

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN
PENCATUAN *COPLANAR WAVEGUIDE* (CPW) SEBAGAI
TRANSDUSER UNTUK PENGUKURAN pH LARUTAN
EKSTRAK TANAH**



Intelligentia - Dignitas

RIDO AZMI

1513622060

PROGRAM STUDI

PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2026

HALAMAN JUDUL
RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN
PENCATUAN *COPLANAR WAVEGUIDE* (CPW) SEBAGAI
TRANSDUSER UNTUK PENGUKURAN pH LARUTAN
EKSTRAK TANAH



RIDO AZMI

1513622060

Intelligentia - Dignitas
PROGRAM STUDI

PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2026

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Rancang Bangun Antena Mikrostrip Dengan Pencatutan
Coplanar Waveguide (CPW) Sebagai Transduser Untuk
Pengukuran pH Larutan Ekstrak Tanah

Penyusun : Rido Azmi

NIM : 1513622060

Tanggal Ujian : 29, Juni 2026

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Prof. Dr. Efri Sandi, S.Pd., M.T.
NIP. 197502022008121002


Dr. Inf. Sc. Aodah Diamah, M.Eng.
NIP. 197809192005012003

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Ketua Penguji,

Sekretaris,

Dosen Ahli,


Dr. Wisnu Djatmiko, M.T.
NIP. 196702141992031001


Bagus Tri Kuncoro, S.T., M.T.
NIP. 199503072025061006


Muhamad Wahyu Iqbal, M.T.
NIP. 199611062024061001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika


Dr. Baso Maruddani, S.T., M.T.
NIP. 198305022008011006

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan Saya ini dibuat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 20 Mei 2025



Rido Azmi

NIM. 1513622060

Intelligentia - Ignitas

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Dengan Pencatutan *Coplanar Waveguide* (CPW) Sebagai Transduser Untuk Pengukuran pH Larutan Ekstrak Tanah" dapat disusun dengan baik dan lancar.

Penyusunan skripsi ini tentu tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Baso Maruddani, M.T., selaku Koordinator Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektronika.
2. Prof. Dr. Efri Sandi, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan saran, arahan, dan masukan yang sangat berarti dalam penyelesaian penelitian ini.
3. Dr. Inf. Sc. Aodah Diamah, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan saran, arahan, dan masukan yang sangat berarti dalam penyelesaian penelitian ini.
4. Orang tua, serta keluarga, yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, serta motivasi yang tiada henti selama Peneliti menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan, serta menjadi referensi bagi Pembaca, dan bagi penelitian selanjutnya.

Jakarta, 20 Mei 2026

Peneliti,


Rido Azmi

Rancang Bangun Antena Mikrostrip Dengan Pencatutan *Coplanar Waveguide* (CPW) Sebagai Transduser Untuk Pengukuran pH Larutan Ekstrak Tanah

Rido Azmi (1513622060)

Dosen Pembimbing:

Prof. Dr. Efri Sandi, M.T. dan Dr. Inf. Sc. Aodah Diamah, M.Eng.

ABSTRAK

Pengukuran pH tanah merupakan parameter penting dalam bidang pertanian karena memengaruhi tingkat kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan mengembangkan antena mikrostrip dengan pencatutan *Coplanar Waveguide* (CPW) sebagai transduser berbasis gelombang mikro untuk pengukuran pH larutan hasil ekstraksi tanah. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* dengan model pengembangan *Rapid Prototyping*, yang meliputi tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan, simulasi, optimasi, fabrikasi, pengujian, dan analisis produk. Antena dirancang menggunakan substrat FR-4 dengan optimasi *U-Slot* untuk menghasilkan karakteristik multiband pada frekuensi 2,4 GHz dan 5,8 GHz, serta *Annular Ring Slot* (ARS) untuk meningkatkan performa antena. Hasil simulasi menunjukkan antena beresonansi pada frekuensi 2,41 GHz dan 5,79 GHz. Hasil pengukuran menggunakan LiteVNA 64 menunjukkan antena hasil fabrikasi tetap bekerja dengan baik pada frekuensi 2,445 GHz dengan nilai *return loss* (S11) sebesar -18,03 dB dan VSWR 1,287, serta pada frekuensi 5,8 GHz dengan nilai *return loss* (S11) sebesar -20,30 dB dan VSWR 1,213. Pengujian sebagai transduser pH larutan hasil ekstraksi tanah menunjukkan adanya perubahan nilai *return loss* (S11) pada frekuensi 2,445 GHz yang cenderung konsisten terhadap variasi lima sampel pH yang diuji. Hasil analisis regresi linear sederhana menghasilkan model prediksi pH, yaitu $Y = -2,003X - 18,724$, serta menunjukkan koefisien korelasi sebesar 0,976, koefisien determinasi sebesar 0,953, dan kemampuan prediksi yang cukup baik pada kondisi pengujian penelitian ini. Berdasarkan hasil tersebut, antena mikrostrip berpencatutan CPW yang dikembangkan memenuhi karakteristik dasar sebagai antena sekaligus menunjukkan potensi awal sebagai prototipe transduser untuk memprediksi pH larutan hasil ekstraksi tanah melalui perubahan nilai *return loss* (S11).

