

SKRIPSI

**DESAIN DAN ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP MENGGUNAKAN
PATCH SQUARE PADA FREKUENSI 26 GHz DENGAN PENAMBAHAN
U-SLOT DAN MENGGUNAKAN METODE *DEFECTED GROUND*
STRUCTURE (DGS) UNTUK KOMUNIKASI 5G**

***DESIGN AND ANALYSIS OF MICROSTRIP ANTENA USING PATCH
SQUARE AT 26 GHz FREQUENCY WITH THE ADDITION OF U – SLOT
AND USING DEFECTED GROUND STRUCTURE (DGS) METHOD FOR
5G COMMUNICATIONS***



Disusun oleh

**ERISA FRESTI FADLILLAH
19101025**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2023

SKRIPSI

**DESAIN DAN ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP MENGGUNAKAN
PATCH SQUARE PADA FREKUENSI 26 GHz DENGAN PENAMBAHAN
U-SLOT MENGGUNAKAN METODE *DEFECTED GROUND
STRUCTURE (DGS)* UNTUK KOMUNIKASI 5G**

***DESIGN AND ANALYSIS OF MICROSTRIP ANTENA USING PATCH
SQUARE AT 26 GHz FREQUENCY WITH THE ADDITION OF U – SLOT
AND USING DEFECTED GROUND STRUCTURE (DGS) METHOD FOR
5G COMMUNICATIONS***



Disusun oleh

**ERISA FRETI FADLILLAH
19101025**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2023

**DESAIN DAN ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP MENGGUNAKAN
PATCH SQUARE PADA FREKUENSI 26 GHz DENGAN PENAMBAHAN
U-SLOT MENGGUNAKAN METODE *DEFECTED GROUND
STRUCTURE (DGS)* UNTUK KOMUNIKASI 5G**

***DESIGN AND ANALYSIS OF MICROSTRIP ANTENA USING PATCH
SQUARE AT 26 GHz FREQUENCY WITH THE ADDITION OF U – SLOT
AND USING DEFECTED GROUND STRUCTURE (DGS) METHOD FOR
5G COMMUNICATIONS***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto
2023**

Disusun oleh

**ERISA FRESTI FADLILLAH
19101025**

DOSEN PEMBIMBING

**Dr. Alfin Hikmaturokhman S.T.,M.T.
Petrus Kerowe Goran S.T.,M.T.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**DESAIN DAN ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP MENGGUNAKAN
PATCH SQUARE PADA FREKUENSI 26 GHz DENGAN PENAMBAHAN
U-SLOT MENGGUNAKAN METODE DEFECTED GROUND
STRUCTURE (DGS) UNTUK KOMUNIKASI 5G**

**DESIGN AND ANALYSIS OF MICROSTRIP ANTENA USING PATCH
SQUARE AT 26 GHz FREQUENCY WITH THE ADDITION OF U - SLOT
AND USING DEFECTED GROUND STRUCTURE (DGS) METHOD FOR
5G COMMUNICATIONS**

Disusun oleh
ERISA FRESTI FADLILLAH
19101025

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal
6 Desember 2023
Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama : Dr. Alfin Hikmaturokhman S.T.,M.T.
NIDN. 0621087801

Pembimbing Pendamping : Petrus Kerowe Goran S.T.,M.T.
NIDN. 0620018502

Penguji 1 : Shinta Romadhona S.T.,M.T.
NIDN. 0611068402

Penguji 2 : Reni Dyah Wahyuningrum S.T.,M.T.
NIDN. 0606079501

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi
Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Prasetyo Yulianto S.T.,M.T.
NIDN. 0620079201

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **ERISA FRESTI FADLILLAH**, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**DESAIN DAN ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP MENGGUNAKAN *PATCH SQUARE* PADA FREKUENSI 26 GHz DENGAN PENAMBAHAN *U-SLOT* MENGGUNAKAN METODE *DEFECTED GROUND STRUCTURE (DGS)* UNTUK KOMUNIKASI 5G**” adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 6 Desember 2023

Yang menyatakan,



(Erisa Fresti Fadlillah)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Desain Dan Analisis Antena Mikrostrip Menggunakan Patch Square Pada Frekuensi 26 GHz Dengan Penambahan U-Slot Menggunakan Metode Defected Ground Structure (DGS) Untuk Komunikasi 5G**".

Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Telekomunikasi pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

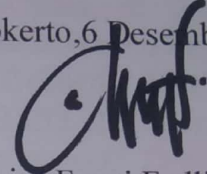
Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta kesehatan sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini.
2. Kedua orang tua yang telah memberikan do'a, support serta kasih sayangnya sehingga penulis terus bersemangat menyusun skripsi ini.
3. Ibu Tenia Wahyuningrum S. Kom.,M.T. selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto
4. Bapak Dr. Alfin Hikmaturokhman, S.T., M.T. selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan pada saat menyusun laporan skripsi ini.
5. Bapak Petrus Kerowe Goran, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan pada saat menyusun laporan skripsi ini.
6. Bapak Prasetyo Yuliantoro, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Telekomunikasi.
7. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro.
8. Seluruh dosen, staf dan karyawan Program studi S1 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
9. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun dan menyelesaikan laporan skripsi ini.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyajian tulisan ini, untuk itu saran dan kritik pembaca untuk kesempurnaan laporan skripsi ini sangat diharapkan.

Penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca.

Purwokerto, 6 Desember 2023



(Erisa Fresti Fadlillah)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
HALAMAN PENGESAHAN	II
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	III
PRAKATA	IV
ABSTRAK.....	VI
<i>ABSTRACT</i>	VII
DAFTAR ISI	VIII
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL.....	XVI
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 BATASAN MASALAH.....	4
1.4 TUJUAN.....	4
1.5 MANFAAT.....	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	5
BAB 2 DASAR TEORI	6
2.1 KAJIAN PUSTAKA	6
2.2 DASAR TEORI.....	7
2.2.1 Teknologi 5G	7
2.2.2 Antena	8
2.2.3 Antena Mikrostrip	9
2.2.4 Antena Mikrostrip <i>Patch Square</i>	11
2.2.5 <i>Multiple Input Multiple Output (MIMO)</i>.....	13
2.2.6 Parameter Antena.....	14
2.2.7 Teknik Pencatuan Antena.....	21

2.2.8 Teknik Pencatuan <i>Microstrip Line</i>	23
2.2.9 <i>U-Slot</i>	25
2.2.10 Metode – Metode Yang Digunakan Pada Antena.....	26
2.2.11 <i>Inset – feed</i> Antena Mikrostrip	28
2.2.12 Antena <i>Array</i>	30
2.2.13 <i>T – Junction Power Divider</i>	30
BAB 3 METODE PENELITIAN	32
3.1 ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN	32
3.1.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	32
3.1.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	32
3.1.3 Data hasil perhitungan	32
3.2 ALUR PENELITIAN	32
3.3 ALUR PERANCANGAN SISTEM.....	33
3.3.1 Spesifikasi Parameter Antena	35
3.3.2 Spesifikasi Bahan Antena.....	35
3.3.3 Perhitungan Perancangan Antena	36
3.3.4 Perancangan Antena <i>Microstrip Patch Square</i> Dengan Penambahan <i>U-Slot</i> Dan Menggunakan Metode <i>Defected Ground Structure (DGS)</i> Pada Frekuensi 26 GHz	41
3.3.4.1 Perancangan Antena Mikrostrip <i>Single Patch</i>	42
3.3.4.2 Perancangan Antena Mikrostrip <i>Single Patch</i> Dengan Penambahan Metode <i>Defected Ground Structure (DGS)</i>	43
3.3.4.3 Perancangan Antena Mikrostrip <i>Single Patch</i> Dengan Penambahan <i>Inset – Feed</i>	45
3.3.4.4 Perancangan Antena Mikrostrip <i>Single Patch</i> Dengan Penambahan Metode <i>U – Slot</i>	46
3.3.4.5 Perancangan Antena Mikrostrip Dengan Penambahan MIMO 2x2	47
3.3.4.6 Desain Antena Mikrostrip <i>Array 1x2</i>	48
3.3.4.7 Perancangan Antena Mikrostrip <i>Array MIMO 2X2</i>	48
BAB IV	50

