan antena Vivaldi yang difungsikan sebagai *Through-wall Radar (TWR)*, dari mulai desain pembuatan, fabrikasi alat, hingga pengaplikasiannya. Antena Vivaldi pendeteksi objek dibalik dinding ini bekerja pada frekuensi 0,5 GHz - 3 GHz.

## KAJIAN TEORI

### Antena

Antena adalah perangkat yang terbuat dari bahan logam yang bisa memancarkan dan menerima sinyal gelombang elektromagnetik (Sultan dkk., 2018). Antena adalah seperangkat alat yang digunakan dalam proses pemindahan gelombang elektromagnetik dari media konduktor ke udara bebas atau sebaliknya (Sholahudin., 2015). Dari pemaparan pengertian tersebut dapat ditarik arti bahwa antena merupakan alat yang terbuat dari bahan konduktor logam yang dapat memancarkan energi elektromagnetik dari sistem antena ke udara maupun menerima energi elektromagnetik dari udara ke sistem antena.

### Fungsi Antena

Antena memiliki beberapa fungsi yaitu merubah energi listrik dari sistem antena menjadi energi elektromagnetik ke udara, begitu juga sebaliknya antena juga bisa mengubah energi elektromagnetik dari udara menjadi energi listrik ke sistem antena.

### Wibeband

Teknologi *wibeband* adalah teknologi yang menggunakan frekuensi gelombang radio dengan *bandwidth* yang lebarnya sama dengan atau lebih dari 1000 MHz. bandwidth 10 MHz untuk jarak frekuensi dari 30 MHz sampai 50 MHz, 50 MHz untuk 1 GHz sampai 3 GHz, 100 Mhz untuk 3 GHz sampai 10 GHz, 250 MHz untuk 10 GHz sampai 15 GHz, dan 500 MHz untuk jarak frekuensi diatas 15 GHz (ITU, 2004).

### Definisi Antena Vivaldi

Antena Vivaldi adalah antena dengan bentuk *patch* seperti slot melebar secara kerucut. Antena ini dipresentasikan pada *9th European Microwave Conference (EuMic)* pada tahun 1979 oleh PJ Gibson dengan nama "*The Vivaldi Aerial*" (Gibson., 1979). Antena Vivaldi banyak dikembangkan karena memiliki *Bandwidth* yang lebar dan direktifitasnya yang stabil juga tidak rumit bentuknya (Putri Rahmadiani., 2022).

Antena Vivaldi dapat dibuat dari lembaran lempengan konduktor (logam) tipis yang berada diatas lempengan konduktor tipis lainnya yang dibatasi oleh bahan *substrate*. Arah pancaran antena adalah arah di mana slot kerucut mengembang. Karena *bandwidth* yang besar, antena ini cocok untuk aplikasi *wibeband* ataupun *ultra-wibeband* (UWB).

### Scattering Parameters

*Scattering Parameters* atau biasa yang disebut dengan S-Parameter adalah indikator yang digunakan untuk menganalisa seberapa besar daya yang bisa dipantulkan dari antena dan dinyatakan dengan *return loss* pada frekuensi yang ditentukan (Nurhayati dkk., 2021).

### Bandwidth

*Bandwidth* adalah rentang frekuensi kerja yang dapat diterima pada suatu perangkat. Menunjukkan jarak frekuensi yang menentukan performa antena. Untuk menentukan *bandwidth* antena memerlukan spesifikasi, dan berikut adalah persamaan mencari *bandwidth* antena (Nurhayati dkk., 2021).

$$BW = \frac{F_h - F_l}{F_c} \quad (1)$$

Keterangan :

- BW = *Bandwidth* (GHz)
- F<sub>h</sub> = *high frequency* (GHz)
- F<sub>l</sub> = *lower frequency* (GHz)
- F<sub>c</sub> = *middel frequency* (GHz)

### Return loss

*Return loss* adalah amplitudo gelombang yang dipantulkan dan sebanding dengan gelombang amplitudo yang ditransmisikan. Dapat dilihat pada persamaan 2.

$$RL = 20 \log |\Gamma| dB \quad (2)$$

Keterangan :

- RL = *Return loss*
- Γ = Koefisien refleksi

### Directivity

*Directivity* antena adalah suatu rasio dengan perbandingan intensitas radiasi kearah tertentu dengan rata-rata radiasi ke seluruh arah. Dapat diketahui pada persamaan 3.

$$D = \frac{U_{max}}{U_0} \quad (3)$$

Keterangan :

- D = *Directivity* (dBi)
- U<sub>max</sub> = Intensitas radiasi maksimum (dB)
- U<sub>0</sub> = Intensitas radiasi pada isotropik sumber (i)

### Pola Radiasi

Pola radiasi merupakan gambaran grafik dari reaksi radiasi antena dan sebagai fungsi serta koordinat tiga dimensi. Pola radiasi berfungsi menggabambarkan arah dan besarnya radiasi pada antena. Pola radiasi diukur pada medan yang jauh dan digambarkan sebagai koordinat arah. Ada dua pola radiasi yaitu pola radiasi *directional* dan pola radiasi *omdirectional*.

