

ANALISA ANTENA VIVALDI PADA SISTEM 5G DAN 4G

Kresna Febryan Adi Cakra Mukti

Politeknik Penerbangan Surabaya

E-mail: chrisnafabric@gmail.com

Abstrak

Sistem 5G dan 4G membutuhkan bandwidth yang lebar, namun pada umumnya antenna mikrostrip tidak memiliki bandwidth yang lebar. Untuk mengatasi kebutuhan pada sistem 5G dan 4G ini, penulis merancang dan menganalisa antenna Vivaldi dengan mengubah beberapa parameter untuk mencapai spesifikasi yang diinginkan. Metode penelitian ini menggunakan simulasi CST Studio Suite 2018 untuk mendapatkan ukuran dimensi antenna pada frekuensi kerja yang ditentukan. Hasil simulasi 4G menunjukkan bahwa antenna bekerja pada frekuensi 1.8 GHz menghasilkan VSWR 1.3815, return loss -15,9052 dB, bandwidth sebesar 108,1 Mhz dan gain yang didapatkan sebesar 3.27 dB, Polaradiasi antenna ini adalah directonal, sementara hasil simulasi 5G menunjukkan bahwa antenna bekerja pada frekuensi 24 GHz menghasilkan VSWR 1.204, return loss -20,5419 dB, bandwidth sebesar 3,925 Ghz dan gain yang didapatkan sebesar 9,18 dB, Polaradiasi antenna ini adalah directonal.

Kata Kunci: Vivaldi, Ultra Wideband, 5G

Abstract

5G and 4G systems require a wide bandwidth, but in general microstrip antennas do not have a wide bandwidth. To overcome the need for this 5G and 4G system, the authors design and analyze the Vivaldi antenna by changing several parameters to achieve the desired specifications. This research method uses the CST Studio Suite 2018 simulation to get the antenna dimensions at the specified working frequency. The 4G simulation results show that the antenna works at a frequency of 1.8 GHz producing a VSWR of 1.3815, a return loss of -15.9052 dB, a bandwidth of 108.1 Mhz and a gain of 3.27 dB. working at a frequency of 24 GHz produces a VSWR of 1.204, a return loss of -20.5419 dB, a bandwidth of 3.925 Ghz and a gain of 9.18 dB. The polarization of this antenna is directional.

Keywords: Vivaldi, Ultra Wideband, 5G

PENDAHULUAN

Konsep Smart Airport, menjadikan bandara berbasis teknologi untuk menjamin kemudahan, kenyamanan dan keamanan yang canggih sehingga mengoptimalkan operasional bandara. Smart Airport mengintegrasikan data yang ada, perkembangan teknologi mobile, serta pemikiran inovatif yang menghasilkan jalinan interaksi penumpang dan sistem bandara.

Mendukung Konsep Smart Airport ini maka salah satu faktor yang harus dikembangkan adalah teknologi telekomunikasi, Perkembangan teknologi telekomunikasi pada saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Salah satu nya adalah perkembangan jaringan dari 4G ke 5G. Teknologi 5G sudah menjadi hal yang lumrah

di negara maju, namun teknologi 5G ini masih sangat asing bagi Negara Indonesia, Untuk mempersiapkan masuknya teknologi 5G di Indonesia dan memenuhi Perkembangan jaringan, maka harus didukung dengan Antena yang memenuhi spesifikasi jaringan baik 4G maupun 5G.

Sistem 4G maupun 5G memiliki kebutuhan yang sama yakni kebutuhan bandwidth yang lebar, namun untuk mengatasi kebutuhan Bandwith yang lebar tidak cukup mengeluarkan biaya yang sedikit, adapun mengatasi masalah biaya ini menggunakan metode mikrostrip tapi antenna mikrostrip cenderung memiliki pita Bandwith yang lumayan sempit. Untuk mengatasi masalah keperluan Bandwith pada sistem 4G dan 5G.

Penulis telah melakukan kajian literatur tentang Antena Vivaldi Ultra Wideband, untuk permasalahan menekan biaya produksi yang lumayan mahal, maka penulis akan mencoba merancang dan menganalisa Antena Vivaldi yang optimum baik pada sistem 4G dan 5G.