Kata kunci: *Antena mikrostrip, Coplanar waveguide (CPW), Microwave sensing, pH larutan ekstrak tanah, Transduser*

Intelligentia - Dignitas

***Design and Development of a Coplanar Waveguide (CPW) Fed Microstrip
Antenna as a Transducer for pH Measurement of Soil Extract Solution***

Rido Azmi (1513622060)

Supervisor: Prof. Dr. Efri Sandi, M.T. and Dr. Inf. Sc. Aodah Diamah, M.Eng.

ABSTRACT

Soil pH measurement is an important parameter in agriculture because it affects soil fertility and plant growth. This study aims to develop a microstrip antenna with a Coplanar Waveguide (CPW) feed as a microwave-based transducer for measuring the pH of soil extract solutions. The research employed a Research and Development (R&D) approach using the Rapid Prototyping development model, which consisted of the stages of needs identification, design, simulation, optimization, fabrication, testing, and product evaluation. The antenna was designed using an FR-4 substrate with a U-Slot optimization to achieve multiband characteristics at 2.4 GHz and 5.8 GHz, while an Annular Ring Slot (ARS) was incorporated to improve antenna performance. Simulation results showed that the antenna resonated at 2.41 GHz and 5.79 GHz. Measurements using the LiteVNA 64 indicated that the fabricated antenna operated satisfactorily at 2.445 GHz with a return loss (S_{11}) of -18.03 dB and a VSWR of 1.287, as well as at 5.8 GHz with a return loss (S_{11}) of -20.30 dB and a VSWR of 1.213. Experimental evaluation as a transducer for soil extract solution pH demonstrated that the return loss (S_{11}) at 2.445 GHz exhibited a consistent response to variations in the pH values of five soil extract solution samples. Simple linear regression analysis produced the pH prediction model $Y = -2.003X - 18.724$. The regression model yielded a correlation coefficient of 0.976, a coefficient of determination of 0.953, and reasonably good predictive capability under the testing conditions of this study. These results indicate that the developed antenna is shows preliminary potential as a transducer and has potential as a basis for further development toward soil pH measurement after additional validation.

Keywords: Coplanar Waveguide (CPW), Microstrip antenna, Microwave sensing, Soil Extract Solution pH, Transducer.