HASIL DAN PEMBAHASAN.....	50
4.1 Antena <i>Single Patch</i> Konvensional.....	50
4.1.1 <i>Return Loss</i>	51
4.1.2 <i>Bandwidth</i>	51
4.1.3 <i>Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)</i>	51
4.1.4 <i>Gain</i>	52
4.1.5 <i>Pola Radiasi</i>	52
4.2 Antena <i>Single Patch</i> Menggunakan Metode DGS	54
4.2.1 <i>Return Loss Dan Bandwidth</i>	56
4.2.2 <i>Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)</i>	57
4.2.3 <i>Gain</i>	57
4.2.4 <i>Pola radiasi</i>	58
4.3 Antena <i>Single Patch</i> Dengan Penambahan <i>Inset Feed</i>	59
4.3.1 <i>Return Loss Dan Bandwidth</i>	62
4.3.2 <i>Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)</i>	62
4.3.3 <i>Gain</i>	63
4.3.4 <i>Pola radiasi</i>	63
4.4 Antena <i>Single Patch</i> Dengan Penambahan U – <i>Slot</i>	65
4.4.1 <i>Return Loss Dan Bandwidth</i>	68
4.4.2 <i>Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)</i>	69
4.4.3 <i>Gain</i>	69
4.4.4 <i>Pola radiasi</i>	70
4.5 Antena Mikrostrip Dengan Penambahan MIMO 2x2	71
4.5.1 <i>Return Loss Dan Bandwidth</i>	73
4.5.2 <i>Mutual Coupling</i>	74
4.5.3 <i>Koefisien Korelasi</i>	75
4.5.3 <i>Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)</i>	76
4.5.4 <i>Gain</i>	76
4.5.5 <i>Pola radiasi</i>	77
4.6 Antena <i>Array 1x2</i>	79
4.6.1 <i>Return Loss Dan Bandwidth</i>	81
4.6.2 <i>Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)</i>	82

4.6.3 <i>Gain</i>	83
4.6.4 Pola Radiasi	84
4.7 <i>Antena Array MIMO 2x2</i>	85
4.7.1 <i>Return Loss Dan Bandwidth</i>	88
4.7.2 <i>Mutual Coupling</i>	89
4.7.3 <i>Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)</i>	91
4.7.4 <i>Gain</i>	91
4.7.5 Pola Radiasi	92
4.8 <i>Antena Array MIMO 2x2 Non Insetfeed</i>	94
4.8.1 <i>Nilai Return Loss Dan Bandwidth</i>	95
4.8.2 <i>Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)</i>	96
4.8.3 <i>Mutual Coupling Dan Koefisien Korelasi</i>	97
4.8.4 <i>Gain</i>	99
4.8.5 Pola Radiasi	99
BAB V	103
KESIMPULAN DAN SARAN	103
5.1 KESIMPULAN	103
5.2 SARAN	104
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Service Model</i> [3].	7
Gambar 2. 2 Struktur Dasar Antena Mikrostrip[14]	9
Gambar 2. 3 Jenis-jenis <i>patch</i> [14]	10
Gambar 2. 4 Pola Radiasi Direksional[19]	14
Gambar 2. 5 Pola Radiasi Isotropis[19].	15
Gambar 2. 6 Pola Radiasi <i>Omnidirectional</i> [19].	15
Gambar 2. 7 Pola Radiasi <i>Unidirectional</i> [14].	16
Gambar 2. 8 Polarisasi <i>Linear</i> [15]	16
Gambar 2. 9 Polarisasi <i>Circular</i> [15].	17
Gambar 2. 10 Polarisasi Elips[15]	18
Gambar 2. 11 Pencatuan Mikrostrip <i>Line Feeding</i> [24]	22
Gambar 2. 12 Teknik pencatuan <i>aperature coupled feed</i> [24].	22
Gambar 2. 13 Teknik pencatuan <i>coaxial probe feeding</i> [15].	23
Gambar 2. 14 Pencatuan <i>Proximity coupled feed</i> [13].	23
Gambar 2. 15 Mikrostrip <i>Line</i> .	24
Gambar 2. 16 Bentuk DGS: [25].	26
Gambar 2. 17 Bentuk - bentuk lain dari <i>slot dumbbell</i> [26].	27
Gambar 2. 18 Bentuk <i>Inset - Feed</i> pada antena mikrostrip [20].	29
Gambar 2. 19 Bentuk <i>T – Junction Power Divider</i> (a) <i>E Plane waveguide</i> , (b) <i>H Plane waveguide</i> (c) <i>Microstrip waveguide</i> [29]	31
Gambar3.1 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian.	33
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Alur Perancangan Sistem.	34
Gambar 3. 3 Antena Mikrostrip <i>Single Patch</i> Tampak Depan	43
Gambar 3. 4 Desain Antena <i>Single Patch</i> Tampak Belakang.	43
Gambar 3. 5 Desain Penambahan Metode DGS Sebelum Optimasi Tampak Depan	44
Gambar 3. 6 Desain Penambahan DGS Tampak Belakang	44
Gambar 3. 7 Desain Penambahan DGS Tampak Belakang	45
Gambar 3. 8 Desain <i>Inset feed</i>	46
Gambar 3. 9 Desain <i>Inset feed</i>	46

