



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Rancang Bangun Antena Vivaldi dengan Frekuensi 1.2 GHz , 2.4 GHz dan 5.8 GHz untuk Jammer Anti Drone

SKRIPSI

Muhammad Umar Zain

1903421048

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2023



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Rancang Bangun Antena Vivaldi dengan Frekuensi 1.2 GHz , 2.4 GHz dan 5.8 GHz untuk Jammer Anti Drone

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana terapan

Muhammad Umar Zain

1903421048

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2023



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Umar Zain

NIM : 1903421048

Tanda Tangan : 

Tanggal : 25 Agustus 2023





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta


LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Muhammad Umar Zain
NIM : 1903421048
Program Studi : Broadband Multimedia
Judul : Rancang Bangun Antena Vivaldi dengan Frekuensi Kerja
1.2 GHz , 2.4 GHz dan 5.8 GHz untuk Jammer Anti Drone

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada (.....19/8/2023.....) dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing 1 : Fitri Elvira Ananda, S.T., M.T. ()
NIP. 198706072020122011

Pembimbing 2 : Nanang Kurniawan, S.pd ()
NIP/NIK.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 25 Agustus 2023

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro




Rika Nur Wardhani, S.T., M.T.

NIP. 197041142008122001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Rancang Bangun Antena Vivaldi dengan Frekuensi 1.2 GHz , 2.4 GHz dan 5.8 GHz untuk Jammer Anti Drone”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Fitri Elvira Ananda, S.T., M.T., sebagai dosen pembimbing yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berharga bagi penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Pihak PT Sapta Cakra Manunggal, Yogyakarta yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang penulis perlukan
3. Keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa
4. Rekan-rekan sejawat dan teman-teman yang telah memberikan bantuan, saran, dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 10 Agustus 2023

Penulis



Rancang Bangun Antena *Vivaldi* dengan Frekuensi 1.2 GHz , 2.4 GHz dan 5.8 GHz untuk *Jammer Anti Drone*

ABSTRAK

Kendaraan udara tanpa awak, yang lebih dikenal sebagai *drone*, telah menghadirkan perubahan signifikan sebagai sistem udara tak berawak atau UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*). Awalnya, *drone* hanya digunakan dalam konteks pengawasan militer. Sebagai langkah proaktif untuk mengantisipasi perkembangan ini, sistem *jammer anti drone* dikembangkan untuk mengganggu atau mengacaukan fungsi penerimaan gelombang radio yang digunakan oleh *drone*. Dalam sistem *jammer anti drone*, terdapat tiga model antena *vivaldi* dengan frekuensi operasional masing-masing pada 1,2 GHz, 2,4 GHz, dan 5,8 GHz yang berfungsi sebagai bagian integral dari sistem transmisi. Sebelum diimplementasikan dalam sistem *jammer drone*, antena ini melewati tahap simulasi dan proses fabrikasi. Hasil pengukuran akhir mengungkapkan sejumlah parameter termasuk *return loss* dengan nilai masing-masing -20,52 dB, -15,16 dB, dan -34,16 dB, diikuti oleh VSWR dengan nilai masing-masing 1.17, 1.38, dan 1.04. Selain itu, terdapat juga nilai *gain* yaitu 5,28 dBi, 8,34 dBi, dan 6,15 dBi secara berurutan. Pola radiasi hasilnya dalam bidang vertikal membentuk pola yang direksional. Keseluruhan proses ini menekankan pentingnya tahap simulasi dan optimasi dalam pengembangan antena *Vivaldi* untuk digunakan dalam sistem *jammer anti drone*. Hal ini bertujuan untuk memastikan performa dan kesesuaian antena sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

Kata kunci : Antena, *Drone*, *Jammer anti drone*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Design of Vivaldi Antenna with 1.2 GHz, 2.4 GHz and 5.8 GHz Frequency for Anti Drone Jammer

ABSTRACT

Unmanned aerial vehicles, better known as drones, have brought significant changes as unmanned aerial systems or UAVs (Unmanned Aerial Vehicles). Initially, drones were only used in military surveillance contexts. As a proactive measure to anticipate this development, an anti-drone jammer system was developed to disrupt or disrupt the radio wave reception function used by drones. In the anti-drone jammer system, there are three Vivaldi antenna models with operational frequencies of 1.2 GHz, 2.4 GHz and 5.8 GHz respectively which function as an integral part of the transmission system. Before being implemented in a drone jammer system, this antenna goes through the simulation and fabrication stages. The final measurement results reveal a number of parameters including return loss with respective values of -20.52 dB, -15.16 dB, and -34.16 dB, followed by VSWR with respective values of 1.17, 1.38, and 1.04. In addition, there are also gain values of 5.28 dBi, 8.34 dBi, and 6.15 dBi respectively. The resulting radiation pattern in the vertical plane forms a directional pattern. This entire process emphasizes the importance of the simulation and optimization stages in the development of vivaldi antennas for use in anti-drone jammer systems. This aims to ensure the performance and suitability of the antenna according to the specifications that have been set.

Keyword : Antenna, Drone, Jammer Anti Drone

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	1
ABSTRACT	2
DAFTAR ISI	3
DAFTAR TABEL.....	5
DAFTAR GAMBAR	6
DAFTAR LAMPIRAN	8
BAB 1 PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan	Error! Bookmark not defined.
1.4 Luaran	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Antenna	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Jenis – Jenis Antenna	Error! Bookmark not defined.
2.2 Antenna Mikrostrip	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Teknik Pencatuan Antena Mikrostrip.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Antena Vivaldi.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Parameter Antenna	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Return Loss	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio).....	Error! Bookmark not defined.
2.3.3 Pola Radiasi	Error! Bookmark not defined.
2.3.4 Gain	Error! Bookmark not defined.
2.3.5 Polarisasi	Error! Bookmark not defined.
2.4 Drone	Error! Bookmark not defined.
2.5 Jammer Anti Drone	Error! Bookmark not defined.
BAB III PERENCANAAN & REALISASI	Error! Bookmark not defined.
3.1 Rancangan Antena	Error! Bookmark not defined.
a) Deskripsi Antena.....	Error! Bookmark not defined.
b) Cara Kerja Antena.....	Error! Bookmark not defined.
c) Spesifikasi Antena.....	Error! Bookmark not defined.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

d) Diagram Blok	Error! Bookmark not defined.
3.2 Realisasi Antena.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.1 Simulasi.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.2 Optimasi.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.3 Fabrikasi.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.4 Konfigurasi <i>jammer anti drone</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Pengukuran secara simulasi dan optimasi.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1 Deskripsi pengukuran simulasi dan optimasi....	Error! Bookmark not defined.
4.1.2 Prosedur pengukuran simulasi dan optimasi.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.3 Data Hasil Pengukuran simulasi dan optimasi..	Error! Bookmark not defined.
4.1.4 Analisa Hasil Pengukuran simulasi dan optimasi	Error! Bookmark not defined.
4.2 Pengukuran <i>vswr</i> dan <i>return loss</i> secara fisik antena	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Deskripsi pengukuran <i>vswr</i> dan <i>return loss</i> secara fisik antena.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Prosedur pengukuran <i>vswr</i> dan <i>return loss</i> secara fisik antena.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.3 Data Hasil pengukuran <i>vswr</i> dan <i>return loss</i> secara fisik antena	Error! Bookmark not defined.
4.2.4 Analisa Hasil Pengukuran <i>return loss</i> dan <i>vswr</i>	Error! Bookmark not defined.
4.3 Pengukuran <i>gain</i> antena secara fisik antena.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.1 Deskripsi pengukuran <i>gain</i> secara fisik antena ..	Error! Bookmark not defined.
4.3.2 Prosedur pengukuran <i>gain</i> secara fisik antena ..	Error! Bookmark not defined.
4.3.3 Data hasil pengukuran <i>gain</i> secara fisik antena ..	Error! Bookmark not defined.
4.3.4 Analisa Hasil Pengukuran <i>Gain</i>	Error! Bookmark not defined.
4.4 Pengukuran pola radiasi secara fisik antena.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.1 Deskripsi pengukuran pola radiasi secara fisik antena....	Error! Bookmark not defined.
4.4.2 Prosedur pengukuran pola radiasi secara fisik antena.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.3 Hasil data pengukuran pola radiasi secara fisik antena...	Error! Bookmark not defined.
4.4.4 Analisis hasil data pengukuran pola radiasi secara fisik antena	Error! Bookmark not defined.
4.5 Pengujian terhadap sistem <i>Jammer Anti Drone</i>	Error! Bookmark not defined.