### Radar

*Radio Detection and Ranging* (Galati dkk., 2014), Istilah radar secara resmi diciptakan sebagai singkatan oleh Letnan Komandan Angkatan Laut AS, Samuel M. Tucker dan FR Furth pada bulan November 1940. Akronim itu diadopsi pada tahun 1943 oleh sekutu dari perang dunia II dan setelah itu disepakati internasional secara umum. Ini mengacu pada peralatan elektronik yang mendeteksi keberadaan suatu objek dengan menggunakan energi elektromagnetik yang dipantulkan. Dalam beberapa kondisi, sistem radar dapat mengukur arah, ketinggian, jarak, arah, dan kecepatan benda-benda tersebut. Antena radar memancarkan target dengan sinyal gelombang mikro, yang kemudian dipantulkan dan diambil oleh antena penerima.

### Through-wall Radar (TWR)

*Through-wall Radar* (TWR) merupakan pengembangan dari teknologi radar yang menggunakan radiasi gelombang elektromagnetik yang memiliki fungsi utama yaitu mendeteksi objek yang berada dibalik dinding sehingga tidak perlu melakukan pengeboran maupun perusakan pada dinding dan juga menjaga efisiensi waktu (Kuriakose, 2020). Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi hasil, yaitu jenis target, ketebalan dinding, dan jarak pengukuran. semakin tebal dinding akan mempersulit radar untuk memproses adanya objek, begitupun semakin jauh objek maka akan semakin sulit terdeteksi oleh sistem radar. Dalam struktur Through-wall Radar (TWR) terdiri atas sepasang antena, VNA sebagai instrumen uji vektor, dan laptop sebagai display sebagai monitor dimana *user*

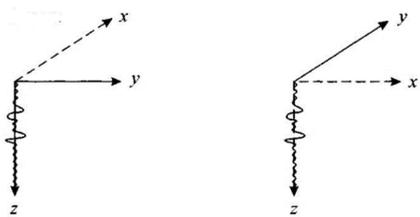
dapat melihat hasil informasi yang diperoleh pada percobaan tersebut, dinding penyekat, dan tentunya objek yang menjadi target.

### Macam Pengolahan Data

Pengolahan data adalah suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan secara lebih jelas tentang data pengambilan data supaya lebih mudah dimengerti.

#### 1. A-Scan

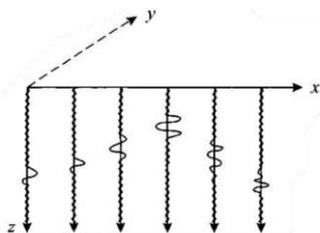
A-Scan adalah metode pengolahan data yang bekerja pada pendeteksian suatu objek, dimana pada bagian A-Scan rekaman sinyal yang dihasilkan dari pantulan sinyal yang berada pada posisi yang tetap dan bergerak mengarah pada gelombang yang mempunyai varian amplitudo terhadap waktu. Pada Gambar 1 merupakan ilustrasi sketsa koordinat metode A-Scan.



Gambar 1. Sketsa Koordinat Metode A-Scan (Daniels, 2004)

#### 2. B-Scan

Metode pengolahan data B-Scan bekerja dengan pemrosesan data dua dimensi (2D), dimana B-scan juga memiliki nilai yang diperoleh dari pergerakan radar yang lurus sepanjang wilayah yang ditentukan. Radar pada metoda B-Scan bergerak sepanjang sumbu x. Sketsa pengambilan gambar pada metode B-Scan Bisa dilihat pada Gambar 2 Kumpulan A-Scan di sepanjang garis akuisisi disebut sebagai B-Scan.

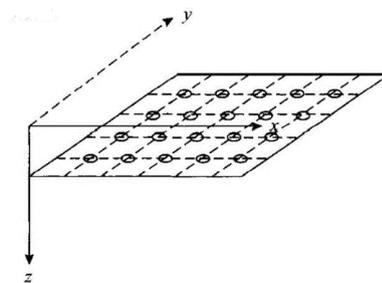


Gambar 2. Sketsa Koordinat Metode B-Scan (Daniels, 2004)

#### 3. C-Scan

Metode pencitraan digital C-Scan bekerja pada pemrosesan data tiga dimensi (3D), dimana C-Scan memiliki nilai yang diperoleh dengan pemindahan

data sistem radar di sepanjang garis grid regular di dalam bidang tetap di permukaan dinding. Sketsa metode C-Scan dapat dilihat pada gambar 3. jika energi elektromagnetik yang dipantulkan target kuat maka gambar yang ditangkap akan semakin bagus. Tetapi sebaliknya jika energi elektromagnetik yang dipantulkan lemah maka gambar yang ditangkap akan semakin lemah.



Gambar 3. Sketsa Koordinat Metode C-scan (Daniels., 2004)

### METODE

#### Pendekatan Penelitian

Pada penelitian ini dibahas mengenai pendekatan yang digunakan dalam pengerjaan desain antenna vivaldi coplanar untuk aplikasi Through-wall Radar (TWR) dengan melakukan beberapa langkah untuk memulai eksperimen atau percobaan, yang pertama adalah dengan menentukan desain antenna vivaldi yang akan digunakan menggunakan software CST Microwave Studio suite. Setelah selesai membuat desain antenna yang dirancang, selanjutnya adalah dengan melakukan fabrikasi antenna. Setelah itu menentukan objek dan dinding yang akan dijadikan target dalam proses pengambilan data.