Gambar 3. 10 Desain Penambahan Metode U – Slot	47
Gambar 3. 11 Desain Antena MIMO 2x2 Tampak Depan	47
Gambar 3. 12 Desain Antena MIMO Tampak Belakang.....	47
Gambar 3. 13 Desain Antena Array 1x2 Tampak Depan	48
Gambar 3. 14 Desain Antena Array Tampak Belakang.....	48
Gambar 3. 15 Desain Antena Array MIMO Tampak Depan.....	48
Gambar 3. 16 Desain Antena Array MIMO Tampak Belakang	49
Gambar4.1DesainAntenaSinglePatchKonvensional.....	50
Gambar 4. 2 Nilai <i>Return Loss</i> Antena Konvensional.....	51
Gambar 4. 3 Nilai <i>VSWR</i> Antena Konvensional.....	52
Gambar 4. 4 Nilai <i>Gain</i> Antena Konvensional	52
Gambar 4. 5 Pola radiasi Antena <i>Single Patch</i>	53
Gambar 4. 6 Desain Antena <i>Single Patch</i> Tampak Depan Menggunakan Metode DGS	54
Gambar 4. 7 Desain Antena <i>Single Patch</i> Tampak Belakang Setelah Ditambah Metode DGS.....	54
Gambar 4. 8 Nilai <i>Return Loss</i> Setelah Ditambahkan Metode DGS.....	56
Gambar 4. 9 Nilai <i>VSWR</i> Setelah Ditambahkan Metode DGS.....	57
Gambar 4. 10 Nilai <i>gain</i> setelah ditambahkan metode DGS	57
Gambar 4. 11 Pola radiasi Pada Metode DGS	58
Gambar 4. 12 Desain <i>inset feed</i>	59
Gambar 4. 13 <i>Inset feed</i>	59
Gambar 4. 14 Nilai <i>Return Loss</i> Dan <i>Bandwidth</i> Dengan <i>Insetfeed</i>	62
Gambar 4. 15 Nilai <i>VSWR</i> Setelah Ditambahkan <i>Inset Feed</i>	63
Gambar 4. 16 Nilai <i>Gain</i> Pada Saat Menggunakan <i>Inset Feed</i>	63
Gambar 4. 17 Pola radiasi Antena <i>Single Patch</i> Pada Saat Ditambahkan <i>Insetfeed</i>	64
Gambar 4. 18 Desain Antena <i>Single Patch</i> Dengan Penambahan U – Slot	65
Gambar 4. 19 Nilai <i>Return Loss</i> Dan <i>Bandwidth</i> Dengan Penambahan U - Slot	68
Gambar 4. 20 Nilai <i>VSWR</i> Setelah Ditambahkan U – Slot.....	69
Gambar 4. 21 Nilai <i>Gain</i> Setelah Ditambahkan U – Slot	69

Gambar 4. 22 Pola radiasi Antena <i>Single Patch</i> Setelah Ditambahkan U – Slot	70
Gambar 4. 23 Desain MIMO 2x2 Tampak Depan	71
Gambar 4. 24 Desain MIMO 2x2 Tampak Belakang	72
Gambar 4. 25 Nilai <i>Return Loss</i> Dan <i>Bandwidth</i> MIMO 2x2 Port 1	74
Gambar 4. 26 Nilai <i>Return Loss</i> Dan <i>Bandwidth</i> MIMO 2x2 Port 2	74
Gambar 4. 27 Nilai <i>Mutual Coupling</i> MIMO 2x2	75
Gambar 4. 28 Nilai VSWR MIMO 2x2	76
Gambar 4. 29 Nilai <i>Gain</i> MIMO 2x2 Port 1	77
Gambar 4. 30 Nilai <i>Gain</i> MIMO 2x2 Port 2	77
Gambar 4. 31 Pola Radiasi Antena MIMO 2x2 Port 1	78
Gambar 4. 32 Pola Radiasi Antena MIMO 2x2 Port 2	78
Gambar 4. 33 Desain Antena Array 1x2 Tampak Depan	80
Gambar 4. 34 Desain Antena Array 1x2 Tampak Belakang	80
Gambar 4. 35 <i>Return Loss</i> Dan <i>Bandwidth</i> Antena Array 1x2	82
Gambar 4. 36 Nilai VSWR Antena Array 1x2	83
Gambar 4. 37 Nilai <i>Gain</i> Antena Array 1x2	83
Gambar 4. 38 Nilai <i>Gain</i> Antena Array 1x2	84
Gambar 4. 39 Desain Antena Array MIMO 2x2 Tampak Depan	85
Gambar 4. 40 Desain Antena Array MIMO 2x2 Tampak Belakang	85
Gambar 4. 41 Nilai <i>Return Loss</i> Dan <i>Bandwidth</i> Antena Array MIMO 2x2 Port 1	88
Gambar 4. 42 Nilai <i>Return Loss</i> Dan <i>Bandwidth</i> Antena Array MIMO Port 2	89
Gambar 4. 43 Nilai <i>Mutual Coupling</i> Antena Array MIMO 2x2	90
Gambar 4. 44 Nilai VSWR Antena Array MIMO 2x2	91
Gambar 4. 45 Nilai <i>Gain</i> Antena Array MIMO 2x2 Pada Port 1	92
Gambar 4. 46 Nilai <i>Gain</i> Antena Array MIMO 2x2 Pada Port 2	92
Gambar 4. 47 Pola Radiasi Antena Array MIMO 2x2 Port 1	93
Gambar 4. 48 Pola Radiasi Antena Array MIMO 2x2 Port 2	93
Gambar 4. 49 Antena Array MIMO 2x2 Non <i>Insetfeed</i> Tampak Depan	95
Gambar 4. 50 Desain Antena Array MIMO 2x2 Tampak Belakang	95

