



**PENENTUAN ALGORITMA OPTIMASI 4 PARAMETER
ANTENA MIKROSTRIP FRAKTAL SIERPINSKI GASKET
BERBASIS *MACHINE LEARNING* UNTUK WI-FI 7
FREKUENSI 2,4 GHZ**

SKRIPSI

MAYORI PERMITHA

2110314060

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

2025



**PENENTUAN ALGORITMA OPTIMASI 4 PARAMETER
ANTENA MIKROSTRIP FRAKTAL SIERPINSKI GASKET
BERBASIS *MACHINE LEARNING* UNTUK WI-FI 7
FREKUENSI 2,4 GHZ**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik**

**MAYORI PERMITHA
2110314060**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
2025**

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi yang diajukan oleh:

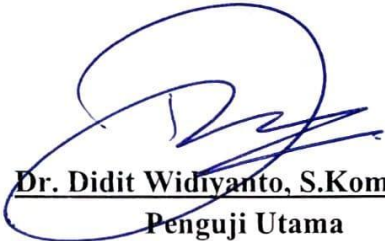
Nama : Mayori Permitha

NIM : 2110314060

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

Judul Skripsi : Penentuan Algoritma Optimasi 4 Parameter Antena Mikrostrip
Fraktal Sierpinski Gasket Berbasis *Machine Learning* Untuk
Wi- Fi 7 Frekuensi 2,4 GHz

telah berhasil dipertahankan dihadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian
persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program
Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional
Veteran Jakarta.



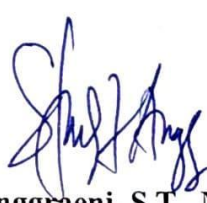
Dr. Didit Widiyanto, S.Kom, M.Si
Penguji Utama



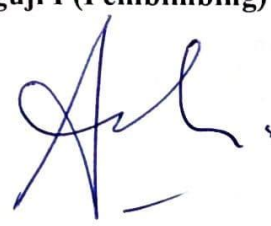
Dr. Muhammad Alif Razi, S.Pi.,
M.Sc
Penguji Lembaga



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri,
S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
Pelaksana Tugas (Plt.) Dekan
Fakultas Teknik



Silvia Anggraeni, S.T., M.Sc.,
Ph.D.
Penguji I (Pembimbing)



Ir. Achmad Zuchriadi P.,
S.T., M.T.
Kepala Program Studi
Teknik Elektro

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 17 Juli 2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

**PENENTUAN ALGORITMA OPTIMASI 4 PARAMETER
ANTENA MIKROSTRIP FRAKTAL SIERPINSKI GASKET
BERBASIS *MACHINE LEARNING* UNTUK WI-FI 7
FREKUENSI 2,4 GHZ**

Mayori Permitha

2110314060

Disetujui oleh,

Pembimbing I



Silvia Anggraeni, S.T., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing II



Ir. Yosy Rahmawati, S.S.T., M.T.

Mengetahui,

**Kepala Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta**



Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T.

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi tersebut merupakan hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun digunakan sebagai rujukan telah saya nyatakan benar.

Nama : Mayori Permitha

NIM : 2110314060

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 25 Juli 2025

Yang menyatakan,



Mayori Permitha

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai *civitas academica* Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta,
saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mayori Permitha

NIM : 2110314060

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalti-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENENTUAN ALGORITMA OPTIMASI 4 PARAMETER ANTENA MIKROSTRIP FRAKTAL SIERPINSKI GASKET BERBASIS *MACHINE* *LEARNING* UNTUK WI-FI 7 FREKUENSI 2,4 GHZ

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola (dalam bentuk pangkalan data), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 25 Juli 2025

Yang menyatakan,



Mayori Permitha

**PENENTUAN ALGORITMA OPTIMASI 4 PARAMETER
ANTENA MIKROSTRIP FRAKTAL SIERPINSKI GASKET
BERBASIS MACHINE LEARNING UNTUK WIFI 7
FREKUENSI 2,4 GHZ**