- 4.5.1 Deskripsi pengujian terhadap sistem *Jammer Anti Drone* **Error! Bookmark not defined.**
- 4.5.2 Prosedur Pengujian Jammer Anti Drone **Error! Bookmark not defined.**
- 4.5.3 Data hasil pengujian terhadap sistem *Jammer Anti Drone* **Error! Bookmark not defined.**
- 4.5.4 Analisa hasil pengujian terhadap sistem Jammer Anti Drone **Error! Bookmark not defined.**

BAB V KESIMPULAN..... **Error! Bookmark not defined.**

Daftar Pustaka..... **Error! Bookmark not defined.**

RIWAYAT HIDUP..... **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komunikasi link berbagai macam drone..... 15

Tabel 3.1 Spesifikasi antenna untuk *jammer anti drone* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.2 Spesifikasi *substrate* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.3 Spesifikasi *patch* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.4 Parameter dimensi antenna vivaldi **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.5 Tampak depan model awal antenna..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.6 Tampak belakang model awal antenna..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.7 Perbandingan parameter dimensi **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.8 Tampak depan model akhir antenna *vivaldi* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Pola Radiasi Simulasi dan Optimasi **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Daya dan *Gain* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.3 Hasil pola radiasi **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.4 Hasil Pengujian *Jammer Anti Drone* **Error! Bookmark not defined.**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Utama Antena Mikrostrip (Nurhayati et al., 2022).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 Skema Pencatuan Probe Koaksial.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 Skema Pencatuan Proximity Couple..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 Desain Tradisional Antena Vivaldi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.5 Pola Radiasi <i>Directional</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.6 Pola Radiasi <i>Omni-directional</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.7 Polariasasi Melingkar.....	11
Gambar 2.8 Polariasasi Elips	12
Gambar 2.9 Komunikasi Nirkabel <i>Drone</i>	13
Gambar 2.10 Drone <i>multicopter</i>	13
Gambar 2.11 <i>Fixed drone</i>	14
Gambar 2.12 Ilustrasi Penggunaan <i>Jammer Drone</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1 Ilustrasi rangkaian jammer anti drone	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.2 Diagram blok.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> tahapan realisasi antena	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> simulasi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.6 Desain dasar <i>vivaldi</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.7 Menentukan lebar saluran didalam CST	Error! Bookmark not defined.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> proses fabrikasi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.9 Desain antena dalam <i>corel draw</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.10 Proses pemotongan PCB	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.11 Proses laminasi PCB	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.12 Proses <i>exposure</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.13 Proses <i>development</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.14 Proses <i>etching</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.14 Proses penyolderan konektor	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.15 Bagian depan antena.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.16 Bagian belakang antena.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.17 Pembuatan tempat mounting antena	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.17 RF PA Jammer Drone Module	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.18 Power supply	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.19 Proses penghubungan antar komponen	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.20 Keseluruhan komponen.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.21 Penggunaan jammer	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.1 Perbandingan Hasil <i>Return Loss</i> Simulasi dan Optimasi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2 Perbandingan Hasil <i>VSWR</i> Simulasi dan Optimasi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3 Perbandingan Hasil <i>gain</i> Simulasi dan Optimasi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4 Skema Pengukuran <i>Return Loss</i> dan <i>VSWR</i> ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.5 Perbandingan Hasil VNA dan Optimasi Simulasi untuk <i>Return Loss</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.6 Perbandingan Hasil VNA dan Optimasi Simulasi untuk <i>VSWR</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.6 Skema Pengukuran <i>Gain</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.7 Perbandingan Hasil Pengukuran Langsung dan Optimasi Simulasi untuk <i>Gain</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.8 Skema Pengukuran Pola Radiasi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.9 Dokumentasi ruang chumber.....	51



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR LAMPIRAN

L-1 Surat keterangan pembuatan skripsi di PT Sapta Cakra Manunggal	x
L-2 Surat keterangan pengukuran antena di BRIN (Badan Risest & Inovasi Nasional)	xi
L-3 Hasil Pengukuran Simulasi Return Loss dengan CST 2019 Error! Bookmark not defined.	
L-4 Hasil Pengukuran Simulasi VSWR dengan CST 2019	xiii
L-5 Hasil Pengukuran Simulasi Gain dengan CST 2019	xiv
L-6 Hasil Pengukuran Simulasi Pola Radiasi (Vertikal) dengan CST 2019	xv
L-7 Hasil Pengukuran Simulasi Pola Radiasi (Horizontal) dengan CST 2019....	xvi
L-9 Hasil Pengukuran Optimasi VSWR dengan CST 2019	xviii
L-10 Hasil Pengukuran Optimasi Gain dengan CST 2019	xix
L-11 Hasil Pengukuran Optimasi Pola Radiasi (Vertikal) dengan CST 2019.....	xx
L-12 Hasil Pengukuran Optimasi Pola Radiasi (Horizontal) dengan CST 2019.	xxi



L-13 Hasil Pengukuran Retrun Loss dengan VNA..... xxii
L-14 Hasil Pengukuran VSWR dengan VNA..... xxiii
L-15 Hasil Pengukuran Pola Radiasi (Horizontal) dalam Ruang Chamber..... xxiv
L-16 Hasil Pengukuran Pola Radiasi (Vertikal) dalam Ruang Chamber xxvii

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**BAB 1
PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang

Kendaraan udara tanpa awak atau yang dikenal dengan *Drone* lebih dikenal sebagai sistem udara tak berawak atau sistem pesawat jarak jauh, yang telah membuat begitu banyak perubahan, pada awalnya drone hanya difungsikan sebagai pengawasan dalam militer. Pada perkembangannya kini teknologi drone muncul dalam beragam fungsi. Hal tersebut memicu semakin tingginya pengguna atau peminat teknologi *drone* sehingga dapat menimbulkan permasalahan terhadap penyalahgunaan alat tersebut (Firmansyah & Puspitasari, 2021). Keberadaan perangkat *drone* di tengah-tengah masyarakat perlu ditertibkan melalui peraturan atau ijin regulasi frekuensi di suatu daerah.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Untuk mengantisipasi penyalahgunaan teknologi drone khususnya di wilayah Indonesia kini pemerintah Indonesia melalui Kementerian Perhubungan menerbitkan peraturan atau regulasi mengenai zona atau wilayah pengoprasian yang harus dihindari oleh drone. Hal ini tertuang dalam Pasal 2 Peraturan Menteri Perhubungan (PM) Nomor 90 Tahun 2015. Terdapat tiga zona larangan drone untuk terbang diantaranya : 1).Kawasan udara terlarang (*prohibited area*) ; 2) kawasan udara terbatas (*restricted area*) ; dan 3) kawasan keselamatan operasi penerbangan (KKOP) suatu bandar udara

Selain menggunakan sebuah regulasi yang telah ditetapkan sebagai upaya untuk mengantisipasi penyalahgunaan drone. Saat ini telah ada sebuah teknologi yang mampu melumpuhkan kinerja drone yaitu dengan menerapkan teknologi jammer anti drone. PT Sapta Cakra Manunggal sebagai mitra industri bergerak di bidang militer telah mengembangkan dan menerapkan beberapa teknologi *jammer wireless*. Salah satu perangkat teknologi jammer drone adalah *jammer tactical gun*. Secara sistem perangkat jammer tersebut menggunakan antena *directional* yang beroperasi pada frekuensi 1,2 Ghz, 2,4 Ghz dan 5,8 GHz.

Untuk bagian sistem transmisi pada *jammer tactical gun* dipilih jenis *antenna* yaitu *antenna vivaldi* yang memiliki karakteristik kemampuan (*Gain*) terhadap varian daya jangkauan terhadap objek drone dan pola radiasi yang *directional* (MARUDDANI et al., 2019). Sehingga meningkatkan kemampuan kinerja perangkat *jammer tactical gun* terhadap jangkauan suatu objek yang masuk dalam wilayah larangan terbang kurang pada lebih 100 - 250 meter. Penelitian ini melibatkan rancang bangun antena melalui metode simulasi dan pengukuran terhadap parameter yang relevan. Hasil dari penelitian ini mencakup perancangan antena yang mampu mencapai kesesuaian target pada perangkat *jammer anti drone*.