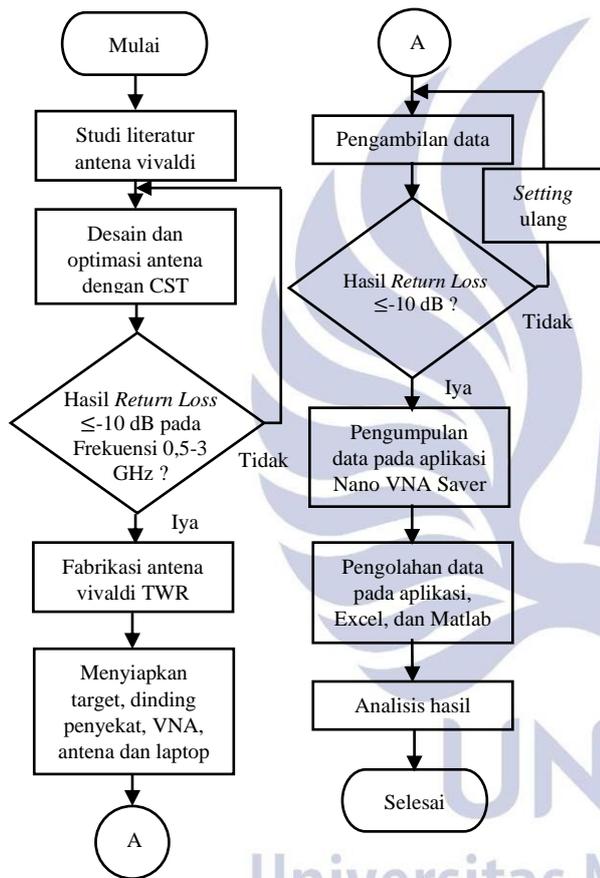
Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan antenna vivaldi coplanar sebagai antenna radar dan alat yang bernama Vector Network Analyzer (VNA) yang berfungsi sebagai instrumen uji yang mengukur respons jaringan sebagai parameter vektor pada antenna. Terakhir, setelah data didapat seluruhnya akan dilakukan pengolahan data pada software excel dan matlab untuk nantinya dianalisis hasil..

#### Alur Penelitian

Pada Gambar 5 menunjukkan diagram alur rancangan penelitian antenna vivaldi untuk aplikasi Through-wall Radar (TWR) yang akan dilakukan. Tahap yang paling awal adalah dengan mempelajari literatur yang pernah dibuat kemudian menentukan desain antenna vivaldi yang akan digunakan pada pengaplikasian Through-wall Radar (TWR). Antenna vivaldi dipilih karena memiliki bandwidth yang lebar. Selanjutnya antenna vivaldi jenis coplanar dipilih karena memiliki desain

yang sederhana dan dengan biaya pembuatan yang lebih murah dari tipe antena vivaldi yang lain. Selanjutnya membuat rancangan antena vivaldi tersebut menggunakan *software* CST studio, dan apabila hasil desain antena yang dibuat telah memenuhi kriteria kerja yang ditentukan, maka selanjutnya akan dilakukan fabrikasi antena yang telah didesain.

Langkah berikutnya adalah melakukan pengambilan data dengan beberapa variabel perbedaan. Setelah eksperimen dilakukan maka langkah terakhir adalah mengolah data yang diperoleh sehingga mendapatkan hasil yang dapat dianalisa.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Spesifikasi Antena**

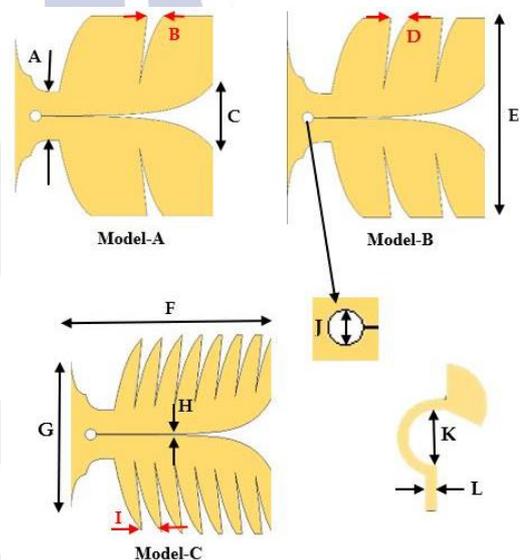
Pada penelitian antena ini harus ditentukan spesifikasi substrat, *patch* dan *feeding* yang akan digunakan dalam simulasi desain supaya antena ini bisa berfungsi dengan baik. Pada perancangan desain ini menggunakan substrat FR-4 dengan ketebalan 1,6 mm sedangkan ketebalan logam *patch* dan *feeding* 0,035 mm dengan konstanta dielektrik 4,3. Secara lebih ringkas spesifikasi desain antena vivaldi *coplanar* supaya bisa dijadikan antena *Through-wall Radar* terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Desain Antena Vivaldi

