

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI *BUTLER MATRIX* 4×4
MIKROSTRIP PADA 2.4 GHZ UNTUK
ANTENA CERDAS MODULAR**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Elektro
Program Studi DIII Teknik Telekomunikasi**

Oleh:

ARIEL

062330330780

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI *BUTLER MATRIX* 4×4
MIKROSTRIP PADA 2.4 GHZ UNTUK
ANTENA CERDAS MODULAR**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Elektro
Program Studi DIII Teknik Telekomunikasi**

Oleh:

Nama	: Ariel
Nama Pembimbing I	: Ir. Ciksadan, S.T., M.Kom.
Nama Pembimbing II	: Nasron, S.T., M.T.

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI BUTLER MATRIX 4×4
MIKROSTRIP PADA 2.4 GHZ UNTUK
ANTENA CERDAS MODULAR**



Oleh:

Ariel
062330330780

Palembang, Agustus 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,


Ir. Ciksadan, S.T., M.Kom.
NIP. 196309071993031003

Dosen Pembimbing II,


Nasron, S.T., M.T.
NIP. 196808221993031001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro,



Dr. Ir. Scholihah Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP. 197907222008011007

**Koordinator Program Studi
DIII Teknik Telekomunikasi,**


Ir. Suzan Zefi, S.T., M.Kom.
NIP. 197709252005012003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan:

Nama	: Ariel
Jenis Kelamin	; Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir	: Palembang, 19 Desember 2005
Alamat	: Perumnas Talang Kelapa Blok IVB No.135
NIM	: 062330330780
Program Studi	: DIII Teknik Telekomunikasi
Jurusan	: Teknik Elektro
Judul Laporan Akhir	: Desain dan Implementasi Butler Matrix 4×4 Mikrostrip pada 2.4 GHz untuk Antena Cerdas Modular

Menyelesaikan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Laporan Tugas Akhir adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari Tindakan Plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Laporan Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Tugas Akhir
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Tugas Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dn tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro schingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa pemaksaan.



Palembang, Agustus 2026

Yang menyatakan,



PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Ariel
NIM : 062330330780
Program Studi : DIII Teknik Telekomunikasi
Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan akhir ini yang telah saya buat dengan judul **“Desain dan Implementasi *Butler Matrix* 4x4 Mikrostrip pada 2,4 GHz untuk Antena Cerdas Modular”** adalah benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi, serta tidak mengutip sebagian atau seluruh dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Palembang, Agustus 2026



Ariel

NIM. 062330330780

MOTTO & PERSEMBAHAN

MOTTO

“Work hard in silence, let your success make the noise.”

“Kesuksesan tidak datang dengan mudah, tetapi dibangun dari kerja keras, doa, dan keteguhan hati yang tidak mudah menyerah.”

“Menjadi rendah hati tak membuat seseorang berkurang, justru mengisi. Kembali ke diri yang lebih sederhana akan memberi kebijaksanaan.”
(Nelson Mandela)

PERSEMBAHAN

Laporan Akhir ini kupersembahkan untuk:

- ❖ Pendidik dan Dosen Pembimbing
- ❖ Kedua Orang Tua yang sangat dicintai
- ❖ Kakak dan Abang
- ❖ Pacarku yang selalu mendukung
- ❖ Sahabat Seperjuanganku
- ❖ Teman-teman 6 TC

ABSTRAK

DESAIN DAN IMPLEMENTASI BUTLER MATRIX 4×4 MIKROSTRIP PADA 2.4 GHZ UNTUK ANTENA CERDAS MODULAR

(2026: xviii+203 Halaman+100 Gambar+48 Tabel+25 Daftar Pustaka+ Lampiran)