1.2 Rumusan Masalah

Bedasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana merancang antena sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.
- b. Bagaimana pengukuran antena yang telah dirancang?



- c. Bagaimana mengimplementasikan *antenna vivaldi* terhadap perangkat *jammer drone tactical gun*

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari skripsi ini adalah :

- a. Menghasilkan rancangan antena yang memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan
- b. Memperoleh hasil parameter pengukuran antena yaitu gain, return loss, VSWR dan pola radiasi
- c. Mengaplikasikan antena untuk sistem perangkat *jammer drone*

1.4 Luaran

Luaran yang ingin dicapai dalam skripsi ini adalah :

- a. Mendapatkan rancangan antena yang sesuai dengan kebutuhan *jammer drone*
- b. Menghasilkan laporan skripsi dengan judul "Rancang Bangun Antenna Vivaldi dengan Frekuensi 1.2 GHz, 2.4 GHz dan 5.8 GHz untuk Jammer Anti Drone"
- c. Menghasilkan artikel jurnal yang bertujuan untuk menyebarkan informasi serta pengetahuan dari hasil skripsi untuk khalayak umum.

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

BAB V KESIMPULAN

Terdapat beberapa simpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini, diantaranya :

1. Hasil perancangan antena *vivaldi* dengan frekuensi operasi 1,2 GHz, 2,4 GHz, dan 5,8 GHz melalui metode simulasi dan fabrikasi menghasilkan sejumlah parameter yang mencakup nilai *return loss* sebesar -20,52 dB, -15,16 dB, dan -34,16 dB untuk masing-masing frekuensi. Selanjutnya, parameter VSWR memiliki nilai 1,17, 1,38, dan 1,04 secara berurutan pada frekuensi yang sama. Terdapat pula nilai *gain* sebesar 5,28 dBi, 8,34 dBi, dan 6,15 dBi sesuai urutan frekuensi. Pola radiasi yang dihasilkan dalam bidang vertikal menunjukkan karakteristik pola yang direksional. Berdasarkan hasil-hasil ini, dapat disimpulkan bahwa antena telah memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



2. Antena yang diujikan dalam sistem perusak sinyal (*jammer*) *anti drone* telah terbukti layak untuk penerapan, karena mampu berhasil menonaktifkan *drone* yang menjadi target dalam jarak maksimal 100 meter. Seluruh komponen sistem pada *drone*, termasuk GPS, pengendali jarak jauh (*remote control*), dan pengirim video (*video sender*), berhasil dinonaktifkan ketika perangkat *jammer* diaktifkan.



Daftar Pustaka

- Ferreira, R., Gaspar, J., Sebastião, P., & Souto, N. (2022). A Software Defined Radio Based Anti-UAV Mobile System with Jamming and Spoofing Capabilities. *Sensors*, 22(4). <https://doi.org/10.3390/s22041487>
- Firmansyah, M. Z., & Puspitasari, P. (2021). Pemanfaatan Drone sebagai Bagian dari Kontra Terorisme. *Nakhoda: Jurnal Ilmu Pemerintahan*, 20(1), 43–58. <https://doi.org/10.35967/njip.v20i1.148>
- Huang, Y., & Boyle, K. (n.d.). *Antennas : From Theory to Practice*.
- MARUDDANI, B., EFRI SANDI, E. S., & NAUFAL SALAM, M. F. (2019). Perancangan dan Optimasi Antena Vivaldi pada Sistem Radar Penembus Permukaan (Ground Penetrating Radar). *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 7(1), 151. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v7i1.151>
- Nam, G.-M., Lee, G.-H., Lee, J.-S., Kil, H.-B., & Jeong, E.-R. (2018). Reactive Jamming for Commercial Drones. *International Journal of Engineering & Technology*, 7, 100–103. www.sciencepubco.com/index.php/IJET
- Nurhayati, Lilik Anifah, & I Gusti Putu Asto Buditjahjanto. (2022). Optimasi Kinerja Antena Mikrostrip Dengan Modifikasi Patch Dan Ground Plane

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Untuk Aplikasi. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 155–162.

Pairunan, M. R., Wijanto, I. H., & Wahyu, I. Y. (2018). *Validasi Karakteristik pada Antena Coplanar Vivaldi 27 GHz Dengan Teknik Scaling Down ke 2,7 GHz*. 5(2), 2297–2305.

Ramza, P. H. (2020). *Antena dan Propagasi Gelombang_high Res*.

Stefano, A. (2020). Pemanfaatan Drone dalam Pemetaan Kontur Tanah Utilization of Drones Ferreira, R., Gaspar, J., Sebastião, P., & Souto, N. (2022). A Software Defined Radio Based Anti-UAV Mobile System with Jamming and Spoofing Capabilities. *Sensors*, 22(4). <https://doi.org/10.3390/s22041487>

Balanis, Constantie A. (2005). *Antenna Theory : Analysis and Design*. United Stated America : John Willey and Sons



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

L-1 Surat keterangan pembuatan skripsi di PT Sapta Cakra Manunggal

 PT SAPTA CAKRA MANUNGGAL Victory Without Gun	SURAT KETERANGAN Nomor : 112/SK.SCM/III/2023
Dengan ini menerangkan bahwa:	
Nama	: Muhammad Umar Zain
NIM	: 1903421048
Perguruan Tinggi	: Politeknik Negeri Jakarta
Jurusan/Prodi	: Teknik Elektro, Broadband Multimedia
Telah melaksanakan penelitian dan pengujian alat di PT Sapta Cakra Manunggal dalam rangka penyusunan penelitian skripsi dengan judul	
"Rancang Bangun Antena Vivaldi dengan Frekuensi Kerja 1.2 Ghz, 2.4 Ghz, dan 5.8 Ghz untuk Jammer Anti Drone"	
Slleman, 09 Juli 2023	
PT Sapta Cakra Manunggal	
 PT SAPTA CAKRA MANUNGGAL Dikwa Pragola Direktur Utama	



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-2 Surat keterangan pengukuran antenna di BRIN (Badan Riset & Inovasi Nasional)



**DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM,
FASILITAS RISET, DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI**
Gedung B.J. Habibie Jalan M.H. Thamrin Nomor 8,
Jakarta Pusat 10340
Telepon/WA: 0811 8612 392; E-mail: dit-plfrkst@brin.go.id
www.brin.go.id

I. Identitas Pemohon

Nama : Muhammad Umar Zain
Alamat : JL.Cipedak 1 no 64A,RT 004/09,Kel.Srengseng Sawah,Kec.Jagakarsa,Jakarta Selatan

II.Detail Pengajuan Layanan

ID Transaksi : #104424
Nama Layanan : Pengukuran dan Pengujian Antena
Deskripsi Pengujian : Antenna yang digunakan untuk passive radar dan jammer anti drone dengan frekuensi kerja 1.2 GHz, 2.4 GHz dan 5.8 GHz dengan desain vivaldi dan log periodic
Tanggal Pengajuan : 14-07-2023 10:38:06
Tanggal Pelaksanaan : 25-07-2023 13:09:37 s.d. 25-07-2023 13:19:11
Daftar Sampel :

No	Kode Sampel	Nama Sampel
1	2239-104424-1	Antenna Mikrostrip dengan Frekuensi 1.2 GHz,2.4 GHz dan 5.8 GHz
2	2239-104424-2	Antenna Mikrostrip dengan Frekuensi 1.2 GHz,2.4 GHz dan 5.8 GHz
3	2239-104424-3	Antenna Mikrostrip dengan Frekuensi 1.2 GHz,2.4 GHz dan 5.8 GHz

III. Hasil Pengujian

Keterangan hasil pengujian : Pengujian telah dilakukan dengan baik, hasil terlampir.