Parameter	Nilai
Frekuensi kerja	0,5 GHz – 3 GHz
Konstanta Dielektrik	4,3
Tebal <i>substrate</i>	1.6 mm
Tebal <i>Patch</i> dan <i>Feeding</i>	0,035 mm
<i>Return loss</i>	$\leq -10\text{ dB}$

**Desain Antena Vivaldi**

Desain antena sangat menentukan kinerja dari antena itu sendiri. Pada penelitian ini sudah ditetapkan parameter yang harus dicapai oleh antena vivaldi coplanar supaya bisa digunakan untuk aplikasi *Through-wall Radar* (TWR). Pada penelitian ini juga dibandingkan kinerja tiga desain antena vivaldi model-A, model-B dan model-C seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Parameter Dimensi Antena Vivaldi

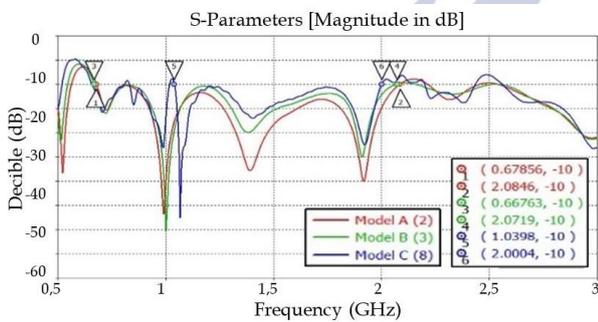
Terlihat ada perbedaan jumlah *corrugated* pada masing-masing model antena. Perbedaan ini dimaksudkan untuk mencari desain model antena dengan kinerja terbaik dan yang paling sesuai dengan kriteria *Through-wall Radar* (TWR). Pada Tabel 2 menunjukkan dimensi ukuran antena yang dibandingkan.

Tabel 2. Spesifikasi Dimensi Antena Vivaldi

Parameter	Dimensi (mm)	Parameter	Dimensi (mm)
A	60	G	130
B	20	H	0,03
C	90	I	25
D	23	J	14
E	250	K	20
F	250	L	3,5

**Return loss**

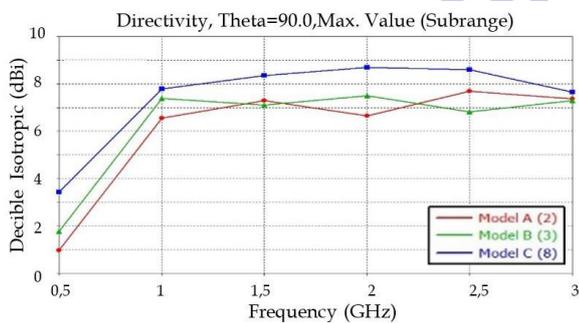
Pada Gambar 6 menunjukkan grafik *return loss* dari antenna model-A (merah), antenna model-B (hijau), dan antenna model-C (biru). Pada frekuensi 0,5 GHz antenna model-A memiliki *return loss* sebesar -14,5 dB, antenna model-B memiliki *return loss* -16,2 dB, sedangkan antenna model-C memiliki *return loss* -15,1 dB. Untuk di frekuensi 3 GHz antenna model-A memiliki *return loss* -20,8 dB, antenna model-B memiliki *return loss* -21,1 dB, dan antenna model-C memiliki *return loss* -23 dB. Dari kriteria yang ditetapkan bahwa antenna yang ideal untuk *Through-wall Radar* (TWR) adalah yang memiliki *return loss*  $\leq -10$  dB. Dari grafik terlihat bahwa semua antenna memiliki *return loss*  $\leq -10$  dB di sebagian besar frekuensi 0,5 GHz – 3 GHz.



Gambar 6. *Return loss* dari Antena Vivaldi Coplanar Model-A, Model-B, dan Model-C

**Directivity**

*Directivity* atau *directivity gain* merupakan kemampuan dari sebuah antenna untuk memusatkan energi elektromagnetik pada saat memancarkan energi. Pada Gambar 7 menunjukkan perbandingan grafik *directivity* dari antenna model-A (merah), antenna model-B (hijau), dan antenna model-C (biru).



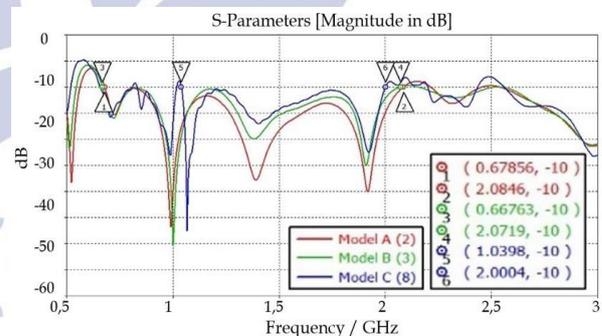
Gambar 7. *Directivity* dari Antena Vivaldi Model-A, Model-B, dan Model-C

Perbandingan simulasi kinerja *directivity* pada antenna vivaldi model-A mendapatkan *directivity* maksimum 7,6 dBi pada frekuensi 2,5 GHz, antenna Model-B mendapatkan *directivity* 7,3 dBi pada frekuensi 1 GHz, Sedangkan untuk antenna Model-C mendapatkan

*directivity* sebesar 8,6 dBi pada frekuensi 2 GHz. Dari perbandingan data *directivity* didapatkan bahwa *directivity* antenna model-C adalah antenna yang memiliki *directivity* paling tinggi.

