

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur <i>Antenna Microstrip</i> .....	25
Gambar 2.2 Macam-macam bentuk <i>patch</i> pada <i>antenna microstrip</i> .....	25
Gambar 2. 3 <i>Rectangular Patch With Insert Feeding</i> .....	28
Gambar 2.4 Contoh Ilustrasi <i>Antenna Array</i> .....	30
Gambar 2.5 <i>Antenna Pattern in polar 2D coordinates</i> .....	31
Gambar 2.6 <i>Antenna pattern in Rectangular coodinates in dB</i> .....	31
Gambar 2.7 Konfigurasi <i>Beamforming Analog</i> .....	33
Gambar 2.8 Konfigurasi <i>Beamforming Digital</i> .....	35
Gambar 2.9 Konfigurasi <i>Beamforming Hybrid</i> .....	36
Gambar 2.10 Struktur <i>Branch-line Coupler</i> .....	37
Gambar 2.11 <i>Branch-line Coupler design</i> .....	38
Gambar 2.12 Struktur <i>Crossover</i> .....	39
Gambar 2.13 Struktur <i>Phase Shifter 45°</i> .....	39
Gambar 2.14 Struktur <i>Buttler matrix 4x4</i> .....	40
Gambar 2.15 Lebar <i>Bandwdith</i> Antena.....	44
Gambar 2.16 Ilustrasi pola radiasi antena $F(\theta, \phi)$ dan direktivitas $D$ .....	45
Gambar 2.17 Plot polar dari pola radiasi antena .....	46
Gambar 2.18 <i>CST Studio suite 2019</i> .....	48
Gambar 2.19 <i>Vector Network Analyzer</i> .....	49
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metode Penelitian .....	50
Gambar 3.2 Bentuk perancangan <i>Buttler matrix</i> .....	51
Gambar 3.3 dimensi <i>Branch-line Coupler</i> Sebelum optimasi .....	57
Gambar 3.4 Dimensi dan S-Parameter <i>Branch-Line coupler</i> sebelum optimasi ..	57
Gambar 3.5 Dimensi <i>Branch-line Coupler</i> setelah optimasi .....	57
Gambar 3.6 Dimensi dan S-Parameter <i>Branch-Line coupler</i> setelah optimasi ....	58
Gambar 3.7 S-Parameter <i>Phase Branch-line Coupler</i> .....	58
Gambar 3.8 Dimensi <i>crossover</i> sebelum optimasi.....	60
Gambar 3.9 S-Parameter <i>crossover</i> sebelum optimasi .....	60
Gambar 3.10 Dimensi <i>crossover</i> setelah optimasi .....	60
Gambar 3.11 S-Parameter <i>crossover</i> setelah optimasi.....	61
Gambar 3. 12 Desain <i>Buttler matrix</i> tanpa <i>Phase Shifter</i> .....	62

Gambar 3. 13S-Parameter <i>Phase Buttlar matrix</i> 4 X 4.....	62
Gambar 3.14 <i>Buttlar matrix</i> 4 X 4 with <i>Phase Shifter</i> .....	62
Gambar 3.15 S-Parameter <i>Magnitude Buttlar matrix</i> 4 X 4 .....	63
Gambar 3.16 S-Parameter <i>Phase Buttlar matrix</i> 4 X 4.....	63
Gambar 3.17 <i>Bandwdith Buttlar matrix</i> .....	64
Gambar 3.18 <i>Rectangular Patch</i> .....	65
Gambar 3.19 S-Parameter <i>magnitude Rectangular patch</i> .....	65
Gambar 3.20 Antena <i>output Rectangular patch</i> .....	66
Gambar 3.21 S-Parameter antena <i>output</i> setelah optimasi.....	66
Gambar 4.1 <i>Buttlar matrix</i> setelah fabrikasi .....	68
Gambar 4.2 Antena <i>Rectangular patch</i> setelah fabrikasi.....	69
Gambar 4.3 Pengukuran <i>Buttlar matrix</i> menggunakan VNA .....	69
Gambar 4. 4 <i>Grafik</i> Pengukuran S-Parameter <i>Buttlar matrix</i> 4X4 .....	70
Gambar 4. 5 <i>Grafik</i> hasil pengukuran <i>Transmission coefficient</i> pada <i>port</i> 1.....	71
Gambar 4. 6 <i>Grafik</i> hasil pengukuran <i>Transmission coefficient</i> pada <i>port</i> 2.....	71
Gambar 4. 7 <i>Grafik</i> hasil pengukuran <i>Transmission coefficient</i> pada <i>port</i> 3.....	72
Gambar 4. 8 <i>Grafik</i> hasil pengukuran <i>Transmission coefficient</i> pada <i>port</i> 4.....	73
Gambar 4.9 Pengukuran Antena Menggunakan VNA.....	74
Gambar 4. 10 <i>Grafik</i> Pengukuran S-Parameter Antena <i>Array</i> .....	74
Gambar 4. 11 <i>Polaradiasi</i> Antena <i>Array</i> .....	75
Gambar 4.12 Penggabungan <i>Buttlar matrix</i> Dengan Antena <i>Array</i> .....	76
Gambar 4. 13 <i>Grafik</i> S-Parameter <i>Buttlar matrix</i> with Antena <i>Array</i> .....	76
Gambar 4. 14 <i>Grafik</i> <i>Polaradiasi Buttlar matrix</i> with Antena <i>Array</i> .....	77
Gambar 4.15 S-Paramater <i>Magnitude</i> Simulasi <i>Buttlar matrix</i> 4X4 .....	78
Gambar 4.16 S-Parameter Pengukuran <i>Buttlar matrix</i> 4X4.....	79
Gambar 4.17 <i>Grafik</i> <i>Transmission coefficient</i> pada <i>port</i> 1 .....	80
Gambar 4.18 <i>Grafik</i> <i>Transmission coefficient</i> pada <i>port</i> 2 .....	81
Gambar 4.19 <i>Grafik</i> <i>Transmission coefficient</i> pada <i>port</i> 3 .....	83
Gambar 4.20 <i>Grafik</i> simulasi <i>Transmission coefficient</i> pada <i>port</i> 4.....	84
Gambar 4.21 Hasil Simulasi S-Parameter Antena <i>Array</i> .....	85
Gambar 4.22 Hasil Pengukuran S-Parameter Antena <i>Array</i> .....	86
Gambar 4.23 S-Parameter <i>Buttlar matrix</i> with Antena <i>Array</i> .....	87

Gambar 4.24 Grafik Polaradiasi <i>Buttler matrix with Antena array port 1</i> .....	89
Gambar 4. 25 Grafik Polaradiasi <i>Buttler matrix with Antena array port 2</i> .....	89
Gambar 4. 26 Grafik Polaradiasi <i>Buttler matrix with Antena array port 3</i> .....	90
Gambar 4. 27 Grafik Polaradiasi <i>Buttler matrix with Antena array port 3</i> .....	91