Dikeluarkan di : Rancabungur
Pada Tanggal : 25 Juli 2023

Laporan ini mengacu pada kondisi sampel saat diterima dan hanya berhubungan dengan sampel yang diuji. *This report refers to the condition when samples received and relate onlywith samples tested*

Laporan ini tidak boleh disalin sebagian maupun seluruhnya tanpa seijin dari Direktorat Pengelolaan Laboratorium, Fasilitas Riset, dan Kawasan Sains dan Teknologi BRIN. *This report may not be reproduced in whole or in part without permission from Directorate of Laboratory Management, Research Facilities, and Science and Technology Area*

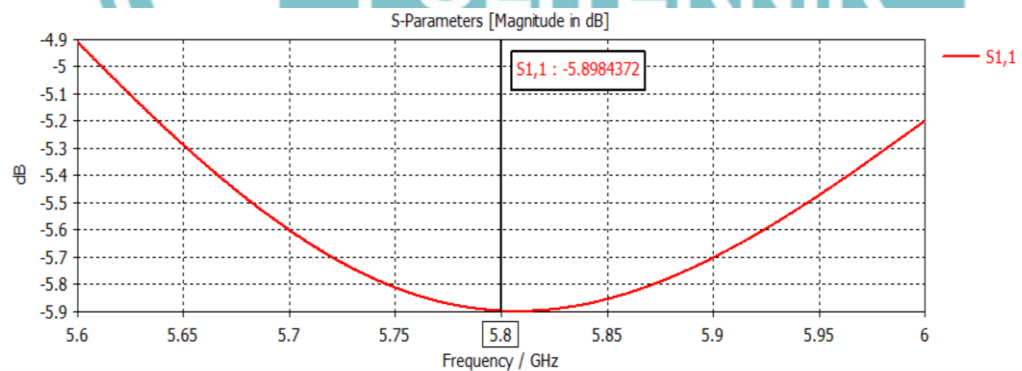
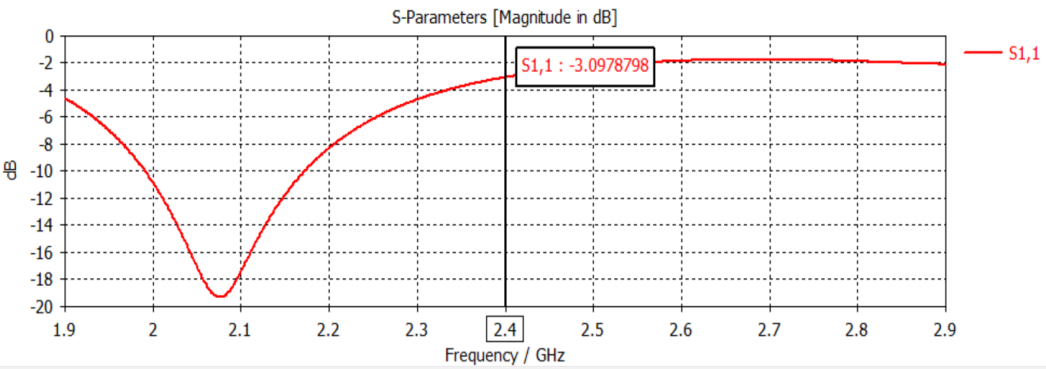
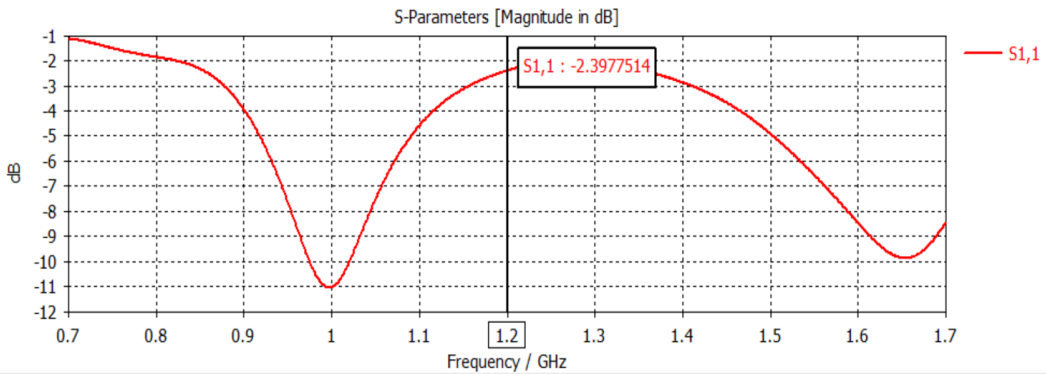
Disetujui Oleh (Approved by)	
Nama	: Anshari Akbar, S.T. , M.T.
Jabatan	: Koordinator Pengelola Laboratorium Satelit - Rancabungur (Anechoic)
Tanggal	: 25 Juli 2023
TTD	:  TT ELEKTRONIK



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSR.E, silakan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

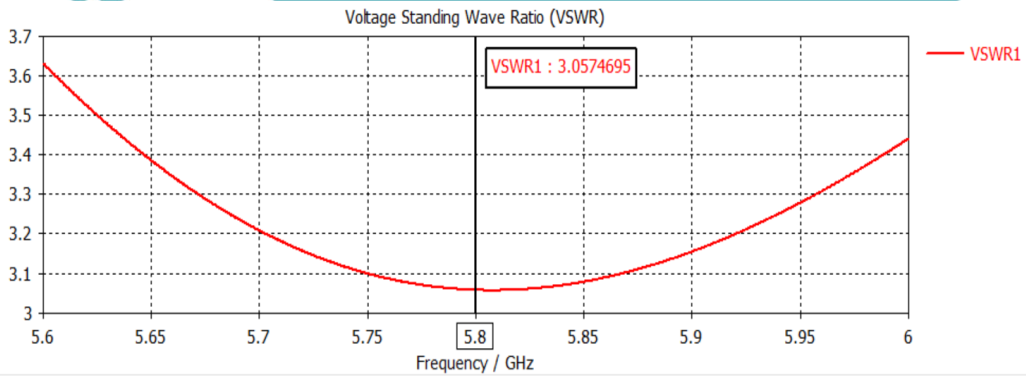
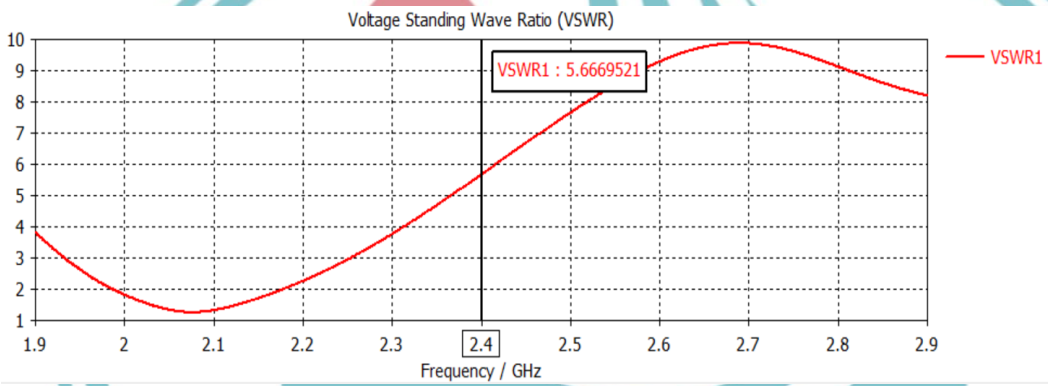
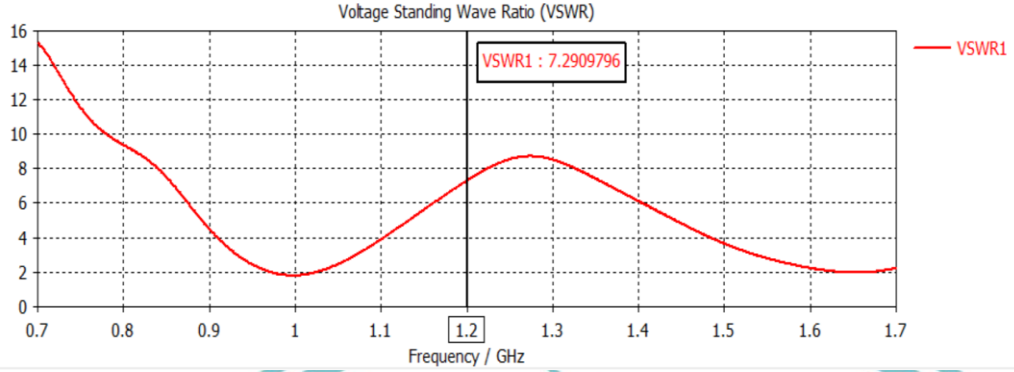