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR ISI

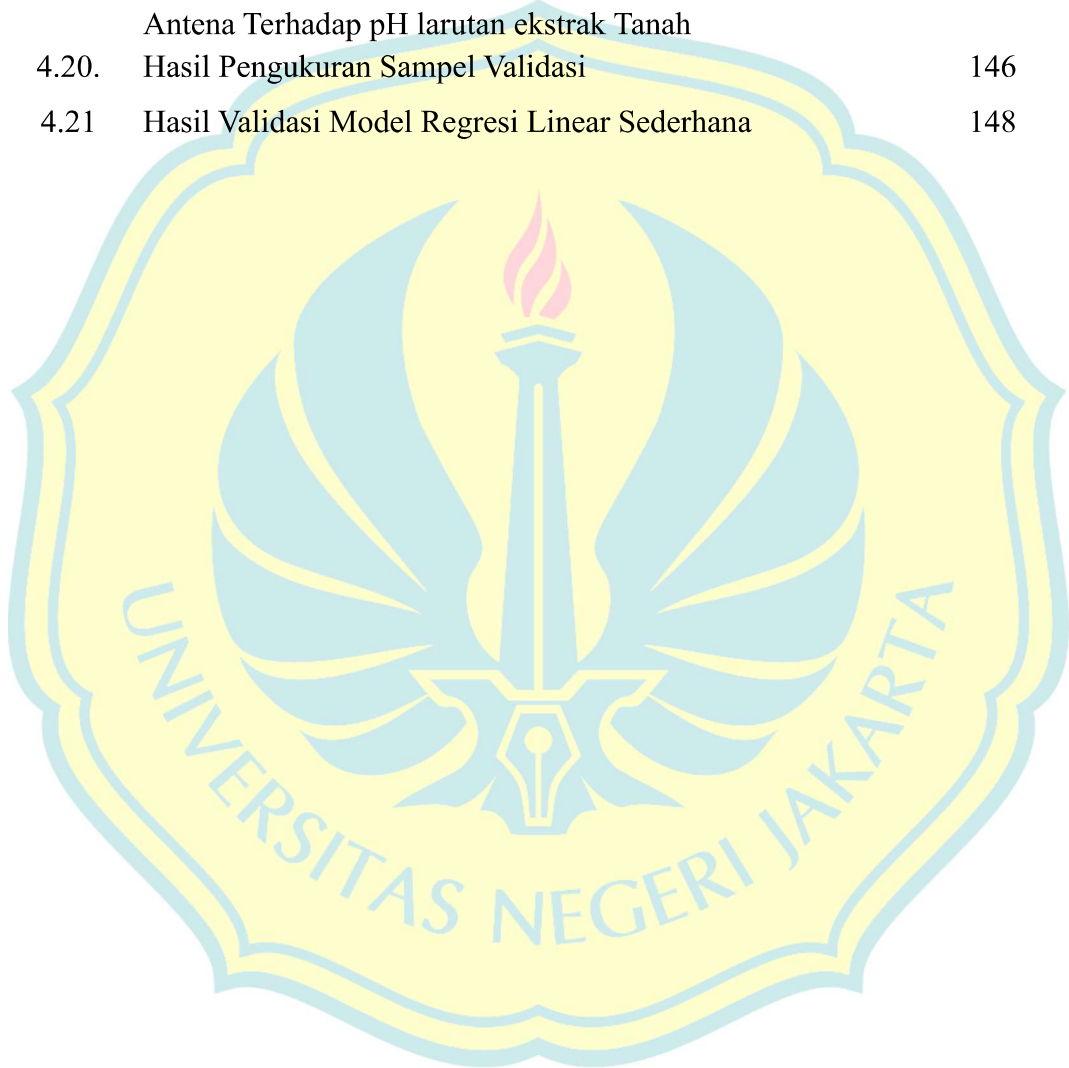
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah	7
1.3. Pembatasan Masalah	7
1.4. Perumusan Masalah.....	9
1.5. Tujuan Penelitian	9
1.6. Manfaat Penelitian.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. Konsep Pengembangan Produk.....	10
2.2. Konsep Produk Yang Dikembangkan.....	13
2.3. Kerangka Teoritik	19
2.4. Rancangan Produk.....	55
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	59
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	59
3.2. Metode Pengembangan Produk.....	59
3.3. Tujuan Pengembangan	60
3.4. Metode Pengembangan	60
3.5. Sasaran Produk	64
3.6. Instrumen.....	66
3.7. Prosedur Pengembangan	67
3.7.1. Analisis Kebutuhan	67
3.7.2. Perancangan Antena	68

3.7.3. Pemodelan Antena (<i>Prototyping</i>).....	73
3.7.4. Evaluasi dan Optimasi Antena	74
3.7.5. Fabrikasi Antena (<i>Development</i>).....	76
3.7.6. Pengujian dan Analisis Data	77
3.8. Teknik Pengumpulan Data.....	78
3.9. Teknik Analisis Data.....	82
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	86
4.1. Hasil Pengembangan Produk.....	86
4.2. Kelayakan Produk (Teoritik dan Empiris).....	88
4.2.1. Perhitungan Dimensi <i>Patch</i> Antena	88
4.2.2. Perhitungan Dimensi Substrat.....	90
4.2.3. Perhitungan Dimensi <i>Coplanar Waveguide</i> (CPW).....	91
4.2.4. Desain Antena CPW Awal, dan Hasil Simulasi Awal	94
4.2.5. Optimasi Antena CPW Dengan <i>U-Slot</i>	99
4.2.6. Optimasi Antena CPW Dengan <i>U-Slot</i> Dan <i>Annular Ring Slot</i>	107
4.2.7. Hasil Fabrikasi Antena CPW	118
4.3. Efektivitas Produk (Melalui Uji Coba).....	122
4.3.1. Antena CPW Hasil Optimasi	123
4.3.2. Pengukuran Antena Hasil Fabrikasi	127
4.3.3. Pengujian Antena Sebagai Transduser pH Larutan Ekstrak Tanah ..	132
4.4. Pembahasan	138
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN	152
5.1. Kesimpulan.....	152
5.2. Implikasi	152
5.3. Saran	153
DAFTAR PUSTAKA.....	154
LAMPIRAN.....	161
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	174