**Bandwidth**

*Bandwidth* adalah rentang frekuensi dimana antenna dapat bekerja sesuai dengan standar yang ditentukan. *Bandwidth* antenna ini berfungsi untuk mengetahui sejauh mana antenna ini bisa bekerja. Pada penelitian ini *bandwidth* dilihat dari rentang frekuensi terpanjang yang berada pada *return loss*  $\leq -10$  dB antara frekuensi 0,5 GHz – 3 GHz. Pada Gambar 8 antenna model-A ditunjukkan dengan garis berwarna merah, antenna model-B ditunjukkan dengan garis berwarna hijau, dan antenna model-C digambarkan dengan garis berwarna biru. Desain antenna vivaldi coplanar Model-A dengan memberikan potongan 2 *corrugated* pada *patch* dapat menghasilkan rentang *bandwidth* dari frekuensi 0,6 GHz hingga frekuensi 2 GHz. Pada antenna Model-B desain dengan menambahkan jumlah *corrugated* menjadi 3 buah, antenna ini menghasilkan rentang *bandwidth* dari frekuensi 0,6 GHz sampai 2 GHz. Selanjutnya antenna Model-C diberi variasi perubahan yaitu dengan menggunakan 8 *corrugated* menghasilkan rentang *bandwidth* dari frekuensi 1 GHz sampai frekuensi 2 GHz.

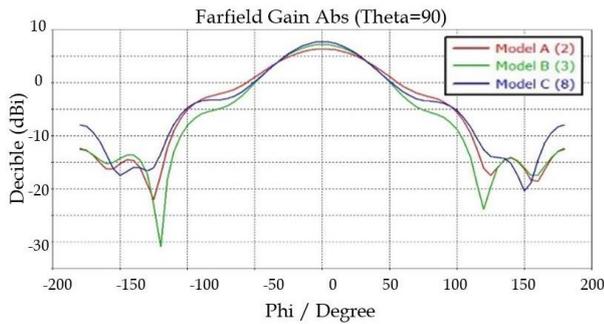


Gambar 8. Perbandingan *Bandwidth* Antena A, B, C

**Main Lobe Level**

*Main lobe level* merupakan area dengan pola pancar radiasi gelombang elektromagnetik paling besar. Pada Gambar 9 digambarkan grafik *main lobe level* dari antenna model-A, antenna model-B, dan antenna model-C. *Main lobe level* ini diambil pada frekuensi 1 GHz. Terlihat pada grafik bahwa antenna model-C memiliki *main lobe level* yang paling tinggi dengan 7,64 dBi, antenna model-B berada di posisi ke dua dengan 6,94 dBi, sedangkan antenna model-A memiliki *main lobe level* terendah dengan 6,90 dBi. Dari perbandingan *main lobe level* ini antenna model-C merupakan antenna dengan kinerja terbaik.

## Desain Antena Vivaldi Coplanar Wibeband Untuk Aplikasi Through-Wall Radar (TWR)

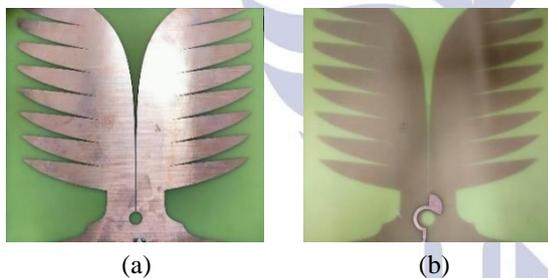


Gambar 9. Perbandingan *Main lobe level*

Dari perbandingan *bandwidth*, *return loss*, *directivity* dan *main lobe level*, desain antena vivaldi model-C yang paling memenuhi persyaratan sebagai antena TWR dengan kinerja terbaik dibandingkan dengan desain antena vivaldi model-A dan antena vivaldi model-B. Untuk itu antena model-C yang difabrikasi.

### Fabrikasi Antena Vivaldi

Fabrikasi antena adalah tahap dimana antena yang sudah di desain dengan sedemikian rupa pada *software* CST Studio hingga memenuhi kriteria TWR kemudian siap untuk dicetak. Gambar 4.8 merupakan hasil fabrikasi antena vivaldi *coplanar* tampak depan dan belakang. Bentuk fabrikasi antena vivaldi dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Fabrikasi Antena Vivaldi *Coplanar*  
(a) Depan (b) Belakang

Perbandingan dimensi antena vivaldi *coplanar* antara desain dengan fabrikasi dapat dilihat pada Tabel 3.