L-4 Hasil Pengukuran Simulasi Return Loss dengan CST 2019



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-5 Hasil Pengukuran Simulasi VSWR dengan CST 2019



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

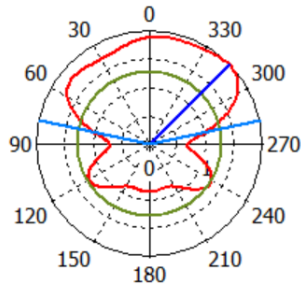
farfield (f=1.2) [1]	
Type	Farfield
Approximation	enabled (kR >> 1)
Component	Abs
Output	Gain
Frequency	1.2 GHz
Rad. Effic.	0.6792
Tot. Effic.	0.2882
Gain	1.345

farfield (f=2.4) [1]	
Type	Farfield
Approximation	enabled (kR >> 1)
Component	Abs
Output	Gain
Frequency	2.4 GHz
Rad. Effic.	-1.444 dB
Tot. Effic.	-4.369 dB
Gain	2.786 dBi

farfield (f=5.8) [1]	
Type	Farfield
Approximation	enabled (kR >> 1)
Component	Abs
Output	Gain
Frequency	5.8 GHz
Rad. Effic.	-2.727 dB
Tot. Effic.	-4.018 dB
Gain	1.368 dBi

L-7 Hasil Pengukuran Simulasi Pola Radiasi (Vertikal) dengan CST 2019

Farfield Directivity Abs (Theta=90)

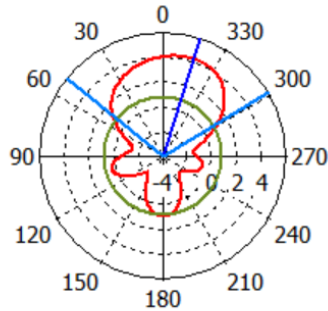


Phi / Degree

— farfield (f=1.2) [1]

Frequency = 1.2 GHz
 Main lobe magnitude = 1.98
 Main lobe direction = 315.0 deg.
 Angular width (3 dB) = 156.5 deg.
 Side lobe level = -1.9 dB

Farfield Directivity Abs (Theta=90)

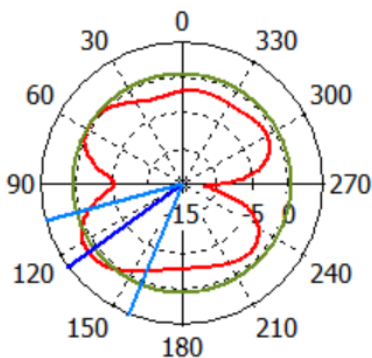


Phi / Degree vs. dBi

— farfield (f=2.4) [1]

Frequency = 2.4 GHz
 Main lobe magnitude = 4.23 dBi
 Main lobe direction = 343.0 deg.
 Angular width (3 dB) = 109.1 deg.
 Side lobe level = -3.4 dB

Farfield Gain Abs (Theta=90)



Phi / Degree vs. dBi

— farfield (f=5.8) [1]

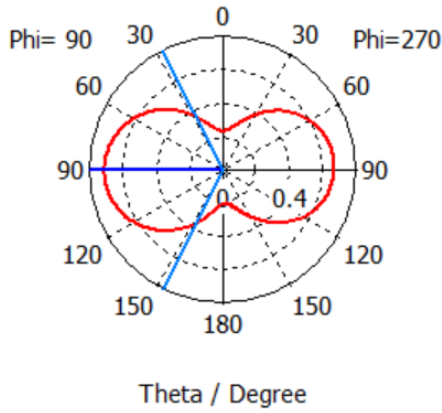
Frequency = 5.8 GHz
 Main lobe magnitude = 1.38 dBi
 Main lobe direction = 126.0 deg.
 Angular width (3 dB) = 53.1 deg.
 Side lobe level = -0.8 dB

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-8 Hasil Pengukuran Simulasi Pola Radiasi (Horizontal) dengan CST 2019

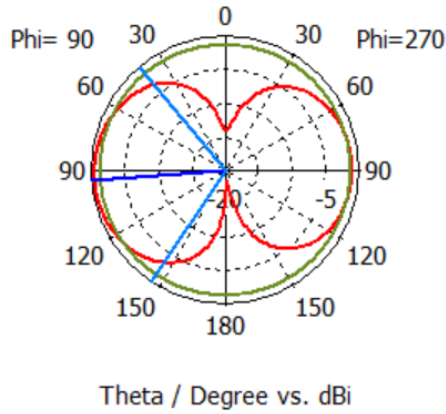
Farfield Directivity Abs (Phi=90)



— farfield (f=1.2) [1]

Frequency = 1.2 GHz
Main lobe magnitude = 0.707
Main lobe direction = 90.0 deg.
Angular width (3 dB) = 126.4 deg.

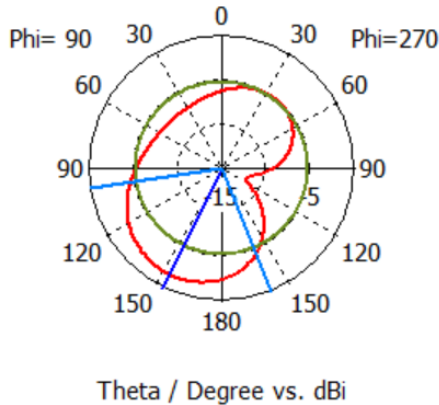
Farfield Directivity Abs (Phi=90)



— farfield (f=2.4) [1]

Frequency = 2.4 GHz
Main lobe magnitude = -0.54 dBi
Main lobe direction = 94.0 deg.
Angular width (3 dB) = 106.8 deg.
Side lobe level = -0.7 dB

Farfield Gain Abs (Phi=90)



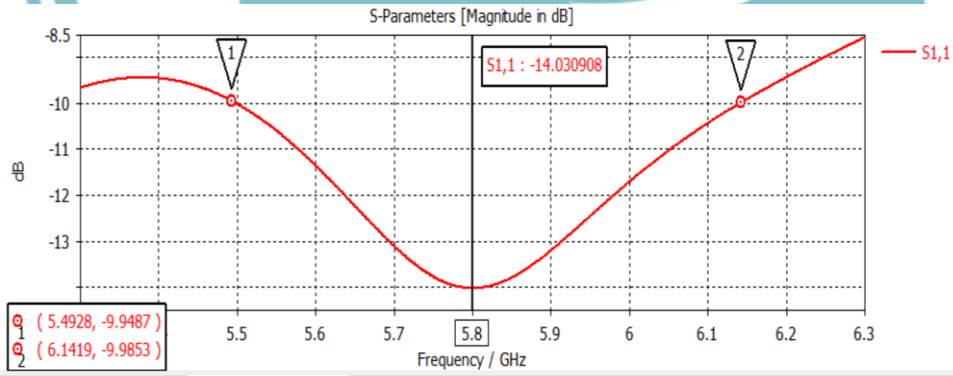
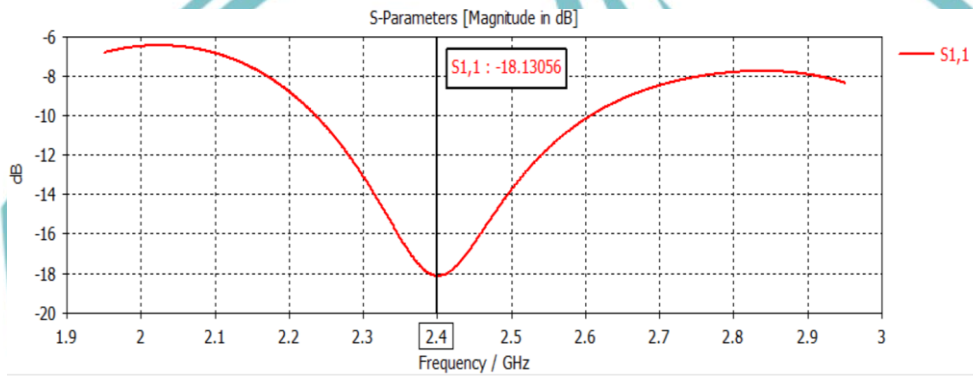
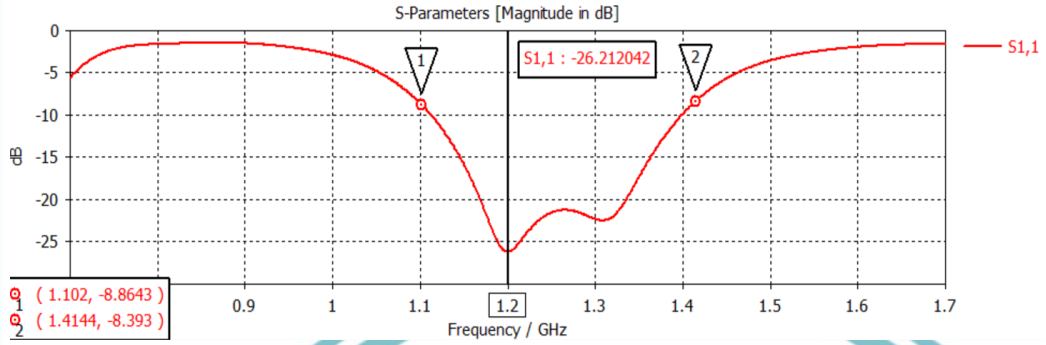
— farfield (f=5.8) [1]