Mayori Permitha

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan algoritma optimasi berbasis *machine learning* yang paling sesuai untuk empat parameter antenna mikrostrip fraktal Sierpinski Gasket pada frekuensi 2,4 GHz untuk aplikasi Wi-Fi 7, yaitu *return loss*, *gain*, VSWR, dan *bandwidth*. Empat algoritma *machine learning* yang dievaluasi adalah K-Nearest Neighbor (KNN), Decision Tree, Random Forest, dan Support Vector Regression (SVR). Sebanyak 424 variasi desain antenna disimulasikan menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite dengan dua jenis substrat, FR-4 dan RT/duroid 5880, untuk membangun *dataset* yang komprehensif. Hasil analisis menunjukkan performa unggul dari algoritma yang berbeda untuk setiap parameter: KNN untuk *return loss* ($R^2=0,9837$), SVR untuk VSWR ($R^2=0,9986$), serta Random Forest untuk *bandwidth* ($R^2=0,7042$) dan *gain* ($R^2=0,8701$). Algoritma-algoritma terbaik ini kemudian diintegrasikan dengan metode Random Search yang dilengkapi sistem skor berbobot untuk menemukan desain antenna optimal. Optimasi merekomendasikan desain antenna model pertama dengan substrat RT/duroid 5880. Verifikasi melalui simulasi mengonfirmasi performa unggul antenna hasil optimasi dengan *return loss* -41,65 dB, VSWR 1,01, *bandwidth* 166,4 MHz, dan *gain* 4,56 dBi pada frekuensi 2,4086 GHz. Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa integrasi *machine learning* dapat mengubah desain antenna yang awalnya tidak fungsional menjadi sangat efisien dan memenuhi spesifikasi Wi-Fi 7.

Kata kunci: Antena Mikrostrip; Fraktal Sierpinski Gasket; Machine Learning; Optimasi; Wi-Fi 7

DETERMINATION OF OPTIMIZATION ALGORITHMS FOR 4 PARAMETERS OF A SIERPINSKI GASKET FRACTAL MICROSTRIP ANTENNA BASED ON MACHINE LEARNING FOR WI-FI 7 AT 2.4 GHZ FREQUENCY

Mayori Permitha

ABSTRACT

This research aims to determine the most suitable machine learning-based optimization algorithms for four parameters of Sierpinski Gasket fractal microstrip antennas at 2.4 GHz for Wi-Fi 7 applications: return loss, gain, VSWR, and bandwidth. The four machine learning algorithms evaluated were K-Nearest Neighbor (KNN), Decision Tree, Random Forest, and Support Vector Regression (SVR). A comprehensive dataset was built from 424 variations of antenna designs simulated using CST Studio Suite software with two types of substrates, FR-4 and RT/duroid 5880. The performance analysis showed that different algorithms excelled for each parameter: KNN for return loss ($R^2=0.9837$), SVR for VSWR ($R^2=0.9986$), and Random Forest for both bandwidth ($R^2=0.7042$) and gain ($R^2=0.8701$). These best-performing algorithms were then integrated with the Random Search method, equipped with a weighted scoring system, to find the optimal antenna design. The optimization recommended the first antenna model design with an RT/duroid 5880 substrate. Verification through simulation confirmed the superior performance of the optimized antenna with a return loss of -41.65 dB, VSWR of 1.01, bandwidth of 166.4 MHz, and gain of 4.56 dBi at a frequency of 2.4086 GHz. This study successfully demonstrated that the integration of machine learning can effectively transform initially non-functional antenna designs into highly efficient ones that fully meet Wi-Fi 7 specifications.

Keywords: Microstrip Antenna; Sierpinski Gasket Fractal; Machine Learning; Optimization; Wi-Fi 7

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“PENENTUAN ALGORITMA OPTIMASI 4 PARAMETER ANTENA MIKROSTRIP FRAKTAL SIERPINSKI GASKET BERBASIS *MACHINE LEARNING* UNTUK WI-FI 7 FREKUENSI 2,4 GHZ”** dengan baik. Selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis tentunya tidak dapat melakukannya tanpa adanya bantuan dan dukungan dari pihak lain. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa selama penulisan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Silvia Anggraeni, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu penulis dengan memberikan saran-saran yang bersifat membangun dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Yosy Rahmawati, S.S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan saran-saran yang sangat membantu.
4. Teman-teman Teknik Elektro 2021, terutama Alia, Cantika, Josephin yang telah membantu dan memotivasi penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Cindy Kaillah Nurjanah dan Fazzya Harizky Pratama selaku teman seperjuangan penulis dari persiapan seminar proposal hingga Tugas Akhir ini tuntas.
6. Galuh, Aziza, Trisha, Devi, Zahra dan Almaz yang telah mendukung dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Bimo Pradipto Asmorojati yang senantiasa menemani perjalanan lika-liku penulisan Tugas Akhir ini dari awal hingga selesai.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna serta masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih atas saran dan kritik yang membangun untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan rekan mahasiswa UPN Veteran Jakarta.

