



UNIVERSITAS PERTAHANAN REPUBLIK INDONESIA

**DESAIN DAN OPTIMASI ANTENA VIVALDI UNTUK DETEKSI
TUMOR PAYUDARA SEBAGAI PENDUKUNG FASILITAS
ALAT KESEHATAN PADA RUMAH SAKIT MILITER**

ANIS KHOIRUN NISA NUR FAUZIAH 320210304003

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

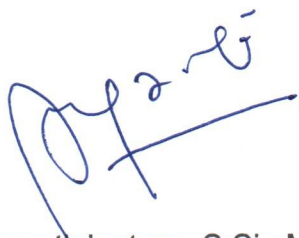
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER
PROGRAM STUDI FISIKA**

BOGOR, 2025

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Anis Khoirun Nisa Nur Fauziah
NIM : 320210304003
Program Studi : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul : Desain dan Optimasi Antena Vivaldi untuk Deteksi Tumor Payudara sebagai Pendukung Fasilitas Alat Kesehatan pada Rumah Sakit Militer

Dosen Pembimbing I,



Diyan Parwatiningtyas, S.Si., M.T., M.Sc.
NIP. 197801222024212001
Tanggal: 6 Agustus..... 2025

Dosen Pembimbing II,



Aditia Nur Bakti, S.T., Ph.D.
NIP. 198512122008121003
Tanggal: 8 Agustus..... 2025

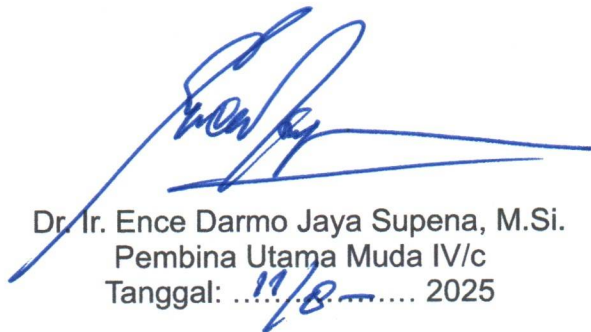
Mengetahui,

Kepala Program Studi Fisika,



M. Zuhni Piliang, S.Si., M.Eng.
Kolonel Tek NRP. 522657
Tanggal: 11 Agustus..... 2025

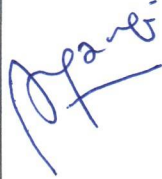
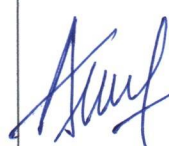
Dekan Fakultas MIPA Militer,



Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si.
Pembina Utama Muda IV/c
Tanggal: 11/8..... 2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Anis Khoirun Nisa Nur Fauziah
NIM : 320210304003
Program Studi : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul : Desain dan Optimasi Antena Vivaldi untuk Deteksi Tumor Payudara sebagai Pendukung Fasilitas Alat Kesehatan pada Rumah Sakit Militer

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dosen Pembimbing I: Diyan Parwatiningsy, S.Si., M.T., M.Sc. NIP.197801222024212001		6/8/25
2.	Dosen Pembimbing II: Aditia Nur Bakti, S.T., Ph.D. NIP.198512122008121003		8/8/25
3.	Dosen Penguji I: Adhi Kusumadjati, S.Pd., M.Si. NIP.199211172022031001		25/7/25
4.	Dosen Penguji II: Aditya Tri Oktaviana, S.Si., M.Si. NIP.199210082022031003		30/7/25

PERNYATAAN ORISINALITAS

Melalui ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat suatu karya atau bagian karya yang sebelumnya pernah disusun dan diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; serta sepanjang sepengetahuan saya pada penulisan skripsi ini juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab maupun bab dari karya yang pernah disusun atau diterbitkan; kecuali secara tertulis diajukan dalam naskah skripsi ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila pada kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menanggung sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, *11 Agustus* 2025



Anis Khoirun Nisa Nur

Fauziah

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Anis Khoirun Nisa Nur Fauziah