Frequency = 5.8 GHz
Main lobe magnitude = -1.61 dBi
Main lobe direction = 154.0 deg.
Angular width (3 dB) = 102.6 deg.
Side lobe level = -3.5 dB

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

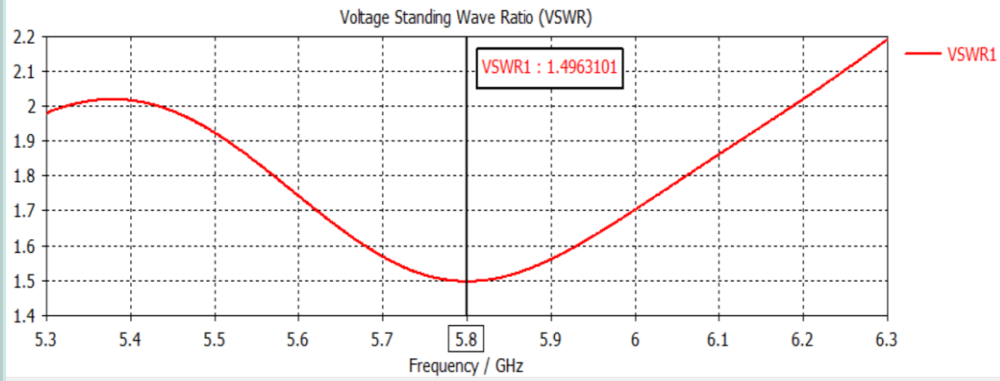
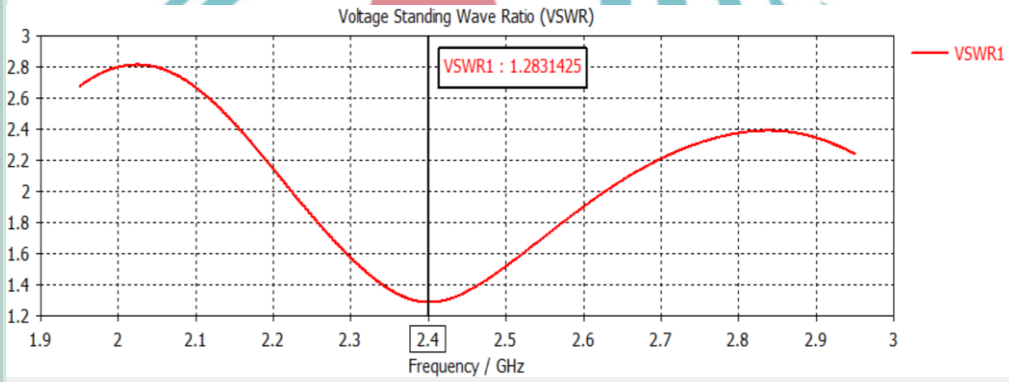
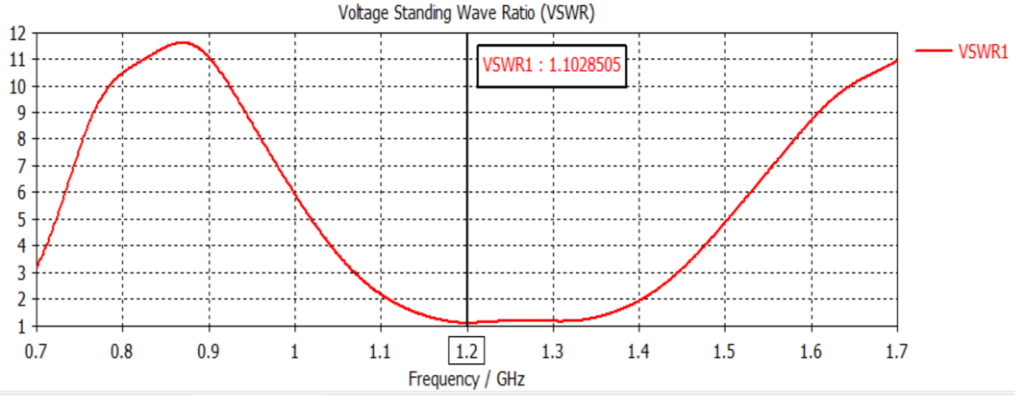
L-9 Hasil Pengukuran Optimasi Return Loss dengan CST 2019



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-10 Hasil Pengukuran Optimasi VSWR dengan CST 2019



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



farfield (f=1.2) [1]

Type	Farfield
Approximation	enabled (kR >> 1)
Component	Abs
Output	Gain
Frequency	1.2 GHz
Rad. Effic.	-0.7907 dB
Tot. Effic.	-0.8011 dB
Gain	3.151 dBi

farfield (f=2.4) [1]

Type	Farfield
Approximation	enabled (kR >> 1)
Component	Abs
Output	Gain
Frequency	2.45 GHz
Rad. Effic.	-0.8386 dB
Tot. Effic.	-0.9383 dB
Gain	5.987 dBi

farfield (f=5.8) [1]

Type	Farfield
Approximation	enabled (kR >> 1)
Component	Abs
Output	Gain
Frequency	5.8 GHz
Rad. Effic.	-2.191 dB
Tot. Effic.	-2.366 dB
Gain	4.010 dBi

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

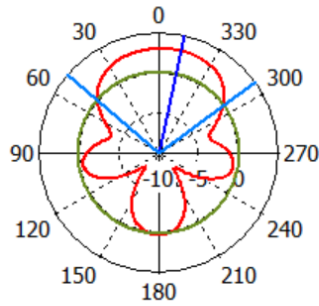
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



L-12 Hasil Pengukuran Optimasi Pola Radiasi (Vertikal) dengan CST 2019

Farfield Gain Abs (Theta=90)

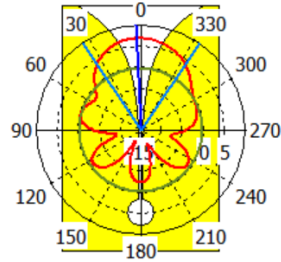


Phi / Degree vs. dBi

— farfield (f=1.2) [1]

Frequency = 1.2 GHz
 Main lobe magnitude = 3.02 dBi
 Main lobe direction = 348.0 deg.
 Angular width (3 dB) = 102.8 deg.
 Side lobe level = -2.8 dB

Farfield Directivity Abs (Theta=90)

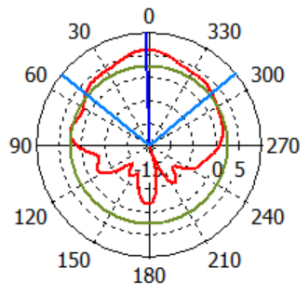


Phi / Degree vs. dBi

— farfield (f=2.4) [1]