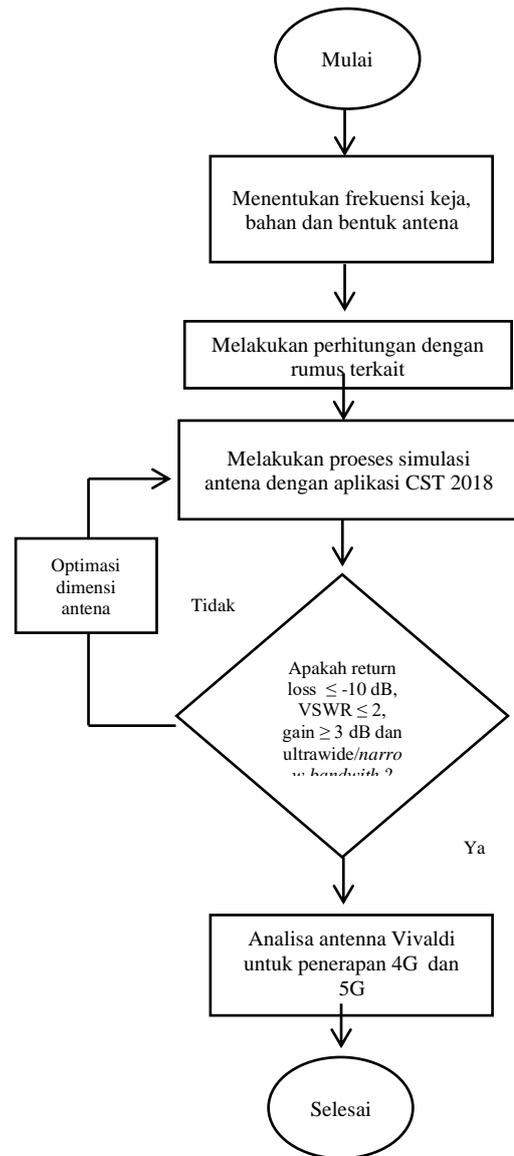
METODE

Desain Perancangan

Pada tahap awal, dilakukan studi literatur tentang antena vivaldi. Dari studi literatur didapatkan frekuensi 24 GHz, frekuensi ini ditetapkan sebagai pita frekuensi baru 5G oleh Konferensi Komunikasi Radio Dunia atau World Radiocommunications Conferences (WRC) dan penulis memilih frekuensi 1.8 GHz untuk komunikasi 4G, Selanjutnya didapatkan pula parameter antena yang digunakan sebagai dasar dalam pembuatan antena ini. Parameter yang digunakan ialah penguatan (*Gain*), *VSWR*, *return loss*, pola radiasi dan polarisasi. Parameter tersebut disesuaikan dengan karakteristik Antena agar didapatkan *Bandwith* selebar mungkin.

Untuk mendapatkan antena vivaldi dengan hasil yang diharapkan sebelumnya, dilakukan perhitungan bentuk dan ukuran antena yang tepat sesuai frekuensi yang digunakan. Hasil perhitungan yang didapat, dimasukkan dalam suatu program aplikasi. Kemudian dilakukan simulasi menggunakan aplikasi tersebut sehingga didapatkan rancangan antena yang sesuai dengan karakteristik dan parameter yang disebutkan sebelumnya.

Hasil yang didapatkan dari simulasi, selanjutnya untuk dianalisis sehingga diketahui hasil *VSWR*, *bandwidth*, *return loss*, dan *Gain*. Secara lebih mudah dapat digambarkan melalui diagram alur (Flowchart) seperti pada gambar 1



Gambar 1 Diagram alur (flowchart) perancangan

Tahapan Perancangan

Dalam perancangan antena Vivaldi ini dilakukan beberapa tahapan yang dilakukan oleh penulis sebagai berikut :

Menentukan Spesifikasi Antena

Pada perancangan antena ini, diinginkan mampu bekerja pada frekuensi penerima pada 24 GHz untuk 5G dan 1.8 GHz pada 4G. Frekuensi kerja tersebut selanjutnya akan menjadi nilai parameter frekuensi dalam menentukan parameter-parameter utama seperti yang terdapat dalam Tabel 1 Spesifikasi ini ditetapkan lebih dahulu

sebelum disimulasikan dengan menggunakan CST Studio Suite 2018.