NIM : 320210304003

Program Studi : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalti-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Desain dan Optimasi Antena Vivaldi untuk Deteksi Tumor Payudara sebagai Pendukung Fasilitas Alat Kesehatan pada Rumah Sakit Militer

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor
Pada tanggal : 5 Agustus 2025
Yang menyatakan



Anis Khoirun Nisa Nur Fauziah
NIM. 320210304003

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala*, sebab berkat ridho dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul: “Desain dan Optimasi Antena Vivaldi untuk Deteksi Tumor Payudara sebagai Pendukung Fasilitas Alat Kesehatan pada Rumah Sakit Militer” dapat disusun.

Penyusunan skripsi ditujukan sebagai satu di antara beberapa syarat dalam memperoleh gelar kesarjanaan pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer Universitas Pertahanan Republik Indonesia.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan doa dari banyak pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer yang telah memberikan kesempatan serta dukungan kepada kami selama menjalani pendidikan di Universitas Pertahanan RI.
2. Kolonel Tek M. Zuhnir P., S.Si., M.Eng. selaku Kepala Program Studi Fisika atas arahan, bimbingan, serta fasilitas selama proses penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Diyan Parwatiningtyas, S.Si., M.T., M.Sc. dan Bapak Aditia Nur Bakti, S.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing kami, yang telah bersabar dalam memberikan masukan, motivasi, dan petunjuk dalam menyusun skripsi ini.
4. Kedua orang tua kami, Bapak Harun, S.E., dan Ibu Ismawati, yang senantiasa selalu mendukung dan mendoakan dalam kondisi apapun, serta menjadi sumber inspirasi utama dalam hidup kami.
5. Kedua adik kandung kami, Muhammad Shofwani, dan Hias Irsyadul Ibad Muchtar, yang memberikan do'a, dukungan, dan motivasi dalam melaksanakan pendidikan di Universitas Pertahanan RI.

6. Seseorang yang selalu menemani, memberi doa dan dukungan, serta semangat yang besar dalam penulisan ini, atas nama Hafidz Syahid Ilmansyah, S.Ked.
7. Keluarga asuh Einstein dan Basudewa yang telah memberi dukungan selama masa pendidikan kami.
8. Saudara seperjuangan Nara Dyaviksatra yang memberikan dukungan moral, semangat, dan menjadi tempat ternyaman dalam menjalankan pendidikan kami.

Akhir kata, smoga Allah *Subhanahu wa Ta'ala* membalas kebaikan kepada kita semua. Saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat saya harapkan untuk perbaikan dimasa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat memberikan sumbangan kecil dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Terimakasih.

Bogor, *11 Agustus* 2025

Anis Khoirun Nisa Nur Fauziah

ABSTRAK

DESAIN DAN OPTIMASI ANTENA VIVALDI UNTUK DETEKSI TUMOR PAYUDARA SEBAGAI PENDUKUNG FASILITAS ALAT KESEHATAN PADA RUMAH SAKIT MILITER

Tumor payudara merupakan penyebab kematian tertinggi kedua pada wanita, termasuk personel TNI wanita yang memiliki faktor risiko tambahan. Metode deteksi konvensional seperti *X-ray*, *USG*, dan *MRI* dinilai mahal dan berisiko radiasi, sehingga dibutuhkan sistem deteksi alternatif yang aman dan efisien. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengoptimasi antenna Vivaldi berbasis gelombang mikro sebagai sensor deteksi tumor payudara pada frekuensi 2–8 GHz, khususnya untuk mendukung fasilitas kesehatan rumah sakit militer. Penelitian dilakukan secara kuantitatif eksperimental dengan desain *Research and Development* menggunakan simulasi *CST Suite Studio 2019* dan validasi dengan alat ukur *Vector Network Analyzer* (VNA). Tiga parameter antenna yaitu panjang, lebar, dan *tapered slot* dimodifikasi dan diuji melalui simulasi dan pengukuran terhadap *phantom* jaringan payudara. Optimasi antenna menunjukkan peningkatan kinerja signifikan, seperti *return loss* mencapai di bawah -10 dB, nilai VSWR mendekati ideal (≈ 1), peningkatan *gain*, serta pola radiasi yang lebih terarah. Antena hasil optimasi mampu membedakan karakteristik jaringan sehat dan tumor dengan lebih akurat dibandingkan antenna sebelum optimasi. Pengubahan parameter fisik antenna vivaldi secara sistematis terbukti efektif meningkatkan performa deteksi tumor payudara berbasis gelombang mikro. Antena ini berpotensi besar sebagai sensor non-invasif, aman, dan aplikatif untuk deteksi dini tumor di rumah sakit militer.