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1.	Peneltian Relevan	15
2.2	Rentang nilai pH tanah	42
3.1.	Spesifikasi Antena	68
3.2	Spesifikasi Antena Sebagai Transduser	69
3.3.	Spesifikasi Substrat	71
3.4.	Dimensi Substrat	71
3.5.	Dimensi Radius <i>Patch</i>	72
3.6.	Dimensi CPW	72
3.7.	Hasil Simulasi Antena Awal	73
3.8.	Dimensi Hasil Optimasi Antena	75
3.9.	Hasil Simulasi Optimal	76
3.10.	Hasil Akhir Struktur, dan Simulasi Antena	79
3.11.	Perbandingan Hasil Pengujian Antena	79
3.12.	Data pH Sampel Tanah	81
3.13.	Hasil Pengujian Antena CPW Sebagai Transduser pH Larutan Ekstrak Tanah	82
4.1.	Dimensi Radius <i>Patch</i>	89
4.2.	Dimensi Substrat	91
4.3.	Dimensi CPW	93
4.4.	Dimensi Antena CPW Awal	94
4.5.	Iterasi antena Awal	96
4.6.	Perbandingan Hasil Simulasi Antena Awal	98
4.7.	Dimensi <i>U-Slot</i> pada antena CPW	100
4.8.	Iterasi antena CPW dengan <i>U-Slot</i>	102
4.9.	Perbandingan Hasil Simulasi Antena CPW dengan <i>U-Slot</i>	106
4.10.	Dimensi Antena Hasil Optimasi dengan <i>U-Slot</i> dan ARS	109
4.11.	Iterasi Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> , dan ARS	112
4.12.	Dimensi Antena CPW Hasil Optimasi	117
4.13.	Perbandingan Hasil Simulasi Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> dan <i>Annular Ring Slot</i> (ARS)	117
4.14.	Hasil Akhir Struktur, dan Simulasi Antena CPW	124

4.15.	Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengujian Antena	127
4.16.	Data pH Sampel Tanah	133
4.17.	Hasil Pengujian Antena CPW Sebagai Transduser pH Larutam Ekstrak Tanah	134
4.18.	Data Regresi Linear Sederhana	142
4.19.	Ringkasan Data Regresi Linear Hubungan <i>Return loss</i> Antena Terhadap pH larutan ekstrak Tanah	144
4.20.	Hasil Pengukuran Sampel Validasi	146
4.21	Hasil Validasi Model Regresi Linear Sederhana	148



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1.	Langkah Pengembangan Berbasis <i>Rapid Prototyping</i>	11
2.2.	Struktur, dan Sistem Koordinat Antena Mikrostrip	20
2.3.	Jenis-Jenis <i>Patch</i> Antena Mikrostrip	20
2.4.	<i>Microstrip Feedline</i>	23
2.5.	<i>Coaxial Feed</i>	24
2.6.	<i>Aperture Coupled Feed</i>	24
2.7.	<i>proximity coupling feed</i>	25
2.8.	<i>Coplanar Waveguide</i>	25
2.9.	Struktur <i>conventional</i> CPW	27
2.10.	Struktur <i>Conductor-Backed</i> CPW	28
2.11.	Konfigurasi <i>shielded Coplanar Waveguide</i> (a) <i>Suspended</i> ; (b) <i>covered</i> ; (c) <i>grounded</i> ; (d) <i>multilayer</i>	29
2.12.	Konfigurasi <i>U-Slot</i> pada <i>patch</i> Antena	36
2.13.	Konfigurasi <i>Annular Ring Slot</i> Pada <i>Patch</i> Antena	37
2.14.	Blok Diagram Transduser pH Berbasis Antena CPW	48
2.15.	Diagram Alir Pengembangan Antena CPW Sebagai Transduser pH Tanah	58
4.1.	Perhitungan dimensi CPW Pada Menu <i>Macros</i> CST	94
4.2.	Desain awal antena CPW	95
4.3.	<i>Return loss</i> (S11) Antena Awal	95
4.4.	VSWR Antena Awal	96
4.5.	<i>Return loss</i> (S11) Iterasi 1 Antena Awal	96
4.6.	VSWR Iterasi 1 Antena Awal	97
4.7.	<i>Return loss</i> (S11) Iterasi 2 Antena Awal	97
4.8.	VSWR Iterasi 2 Antena Awal	98
4.9.	Desain Antena CPW dengan <i>U-Slot</i>	100
4.10.	<i>Return loss</i> (S11) Antena CPW dengan <i>U-Slot</i>	100
4.11.	VSWR Antena CPW dengan <i>U-Slot</i>	101
4.12.	<i>Return loss</i> (S11) Iterasi 1 Antena CPW dengan <i>U-Slot</i>	102
4.13.	VSWR Iterasi 1 Antena CPW dengan <i>U-Slot</i>	103
4.14.	<i>Return loss</i> (S11) Iterasi 2 Antena CPW dengan <i>U-Slot</i>	104