Frequency = 2.4 GHz
 Main lobe magnitude = 6.83 dBi
 Main lobe direction = 3.0 deg.
 Angular width (3 dB) = 68.0 deg.
 Side lobe level = -6.9 dB

Farfield Directivity Abs (Theta=90)



Phi / Degree vs. dBi

— farfield (f=5.8) [1]

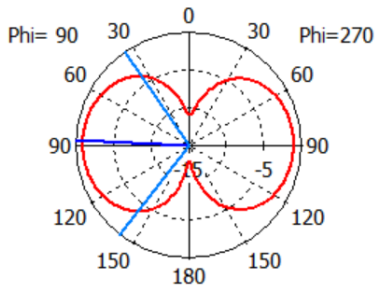
Frequency = 5.8 GHz
 Main lobe magnitude = 6.07 dBi
 Main lobe direction = 2.0 deg.
 Angular width (3 dB) = 100.7 deg.
 Side lobe level = -3.4 dB

POLITEKNIK

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-13 Hasil Pengukuran Optimasi Pola Radiasi (Horizontal) dengan CST 2019

Farfield Gain Abs (Phi=90)

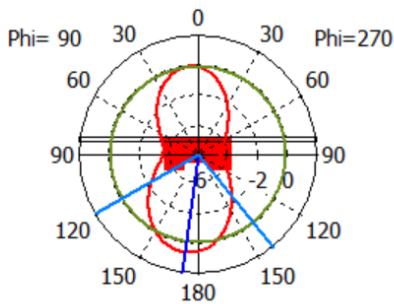


Theta / Degree vs. dBi

— farfield (f=1.2) [1]

Frequency = 1.2 GHz
Main lobe magnitude = -0.959 dBi
Main lobe direction = 87.0 deg.
Angular width (3 dB) = 107.9 deg.

Farfield Directivity Abs (Phi=90)

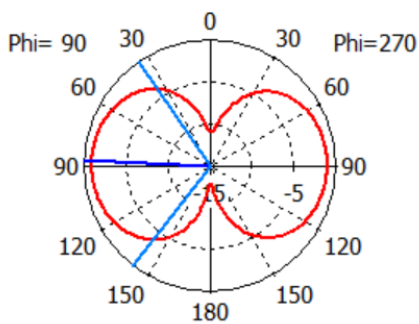


Theta / Degree vs. dBi

— farfield (f=2.4) [1]

Frequency = 2.4 GHz
Main lobe magnitude = 0.588 dBi
Main lobe direction = 172.0 deg.
Angular width (3 dB) = 99.4 deg.
Side lobe level = -0.7 dB

Farfield Gain Abs (Phi=90)



Theta / Degree vs. dBi

— farfield (f=1.2) [1]

Frequency = 1.2 GHz
Main lobe magnitude = -0.959 dBi
Main lobe direction = 87.0 deg.
Angular width (3 dB) = 107.9 deg.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-14 Hasil Pengukuran Retrun Loss dengan VNA



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-15 Hasil Pengukuran VSWR dengan VNA



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



L-16 Hasil Pengukuran Pola Radiasi (Horizontal) dalam Ruang Chamber

Sudut Elevation	1200 dB	MHz Phase	2400 dB	MHz Phase	5800 dB	MHz Phase
0	-61,521959	-42,7437	59,8717	54,52854	-60,091	64,04659
5	-62,954571	-27,593	68,2044	67,08434	65,2472	81,76239
10	-70,682381	-14,6069	-64,77	77,74892	66,2823	91,12212
15	-67,075833	2,359294	68,6025	92,33123	67,0837	107,4266
20	-78,104083	16,7098	64,6804	113,6721	68,7699	121,2277
25	-73,41004	26,04427	69,5729	120,8846	75,0927	133,5555
30	-65,822373	35,18632	-63,955	129,0476	64,9267	145,8767
35	-65,88409	46,44643	63,5341	142,9914	66,8063	146,4503
40	-64,624075	56,02938	64,8236	154,1562	-63,048	162,6443
45	-62,964536	66,38745	66,2749	162,113	67,7085	160,2785
50	-64,105284	60,68901	63,0878	166,0221	72,0378	159,2827
55	-80,372597	59,3147	84,1191	177,5086	72,9755	161,4357
60	-74,787463	71,85852	75,8398	156,7651	-83,725	140,2482
65	-73,218112	76,48959	72,3346	179,963	71,3026	136,9612
70	-68,83037	0,973468	66,1018	72,84513	68,1538	84,38162
75	-66,492834	-53,8841	63,1254	45,57949	67,0269	68,98187
80	-59,63894	-66,6109	65,4028	29,28114	62,2414	40,88616
85	-62,662072	-67,0784	62,2485	30,15464	60,0549	41,91862
90	-60,902087	-69,5032	59,1306	25,94395	60,1053	34,58551
95	-62,789029	-75,0753	63,5299	27,12416	61,0681	26,78419
100	-61,406623	-86,5473	60,0934	16,26762	61,7249	25,91949
105	-63,97098	-99,252	61,8207	-1,32821	59,5803	2,009156
110	-60,343984	-102,804	58,7414	-12,1244	61,2084	-0,8387
115	-63,676806	-116,792	62,2638	-24,4115	63,3674	-17,8341

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

120	-64,982417	-122,436	61,9099	-35,6342	-62,966	-33,9079
125	-62,381059	-144,32	60,7058	-36,6589	62,3645	-53,5088
130	-64,672154	-151,139	64,5164	-46,9403	-62,791	-73,8594
135	-63,105524	-165,11	62,4909	-66,718	64,1442	-112,617
140	-66,905044	156,833	67,9266	-111,199	68,8204	-122,83
145	-66,875177	31,88198	65,0598	-126,447	67,0659	140,7256
150	-68,545731	49,48077	66,8422	157,2346	68,4636	125,8317
155	-65,290785	44,45858	76,2026	80,94198	65,6684	96,55895
160	-66,119242	5,581455	68,3241	84,90386	70,4842	101,4001
165	-68,681358	0,064734	-72,048	102,1997	-65,859	84,05493
170	-67,86895	-9,35877	71,1785	87,74854	80,1211	78,58558
175	-69,896801	-34,4859	74,2724	83,92802	70,1979	40,05839
180	-83,378528	-53,904	78,6913	71,58859	81,8717	60,21016
185	-81,883898	-66,1452	68,6704	46,27033	72,8818	45,30829
190	-69,043451	-72,5101	63,0178	31,51084	67,2131	11,65252
195	-62,145457	-95,5431	65,6661	3,118498	62,5628	-3,89651
200	-62,995228	-100,893	67,0394	-6,57886	63,9319	-18,3882
205	-68,36053	-114,54	64,7938	-17,5244	64,8954	-19,6955
210	-62,193286	-121,389	60,6232	-19,557	61,0182	-26,6086
215	-63,680322	-131,317	63,5884	-50,6376	62,1457	-31,9965
220	-65,751436	-108,406	64,7637	-63,2918	79,1028	-29,5322
225	-67,54693	0,8226	66,4048	-169,02	62,4034	-23,2678
230	-65,990173	13,6737	64,9067	82,18818	64,4249	-69,7598
235	-69,207298	-26,7844	65,5255	73,69783	68,0536	-15,966
240	-69,84	-32,5599	76,0082	84,33169	69,3426	11,16664
245	-73,390971	-17,8778	66,5375	93,64817	68,1798	70,54122