Ariel

062330330780

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK TELEKOMUNIKASI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Butler Matrix merupakan jaringan pembagi daya pasif yang banyak digunakan pada sistem antenna cerdas untuk menghasilkan beberapa arah pancaran (*beamforming*) dengan pergeseran fasa tertentu. Pada penelitian ini dilakukan desain dan implementasi Butler Matrix 4×4 berbasis mikrostrip yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz sebagai bagian dari sistem antenna cerdas modular. Perancangan dilakukan menggunakan substrat FR-4 dengan mempertimbangkan parameter lebar jalur, panjang saluran, serta elemen pendukung seperti *hybrid coupler* 90°, *phase shifter*, dan *crossover*. Simulasi dilakukan untuk menganalisis parameter kinerja berupa *return loss*, *isolation*, *insertion loss*, dan pergeseran fasa antar port. Hasil implementasi menunjukkan bahwa Butler Matrix 4×4 yang dirancang mampu bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dengan nilai *return loss* di bawah -10 dB, pembagian daya yang relatif seimbang, serta pergeseran fasa yang sesuai dengan teori. Desain modular yang diterapkan memungkinkan integrasi yang lebih fleksibel dengan berbagai konfigurasi antenna array, sehingga sistem ini berpotensi digunakan pada aplikasi komunikasi nirkabel seperti WLAN dan sistem antenna adaptif.

Kata kunci: Butler Matrix, mikrostrip, antenna cerdas, beamforming, 2,4 GHz.

ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A 4×4 MICROSTRIP BUTLER MATRIX AT 2.4 GHZ FOR A MODULAR SMART ANTENNA

(2026:xviii + 203 pages, 100 figures, 48 tables, 25 references + appendices)

Ariel

062330330780

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

DIII TELECOMMUNICATION ENGINEERING STUDY PROGRAM

SRIWIJAYA STATE POLYTECHNIC

The Butler Matrix is a passive power-divider network widely used in smart antenna systems to generate multiple beam directions (beamforming) with specific phase shifts. In this study, the design and implementation of a 4×4 microstrip-based Butler Matrix operating at 2.4 GHz was carried out as part of a modular smart antenna system. The design utilized an FR-4 substrate by considering parameters such as line width, transmission line length, and supporting elements including 90° hybrid couplers, phase shifters, and crossovers. Simulations were performed to analyze performance parameters including return loss, isolation, insertion loss, and phase shifts between ports. The implementation results show that the designed 4×4 Butler Matrix is capable of operating at 2.4 GHz with a return loss value below -10 dB, relatively balanced power distribution, and phase shifts consistent with theoretical expectations. The applied modular design enables more flexible integration with various array antenna configurations, making this system potentially suitable for wireless communication applications such as WLAN and adaptive antenna systems.

Keywords: *Butler Matrix, microstrip, smart antenna, beamforming, 2.4 GHz.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur selalu tercurahkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat dan rahmat-Nya dapat melaksanakan dan menyelesaikan Laporan Akhir dengan judul, **“DESAIN DAN IMPLEMENTASI *BUTLER MATRIX 4×4* MIKROSTRIP PADA 2.4 GHZ UNTUK ANTENA CERDAS MODULAR”**, dengan tepat waktu.

Laporan Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi kurikulum yang berlaku di Jurusan Teknik Elektro, Program Studi DIII Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam proses penyusunan Laporan Akhir ini, banyak bantuan, dukungan, bimbingan, serta saran yang diberikan oleh berbagai pihak, baik berupa dukungan moril maupun materil. Bantuan tersebut sangat berarti dalam menyelesaikan laporan ini hingga dapat tersusun dengan baik. Oleh karena itu, penghargaan yang sebesar-besarnya dan ucapan terima kasih yang tulus ditujukan kepada pihak-pihak berikut:

1. Kedua orang tua serta anggota keluarga yang telah memberikan dukungan serta restu dan memberikan dorongan moral maupun material selama penyusunan Laporan Akhir ini.
2. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. Selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Lindawati, S.T., M.T.I. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
5. Ibu Ir. Suzan Zefi, S.T., M.Kom. Selaku Koordinator Prodi DIII Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Ir. Ciksadan, S.T., M.Kom. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, petunjuk, dan bimbingan dalam penyusunan dan pengerjaan Laporan Akhir ini.