Kata kunci: Antena Vivaldi, tumor payudara, gelombang mikro, *bandwidth*, rumah sakit militer

ABSTRACT

DESIGN AND OPTIMIZATION OF A VIVALDI ANTENNA FOR BREAST TUMOR DETECTION AS SUPPORT FOR MEDICAL FACILITY EQUIPMENT IN MILITARY HOSPITALS

Breast tumors are the second leading cause of death among women, including female military personnel who face additional risk factors. Conventional detection methods such as X-ray, ultrasound, and MRI are considered expensive and carry radiation risks, necessitating the development of an alternative detection system that is both safe and efficient. This study aims to design and optimize a Vivaldi antenna based on microwave technology as a sensor for breast tumor detection at frequencies of 2–8 GHz, specifically for supporting medical facilities in military hospitals. The research was conducted quantitatively and experimentally through a Research and Development design, utilizing CST Suite Studio 2019 simulations and validation with a Vector Network Analyzer (VNA) measurement tool. Three antenna parameters—length, width, and tapered slot—were modified and tested through simulations and measurements using breast tissue phantom models. The antenna optimization showed significant performance improvements, such as return loss below -10 dB, near-ideal VSWR values (≈ 1), increased gain, and more directional radiation patterns. The optimized antenna was able to more accurately distinguish between healthy tissue and tumor characteristics compared to the antenna before optimization. Systematic changes to the physical parameters of the Vivaldi antenna were proven to effectively enhance the performance of microwave-based breast tumor detection. This antenna has great potential as a non-invasive, safe, and practical sensor for early tumor detection in military hospitals.

Keyword: Vivaldi Antenna, breast tumor, microwaves, bandwidth, military hospitals

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN PROPOSAL SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Antena.....	6
2.1.2 Antena Mikrostrip	6
2.1.3 Antena Vivaldi	7
2.1.4 Parameter Antena	11
2.1.5 Gelombang Mikro.....	17
2.1.6 Deteksi Gelombang Mikro Terhadap Tumor Payudara.....	18
2.1.7 <i>Fast Fourier Transform</i> dan <i>Inverse Fast Fourier Transform</i>	20
2.1.8 <i>Phantom</i> Payudara	22
2.1.9 Karakteristik Dielektrik <i>Phantom</i> Payudara	22

2.2	Hasil Penelitian Terdahulu.....	24
2.3	Kerangka Berpikir	28
2.4	Hipotesis	29
BAB III METODE PENELITIAN		30
3.1	Metode dan Desain Penelitian	30
3.1.	Metode	30
3.1.2	Desain Penelitian	30
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	30
3.2.1	Tempat	30
3.2.2	Waktu	31
3.3	Alat dan Bahan.....	33
3.4	Variabel Penelitian.....	33
3.4.1	Variabel Bebas	33
3.4.2	Variabel Terikat.....	33
3.4.3	Variabel Kontrol.....	33
3.5	Prosedur Penelitian.....	34
3.5.1	Tahapan Simulasi.....	34
3.5.2	Tahapan Fabrikasi.....	35
3.5.3	Tahapan Pengambilan Data	36
3.5.4	Alur Penelitian	38
3.6	Metode Analisis	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1	Hasil	41
4.1.1	Dimensi dan Spesifikasi dari Antena Vivaldi dengan Menggunakan Simulasi	41
4.1.2	Perubahan Parameter Dimensi Optimasi Antena Vivaldi dengan Menggunakan Simulasi.....	47