Tabel 1 Parameter Antena Vivaldi yang diinginkan

Spesifikasi Antena	Keterangan
Frekuensi 5G	24 GHz
Frekuensi 4G	1,8 GHz
Return Loss	< -10 dB
VSWR	≤ 1.5
Impedansi Input	± 50 Ω
Gain	> 0 dB
Metode Pencatuan	Microstrip Line

Untuk menghasilkan antena mikrostrip yang sesuai dengan antena penerima televisi, yaitu bentuk *patch rectangular*, VSWR ≤ 1.5, gain > 0 dB, *return loss* > -10 dB, impedansi input ± 50 Ω dan polarisasi vertikal dengan metode pencatuan *microstrip line*.

Memilih jenis substrat

Jenis substrat yang digunakan dalam perancangan antena vivaldi pada tugas akhir ini adalah seperti pada tabel 2.

Tabel 2 Spesifikasi RF-60 TC yang digunakan

Karakteristik	Nilai Ideal
Konstanta dielektrik relatif (ε _r)	6.15
Konstanta Permeabilitas	1
Rugi-Rugi Dielektrik	Tangent 0.02 mm

Perancangan Dimensi Patch Antena

(1) Pada Komunikasi 5G

Untuk mendapatkan panjang dan lebar Antena, Jika diketahui $f_i = 23$ GHz, $\epsilon_r = 6.15$, kecepatan cahaya (c) = 3.10^8 maka :

$$PA = \frac{c}{f1\sqrt{\epsilon r}} = \frac{3.10^8}{23.10^9\sqrt{6.15}}$$

$$= \frac{3.10^8}{23.10^9.2,479991} = 0,00525 \text{ m} = 5,25 \text{ mm}$$

$$LA = \frac{1}{2} \times \frac{c}{f1\sqrt{\epsilon r}} = \frac{1}{2} \times \frac{3.10^8}{23.10^9\sqrt{6.15}} = \frac{1}{2} \times \frac{3.10^8}{23.10^9.2,479991} = 0,002625 \text{ m} = 2,625 \text{ mm}$$

(2) Pada Komunikasi 4G

Untuk mendapatkan panjang dan lebar Antena, Jika diketahui $f_i = 1.8$ GHz, $\epsilon_r = 6.15$, kecepatan cahaya (c) = 3.10^8 maka :

$$PA = \frac{c}{f1\sqrt{\epsilon r}} = \frac{3.10^8}{18.10^8\sqrt{6.15}} = \frac{3.10^8}{18.10^8.2,479991} = 0,067204 \text{ m} = 67,204 \text{ mm}$$

$$LA = \frac{1}{2} \times \frac{c}{f1\sqrt{\epsilon r}} = \frac{1}{2} \times \frac{3.10^8}{18.10^8\sqrt{6.15}} = \frac{1}{2} \times \frac{3.10^8}{18.10^8.2,479991} = 0,03360 \text{ m} = 33,602 \text{ mm}$$

Perancangan Tapered

(1) Pada Komunikasi 5G

Untuk menghitung tapered length (TL) antena, dapat digunakan rumus.

$$TL = \frac{1}{2} \times \frac{c}{f1\sqrt{\epsilon r}} = \frac{1}{2} \times \frac{3.10^8}{23.10^9\sqrt{6.15}} = \frac{1}{2} \times \frac{3.10^8}{23.10^9.2,479991} = 0,002625 \text{ m} = 2,625 \text{ mm}$$

Sementara *tapered rate* didapat dari rumus eksponensial yang pada penelitian kali ini dilambangkan dengan r yakni 0,2. Nilai *mouth opening* dipilih sebesar setengah panjang gelombang dari frekuensi terendah.

