

## **TUGAS AKHIR**

### **PERANCANGAN & REALISASI ANTENA *LOW PROFILE* *CAVITY BACKED SLOT* DENGAN *BANDWIDTH LEBAR* MENGGUNAKAN TEKNIK *HMSIW* DAN *U SLOT***

Diajukan guna melengkapi sebagai syarat dalam mencapai  
gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Rivayanto  
N.I.M. : 41415120026  
Pembimbing : Dian Widi Astuti, ST.MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MERCU BUANA**  
**JAKARTA**  
**2020**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rivayanto  
NIM : 41415120026  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Perancangan & Realisasi Antena Low  
*Profile Cavity Backed Slot Dengan*  
*Bandwidth Lebar Menggunakan Teknik*  
*HMSIW dan U Slot*

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis



## LEMBAR PENGESAHAN

### PERANCANGAN & REALISASI ANTENA *LOW PROFILE* *CAVITY BACKED SLOT DENGAN BANDWIDTH LEBAR* MENGGUNAKAN TEKNIK *HMSIW* DAN *U SLOT*



Disusun Oleh :

Nama : Rivayanto  
NIM : 41415120026  
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

(Dian Widi Astuti, ST.MT)

Kaprodi Teknik Elektro

Koordinator Tugas Akhir

(Dr. Setiyo Budiyanto, ST, MT)

(M. Hafizd Ibnu Hajar, ST. M.Sc)

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang maha Pengasih Lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur hanya bagi Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) ini yang berjudul "**Perancangan & Realisasi Antena Low Profile Cavity Backed slot Dengan Bandwidth Lebar Menggunakan Teknik HMSIW dan U Slot**". Tugas Akhir ini diajukan guna melengkapi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungannya selama pembuatan Tugas Akhir, karena bantuan dan dukungan dari banyak pihak penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak dan Ibu, yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta dukungannya.
2. Bapak Dr. Setiyo Budiyanto, ST. MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, S.T., M.Sc. Selaku Dosen Koordinator Tugas Akhir .
4. Ibu Dian Widi Astuti, ST. MT. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan petunjuk dan arahannya dalam membuat Tugas Akhir ini.
5. Dosen program studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana di Kampus Meruya.
6. Teman – teman dari kelas Karyawan Universitas Mercu Buana program studi Teknik Elektro yang selalu kompak dari awal kuliah sampai saat sekarang ini.
7. Semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan dan penyusunannya, oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan sarannya yang bersifat membangun demi penyempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, bagi rekan – rekan mahasiswa Mercu Buana, rekan mahasiswa universitas lainnya, semua pembaca dan bagi penulis khususnya.

Jakarta, agustus 2020

Penulis,

(.....)



## ABSTRAK

Kemajuan cepat dalam sistem komunikasi nirkabel gelombang mikro mendesak miniaturisasi antena secara *low profil* dan efisien. *Substrate* setengah *mode* terintegrasi *Waveguide* (HMSIW) telah diusulkan untuk mengurangi ukuran Struktur hampir 50% tanpa memperburuk kinerjanya. tetapi antena *mikrostrip* pada umum nya mempunyai kekurangan yaitu impedansi *bandwidth* yang sempit karena *matching* impedansi yang buruk antara radiasi *aperture* dan *free space*.

Dalam penelitian ini dilakukan perancangan dan realisasi *antenna half mode substrate integrated waveguide* (HMSIW) yang memiliki *bandwidth* yang lebar. Untuk mendapatkan *bandwidth* yang lebar dilakukan modifikasi pada antena dengan menambahkan *slot* berbentuk U pada *patch* dan *rectangular slot* pada *ground plane* serta merubah ketebalan *substrate*

Perancangan antena menggunakan *software Ansoft High Frequency Structure Simulator (HFSS)* 2015. Pada hasil simulasi antena bekerja pada frekuensi 5,67 – 6,58 Ghz , *fractional bandwidth* 14.85%, dan return loss -21 dB sedangkan pada hasil pengukuran frekuensi 5,72 – 6,58 Ghz, *fractional bandwidth* 13.8%, dan untuk return loss -22 dB.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
Kata Kunci : Antenna, half mode Substrate Integrated Waveguide (SIW), Bandwidth, U slot

## ABSTRACT

*Rapid advances in microwave wireless communication systems urged the miniaturization of antennas in a low profile and efficient manner. The integrated half-mode waveguide (HMSIW) substrate has been proposed to reduce the structure size by nearly 50% without worsening its performance. However, microstrip antennas generally have the disadvantage of narrow bandwidth impedance due to poor impedance matching between aperture radiation and free space.*