Jakarta, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Antena Mikrostrip	8
2.3 Antena Mikrostrip Fraktal Sierpinski Gasket	10
2.4 Jumlah Segitiga	11
2.5 Panjang Sisi Segitiga Dasar	11
2.6 Panjang Sisi Segitiga Model Desain	12
2.7 Tinggi Segitiga Model Desain	12
2.8 Panjang Groundplane (Lg).....	12
2.9 Lebar Groundplane (Wg)	12
2.10 Panjang Saluran Microstrip Line (Lf)	13
2.11 Lebar Saluran Microstrip Line (Wf)	13
2.12 Return Loss	14
2.13 Gain	14

2.14	Bandwidth	14
2.15	VSWR	15
2.16	CST Studio	16
2.17	Random Search	16
2.18	Polynomial Features	16
2.19	Standard Scaler	17
2.20	Machine Learning	17
2.21	K-Nearest Neighbor (KNN)	18
2.22	Decision Tree	18
2.23	Random Forest	19
2.24	Support Vector Regression (SVR)	19
2.25	Python	19
2.26	Google Colaboratory	20
2.27	Scikit-Learn	20
2.28	Mean Absolute Error	20
2.29	Mean Square Error	21
2.30	R-Square	21
BAB 3 METODE PENELITIAN		22
3.1	Tahapan Penelitian	22
3.2	Identifikasi Masalah	23
3.3	Studi Literatur	23
3.4	Perhitungan Dimensi Antena	23
3.4.1	Spesifikasi Antena	24
3.4.2	Perhitungan Jumlah Segitiga	25
3.4.3	Perhitungan Panjang Sisi Segitiga Dasar	26
3.4.4	Perhitungan Panjang Sisi Segitiga Model Desain	26
3.4.5	Perhitungan Tinggi Segitiga Model	27
3.4.6	Panjang <i>Groundplane</i> (L_g)	28
3.4.7	Lebar <i>Groundplane</i> (W_g)	28
3.4.8	Panjang Saluran Microstrip Line	29
3.4.9	Lebar Saluran Microstrip Line	29
3.5	Desain Antena	30
3.6	Simulasi Hasil Parameter Antena	31
3.7	Perancangan Algoritma Machine Learning	31
3.8	Evaluasi Algoritma Machine Learning	32
3.9	Analisis Algoritma Machine Learning	32

3.10	Optimasi Parameter Antena dan Verifikasi Hasil	32
3.11	Jadwal Penelitian.....	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Analisis Desain dan Performa Antena Awal.....	34
4.1.1	Performa Antena dengan Substrat FR-4	34
4.1.2	Performa Antena dengan Substrat RT/duroid 5880	42
4.1.3	Perbandingan Kinerja Substrat.....	49
4.2	Pengumpulan dan Persiapan Dataset untuk Machine Learning.....	50
4.2.1	Proses Pengumpulan Data Menggunakan CST Studio Suite.....	51
4.2.2	Pra-Pemrosesan dan Pembagian Dataset	53
4.3	Analisis Performa Algoritma Machine Learning	56
4.3.1	Return Loss (S11)	57
4.3.2	Bandwidth	59
4.3.3	VSWR	61
4.3.4	Gain.....	63
4.4	Optimasi Parameter Antena dan Verifikasi Hasil	65
4.4.1	Proses Optimasi Desain Antena Menggunakan Algoritma Terbaik .	65
4.4.2	Verifikasi Performa Antena Hasil Optimasi	70
4.4.3	Perbandingan Performa Antena Awal dengan Antena Optimasi	73
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		76
5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen Antena	9
Gambar 2.2 Bentuk Patch Antena	9
Gambar 2.3 Model Fraktal Sierpinski Gasket	11
Gambar 2.4 Ilustrasi Ruang Pencarian pada Random Search	16
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Gambar Model Desain Antena pada CST Studio	30
Gambar 3.3 Dimensi Antena	30
Gambar 4.1 Desain Antena Model 0-3 Substrat FR-4	34
Gambar 4.2 Grafik S11 Antena Model 0 dengan Substrat FR-4.....	35
Gambar 4.3 Grafik VSWR Antena Model 0 dengan Substrat FR-4	36
Gambar 4.4 Grafik Gain Antena Model 0 dengan Substrat FR-4	36
Gambar 4.5 Grafik S11 Antena Model 1 dengan Substrat FR-4.....	37
Gambar 4.6 Grafik VSWR Antena Model 1 dengan Substrat FR-4	37
Gambar 4.7 Grafik Gain Antena Model 1 dengan Substrat FR-4	38
Gambar 4.8 Grafik S11 Antena Model 2 dengan Substrat FR-4.....	38
Gambar 4.9 Grafik Bandwidth Antena Model 2 dengan Substrat FR-4	38
Gambar 4.10 Grafik VSWR Antena Model 2 dengan Substrat FR-4	39
Gambar 4.11 Grafik Gain Antena Model 2 dengan Substrat FR-4	39
Gambar 4.12 Grafik S11 Antena Model 3 dengan Substrat FR-4.....	40
Gambar 4.13 Grafik Bandwidth Antena Model 3 dengan Substrat FR-4	40
Gambar 4.14 Grafik VSWR Antena Model 3 dengan Substrat FR-4	41
Gambar 4.15 Grafik Gain Antena Model 3 dengan Substrat FR-4	41
Gambar 4.16 Desain Antena Model 0-3 Substrat RT/duroid 5880	42
Gambar 4.17 Grafik S11 Antena Model 0 dengan Substrat RT/duroid 5880	43
Gambar 4.18 Grafik VSWR Antena Model 0 dengan Substrat RT/duroid 5880	44
Gambar 4.19 Grafik Gain Antena Model 0 dengan Substrat RT/duroid 5880....	44
Gambar 4.20 Grafik S11 Antena Model 1 dengan Substrat RT/duroid 5880	45
Gambar 4.21 Grafik VSWR Antena Model 1 dengan Substrat RT/duroid 5880	45
Gambar 4.22 Grafik Gain Antena Model 1 dengan Substrat RT/duroid 5880....	46
Gambar 4.23 Grafik S11 Antena Model 2 dengan Substrat RT/duroid 5880	46
Gambar 4.24 Grafik VSWR Antena Model 2 dengan Substrat RT/duroid 5880	46
Gambar 4.25 Grafik Gain Antena Model 2 dengan Substrat RT/duroid 5880....	47
Gambar 4.26 Grafik S11 Antena Model 3 dengan Substrat RT/duroid 5880	47
Gambar 4.27 Grafik VSWR Antena Model 3 dengan Substrat RT/duroid 5880	48
Gambar 4.28 Grafik Gain Antena Model 3 dengan Substrat RT/duroid 5880....	48
Gambar 4.29 Dataset dengan Bandwidth 0 dan S11 Minimum di atas -10 dB...	54
Gambar 4.30 Kode Program Polynomial Features.....	54
Gambar 4.31 Output Dataset setelah Polynomial Features diterapkan	54
Gambar 4.32 Kode Program Pembagian Dataset Training dan Testing	54
Gambar 4.33 Output Dataset setelah Standard Scaler diterapkan	55
Gambar 4.34 Kode Program Randomized Search.....	56
Gambar 4.35 Proses Optimasi Desain Antena Dengan Algoritma Terbaik	66
Gambar 4.36 Kode Program Filter Kombinasi Parameter Dimensi Antena	67
Gambar 4.37 Kode Program Pembobotan Skor Prediksi Performa Antena.....	67
Gambar 4.38 Grafik Hasil Verifikasi Simulasi Parameter S11	71
Gambar 4.39 Grafik Hasil Verifikasi Simulasi Parameter Bandwidth.....	71