4.1.3	Hasil Perbandingan Pengukuran <i>Vector Network Analyzer</i> (VNA) Antara Antena Vivaldi Sebelum dan Sesudah Optimasi yang Sudah Difabrikasi.....	54
4.1.4	Hasil Deteksi Tumor Payudara Menggunakan Antena Vivaldi Sebelum dan Sesudah Optimasi yang Sudah Difabrikasi.....	60
4.2	Pembahasan	64
4.2.1	Perancangan Desain Antena Vivaldi dengan Menggunakan Simulasi	64
4.2.2	Proses Optimasi Antena Vivaldi dengan Menggunakan Simulasi	67
4.2.3	Perbandingan Pengukuran <i>Vector Network Analyzer</i> (VNA) Antara Antena Vivaldi Sebelum dan Sesudah Optimasi yang Sudah Difabrikasi	69
4.2.4	Analisis Hasil Deteksi dari Antena Vivaldi Sesudah dan Sebelum Optimasi Terhadap Tumor Payudara yang Sudah Difabrikasi.....	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		75
5.1	Kesimpulan	75
5.2	Saran.....	76
5.2.1	Saran Teoritis	76
5.2.2	Saran Implementasi	76
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN		84

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Desain Tradisional Antena Vivaldi yang Diperkenalkan oleh Gibson	7
Gambar 2.2 Desain Antena Vivaldi	8
Gambar 2.3 Panjang <i>Stub Slotline</i> dan Panjang <i>Stub</i> Mikrostrip	11
Gambar 2.4 Sistem Antena	12
Gambar 2.5 Konsep S-Parameter pada Sistem Dua Terminal	12
Gambar 2.6 Sistem Koordinat untuk Pola Radiasi Antena	14
Gambar 2.7 Rentang Frekuensi yang Menjadi <i>Bandwidth</i>	15
Gambar 2.8 Skema <i>Set Up</i> Deteksi Tumor Payudara Menggunakan Sensor atau Antena	19
Gambar 2.9 Model <i>Phantom</i> Payudara dan Lapisannya	23
Gambar 2.10 Kerangka Berpikir	28
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian	38
Gambar 4.1 Skema Rancangan Desain Antena Vivaldi Sebelum Optimasi	42
Gambar 4.2 Desain Antena Vivaldi yang disimulasikan dengan Parameter Awal	43
Gambar 4.3 Grafik <i>Return Loss</i> Antena Vivaldi Asli dengan Menggunakan Simulasi	44
Gambar 4.4 Grafik VSWR Antena Vivaldi Asli dengan Menggunakan Simulasi	44
Gambar 4.5 Grafik S11 Antena Vivaldi Asli dengan Menggunakan Simulasi	45
Gambar 4.6 Grafik Pola Radiasi Antena Vivaldi Asli pada Frekuensi 3 GHz dengan Menggunakan Simulasi	45
Gambar 4.7 Grafik Pola Radiasi Antena Vivaldi Asli pada Frekuensi 4 GHz dengan Menggunakan Simulasi	46

