

TUGAS AKHIR

**PELEBARAN *BANDWIDTH* ANTENA MIKROSTIRP *CAVITY*
BACKED HALF MODE SUBSTRATE INTEGRATED
WAVEGUIDE MENGGUNAKAN METODE PENAMBAHAN
SLOT DIAGONAL**

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



UNIVERSITAS
Disusun Oleh :

MERCU BUANA

Nama : Rinto Sudiby

N.I.M. : 41417110176

Pembimbing : Dian Widi Astuti, ST.MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2020

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rinto Sudibyو

N.I.M : 41417110176

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Pelebaran *Bandwidth* Antena Mikrostrip *Cavity Backed Half Mode Substrate Integrated Waveguide*
Menggunakan Metode Penambahan Slot Diagonal

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,



(Rinto Sudibyو)

LEMBAR PENGESAHAN

**PELEBARAN *BANDWIDTH* ANTENA MIKROSTIRP *CAVITY*
BACKED HALF MODE SUBSTRATE INTEGRATED
WAVEGUIDE MENGGUNAKAN METODE PENAMBAHAN
SLOT DIAGONAL**



Disusun Oleh :

Nama : Rinto Sudibyo

NIM. : 41417110176

Program Studi : Teknik Elektro

UNIVERSITAS

MENGETAHUI,
MERCU BUANA

Pembimbing Tugas Akhir

(Dian Widi Astuti ST, MT)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Setiyo Budiyanto, ST, MT)

Koordinator Tugas Akhir

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan jenjang Strata Satu Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana Jakarta.

Diharapkan laporan hasil tugas akhir ini dapat menjadi tambahan pengetahuan dalam bidang telekomunikasi, bagi mahasiswa umumnya dan bagi penulis khususnya. Penulis sangat mengharapkan saran serta kritik yang membangun karena penyusunan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan.

Dengan selesainya laporan tugas akhir ini tidak lupa penulis sampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyusun laporan ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik, khususnya kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan material dan moral.
2. Dr. Setiyo Budiyo, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Ibu Dian Widi Astuti, ST, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Dosen program studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana di Kampus Meruya.
5. Seluruh teman-teman seperjuangan dalam penyusunan tugas akhir ini dan masa perkuliahan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
6. Crista Resti Starilla, S.Farm yang selalu menemani dan mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat meski didalamnya masih banyak terdapat kekurangan. Mengingat waktu dan pengetahuan yang masih terbatas dan masih jauh dari sempurna.

Semoga penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat baik untuk pribadi penulis, Dosen pembimbing, serta rekan rekan Mahasiswa Universitas Mercu Buana, dan masyarakat umum.

Jakarta, Juli 2020



(Rinto Sudiby)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Substrate integrated waveguide (SIW) merupakan saluran transmisi yang mampu menghantar sinyal frekuensi tinggi dengan kerugian yang kecil, tetapi memiliki kemampuan mengintegrasikan banyak komponen. Bahan dasar *substrate integrated waveguide* adalah sebuah substrat dielektrik dengan ketebalan h dan permitivitas relatif ϵ_r . Bagian atas dan bawah substrat adalah sebuah lapisan metal dengan ketebalan yang kecil (biasanya diabaikan). Pada struktur *substrate integrated waveguide* ditambahkan dua baris silinder metal yang menghubungkan lapisan atas metal (*patch*) dengan lapisan bawah (*ground plane*).

Jenis pemandu *Antena Microstrip Half Mode Substrate Integrated Waveguide* (HMSIW) dan *Cavity Backed Slot* (CBS) diusulkan menggunakan slot berbentuk diagonal dengan tujuan untuk memperlebar *bandwidth*.

Dalam penelitian ini dilakukan perancangan dan realisasi pelebaran *bandwidth* antena *half mode substrate integrated waveguide* (HMSIW) *Cavity Backed Slot Antenna* (CBSA) yang dapat bekerja pada frekuensi 2,40 – 2,46 GHz dengan frekuensi tengah 2,43 GHz, *fractional bandwidth* sebesar 2,92% dan *return loss* -18,55 dB menggunakan *software Ansoft High Frequency Structure Simulator* (HFSS) 2015. Sedangkan hasil pengukuran frekuensi sebesar 2,36 – 2,43 GHz dengan *fractional bandwidth* 2,92% dan *return loss* -19,99 dB sesuai dengan ketentuan untuk *industrial scientific and medical* (ISM) *radio bands*.