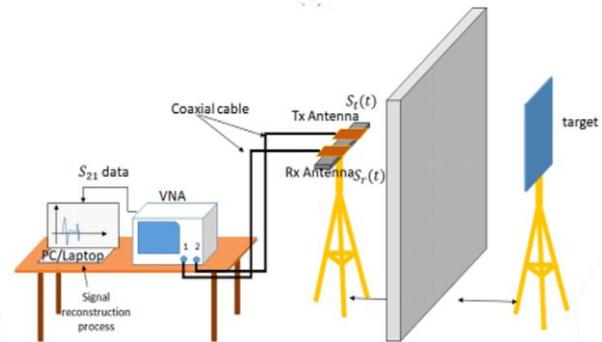
Tabel 3. Perbandingan Desain dan Fabrikasi Antena

Parameter	Desain CST		Fabrikasi	
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Lebar (mm)
Patch	250	250	250	250
Substrate	250	275	250	275

### Proses Pengambilan Data

Tahap pengambilan data dengan cara menyambungkan laptop yang sudah terinstal aplikasi Nano VNA Saver ke

VNA (*Vector Network Analyzer*) menggunakan kabel data *micro USB*, kemudian menghubungkan VNA ke antena vivaldi *coplanar* dengan menggunakan kabel koaksial yang kemudian antena diarahkan ke arah dinding pembatas yang dibaliknya terdapat objek yang menjadi target deteksi seperti ilustrasi yang digambarkan pada Gambar 11. Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan dengan antena vivaldi *coplanar*, dua objek sebagai target dan sebuah papan kayu sebagai penyekat.



Gambar 11. Sketsa Pengambilan Data  
(Pramudita dkk., 2021)

Panci besi dengan dimensi ukuran diameter 15 cm ditetapkan sebagai target 1 dalam percobaan ini, panci mewakili objek yang terbuat dari bahan besi. Target ke dua adalah helm, helm dipilih untuk mewakili objek yang terbuat dari bahan plastik. Sebagai dinding penyekat dipilih papan kayu dengan dimensi ukuran 50 cm x 45 cm dengan ketebalan 1,5 cm, pemilihan ukuran ini disesuaikan dengan ukuran antena yang berukuran 25 cm x 27,5 cm sehingga papan kayu ini tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil untuk digunakan. Pemilihan dinding dari kayu ini dikarenakan kayu memiliki kepadatan 0,39 g/cm<sup>3</sup>, jika dibandingkan dengan beton yang memiliki kepadatan 2,4 g/cm<sup>3</sup>. Mengingat antena yang akan dibuat frekuensi kerjanya 0,5 GHz – 3 GHz karena VNA yang akan digunakan berkapasitas 0,5 GHz – 3 GHz. Jika semakin tinggi kepadatan maka gelombang elektromagnetik yang dipancarkan nantinya akan terserap dan tidak sampai mengenai target yang berada di belakang dinding. Gambar target dapat dilihat pada Gambar 12.

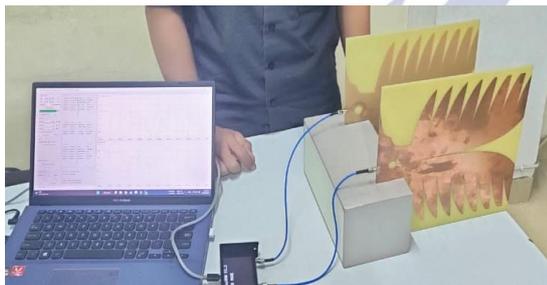


Gambar 12. Target  
(a) Panci besi, (b) Helm

Ada 9 pengambilan data dalam 3 kategori yang nantinya akan diujikan dan dibandingkan hasilnya antara satu dengan yang lain.

**1. Tanpa Dinding dan Tanpa Target**

Pengambilan data kategori pertama adalah dengan mengambil percobaan dengan antenna radar tanpa target dan tanpa dinding, dengan urutan penyambungan laptop disambungkan ke VNA dengan kabel *micro* USB, kemudian VNA disambungkan ke antenna dengan kabel koaksial. Seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengambilan Data Tanpa Dinding dan Tanpa Target

**2. Hanya Dengan Target**

Pengambilan data kategori ke dua adalah dengan mengambil percobaan dengan antenna radar dengan target dan tanpa dinding, dengan urutan penyambungan laptop disambungkan ke VNA dengan kabel *micro* USB, VNA disambungkan ke antenna dengan kabel koaksial, kemudian antenna diarahkan ke target panci dan helm masing-masing dengan variasi jarak 10 cm dan 30 cm. Seperti Gambar 14.



Gambar 14. Pengambilan Data

- (a) Pengambilan Data Target Panci Tanpa Dinding
- (b) Pengambilan Data Target Helm Tanpa Dinding

**3. Dengan Dinding Dan Target**

Pengambilan data kategori ke tiga adalah dengan mengambil percobaan dengan antenna radar menggunakan dinding dan target, dengan urutan

penyambungan laptop disambungkan ke VNA dengan kabel *micro* USB, VNA disambungkan ke antenna dengan kabel koaksial, kemudian antenna diarahkan ke dinding dengan jarak antara ujung antenna dengan permukaan dinding adalah 5 cm, kemudian di belakang dinding diletakan target panci dan helm masing-masing dengan variasi jarak 10 cm dan 30 cm dari dinding ke antenna seperti Gambar 15.