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{c}{f_1} \times \frac{1}{2} \\ &= \frac{3.10^8}{23.10^9} \times \frac{1}{2} \\ &= 0,00625 \text{ m} \\ &= 6,521 \text{ mm} \end{aligned}$$

(2) Pada Komunikasi 4G

Untuk menghitung tapered length (TL) antena, dapat digunakan rumus.

$$\begin{aligned} TL &= \frac{1}{2} \times \frac{c}{f_1 \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{1}{2} \times \frac{3.10^8}{18.10^8 \sqrt{6.15}} \\ &= \frac{1}{2} \times \frac{3.10^8}{18.10^8 \cdot 2,479991} \\ &= 0,0336 \text{ m} \\ &= 33,602 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sementara tapered rate didapat dari rumus eksponensial yang pada penelitian kali ini dilambangkan dengan *r* yakni 0,2. Nilai *mouth opening* dipilih sebesar setengah panjang gelombang dari frekuensi terendah.

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{c}{f_1} \times \frac{1}{2} \\ &= \frac{3.10^8}{18.10^8} \times \frac{1}{2} \\ &= 0,0833 \text{ m} \\ &= 83,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perancangan Slotline

(1) Pada Komunikasi 5G

untuk mendapatkan panjang slotline (*sL*) antena dan lebar slotline (*s*) antenna berturut – turut ditunjukkan oleh rumus berikut.

$$\begin{aligned} s &= \frac{c}{f_2 \sqrt{\epsilon_r}} \times 2\% \\ &= \frac{3.10^8}{25.10^9 \sqrt{6.15}} \times 0,02 \\ &= 0,00009677 \text{ m} \\ &= 0,09677 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$sL = PA - bwo - TL = 5,25 \text{ mm} - 0,1 \text{ mm} - 2,625 \text{ mm} = 2,525 \text{ mm}$$

(2) Pada Komunikasi 4G

untuk mendapatkan panjang slotline (*sL*) antena dan lebar slotline (*s*) antenna berturut – turut ditunjukkan oleh rumus berikut.

$$\begin{aligned} s &= \frac{c}{f_2 \sqrt{\epsilon_r}} \times 2\% \\ &= \frac{3.10^8}{19.10^8 \sqrt{6.15}} \times 0,02 \\ &= 0,0082 \text{ m} \\ &= 8,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$sL = PA - bwo - TL = 67,204 \text{ mm} - 1 \text{ mm} - 33,602 = 32,602 \text{ mm}$$

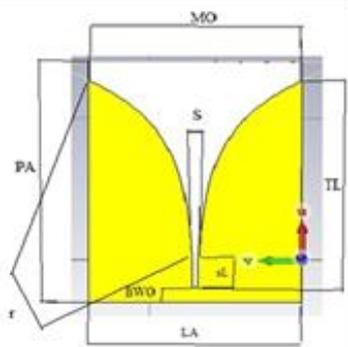
Dari hasil perhitungan parameter Antena, dapat dibuat sebuah rangkuman parameter kerja antena untuk disikan di parameter Aplikasi CST Studio Suite 2018. Rangkuman parameter dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Hasil Perhitungan Dimensi Antena

No	Bagian	Simbol	4G	5G
1.	Lebar Antena	LA	33,602 mm	2,625 mm
2.	Panjang Antena	PA	67,204 mm	5,25 mm
3.	Backwall Offset	<i>bwo</i>	1 mm	2,3021 mm
4.	Tapered Length	TL	33,602 mm	2,625 mm
5.	Mouth Opening	MO	83,3 mm	6,521 mm
6.	Lebar Slotline	<i>s</i>	8,2 mm	0,09677 mm
7.	Panjang Slotline	<i>sL</i>	32,602 mm	2,525 mm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan dilampirkan hasil parameter dari simulasi perancangan antenna Vivaldi berupa *Bandwith, Return Loss, VSWR dan Gain* dengan menggunakan Aplikasi *CST 2018*