7. Bapak Nasron, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, petunjuk, dan bimbingan dalam penyusunan dan pengerjaan Laporan Akhir ini.
8. Bapak/Ibu Dosen, staf pengajar, dan teknisi Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Seluruh mahasiswa DIII Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya Angkatan 2023 yang telah memberikan dukungannya.
10. Semua pihak yang telah turut membantu dalam menyelesaikan penyusunan Laporan Akhir.

Harapan besar tertuju agar Proposal Laporan Akhir ini dapat memberikan manfaat yang luas, baik sebagai referensi maupun sebagai sumber informasi yang bermanfaat bagi berbagai pihak yang membutuhkannya. Dalam proses penyusunannya, disadari sepenuhnya bahwa Laporan Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan dan kesalahan, baik dari segi isi maupun teknis penulisan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari berbagai pihak sangat diperlukan dan diharapkan dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Palembang, Juni 2026

Ariel

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	v
MOTTO & PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah	2
1.6 Metode Penulisan	3
1.7 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Antena	5
2.2 Antena Mikrostrip	6
2.2.1 Pengertian Antena Mikrostrip	6
2.2.2 Fungsi Antena Mikrostrip	8
2.2.3 Parameter Antena Mikrostrip	8
2.2.4 Saluran Pencatu	14
2.2.5 Teknik Pencatutan	14
2.2.6 Bentuk-bentuk antena mikrostrip	15
2.2.7 Menentukan Ukuran Patch Antena Mikrostrip Persegi	16
2.2.8 Menentukan Panjang dan Lebar Ground	18
2.3 Smart Antenna	18
2.4 Beamforming	20
2.4.1 Pengertian beamforming	20
2.4.2 Jenis-Jenis Beamforming	20
2.5 Phased Array	21
2.6 Papan PCB (Printed Circuit Board)	24
2.7 Kabel Coaxial	24
2.8 CST Studio	25
2.9 Matlab	25
2.10 Vector Network Analyzer (VNA)	26
2.11 Spectrum Analyzer	27