*In this study, the design and realization of a half mode substrate integrated waveguide (HMSIW) antenna which has a wide bandwidth was carried out. To get a wide bandwidth, the antenna is modified by adding a U-shaped slot on the patch and rectangular slot on the ground plane and changing the thickness of the substrate.*

*The antenna design uses Ansoft High Frequency Structure Simulator (HFSS) 2015 software. In the simulation results, the antenna works at a frequency of 5.67 - 6.58 GHz, fractional bandwidth 14.85%, and return loss -21 dB while the results of the frequency measurement are 5.72 - 6.58 GHz, fractional bandwidth 13.8%, and -22 dB for return loss.*

UNIVERSITAS

*Keywords:* Antenna, half mode Substrate Integrated Waveguide (SIW), Bandwidth, U slot

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Metode Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4

### **BAB II LANDASAN TEORI**

2.1 Studi Literatur Jurnal .....	6
2.1.1 Development of A Low Profile Circularly Polarized Cavity Backed Antenna Using HMSIW Technique .....	6
2.1.2 Bandwidth-Enhanced Low-Profile Cavity-Backed Slot Antenna by Using Hybrid SIW Cavity Modes .....	9
2.1.3 Matching Slot Role in Bandwidth Enhancement of SIW Cavity-Backed Slot Antenna .....	16
2.1.4 Bandwidth Enhancement Substrate Integrated Waveguide (SIW) Antenna V-Shape Slot or X Band Application.....	19
2.1.5 Bandwidth Enhancement Of A U-Slot Patch Antenna Using Dual-Band Frequency-Selective Surface With Double Rectangular Ring Elements .....	22
2.1.6 Perbandingan Literatur.....	27

2.2 Pengertian Antena .....	28
2.2.1 Definisi Antena .....	28
2.2.2 Fungsi Antena .....	28
2.3 Antena Mikrostrip .....	29
2.3.1 Dimensi Antena Mikrostrip .....	31
2.3.2 Teknik Pencatuan pada Antena Mikrostrip .....	31
2.4 Model Antena SIW dan HMSIW .....	32
2.5 Parameter Antena.....	35
2.5.1 Pola Radiasi .....	36
2.5.2 Direktivitas Dan <u><i>Gain</i></u> .....	39
2.5.3 Polarisasi .....	40
2.5.4 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) .....	42
2.5.5 Return Loss .....	43
2.5.6 <i>Bandwidth</i> .....	44
2.5.7 Half Power Beam Width (HPBW).....	44
2.6 Pengertian PCB Beserta Fungsinya dan Jenis PCB .....	44
2.6.1 Fungsi PCB .....	45
2.6.2 Lapisan Pembentuk PCB .....	45
2.6.3 Jenis- Jenis PCB.....	46

### BAB III METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN ANTENNA

3.1 Diagram Alur Perancangan .....	49
3.2 Perlengkapan Yang Digunakan Dalam Penelitian .....	50
3.2.1 Perangkat Lunak .....	50
3.2.2 Perangkat Keras .....	50
3.3 Perancangan Antenna <i>SIW HORN</i> .....	51
3.3.1 Spesifikasi Antenna .....	51
3.3.2 Karakteristik Bahan .....	51
3.4 Perancangan Antena <i>Half Mode Substrate Integrated Waveguide (HMSIW) Cavity Backed Slot</i> Sesuai Jurnal .....	52
3.5 Perancangan Antena <i>Half Mode Substrate Integrated Waveguide (HMSIW) Cavity Backed Slot</i> Ketebalan Substrate 1.578 mm.....	55
3.6 Perancangan Antena <i>Half Mode Substrate Integrated Waveguide (HMSIW) Cavity Backed Slot</i> Dengan Slot V .....	58

3.7 Perancangan Antena <i>Half Mode Substrate Integrated Waveguide (HMSIW) Cavity Backed Slot Dengan Slot U .....</i>	61
3.8 Studi Parameter Metode Peningkatan <i>Bandwidth</i> Antena.....	64
3.9 Studi Parameter <i>Slot</i> .....	65

## **BAB IV REALISASI DAN PENGUKURAN ANTENA**

4.1 Realisasi Antena (HMSIW) Cavity Backed Slot Dengan Slot U .....	71
4.2 Pengukuran Antena (HMSIW) Cavity Backed Slot Dengan Slot U.73	
4.2.1 Peralatan yang Digunakan .....	73
4.2.2 Prosedur Pengukuran .....	74
4.2.3 Data Hasil Pengukuran .....	75
4.2.4 Perbandingan Hasil Simulasi Dan Hasil Pengukuran .....	76
4.3 Pengukuran Pola Radiasi .....	77
4.3.1 Peralatan yang digunakan pada pengukuran pola radiasi .....	77
4.3.2 Prosedur Pengukuran Pola Radiasi .....	78
4.3.3 Hasil Pengukuran pola radiasi .....	79
4.4 Analisa Hasil Pengukuran.....	81