Gambar 15. Pengambilan Data

- (a) Target Panci Dengan Dinding (b) Pengambilan Data Target Helm Dengan Dinding

**Pengolahan Data**

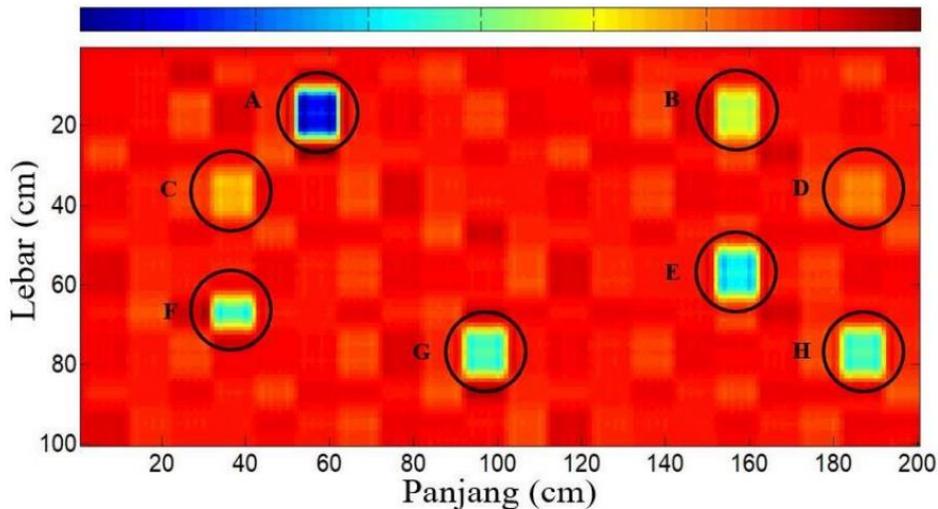
Setelah pengambilan data selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah dengan mengolah data menggunakan aplikasi microsoft excel dan matlab kemudian membandingkan hasilnya..

**1. Microsoft Excel**

Pengolahan data pada microsoft excel digunakan untuk membaca data yang sudah disimpan sebelumnya pada aplikasi Nano VNA Saver dengan format \*.CSV, pengolahan pada microsoft excel ini dilakukan untuk merubah data grafik yang ada pada Nano VNA Saver ke bentuk numerik (angka).

**2. Matlab**

Pengolahan data pada matlab difungsikan untuk menampilkan data target yang diambil pada proses pengambilan data yang sudah melewati pengolahan data pada microsoft excel. Pada pemrograman matlab data yang disimpan pada excel diletakkan satu folder yang sama dengan file pemrograman matlab. Pada penelitian ini program matlab menggunakan metode c-scan salah satu metode untuk menampilkan data yang ditangkap oleh perangkat radar. Pada Gambar 17 merupakan hasil *running* dari program *c-scan* matlab. Menggunakan dinding dengan panjang x lebar sebesar 200 cm x 100 cm dengan teknik pengambilan data berpindah setiap 10 cm x 10 cm. seperti yang ditunjukkan ada Gambar 17 yang merupakan hasil *running* dari program *c-scan* matlab.



Gambar 17. Metode *C-Scan*

(A) Target panci tanpa dinding dengan jarak 10 cm (B) Target helm tanpa dinding dengan jarak 10 cm (C) Target panci tanpa dinding dengan jarak 30 cm (D) Target helm tanpa dinding dengan jarak 30 cm (E) Antena diarahkan ke dinding jarak 5 cm, dibalik dinding diletakan panci dengan jarak dinding ke panci 10 cm (F) Antena diarahkan ke dinding jarak 5 cm, dibalik dinding diletakan helm dengan jarak dinding ke helm 10 cm (G) Antena diarahkan ke dinding jarak 5 cm, dibalik dinding diletakan panci dengan jarak dinding ke panci 30 cm (H) Antena diarahkan ke dinding jarak 5 cm, dibalik dinding diletakan helm dengan jarak dinding ke helm 30 cm.

Metode *c-scan* ini menampilkan perbedaan gradasi warna dari warna merah gelap ke warna biru gelap, dimana warna merah menandakan pada area tersebut sinyal pantul (energi elektromagnetik) sangat lemah atau bahkan tidak ada, sedangkan pada warna biru menunjukkan pada area tersebut pantulan sinyal energi elektromagnetiknya kuat, dari pemantulan energi elektromagnetik ini dapat diketahui jika ada energi pantul yang diterima maka bisa disimpulkan bahwa ada target/objek yang terdeteksi pada area tersebut. Perbedaan warna ini dipengaruhi oleh ada atau tidaknya target, jenis bahan penyusun target, dan juga jarak antena ke target. Pada percobaan ini didapat panci besi dengan jarak 10 cm memiliki warna biru yang lebih pekat dibanding yang lain. Sedangkan warna yang paling mendekati tidak ada target adalah target helm tanpa dinding dengan jarak 30 cm. sedangkan untuk target dibalik dinding target panci dibalik dinding dengan jarak 10 cm terdeteksi lebih biru jika dibandingkan dengan target helm dengan jarak yang sama. Untuk target 30 cm dibalik dinding target sudah tidak terdeteksi dan warna yang ditampilkan hanya warna hasil pantulan dari energi elektromagnetik dinding yang terdeteksi

## PENUTUP

### Simpulan

Dari perbandingan simulasi antara 3 desain antena vivaldi *coplanar* Model-A, Model-B, dan Model-C

diperoleh hasil bahwa antena model-C memiliki kinerja terbaik. Maka diputuskan bahwa antena Model-C yang paling bagus untuk difabrikasi. Setelah difabrikasi antena ini akan digunakan untuk kepentingan *Through-wall Radar* atau radar pendeteksi objek di balik dinding.