BAB III PERANCANGAN ALAT.....	28
3.1 Perancangan	28
3.1 Blok Diagram	28
3.2 Flowchart	29
3.3 Perancangan Desain Antena	30
3.3.1 Spesifikasi Teknis Antena	31
3.3.2 Tahapan Perhitungan Dimensi Antena	31
3.3.3 Tahapan Pemodelan Geometri pada Software CST	35
3.4 Perancangan Mekanis Penyangga	49
3.4.1 Penambahan Penyangga Antena	49
3.4.2 Proses Penambahan Busur Derajat.....	50
3.5 Sistem Kerja Alat	51
3.5.1 Alur kerja keseluruhan alat.....	51
3.5.2 Fungsi dan Implementasi Sistem	51
3.5.3 Tempat dan Lingkungan Pengukuran.....	52
3.5.4 Prosedur Pengujian	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Hasil	53
4.1.1 Hasil Perancangan Antena pada CST	53
4.1.2 Hasil Fabrikasi Antena	54
4.2 Pembahasan.....	55
4.2.1 Pengukuran Parameter Antena Melalui Simulasi CST	55
4.2.2 Pengukuran Antena Parameter di Lapangan	64
4.2.3 Hasil Pengukuran Parameter Antena.....	66
4.3 Perbandingan Pengukuran Antara Simulasi dan Pengukuran Langsung ...	118
4.4 Pengukuran Antena Menggunakan Wifi 2,4 GHz.....	119
4.4.1 Komponen dan Alat	120
4.4.2 Lokasi Pengukuran.....	120
4.4.3 Hasil Pengukuran Antena di Lokasi 1	121
4.4.4 Hasil Pengukuran Antena di Lokasi 2	158
4.4.5 Analisa Terhadap Pengaruh Lokasi Pengukuran.....	199
BAB V PENUTUP.....	201
5.1 Kesimpulan	201
5.2 Saran.....	202
DAFTAR PUSTAKA.....	203
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cara Kerja Antena ^[10]	6
Gambar 2. 2 Simbol Antena ^[10]	6
Gambar 2. 3 Antena Mikrostrip ^[10]	7
Gambar 2. 4 Jenis-Jenis Antena Mikrostrip ^[6]	7
Gambar 2. 5 Macam-Macam Patch Mikrostrip ^[6]	8
Gambar 2. 6 Rentang Frekuensi yang Menjadi Bandwidth ^[10]	12
Gambar 2. 7 Antena Mikrostrip Lingkaran ^[10]	16
Gambar 2. 8 Antena Mikrostrip Kotak ^[10]	16
Gambar 2. 9 Representasi dua sinyal dengan frekuensi yang sama ^[1]	22
Gambar 2. 10 Kabel Coaxial ^[16]	25
Gambar 2. 12 VNA ^[13]	27
Gambar 2. 13 Spectrum Analyzer ^[20]	27
Gambar 3. 1 Blok Diagram Rangkaian	28
Gambar 3. 2 Flowchart	29
Gambar 3. 3 Tampilan Awal Software CST	35
Gambar 3. 4 Dialog Box Perancangan Substrate	36
Gambar 3. 5 Tampilan Substrate yang telah Dibuat	36
Gambar 3. 6 Dialog Box Perancangan Groundplane	37
Gambar 3. 7 Tampilan Groundplane yang telah Dibuat	37
Gambar 3. 8 Dialog Box Perancangan Patch	38
Gambar 3. 9 Tampilan Patch yang telah Dibuat	39
Gambar 3. 10 Tampilan Patch yang telah Duplikasi	39
Gambar 3. 11 Dialog Box Perancangan Feedline	40
Gambar 3. 12 Tampilan Feedline yang telah Dibuat	40
Gambar 3. 13 Dialog Box Perancangan Butler Matrix	41
Gambar 3. 14 Tampilan Butler Matrix yang telah Dibuat	42
Gambar 3. 15 Dialog Box Perancangan Hybrid Coupler Horizontal	42
Gambar 3. 16 Dialog Box Perancangan Hybrid Coupler Vertikal	43
Gambar 3. 17 Tampilan Hybrid Coupler yang telah Dibuat	43
Gambar 3. 18 Tampilan Phase Shifter yang telah Dibuat	44
Gambar 3. 19 Tampilan Port Butler Matrix yang telah Dibuat	44
Gambar 3. 20 Pemeriksaan Koneksi Antar Jalur	45
Gambar 3. 21 Pemeriksaan Groundplane	45
Gambar 3. 22 Keterangan Material Substrate	46
Gambar 3. 23 Keterangan Material Groundplane	46
Gambar 3. 24 Tampilan Penambahan Port Antena	47
Gambar 3. 25 Pengaturan Boundary Condition	47
Gambar 3. 26 Pengaturan Parameter Time Domain Solver	48
Gambar 3. 27 Pengaturan Mesh	49
Gambar 3. 28 Tampilan Akhir Perancangan Tiang Penyangga Antena	50
Gambar 3. 29 Penambahan Busur Derajat pada Tiang Antena	51