Gambar 4.8 Grafik Pola Radiasi Antena Vivaldi Asli pada Frekuensi 5 GHz dengan Menggunakan Simulasi	46
Gambar 4.9 Grafik <i>Gain</i> Antena Vivaldi Asli pada Sudut 0 Derajat dengan Menggunakan Simulasi	47
Gambar 4.10 (a). Perancangan Antena Optimasi 1 (b). Perancangan Antena Optimasi 2 (c). Perancangan Antena Optimasi 3 dengan Menggunakan Simulasi.....	48
Gambar 4.11 Grafik S11 dari Ketiga Variasi Optimasi Antena Vivaldi dengan Menggunakan Simulasi	49
Gambar 4.12 Grafik S11 pada Perbedaan Masing-masing Parameter Dimensi Antena Vivaldi Optimasi dengan Menggunakan Simulasi.....	50
Gambar 4.13 Grafik <i>Return Loss</i> Antena Vivaldi Optimasi dengan Menggunakan Simulasi.....	51
Gambar 4.14 Grafik VSWR Antena Vivaldi Optimasi dengan Menggunakan Simulasi.....	51
Gambar 4.15 Grafik S11 Antena Vivaldi Optimasi dengan Menggunakan Simulasi.....	52
Gambar 4.16 Grafik Pola Radiasi Antena Vivaldi Optimasi pada Frekuensi 3 GHz dengan Menggunakan Simulasi	52
Gambar 4.17 Grafik Pola Radiasi Antena Vivaldi Optimasi pada Frekuensi 4 GHz dengan Menggunakan Simulasi	53
Gambar 4.18 Grafik Pola Radiasi Antena Vivaldi Optimasi pada Frekuensi 5 GHz dengan Menggunakan Simulasi	53
Gambar 4.19 Grafik <i>Gain</i> Antena Vivaldi Optimasi pada Sudut 0 Derajat dengan Menggunakan Simulasi	54
Gambar 4.20 Grafik <i>Return Loss</i> Pengukuran VNA Antara Antena Vivaldi Sebelum dan Sesudah Optimasi yang Sudah Difabrikasi..	55

Gambar 4.21	Grafik VSWR Pengukuran VNA Antara Antena Vivaldi Sebelum dan Sesudah Optimasi yang Sudah Difabrikasi	55
Gambar 4.22	Grafik S11 Pengukuran VNA Antara Antena Vivaldi Sebelum dan Sesudah Optimasi yang Sudah Difabrikasi.....	56
Gambar 4.23	(a). Grafik Pola Radiasi Antena Vivaldi Asli yang Sudah Difabrikasi pada Frekuensi 3 GHz (b). Grafik Pola Radiasi Antena Vivaldi Optimasi yang Sudah Difabrikasi pada Frekuensi 3 GHz.....	57
Gambar 4.24	(a). Grafik Pola Radiasi Antena Vivaldi Asli yang Sudah Difabrikasi pada Frekuensi 4 GHz (b). Grafik Pola Radiasi Antena Vivaldi Optimasi yang Sudah Difabrikasi pada Frekuensi 4 GHz.....	58
Gambar 4.25	(a). Grafik Pola Radiasi Antena Vivaldi Asli yang Sudah Difabrikasi pada Frekuensi 5 GHz (b). Grafik Pola Radiasi Antena Vivaldi Optimasi yang Sudah Difabrikasi pada Frekuensi 5 GHz.....	59
Gambar 4.26	Grafik <i>Gain</i> Pengukuran VNA Antara Antena Vivaldi Sebelum dan Sesudah Optimasi yang Sudah Difabrikasi.....	60
Gambar 4.27	<i>Set Up</i> Deteksi Tumor Payudara Menggunakan Antena Vivaldi	61
Gambar 4.28	Grafik S11 Deteksi Jaringan Sehat Payudara Menggunakan Antena Vivaldi Asli dan Antena Vivaldi Optimasi.....	62
Gambar 4.29	Grafik S11 Deteksi Jaringan Tumor Payudara Menggunakan Antena Vivaldi Asli dan Antena Vivaldi Optimasi.....	62
Gambar 4.30	Grafik S21 Deteksi Jaringan Sehat Payudara Menggunakan Antena Vivaldi Asli dan Antena Vivaldi Optimasi.....	63
Gambar 4.31	Grafik S21 Deteksi Jaringan Tumor Payudara Menggunakan Antena Vivaldi Asli dan Antena Vivaldi Optimasi.....	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat Dielektrik Jaringan Payudara	23
Tabel 2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	24
Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	31
Tabel 3.2 Spesifikasi Antena yang akan Dirancang	34
Tabel 4.1 Parameter Awal Dimensi Antena Vivaldi Sebelum Optimasi.....	41
Tabel 4.2 Tiga Variasi Optimasi Antena Vivaldi	48
Tabel 4.3 Parameter Dimensi Antena Vivaldi Setelah Dioptimasi	49
Tabel 4.4 Material Jaringan Payudara.....	61