Kata kunci : *half mode substrate integrated waveguide, cavity backed-slot antenna, bandwidth*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| LEMBAR PERNYATAAN | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| ABSTRAK | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Penelitian | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.5 Metodologi Penelitian | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB II LANDASAN TEORI | |
| 2.1 Antena | 5 |
| 2.1.1 Definisi Antena | 5 |
| 2.1.2 Fungsi Antena | 5 |
| 2.2 Parameter Antena | 6 |
| 2.2.1 Pola Radiasi | 6 |
| 2.2.2 Direktivitas <i>Gain</i> | 9 |
| 2.2.3 Polarisasi | 10 |
| 2.2.4 <i>Voltage Standing Wave Rasio</i> (VSWR) | 12 |
| 2.2.5 <i>Return loss</i> | 13 |
| 2.2.6 <i>Bandwidth</i> | 13 |
| 2.2.7 <i>Half Power Beam Width</i> (HPBW) | 14 |
| 2.3 Antena Mikrostrip | 14 |
| 2.3.1 Dimensi Antena Mikrostrip | 15 |
| 2.3.2 Teknik Pencatuan Pada Antena Mikrostrip | 17 |
| 2.4 <i>Substrated Integrated Waveguide</i> (SIW) | 17 |
| 2.5 <i>Cavity Backed Slot Antenna</i> (CBSA) | 19 |
| 2.6 Studi Literatur | 19 |
| 2.6.1 Literasi 1: <i>Size Reduction of Cavity Backed Slot Antenna using Half Mode Substrate Integrated Waveguide Structure</i> | 20 |
| 2.6.2 Literasi 2: <i>Bandwidth enhancement od low-profile SIW cavity antenna using fraction modes</i> | 23 |
| 2.6.3 Literasi 3: <i>Bandwidth Enhancement of Substrate Integrated Waveguide Cavity-Backed Slot Antenna</i> | 25 |
| 2.6.4 Literasi 4: <i>Bandwidth Enhancement of Substrate Integrated Waveguide Cavity</i> | 25 |

| | | |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| | <i>Backed Slot Antenna by Offset Feeding Technique</i> | 28 |
| 2.6.5 | Literasi 5: <i>Bandwidth Enhancement of Substrate Integrated Waveguide (SIW) Slot Antenna with Center-fed Techniques</i> | 31 |
| 2.6.6 | Perbandingan Literatur | 33 |
| BAB III | METODE PENELITIAN | |
| 3.1 | Menentukan Jenis Substrat Yang Digunakan | 35 |
| 3.2 | Diagram Alir Perancangan Antena | 36 |
| 3.3 | Menentukan Karakteristik Antena | 37 |
| 3.4 | Perancangan Dimensi Antena Mikrostrip HMSIW..... | 37 |
| 3.5 | Perancangan Lebar Saluran Pencatu | 42 |
| 3.5.1 | Perancangan Saluran Pencatu 50Ω | 42 |
| 3.6 | Teknik Pembuatan | 43 |
| BAB IV | ANALISA PENGUKURAN ANTENA | |
| 4.1 | Pengukuran Parameter Antena Mikrostrip HMSIW CBSA | 45 |
| 4.1.1 | Pengukuran VSWR dan <i>Return loss</i> | 45 |
| 4.1.2 | Pengukuran Pola Radiasi Antena | 46 |
| 4.2 | Parameter Pengukuran | 46 |
| 4.3 | Deskripsi Pengukuran | 47 |
| 4.4 | Hasil Pabrikasi | 47 |
| 4.5 | Pengukuran <i>Return loss</i> , VSWR, dan <i>Bandwidth</i> | 48 |
| 4.5.1 | Peralatan Yang Digunakan | 49 |
| 4.5.2 | Prosedur Pengukuran | 49 |
| 4.6 | Hasil Pengukuran | 50 |
| 4.7 | Analisa Hasil Pengukuran <i>Return loss</i> | 51 |
| 4.8 | Pengukuran Pola Radiasi | 52 |
| 4.8.1 | Peralatan Penunjang | 52 |
| 4.8.2 | Prosedur Pengukuran | 53 |
| 4.8.3 | Hasil Pengukuran Pola Radiasi | 55 |
| 4.8.4 | Analisa Hasil Pengukuran Pola Radiasi | 56 |
| 4.9 | Pengukuran <i>Gain</i> | 56 |
| 4.9.1 | Peralatan Penunjang Pengukuran <i>Gain</i> | 56 |
| 4.9.2 | Hasil Pengukuran <i>Gain</i> | 57 |
| 4.9.3 | Analisa Hasil Pengukuran <i>Gain</i> | 57 |
| 4.10 | Aplikasi Yang Dapat Digunakan | 58 |
| BAB V | PENUTUP | |
| 5.1 | Kesimpulan | 59 |
| 5.2 | Saran | 60 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 61 |
| | LAMPIRAN | 62 |