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	82
5.2 Saran .....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>84</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	antena <i>HMSIW cavity back slot</i>	6
Gambar 2.2	Radiasi Elektrik Antena <i>HMSIW Cavity Back Slot</i>	7
Gambar 2.3	Hasil S11 (A) <i>LHCP</i> (B) <i>RHCP</i> Antena <i>HMSIW Cavity Back Slot</i>	8
Gambar 2.4	Antena <i>SIW Cavity Back Slot</i>	10
Gambar 2.5	Optimetrik Antena <i>HMSIW Cavity Back Slot</i> (A) <i>Dsu &amp; Dsl</i> (B) <i>Lc</i>	12
Gambar 2.6	Optimetrik Ls & Ws Antena <i>HMSIW Cavity Back Slot</i>	13
Gambar 2.7	Perbandingan Hasil Pengukuran Dan Simulasi Antenna <i>SIW Cavity Back Slot</i>	15
Gambar 2.8	Antena <i>Slot Bowtie SIW Cavity Back Slot</i>	16
Gambar 2.9	Perbandingan Simulasi Dan Pengukuran Antena Slot Bowtie <i>SIW Cavity Back Slot</i>	17
Gambar 2.10	Prototipe Antena <i>Slot Bowtie SIW Cavity Back Slot</i>	18
Gambar 2.11	Antena <i>SIW V Shape Slot</i>	20
Gambar 2.12	Parameter Antena <i>SIW V Shape Slot</i>	20
Gambar 2.13	Prototipe Antena <i>SIW V Shape Slot</i>	21
Gambar 2.14	Hasil Pengukuran Antena <i>SIW V Shape Slot</i>	22
Gambar 2.15	Antena <i>U Slot Patch</i>	23
Gambar 2.16	Prototipe Antena <i>U Slot Patch</i>	24
Gambar 2.17	Hasil Pengukuran Antena <i>U Slot Patch</i>	25
Gambar 2.18	Pola Radiasi Antena <i>U Slot Patch</i>	26
Gambar 2.19	Struktur Antena Mikrostrip	29
Gambar 2.20	Jenis-jenis Antena Mikrostrip	30
Gambar 2.21	Struktur Dasar <i>Substrate Integrated Waveguide</i>	33
Gambar 2.22	Simulasi SIW Menjadi <i>HMSIW</i>	35
Gambar 2.23	Pola Radiasi Antena	36
Gambar 2.24	Pola Radiasi Omnidirectional (a)Pola Elevasi (b) Pola Azimuth	37
Gambar 2.25	Pola Radiasi <i>Unidirectional</i>	38
Gambar 2.26	Pola Radiasi <i>Bidirectional</i>	38
Gambar 2.27	Polarisasi Linier (a) Arah Vertikal (b) Arah Horizontal	41