Gambar 2 Desain antenna

Hasil Simulasi Antena Vivaldi Pada Sistem 4G

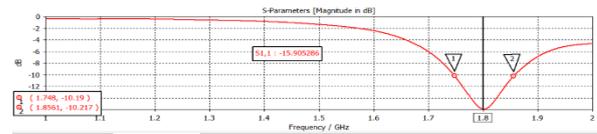
Hasil simulasi parameter antenna akan dimunculkan dalam bentuk grafik yang sudah disediakan pada aplikasi *CST 2018*, Penulis akan melampirkan data berupa table dan foto grafik dari parameter yang akan dianalisis yakni *Bandwith, Return Loss, VSWR dan Gain* pada sistem 4G

Tabel 4 Hasil Akhir Optimasi Dimensi Antena 4G

No	Bagian	Simbol	Dimensi antenna 4G
1.	Lebar Antena	LA	70 mm
2.	Panjang Antena	PA	81 mm
3.	Backwall Offset	<i>bwo</i>	1 mm
4.	Tapered Length	TL	71 mm
5.	Mouth Opening	MO	70 mm
6.	Slotline Length	sL	10 mm
7.	Tapered Rate	r	72,02 mm

Pada tabel 4 adalah hasil Akhir optimasi dari dimensi antenna Vivaldi menggunakan *CST 2018*

S-Parameter Antena

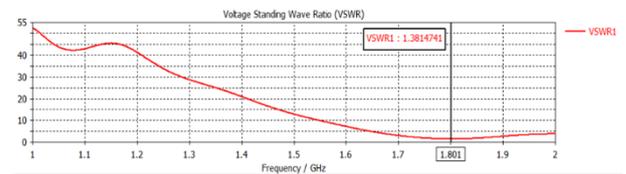


Gambar 3 Bandwith Pada Sistem 4G

Hasil *Return Loss* terlihat pada gambar 4.2 yakni -15,905286 dB pada frekuensi 1.8 Ghz dan Lebar *Bandwidth* didapat dari frekuensi kerja terendah sampai frekuensi kerja tertinggi, dari gambar grafik antenna hasil simulasi dapat diketahui *Bandwith* antenna, dihitung dengan rumus:

$$Bw = f_2 - f_1 = 1,8561 \text{ GHz} - 1,748 \text{ GHz} = 108,1 \text{ MHz}$$

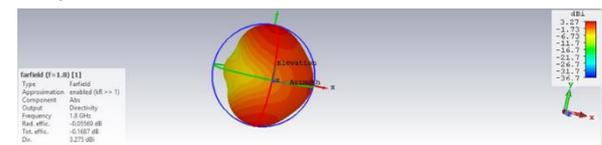
VSWR



Gambar 4 VSWR Pada Sistem 4G

Pada gambar 4 adalah nilai VSWR dari antenna Vivaldi, pada frekuensi 1,8 GHz memiliki nilai VSWR 1,381. VSWR sudah sesuai dengan yang diinginkan oleh penulis yakni $VSWR < 2$

Farfields



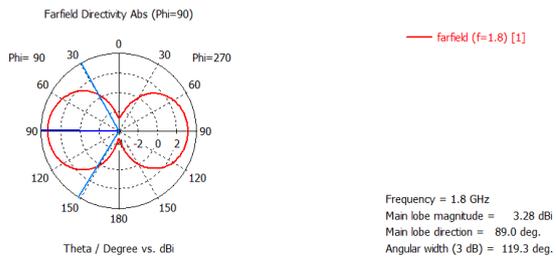
Gambar 5 Gain Pada Sistem 4G

Pola radiasi pada simulasi dihitung pada medan jauh (*farfield*) antenna dengan *gain* terbesar ditandai dengan warna merah dan *gain* terkecil dengan warna biru. Dengan plot 3 dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 5

dapat diketahui dengan mudah besar dan arah *gain* terbesar dari antenna.