4.15.	VSWR Iterasi 2 Antena CPW dengan <i>U-Slot</i>	104
4.16.	<i>Farfield</i> Frekuensi 2.4 GHz Iterasi 2 Antena CPW dengan <i>U-Slot</i>	105
4.17.	<i>Farfield</i> Frekuensi 5.8 GHz Iterasi 2 Antena CPW dengan <i>U-Slot</i>	106
4.18.	Desain Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> dan <i>Annular Ring Slot</i>	109
4.19.	<i>Return loss</i> Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> dan ARS	110
4.20.	VSWR Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> dan <i>Annular Ring Slot</i>	110
4.21.	<i>Farfield</i> Frekuensi 2.4 GHz Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> , dan <i>Annular Ring Slot</i>	110
4.22.	<i>Farfield</i> Frekuensi 5.8 GHz Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> , dan <i>Annular Ring Slot</i>	111
4.23.	<i>Return loss</i> (S11) Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> dan ARS	113
4.24.	VSWR Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> dan ARS	113
4.25.	<i>Farfield</i> Frekuensi 2.4 GHz Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> , dan <i>Annular Ring Slot</i>	113
4.26.	<i>Farfield</i> Frekuensi 5.8 GHz Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> , dan <i>Annular Ring Slot</i>	114
4.27.	<i>Return loss</i> (S11) Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> dan ARS	116
4.28.	VSWR Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> dan ARS	116
4.29.	<i>Farfield</i> Frekuensi 2.4 GHz Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> , dan <i>Annular Ring Slot</i>	116
4.30.	<i>Farfield</i> Frekuensi 5.8 GHz Antena CPW dengan <i>U-Slot</i> , dan <i>Annular Ring Slot</i>	117
4.31.	Antena Hasil Fabrikasi: (a) tampilan keseluruhan antena hasil fabrikasi, (b) tampilan <i>close-up patch</i> struktur <i>U-Slot</i> dan <i>Annular Ring Slot</i> (ARS), dan (c) tampilan <i>close-up</i> bagian saluran pencatu <i>Coplanar Waveguide</i> (CPW).	119
4.32.	<i>Port</i> SMA pada antena hasil fabrikasi: (a) tampilan keseluruhan antena setelah pemasangan <i>port</i> SMA, dan (b) tampilan <i>close up</i> bagian <i>port</i> SMA yang terpasang pada saluran pencatu <i>Coplanar Waveguide</i> (CPW).	121
4.33.	Desain Antena CPW Hasil Optimasi	123
4.34.	Impedansi Referensi dari CPW akhir	125
4.35.	Grafik <i>Return loss</i> , dan VSWR antena frekuensi 2.4 GHz	128
4.36.	Grafik <i>Return loss</i> , dan VSWR antena frekuensi 5.8 GHz	128
4.37.	Grafik Respons <i>Return loss</i> Antena Terhadap Variasi pH	134
4.38.	Grafik <i>Error</i> S11 pH terhadap nilai S11 Awal Pada 2,445 GHz	135
4.39.	Grafik Regresi Linear Hubungan <i>Return loss</i> Antena Terhadap Variasi pH Larutan Ekstrak Tanah	144

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Gambar	Halaman
Lampiran 1.	Instrumen	161
Lampiran 2.	Produk Final	165
Lampiran 3.	Dokumentasi Penelitian	169



Intelligentia - Dignitas



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

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

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Rido Azmi
NIM : 1513622060
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Elektronika
Alamat email : ridoazmii03@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul:

RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN PENCATUAN COPLANAR
WAVEGUIDE (CPW) SEBAGAI TRANSDUSER UNTUK PENGUKURAN pH LARUTAN
EKSTRAK TANAH

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 22 Juli 2026

Penulis,

Rido Azmi