Gambar 4. 1 Bagian Tampak Depan Hasil Perancangan CST	53
Gambar 4. 2 Bagian Tampak Belakang Hasil Perancangan CST	54
Gambar 4. 3 Bagian Tampak Depan Hasil Fabrikasi Antena.....	54
Gambar 4. 4 Bagian Tampak Belakang Hasil Fabrikasi Antena	55
Gambar 4. 5 Proses Simulasi pada Software CST	55
Gambar 4. 6 Hasil Simulasi Return Loss pada Port 1	56
Gambar 4. 7 Hasil Simulasi Return Loss pada Port 2.....	56
Gambar 4. 8 Hasil Simulasi Return Loss pada Port 3.....	56
Gambar 4. 9 Hasil Simulasi Return Loss pada Port 4.....	56
Gambar 4. 10 Hasil Simulasi VSWR pada Port 1	57
Gambar 4. 11 Hasil Simulasi VSWR pada Port 2	57
Gambar 4. 12 Hasil Simulasi VSWR pada Port 3.....	57
Gambar 4. 13 Hasil Simulasi VSWR pada Port 4.....	58
Gambar 4. 14 Hasil Simulasi Impedansi Input pada Port 1	58
Gambar 4. 15 Hasil Simulasi Impedansi Input pada Port 2	58
Gambar 4. 16 Hasil Simulasi Impedansi Input pada Port 3	59
Gambar 4. 17 Hasil Simulasi Impedansi Input pada Port 4	59
Gambar 4. 18 Hasil Simulasi Bandwidth pada Port 1	59
Gambar 4. 19 Hasil Simulasi Bandwidth pada Port 2.....	60
Gambar 4. 20 Hasil Simulasi Bandwidth pada Port 3.....	60
Gambar 4. 21 Hasil Simulasi Bandwidth pada Port 4.....	61
Gambar 4. 22 Hasil Simulasi Gain pada Port 1	62
Gambar 4. 23 Hasil Simulasi Gain pada Port 2	63
Gambar 4. 24 Hasil Simulasi Gain pada Port 3	63
Gambar 4. 25 Hasil Simulasi Gain pada Port 4	64
Gambar 4. 26 Diagram Blok Pengukuran Return Loss Antena	66
Gambar 4. 27 Hasil Pengukuran Parameter Antena Port 1 melalui NanoVNA....	67
Gambar 4. 28 Hasil Pengukuran Parameter Antena Port 2 melalui NanoVNA....	67
Gambar 4. 29 Hasil Pengukuran Parameter Antena Port 3 melalui NanoVNA....	67
Gambar 4. 30 Hasil Pengukuran Parameter Antena Port 4 melalui NanoVNA....	68
Gambar 4. 31 Diagram Blok Pengukuran VSWR Antena	69
Gambar 4. 32 Diagram Blok Pengukuran Z-Impedance Antena	71
Gambar 4. 33 Diagram Blok Pengukuran Gain Antena	73
Gambar 4. 34 Pengukuran Daya Antena Butler Matrix ke Butler Matrix Port 1..	76
Gambar 4. 35 Pengukuran Daya Antena Butler Matrix ke Antena Referensi.....	76
Gambar 4. 36 Pengukuran Daya Antena Butler Matrix ke Butler Matrix Port 2..	77
Gambar 4. 37 Pengukuran Daya Antena Butler Matrix ke Antena Referensi.....	77
Gambar 4. 38 Pengukuran Daya Antena Butler Matrix ke Butler Matrix Port 3..	78
Gambar 4. 39 Pengukuran Daya Antena Butler Matrix ke Antena Referensi.....	78
Gambar 4. 40 Pengukuran Daya Antena Butler Matrix ke Butler Matrix Port 4..	79
Gambar 4. 41 Pengukuran Daya Antena Butler Matrix ke Antena Referensi.....	79
Gambar 4. 42 Diagram Blok Pengukuran Polarisasi Antena	80
Gambar 4. 43 Diagram Blok Pengukuran Pola Radiasi Antena.....	83
Gambar 4. 44 Grafik Daya Pola Radiasi pada Port 1 Antena	90
Gambar 4. 45 Grafik Polar Pola Radiasi pada Port 1 Antena	90
Gambar 4. 46 Grafik Daya Pola Radiasi pada Port 2.....	96

Gambar 4. 47 Grafik Polar Pola Radiasi pada Port 2 Antena	97
Gambar 4. 48 Grafik Daya Pola Radiasi pada Port 3.....	104
Gambar 4. 49 Grafik Polar Pola Radiasi pada Port 3 Antena	104
Gambar 4. 50 Grafik Daya Pola Radiasi pada Port 3.....	111
Gambar 4. 51 Grafik Polar Pola Radiasi pada Port 4 Antena	111
Gambar 4. 52 Diagram Blok Pengukuran Bandwidth Antena	114
Gambar 4. 53 Hasil Pengukuran Bandwidth pada Port 1 Antena	115
Gambar 4. 54 Hasil pengukuran Bandwidth pada Port 2 Antena	116
Gambar 4. 55 Hasil Pengukuran Bandwidth pada Port 3 Antena	116
Gambar 4. 56 Hasil Pengukuran Bandwidth pada Port 4 Antena	117
Gambar 4. 57 Lokasi Pengukuran 1 menggunakan Wifi 2,4 GHz.....	120
Gambar 4. 58 Lokasi Pengukuran 2 menggunakan Wifi 2,4 GHz.....	121