Pada hasil plot 3D yang ditunjukkan pada Gambar 5 dapat diketahui *gain* yang dihasilkan pada simulasi Antena vivaldi pada frekuensi 1.8 GHz adalah sebesar 3.27 dB. Hasil ini sudah memenuhi hasil yang diharapkan penulis yaitu sebesar > 3 dB

Direktivitas Antena



Gambar 6 Direktivitas Antena Vivaldi Sistem 4G

Pada Gambar 6 bisa kita lihat bahwa pancaran utama sebesar 3.28 dBi yang berada pada 89 derajat dan lebar daerah pancaran sampai 119.3 derajat pada daerah phi = 90

Hasil Simulasi Antena Vivaldi Pada Sistem 5G

Hasil simulasi parameter antenna akan dimunculkan dalam bentuk grafik yang sudah disediakan pada aplikasi CST 2018, Penulis akan melampirkan data berupa table dan foto grafik dari parameter yang akan dianalisis yakni *Bandwith, Return Loss, VSWR, Direktivitas dan Gain* pada sistem 5G

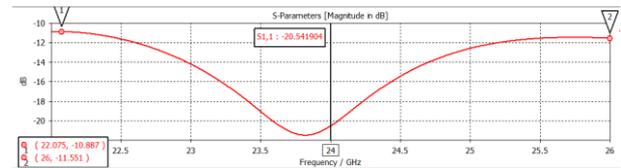
Tabel 5 Hasil Akhir Optimasi Dimensi Antena 5G

No.	Bagian	Simbol	Dimensi antena 5G
1.	Lebar Antena	LA	30 mm
2.	Panjang Antena	PA	31,10 mm

3.	Backwall Offset	<i>bwo</i>	0,1 mm
4.	Tapered Length	TL	30,10 mm
5.	Mouth Opening	MO	30 mm
6.	Slotline Length	sL	1 mm
7.	Tapered Rate	r	29,15 mm
8.	Lebar Slotline	s	0,2 mm

Hasil simulasi parameter antenna akan dimunculkan dalam bentuk grafik yang sudah disediakan pada aplikasi CST 2018, Penulis akan melampirkan data berupa foto grafik dari parameter yang akan dianalisis yakni *Bandwith, Return Loss, VSWR dan Gain* pada sistem 5G

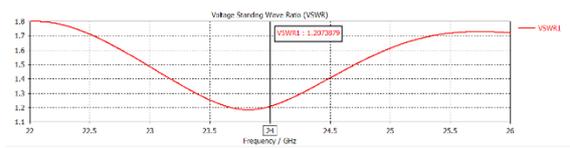
S-Parameter Antena



Gambar 7 S-Parameter Antena Vivaldi Sitem 5G

Hasil *Return Loss* terlihat pada gambar 4.6 yakni -20,541904 dB pada frekuensi 24GHz Ghz dan Lebar *Bandwidth* didapat dari frekuensi kerja terendah sampai frekuensi kerja tertinggi, dari gambar grafik antenna hasil simulasi dapat diketahui *Bandwith* antenna, dihitung dengan rumus:
 $Bw = f_2 - f_1 = 26 \text{ GHz} - 22,075 \text{ GHz} = 3,925 \text{ GHz}$

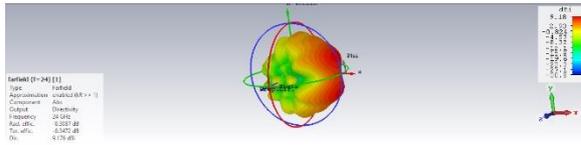
VSWR



Gambar 8 VSWR Antena Vivaldi Sistem 5G

Pada gambar 8 adalah nilai VSWR dari antenna, pada frekuensi 24 GHz memiliki nilai VSWR 1,207. VSWR sudah sesuai dengan yang diinginkan oleh penulis yakni VSWR < 2

Farfields

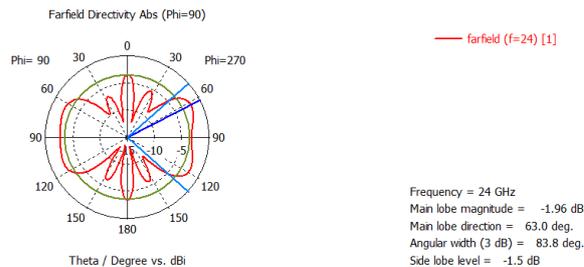


Gambar 9 Gain Antena Vivaldi Sistem 5G

Pola radiasi pada simulasi dihitung pada medan jauh (*farfield*) antenna dengan *gain* terbesar ditandai dengan warna merah dan *gain* terkecil dengan warna biru. Dengan plot 3 dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 9 dapat diketahui dengan mudah besar dan arah *gain* terbesar dari antenna.