Gambar 2.28	Polarisasi Lingkaran (a)Searah Jarum Jam (b) Berlawanan Arah Jarum Jam	41
Gambar 2.29	<i>Single and Double Layer</i>	47
Gambar 3.1	Diagram Alur Perancangan	49
Gambar 3.2	Rancang Bangun Antena Sesuai Jurnal	53
Gambar 3.3	Rancang Bangun Antena Sesuai Jurnal Pada Simulasi <i>HFSS</i>	53
Gambar 3.4	Grafik S11 Antena Sesuai Jurnal Pada Simulasi <i>HFSS</i>	53
Gambar 3.5	Grafik <i>Gain</i> Antena Sesuai Jurnal Pada Simulasi <i>HFSS</i>	54
Gambar 3.6	Pola Radiasi Antena Sesuai Jurnal Pada Simulasi <i>HFSS</i>	54
Gambar 3.7	Rancang Bangun Antena dengan ketebalan substrate 1,575 mm	56
Gambar 3.8	Grafik S11 Antena dengan ketebalan substrate 1,575 mm	56
Gambar 3.9	Grafik <i>Gain</i> Antena dengan ketebalan substrate 1,575 mm	56
Gambar 3.10	Pola Radiasi Antena dengan ketebalan substrate 1,575 mm	57
Gambar 3.11	Rancang Bangun Antena Dengan Ketebalan Substrate 1,575 + Slot V	58
Gambar 3.12	Grafik S11 Antena Dengan Ketebalan Substrate 1,575 + Slot V	58
Gambar 3.13	Rancang Bangun Antena dengan ketebalan substrate 1,575 + Slot V2	59
Gambar 3.14	Grafik S11 Antena Dengan Ketebalan Substrate 1,575 + Slot V2	59
Gambar 3.15	Grafik Gain Antena Dengan Ketebalan Substrate 1,575+ Slot V2	59
Gambar 3.16	Pola Radiasi Antena Dengan Ketebalan Substrate 1,575+SlotV2	60
Gambar 3.17	Rancang Bangun Antena Dengan Ketebalan Substrate 1,575 + Slot U	61
Gambar 3.18	Grafik S11 Antena Dengan Ketebalan Substrate 1,575+ Slot U	61
Gambar 3.19	Rancang Bangun Antena Dengan Ketebalan Substrate 1,575 + Slot U5	62
Gambar 3.20	Grafik S11 Antena Dengan Ketebalan Substrate 1,575 + Slot U5	62
Gambar 3.21	Grafik Gain Antena Dengan Ketebalan Substrate 1,575 + Slot U5	63
Gambar 3.22	Pola Radiasi Antena Dengan Ketebalan Substrate 1,575 + Slot U5	63
Gambar 3.23	Grafik S11 Perbandingan Modifikasi	64
Gambar 3.24	Ketebalan Slot Pada Desain Antena	67
Gambar 3.25	Grafik Optimetrik Ketebalan <i>Slot Ground Plane</i>	67

Gambar 3.26	Ketebalan Slot 0.8mm U Slot Pada Simulasi HFSS	68
Gambar 3.27	Slot Rectangle Pada Bagian Ground	68
Gambar 3.28	Grafik Optimetrik Ketebalan <i>Slot Ground Plane</i>	69
Gambar 3.29	Ketebalan Slot 1mm Pada Simulasi HFSS	69
Gambar 3.30	Grafik Optimetrik Ketinggian <i>Slot Ground Plane</i>	70
Gambar 3.31	Ketinggian Slot 7mm Pada Simulasi HFSS	70
Gambar 4.1	Desain <i>Antena</i> Dalam Bentuk <i>Corel Draw</i>	71
Gambar 4.2	Desain Pada <i>Negative Film</i>	72
Gambar 4.3	Antena Pabrikasi	73
Gambar 4.4	<i>Setup</i> Pengukuran Antena	74
Gambar 4.5	Hasil Pengukuran S11 Antena	75
Gambar 4.6	Hasil Pengukuran <i>VSWR antena</i>	75
Gambar 4.7	Hasil Pengukuran <i>VSWR antena</i>	75
Gambar 4.8	Perbandingan Grafik S11 Simulasi dan Pengukuran	76
Gambar 4.9	<i>Analog Signal Generator</i> (9 KHz – 40 GHz)	77
Gambar 4.10	<i>Handheld Spectrum Analyzer</i> (26,5 Ghz)	77
Gambar 4.11	<i>Setup</i> Pengukuran Pola Radiasi	79
Gambar 4.12	Plot Pola Radiasi H plane	80
Gambar 4.13	Plot Pola Radiasi E plane	80

U N I V E R S I T A S  
MERCU BUANA

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	parameter antena <i>HMSIW cavity back slot</i>	7
Tabel 2.2	Perbandingan Hasil Pemukuran Antena <i>HMSIW Cavity Back Slot</i>	9
Tabel 2.3	Parameter Antenna <i>SIW Cavity Back Slot</i>	14
Tabel 2.4	Parameter Antenna Slot Bowtie <i>SIW Cavity Back Slot</i>	17
Tabel 2.5	Perbandingan Jurnal Studi Literatur	27
Tabel 3.1	Parameter Ukuran Antena Sesuai Jurnal	52
Tabel 3.2	Hasil Simulasi Antena Sesuai Jurnal	54
Tabel 3.3	Parameter ukuran Antena ketebalan substrate 1,575mm	55
Tabel 3.4	Hasil Simulasi Antena dengan ketebalan substrate 1,575 mm	57
Tabel 3.5	Hasil Simulasi Antena dengan ketebalan substrate 1,575 + slot V2	60
Tabel 3.6	Hasil Simulasi Antena dengan ketebalan substrate 1,575 + slot U5	63
Tabel 3.7	Studi Parameter Metode Peningkatan <i>Bandwidth</i>	64
Tabel 3.8	Studi Parameter slot	65
Tabel 3.9	Studi Parameter simulasi s11 antena U slot	66
Tabel 4.1	Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran	81