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Komponen dan Alat Pengukuran Parameter Antena	65
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Return Loss Antena.....	68
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran VSWR Antena.....	70
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Z-Impedance Antena.....	72
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Polarisasi Antena	81
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Antena pada Port 1	83
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Pola Radiasi pada Port 2 Antena.....	91
Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Pola Radiasi pada Port 3 Antena.....	97
Tabel 4. 9 Hasil Pengukuran Pola Radiasi pada Port 4	105
Tabel 4. 10 Hasil Analisa Main Beam pada Setiap Port Antena	112
Tabel 4. 11 Hasil Analisa Beamwidth pada Setiap Port Antena.....	113
Tabel 4. 12 Hasil Analisa Beamwidth pada Setiap Port Antena	113
Tabel 4. 13 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran	118
Tabel 4. 14 Alat yang Digunakan pada Pengukuran dengan Wifi 2,4 GHz	120
Tabel 4. 15 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 5 meter pada Port 1	122
Tabel 4. 16 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 5 meter pada Port 2	125
Tabel 4. 17 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 5 Meter pada Port 3	127
Tabel 4. 18 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 5 Meter pada Port 4	130
Tabel 4. 19 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 5 Meter (Antena Router)	132
Tabel 4. 20 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 15 Meter pada Port 1	135
Tabel 4. 21 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 15 Meter pada Port 2	137
Tabel 4. 22 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 15 Meter pada Port 3	139
Tabel 4. 23 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 15 Meter pada Port 4	141
Tabel 4. 24 Perbandingan RSSI dan Switch Beam 15 Meter (Antena Router)...	143
Tabel 4. 25 Pengukuran RSSI dan Switch Beam pada Port 1 25m.....	146
Tabel 4. 26 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 25 Meter pada Port 2	148
Tabel 4. 27 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 25 Meter pada Port 3	150
Tabel 4. 28 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 25 Meter pada Port 4	152
Tabel 4. 29 Perbandingan RSSI dan Switch Beam 25 Meter (Antena Router)...	155
Tabel 4. 30 Perbandingan Nilai RSSI Terkuat Butler Matrix pada Setiap Jarak	157
Tabel 4. 31 Perbandingan Nilai RSSI Terkuat Router pada Setiap Jarak	157
Tabel 4. 32 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 5 Meter pada Port 1	159
Tabel 4. 33 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 5 Meter pada Port 2	162
Tabel 4. 34 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 5 Meter pada Port 3	164
Tabel 4. 35 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 5 Meter pada Port 4	167
Tabel 4. 36 Pengukurann RSSI dan Switch Beam 5 Meter (Antena Router)	169
Tabel 4. 37 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 15 Meter pada Port 1	172
Tabel 4. 38 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 15 Meter pada Port 2	174
Tabel 4. 39 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 15 Meter pada Port 3	177
Tabel 4. 40 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 15 Meter pada Port 4	180
Tabel 4. 41 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 15 Meter (Antena Router)	182
Tabel 4. 42 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 25 Meter pada Port 1	185
Tabel 4. 43 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 25 Meter pada Port 2	187

Tabel 4. 44 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 25 Meter pada Port 3	189
Tabel 4. 45 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 25 Meter pada Port 4	192
Tabel 4. 46 Pengukuran RSSI dan Switch Beam 25 Meter (Antena Router)	195
Tabel 4. 47 Perbandingan Nilai RSSI Terkuat Butler Matrix pada Setiap Jarak	198
Tabel 4. 48 Perbandingan Nilai RSSI Terkuat Antena Router pada Setiap Jarak	198

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 1
- Lampiran 2.** Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 2
- Lampiran 3.** Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 1
- Lampiran 4.** Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 2
- Lampiran 5.** Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 6.** *Logbook* Pembuatan Alat
- Lampiran 7.** Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir
- Lampiran 8.** Bukti Penyerahan Hasil Karya/Rancang Bangun