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

250	-63,807209	-14,2399	64,4312	71,60897	66,4055	70,17439
255	-64,239858	-27,077	61,7639	74,69978	63,6987	56,58182
260	-62,746036	-23,1369	65,0299	84,55563	63,2152	83,06853
265	-62,052453	-22,6155	64,3064	74,10977	65,4791	80,40858
270	-65,888636	-30,6616	65,4235	76,75401	67,4464	54,20311
275	-67,964241	-16,4596	71,1458	87,11708	68,1889	71,55643
280	-70,51687	-25,9741	71,6838	97,02658	70,3989	107,429
285	-66,98455	-59,2889	68,0642	52,71715	69,4732	101,9753
290	-69,797144	144,6154	69,6099	-6,22768	64,2515	-175,512
295	-67,214673	-168,803	81,4388	-72,3505	-67,626	-110,8
300	-68,42302	-168,852	69,9696	-67,0921	67,6057	-66,8881
305	-64,785751	-160,452	67,4578	-52,5269	-68,487	-68,999
310	-69,291329	-149,607	63,6815	-44,1672	63,8083	-64,4244
315	-62,498899	-137,919	62,0114	-41,87	62,2676	-51,985
320	-66,122721	-130,707	62,6224	-33,729	64,2506	-37,8859
325	-62,538903	-124,915	60,0671	-23,2664	-62,015	-29,0169
330	-58,713497	-115,313	60,4497	-16,2821	-60,899	-15,5679
335	-63,165962	-104,634	60,4637	-5,77027	62,4391	-1,56148
340	-57,721468	-94,7472	62,2201	4,964071	61,4883	9,051137
345	-59,018342	-88,1922	59,0704	13,87994	-58,446	21,37395
350	-59,839667	-70,1912	-60,475	23,80265	60,3971	23,14646
355	-64,969444	-60,2582	59,6568	38,01614	61,3068	46,76522
360	-67,796267	-47,4031	-61,92	54,13965	63,3691	63,9132



L-17 Hasil Pengukuran Pola Radiasi (Vertikal) dalam Ruang Chamber

Sudut	1200	MHz	2400	MHz	5800	MHz
Azimuth	dB	Phase	dB	Phase	dB	Phase
0	47,8206	-42,7437	-46,411	54,52854	50,6124	64,04659
5	47,8785	-27,593	47,1749	67,08434	50,0697	81,76239
10	47,7217	-14,6069	46,7162	77,74892	49,9047	91,12212
15	48,3631	2,359294	48,2204	92,33123	49,7186	107,4266
20	48,0178	16,7098	47,8851	113,6721	50,1892	121,2277
25	48,4328	26,04427	-49,025	120,8846	51,4456	133,5555
30	49,8897	35,18632	-50,526	129,0476	52,6466	145,8767
35	50,0463	46,44643	49,8551	142,9914	52,1295	146,4503
40	49,7412	56,02938	50,8033	154,1562	53,2387	162,6443
45	51,5164	66,38745	51,8172	162,113	54,9281	160,2785
50	53,8402	60,68901	53,0129	166,0221	56,5833	159,2827
55	55,9707	59,3147	58,8759	177,5086	61,2336	161,4357
60	59,1144	71,85852	61,5005	156,7651	61,4454	140,2482
65	63,0748	76,48959	-70,462	179,963	64,0799	136,9612
70	64,1055	0,973468	75,5671	72,84513	58,9585	84,38162
75	61,9948	-53,8841	61,7228	45,57949	58,0867	68,98187
80	55,4339	-66,6109	56,1333	29,28114	58,2808	40,88616
85	54,3135	-67,0784	55,2615	30,15464	54,8561	41,91862
90	-53,24	-69,5032	52,3635	25,94395	53,3191	34,58551
95	51,9876	-75,0753	51,6495	27,12416	53,0884	26,78419
100	51,3748	-86,5473	51,0705	16,26762	54,1086	25,91949
105	51,5423	-99,252	51,6938	-1,32821	54,5829	2,009156
110	52,3306	-102,804	53,3832	-12,1244	55,9559	-0,8387

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

115	-	53,0481	-116,792	52,5154	-24,4115	58,5018	-17,8341
120	-	-55,905	-122,436	53,2589	-35,6342	59,3247	-33,9079
125	-	55,3288	-144,32	55,5695	-36,6589	60,3932	-53,5088
130	-	60,9734	-151,139	57,2556	-46,9403	61,6637	-73,8594
135	-	59,8253	-165,11	57,2634	-66,718	63,7098	-112,617
140	-	63,5759	156,833	61,9101	-111,199	62,7337	-122,83
145	-	64,7753	31,88198	63,8691	-126,447	68,4473	140,7256
150	-	65,8354	49,48077	64,0983	157,2346	62,1511	125,8317
155	-	66,9703	44,45858	74,5096	80,94198	62,5216	96,55895
160	-	62,0715	5,581455	62,7346	84,90386	61,5527	101,4001
165	-	59,7021	0,064734	58,4969	102,1997	62,0968	84,05493
170	-	58,7833	-9,35877	59,3848	87,74854	-57,858	78,58558
175	-	56,1906	-34,4859	57,8054	83,92802	62,5719	40,05839
180	-	57,0389	-53,904	57,8473	71,58859	58,4336	60,21016
185	-	55,6665	-66,1452	-56,192	46,27033	57,7203	45,30829
190	-	54,9415	-72,5101	55,9331	31,51084	56,6536	11,65252
195	-	56,9571	-95,5431	57,1646	3,118498	56,5732	-3,89651
200	-	56,1885	-100,893	56,0306	-6,57886	59,9767	-18,3882
205	-	59,7304	-114,54	58,5014	-17,5244	59,7764	-19,6955
210	-	60,6765	-121,389	61,6697	-19,557	-60,536	-26,6086
215	-	64,0637	-131,317	62,6878	-50,6376	61,3151	-31,9965
220	-	80,6462	-108,406	70,5627	-63,2918	64,7575	-29,5322
225	-	75,3996	0,8226	72,9892	-169,02	67,3879	-23,2678
230	-	68,0345	13,6737	73,5896	82,18818	76,6608	-69,7598
235	-	63,6149	-26,7844	62,4481	73,69783	75,9522	-15,966
240	-	59,8994	-32,5599	-57,552	84,33169	64,2054	11,16664



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

245	-	-	-	-	-	-
245	60,2348	-17,8778	57,4796	93,64817	67,2697	70,54122
250	-	-	-	-	-	-
250	55,7832	-14,2399	55,4514	71,60897	63,6888	70,17439
255	-	-	-	-	-	-
255	54,1274	-27,077	54,2076	74,69978	60,4496	56,58182
260	-	-	-	-	-	-
260	55,2661	-23,1369	53,6246	84,55563	60,3363	83,06853
265	-	-	-	-	-	-
265	53,8307	-22,6155	53,2737	74,10977	59,7781	80,40858
270	-	-	-	-	-	-
270	55,3217	-30,6616	53,9803	76,75401	58,1983	54,20311
275	-	-	-	-	-	-
275	56,5857	-16,4596	56,3891	87,11708	58,5303	71,55643
280	-	-	-	-	-	-
280	-59,486	-25,9741	61,0626	97,02658	60,6729	107,429
285	-	-	-	-	-	-
285	65,1864	-59,2889	65,0421	52,71715	72,6885	101,9753
290	-	-	-	-	-	-
290	-77,445	144,6154	76,7122	-6,22768	71,0341	-175,512
295	-	-	-	-	-	-
295	60,3955	-168,803	61,1561	-72,3505	-62,559	-110,8
300	-	-	-	-	-	-
300	55,2198	-168,852	54,4754	-67,0921	-57,818	-66,8881
305	-	-	-	-	-	-
305	51,7535	-160,452	51,2202	-52,5269	53,7938	-68,999
310	-	-	-	-	-	-
310	49,2679	-149,607	49,5342	-44,1672	52,8108	-64,4244
315	-	-	-	-	-	-
315	48,8124	-137,919	-48,223	-41,87	50,9821	-51,985
320	-	-	-	-	-	-
320	47,9065	-130,707	47,6011	-33,729	50,8219	-37,8859
325	-	-	-	-	-	-
325	46,8411	-124,915	46,3951	-23,2664	49,8817	-29,0169
330	-	-	-	-	-	-
330	47,0054	-115,313	46,0505	-16,2821	49,7399	-15,5679
335	-	-	-	-	-	-
335	46,4462	-104,634	45,9226	-5,77027	49,6342	-1,56148
340	-	-	-	-	-	-
340	46,4046	-94,7472	46,0025	4,964071	-49,184	9,051137
345	-	-	-	-	-	-
345	46,1593	-88,1922	45,6899	13,87994	48,9835	21,37395
350	-	-	-	-	-	-
350	-46,675	-70,1912	45,5069	23,80265	-49,795	23,14646
355	-	-	-	-	-	-
355	47,1114	-60,2582	46,6144	38,01614	-50,649	46,76522
360	-	-	-	-	-	-
360	47,1852	-47,4031	46,4206	54,13965	-49,689	63,9132