Setelah dilakukan pengambilan data, dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai pengukuran dapat berubah-ubah dikarenakan sinyal pantul yang diterima juga berbeda-beda tergantung ada atau tidaknya target. Pada metode *C-Scan* area yang terdapat target akan cenderung lebih kuat memantulkan sinyal elektromagnetik, yang ditandai oleh adanya perbedaan warna. Area yang memiliki pantulan energi yang kuat akan cenderung berwarna biru, sedangkan area yang memiliki sinyal pantul yang lemah akan berwarna merah. Jenis bahan penyusun benda yang menjadi target, dan pembatas (dinding) juga berperan dalam penghamburan sinyal pantul. Panci yang terbuat dari bahan logam cenderung lebih kuat memantulkan sinyal elektromagnetik dibanding helm yang terbuat dari plastik, ini terlihat dari kepekatan warna biru yang ditampilkan pada gambar *C-Scan* padahal jarak pengujian sama.

### Saran

Pengambilan data menggunakan VNA yang memiliki range frekuensi lebih besar agar pengambilan data lebih akurat. Pastikan konektor dan kabel sudah terpasang dengan benar agar data yang diambil sesuai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balanis. Constantine A. 2019. *Antenna Theory: A Review*. Proceedings of the IEEE vol 80.
- Daniels. D J. 2004. *Ground Penetrating Radar, 2nd edition*. United Kingdom: Institution of Electrical Engineer.
- Galati. Gaspare, Genderen. Piet van. 2014. *History of radar: the need for further analysis and disclosure*. Proceedings of the 11th European Radar Conference © 2014 EuMA Rome Italy.
- Gibson. P J. 1979. *The Vivaldi aerial*. European Microwave Conference Pp 101-105 IEEE.
- Hariyadi. Tommi, Munir. Achmad, dan Suksmono. Andriyan Bayu. 2011. *Unidirectional Broadband Microstrip Antenna for Through Walls Radar Application*. International Conference on Electrical Engineering and Informatics 17-19 July 2011, Bandung Indonesia.
- Kuriakose. Anila, George. Treesa Angel, dan Annad S. 2020. *Improved High Gain Vivaldi Antenna Design for Through-wall Radar Applications*. Rajagiri School of Engg. & Tech. Cochin, Kerala, India.
- Milligan. Thomas A. 2005. *Modern Antenna Design Second Edition*. A John Wiley & Sons INC Publication IEEE.
- Nurhayati. N, Oliveira. Alexandre M. De, Justo. Joao F, Setijadi. Eko, Sukoco. Bagus E, dan Endryansyah. E. 2021. *A Comparative Study Of Some Novel Wideband Tulip Flower Monopole Antennas With Modified Patch And Ground Plane*. Jurnal Teknik Elektronika Indonesia. Vol. 04. No. 02. Hal. 44–50
- Nurhayati, Setijadi. Eko, Hendrantoro. Gamantyo. 2016. *Comparison study of S-Band Vivaldi-based Antennas*. Departement of Electrical Enginnering Institute Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Indonesia.
- Pramudita. Aloysius Adya, Praktika. Tyas Oksi, Jannah. Solihatul, dan Author Fourth. 2021. *Radar Modeling Experiment Using Vector Network Analyzer*. Telecommunication Engineering Department Telkom University Bandung Indonesia.
- Slyusar. V I. 2011. *To History Of Radio Engineering's Term "Antenna"*. VIII International Conference On Antenna Theory And Techniques : Kyiv, Ukraine, September 20-23, 2011. IEEE.
- Sultan. Kamal, Abdullah. Haythem H, Abdullah. Esmat, Basha. MA. 2018. *A 60-GHz Gain Enhanced Vivaldi Antenna On-Chip*. Dept Univ of Waterloo, Waterloo Canada Ain Shams University Cairo, Egypt.
- Tang. Yao, Cao. Xiangyu, Song. Yingxiao, Jidi. Liaori, Lan Junxiang, dan Yu. Huicun. 2018. *A Design of High-Gain Vivaldi Antenna Loaded With Antipodal Structure And Slotting Correction*. Information and Navigation Institute, Air Force Engineering University of CPLA, Xian 710077.
- Taviyasa. Raditya Aprilyan, Arseno. Dharu, dan Wahyu. Yuyu. 2017. *Design And Realization Of Diamond Patch Microstrip Antenna On Frequency 500-3000 Mhz For Through Wall Radar Application*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bandung: e-Proceeding of Engineering Vol.4.
- Zheng. Le, Lops. Marco, Yonina. Eldar C, dan Wang. Xiaodong. 2019. *Radar and Communication Coexistence: An Overview: A Review of Recent Methods*. IEEE signal process.