DAFTAR GAMBAR

| | | Halaman |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1 | Pola Radias Antena | 7 |
| Gambar 2.2 | Pola Radiasi <i>Omnidirectional</i> | 8 |
| Gambar 2.3 | Pola Radiasi Unidirectional | 9 |
| Gambar 2.4 | Pola Radiasi Bidirectional | 9 |
| Gambar 2.5 | Polarisasi Linear | 11 |
| Gambar 2.6 | Polarisai Lingkaran | 11 |
| Gambar 2.7 | Polarisasi Elips | 12 |
| Gambar 2.8 | Struktur Antena Mikrostrip <i>source emtalk.com</i> | 14 |
| Gambar 2.9 | Jenis-jenis antenna mikrostrip | 15 |
| Gambar 2.10 | Struktur Dasar <i>Substrate Integrated Waveguide</i> (SIW) | 18 |
| Gambar 2.11 | Dasar slot khas pada CBSA | 19 |
| Gambar 2.12 | Desain HMSIW CBSA, (kiri) tampak depan, (kanan) tampak belakang | 20 |
| Gambar 2.13 | Proses evolusi dari SIW menjadi HMSIW (kiri) SIW, (kanan) HMSIW | 21 |
| Gambar 2.14 | Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran dari parameter S_{11} | 21 |
| Gambar 2.15 | Pola radiasi H-Plane (a) dan E-Plane (b) garis utuh adalah co-pol dan garis putus-putus adalah cross-pol | 22 |
| Gambar 2.16 | Model Antena HMSIW CBSA (a) Konfigurasi (b) Pembagian Model | 23 |
| Gambar 2.17 | Hasil Simulasi S_{11} Dari Rancangan Antena | 24 |
| Gambar 2.18 | Perbandingan simulasi dan pengukuran pola radiasi S_{11} dari Antena Yang di farbrikasi | 25 |
| Gambar 2.19 | Antena SIW CBS yang dirancang (kiri) tampak samping, (kanan) tampak depan | 26 |
| Gambar 2.20 | Perbandingan koefisien refleksi antena SIW CBS berdasarkan banyaknya slot | 27 |
| Gambar 2.21 | Perbandingan koefisien refleksi antena SIW CBS berdasarkan variasi sudutnya | 27 |
| Gambar 2.22 | Perbedaan koefisien refleksi antena SIW CBS dengan atau tanpa pelat kotak | 28 |
| Gambar 2.23 | Desain Antena SIW CBS | 29 |
| Gambar 2.24 | Hasil Simulasi Dari Desain Rancangan Antena | 30 |
| Gambar 2.25 | Pola Radiasi Dari Desain Rancangan Antena | 30 |
| Gambar 2.26 | Struktur Antena (a) tampak atas, (b) setengah dari slot antena | 31 |
| Gambar 2.27 | Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran (a) S_{11} , (b) VSWR | 33 |

| | | |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.28 | Perbandingan pola radiasi dari simulasi dan pengukuran pada frekuensi 9,6 GHz. | 34 |
| Gambar 3.1 | Flow Chart Perancangan Antena HMSIW Patch | 37 |
| Gambar 3.2 | Antena HMSIW yang dioptimasi (kiri) tampak depan, (kanan) tampak belakang | 40 |
| Gambar 3.3 | Grafik Simulasi S_{11} HMSIW CBSA | 40 |
| Gambar 3.4 | Grafik gain dari antena HMSIW CBS | 41 |
| Gambar 3.5 | Pola radiasi dari antena HMSIW CBS | 41 |
| Gambar 3.6 | Perbandingan simulasi dari beberapa iterasi | 43 |
| Gambar 3.7 | Tampilan Perhitungan Pencatuan yang digunakan | 44 |
| Gambar 3.8 | Pola gambar Antena HMSIW patch | 44 |
| Gambar 3.9 | Konektor SMA | 45 |
| Gambar 4.1 | <i>Advantest R3770 Network Analyzer</i> | 46 |
| Gambar 4.2 | Foto <i>Etching Antenna</i> | 48 |
| Gambar 4.3 | Pabrikasi antena mikrostrip SIW CBSA | 49 |
| Gambar 4.4 | Ukuran Antena | 49 |
| Gambar 4.5 | Hasil Pengukuran S Parameter | 51 |
| Gambar 4.6 | Hasil Pengukuran VSWR pada frekuensi 2,4 GHz | 51 |
| Gambar 4.7 | Hasil Simulasi dan Pengukuran S Parameter | 52 |
| Gambar 4.9 | <i>Analog Signal Generator</i> (9 KHz – 40 GHz) | 53 |
| Gambar 4.10 | <i>Handheld Spectrum Analyzer</i> (26,5 GHz) | 53 |
| Gambar 4.11 | Setup Pengukuran Pola Radiasi | 54 |
| Gambar 4.12 | Plot Pola Radiasi Azimuth H-Plane | 55 |
| Gambar 4.13 | Plot Pola Radiasi Azimuth E-Plane | 55 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2.1 Tabel Parameter Antenna | 32 |
| Tabel 2.2 Perbandingan Literatur | 35 |
| Tabel 3.1 Parameter Ukuran Antena HMSIW CBSA | 39 |
| Tabel 3.2 Perbandingan Parameter ukuran antena HMSIW CBSA dari beberapa iterasi | 42 |
| Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran S-Parameter | 51 |