Pada hasil plot 3D yang ditunjukkan pada Gambar 9 dapat diketahui *gain* yang dihasilkan pada simulasi Antena vivaldi pada frekuensi 24 GHz adalah sebesar 9.18 dB. Hasil ini sudah memenuhi spesifikasi yang diharapkan yaitu sebesar > 3 dB.

Direktivitas Antena



Gambar 10 Direktivitas Antena Vivaldi Sistem 5G

Pada Gambar 10 bisa kita lihat bahwa pancaran utama sebesar -1.96 dBi yang berada pada 63 derajat dan lebar daerah pancaran sampai 83.8 derajat pada daerah phi = 90, dengan *side lobe* -1.5dB

Parameter Antena Vivaldi

Tabel 6 Hasil Parameter antena Vivaldi pada sitem 4G dan 5G

No.	Parameter	Sistem 4G	Sistem 5G
1.	Frekuensi Kerja	1.8 Ghz	24 Ghz
2.	Bandwith	108,1 Mhz	3,925 Ghz
3.	Return Loss	15,905286 dB	20,541904 dB
4.	VSWR	1,381	1,207
5.	Gain	3.27 dB	9.18 dB

Hasil parameter antenna akan dimunculkan dalam bentuk tabel 6, Hasil parameter tersebut adalah hasil optimasi dari perancangan antenna Vivaldi baik sistem 4G dan 5G, yang ukuran dimensi antenanya masing – masing sudah terdapat pada tabel 4 untuk sistem 4G dan Tabel 5 untuk sistem 5G

PENUTUP

Kesimpulan

Hasil dari simulasi menggunakan CST 2018 menunjukkan bahwa antenna 4G bekerja pada frekuensi 1.8 GHz menghasilkan VSWR 1.3815, return loss -15,9052 dB, bandwidth sebesar 108,1 Mhz dan gain yang didapatkan sebesar 3.27 dB, Polaradiasi antenna ini adalah directonal, sementara hasil simulasi 5G menunjukkan bahwa antenna bekerja pada frekuensi 24 GHz menghasilkan VSWR 1.204, return loss -20,5419 dB, bandwidth sebesar 3,925 Ghz dan gain yang didapatkan sebesar 9,18 dB. Hal ini menunjukkan bahwa tujuan dari penelitian ini sudah tercapai yakni membuat solusi untuk komunikasi Ultra Wideband baik itu sistem 5G maupun

4G, Namun penulis juga merasa banyak kekurangan dalam merancang antena vivaldi terutama 5G, diharapkan ada penelitian lebih lanjut terhadap sistem komunikasi 5G

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggit Yudha Bagaskara. (2019). Perancangan Antena Microstrip Rectangular. Retrieved from <https://ejournal.poltekbangsby.ac.id/index.php/jurnalpenelitian>
- [2] Efri sandi. (2019). Perancangan Optimasi Antena vivaldi pada Sistem Radar Penembus Permukaan. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.26760/elkomika.v7i1.151>
- [3] Mukhammad Ajie. (2019). Antena Vivaldi Antipodal Sirkular Ultra Wideband. Retrieved from jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek
- [4] Wanda T. (2019). Plannar Array Antena vivaldi. ISSN, 2355-9365
- [5] Nancy. A. (2016). *Perancangan Antena vivaldi array untuk Aplikasi Ground Penetrating Radar Ultra Wideband*. (Tesis - 142599) Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, Indonesia.
- [6] Fitri. Y. (2008) Studi Tentang Antena Mikrostrip Dengan Defected Ground Structure (Disertasi) Universitas Telkom, Bandung, Indonesia
- [7] Indri. H. (2016). *Perancangan Realisasi Antena vivaldi array 1 X 8 pada Radar Tiga Dimensi*. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, Indonesia.