Gambar 4. 51 Nilai <i>Return Loss</i> Dan <i>Bandwidth</i> Pada <i>Port 1</i>	95
Gambar 4. 52 Nilai <i>Return Loss</i> Dan <i>Bandwidth</i> Pada <i>Port 2</i>	96
Gambar 4. 53 Nilai <i>VSWR</i> Pada <i>Port 1</i>	96
Gambar 4. 54 Nilai <i>VSWR</i> Pada <i>Port 2</i>	97
Gambar 4. 55 Nilai <i>Mutual Coupling Port 1</i>	97
Gambar 4. 56 Nilai <i>Mutual Coupling Port 2</i>	98
Gambar 4. 57 Nilai <i>Gain Port 1</i>	99
Gambar 4. 58 Nilai <i>Gain Port 2</i>	99
Gambar 4. 59 Pola Radiasi Pada <i>Port 1</i>	100
Gambar 4. 60 Pola Radiasi Pada <i>Port 2</i>	100

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Bahan Dielektrik Mikrostrip[14].	10
Tabel 3. 1 Spesifikasi Parameter Antena	35
Tabel 3. 2 Spesifikasi Bahan Antena	35
Tabel 3. 3 Hasil Perhitungan Dimensi Antena.....	41
Tabel 3. 4 Dimensi Antena <i>Single Patch</i>	42
Tabel 3. 5 Dimensi Antena Metode DGS	44
Tabel 3. 6 Dimensi Antena Menggunakan <i>Inset Feed</i>	45
Tabel 3. 7 Dimensi Antena <i>Single Patch</i> Dengan Penambahan U – <i>Slot</i> ...	46
Tabel 4. 1 Hasil Simulasi Antena <i>Single Patch</i> Konvensional	53
Tabel 4. 2 Optimasi Pada Penambahan Metode DGS	55
Tabel 4. 3 Hasil Simulasi Antena Dengan Metode DGS	58
Tabel 4. 4 Optimasi Penambahan <i>Inset Feed</i> Pada Antena	60
Tabel 4. 5 Hasil Simulasi Antena Menggunakan <i>Insetfeed</i>	64
Tabel 4. 6 Optimasi Dengan Penambahan Metode U – <i>Slot</i>	65
Tabel 4. 7 Hasil Simulasi Antena Dengan Menggunakan U – <i>Slot</i>	70
Tabel 4. 8 Optimasi Pada Saat Penambahan MIMO 2x2.....	72
Tabel 4. 9 Hasil Simulasi Antena MIMO 2x2	79
Tabel 4. 10 Optimasi Antena <i>Array</i> 1x2	80
Tabel 4. 11 Hasil Simulasi Antena Dengan Penambahan <i>Array</i>	84
Tabel 4. 12 Optimasi <i>Array</i> MIMO 2x2	86
Tabel 4. 13 Hasil Simulasi Antena <i>Array</i> MIMO 2x2	94
Tabel 4. 14 Hasil Simulasi Antena <i>Array</i> MIMO 2x2 Menggunakan <i>Insetfeed</i> Dan Non <i>Insetfeed</i>	101