Gambar 4.40	Grafik Hasil Verifikasi Simulasi Parameter VSWR.....	72
Gambar 4.41	Grafik Hasil Verifikasi Simulasi Parameter Gain	72
Gambar 4.42	Perbandingan Performa S11 Antena Awal dan Optimasi	73
Gambar 4.43	Perbandingan Performa VSWR Antena Awal dan Optimasi	74
Gambar 4.44	Perbandingan Performa Gain Antena Awal dan Optimasi	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 3.1 Spesifikasi Antena.....	24
Tabel 3.2 Spesifikasi Substrat FR-4	24
Tabel 3.3 Dimensi Desain Antena.....	31
Tabel 3.4 Jadwal Penelitian.....	32
Tabel 4.1 Dimensi Awal Antena Model 0-3 Substrat FR-4	35
Tabel 4.2 Dimensi Awal Antena Model 0-3 Substrat RT/duroid 5880.....	43
Tabel 4.3 Perbandingan Performa Antena Substrat FR-4 dan RT/duroid 5880...	49
Tabel 4.4 Fitur-fitur Dataset Hasil Simulasi Antena	51
Tabel 4.5 Dimensi Antena dengan Substrat FR4	52
Tabel 4.6 Dimensi Antena dengan Substrat RT Duroid 5880.....	52
Tabel 4.7 Distribusi Data Parameter Performa Antena	53
Tabel 4.8 Performa 4 Algoritma Machine Learning dengan data S11	57
Tabel 4.9 Performa 4 Algoritma Machine Learning dengan data Bandwidth	59
Tabel 4.10 Performa 4 Algoritma Machine Learning dengan data VSWR	61
Tabel 4.11 Performa 4 Algoritma Machine Learning dengan data Gain	63
Tabel 4.12 Algoritma Terbaik Untuk Setiap Parameter Performa Antena	65
Tabel 4.13 Hasil Skor Tertinggi beserta Prediksi Performa Antena	69
Tabel 4.14 Parameter Dimensi Antena dari Random Search	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Dataset Bandwidth Antena*

Lampiran 2 Kode Program Algoritma *Machine Learning*

Lampiran 3 Kode Program *Random Search* dengan Algoritma Terbaik

Lampiran 4 Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing