

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Konsep Dasar Antena .....	7
<b>Gambar 2.2</b> Struktur Antena Mikrostrip.....	8
<b>Gambar 2.3</b> Skema <i>Butler Matrix</i> 4x4 .....	12
<b>Gambar 2.4</b> <i>Hybrid Coupler</i> 90° [10] .....	13
<b>Gambar 2.5</b> <i>Crossover Coupler</i> [14] .....	14
<b>Gambar 2.6</b> Rentang Frekuensi <i>Bandwidth</i> [4] .....	16
<b>Gambar 2.7</b> Pola Radiasi Antena <i>Unidirectional</i> dan <i>Omnidirectional</i> [11] .....	17
<b>Gambar 2.8</b> <i>Microstrip Line</i> [4] .....	19
<b>Gambar 2.9</b> Teknik Pencatuan <i>Feed Line</i> [15].....	20
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Perancangan Antena.....	27
<b>Gambar 4.1</b> Rancangan Antena <i>Single Patch Rectangular</i> 3D.....	37
<b>Gambar 4.2</b> Rancangan Antena <i>Single Patch Rectangular</i> 2D.....	38
<b>Gambar 4.3</b> Hasil <i>Return Loss</i> Antena <i>Single Patch</i> .....	38
<b>Gambar 4.4</b> Hasil VSWR Antena <i>Single Patch</i> .....	38
<b>Gambar 4.5</b> Hasil <i>Gain</i> Antena <i>Single Patch</i> .....	39
<b>Gambar 4.6</b> Rancangan Antena Mikrostrip MIMO 4x4 3D.....	40
<b>Gambar 4.7</b> Rancangan Antena Mikrostrip MIMO 4x4 2D.....	40
<b>Gambar 4.8</b> Hasil <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip MIMO 4x4.....	41
<b>Gambar 4.9</b> Hasil VSWR Antena Mikrostrip MIMO 4x4 .....	41
<b>Gambar 4.10</b> Nilai <i>Gain</i> Antena MIMO 4x4 (a) <i>port</i> 1 (b) <i>port</i> 2 (c) <i>port</i> 3 (d) <i>port</i> 4 .....	41
<b>Gambar 4.11</b> Nilai <i>Mutual Coupling</i> Antena MIMO 4x4 .....	42
<b>Gambar 4.12</b> Grafik <i>Mutual Coupling</i> <i>Port</i> 1, <i>Port</i> 2 .....	43
<b>Gambar 4.13</b> Grafik <i>Mutual Coupling</i> <i>Port</i> 2, <i>Port</i> 3 .....	43
<b>Gambar 4.14</b> Grafik <i>Mutual Coupling</i> <i>Port</i> 3, <i>Port</i> 4 .....	44
<b>Gambar 4.15</b> Grafik <i>Mutual Coupling</i> <i>Port</i> 4, <i>Port</i> 1 .....	45
<b>Gambar 4.16</b> Pola Radiasi Antena MIMO 4x4 (a) <i>port</i> 1 (b) <i>port</i> 2 (c) <i>port</i> 3 (d) <i>port</i> 4 .....	45
<b>Gambar 4.17</b> Desain <i>Hybrid Coupler</i> 90° 3D.....	46
<b>Gambar 4.18</b> Desain <i>Hybrid Coupler</i> 90° 2D.....	47
<b>Gambar 4.19</b> (a) Nilai S-Parameter S(1,1); S(2,1); S(3,1); dan S(4,1) (b) Fasa Keluaran <i>Hybrid Coupler</i> 90° .....	47
<b>Gambar 4.20</b> Nilai VSWR pada <i>Hybrid Coupler</i> 90° .....	48
<b>Gambar 4.21</b> Desain <i>Crossover</i> 3D.....	48
<b>Gambar 4.22</b> Desain <i>Crossover</i> 2D.....	49
<b>Gambar 4.23</b> S-Paramater S(1,1), S(2,2), S(3,3) dan S(4,4) .....	49
<b>Gambar 4.24</b> Nilai VSWR dari <i>Crossover</i> .....	49
<b>Gambar 4.25</b> Desain <i>Phase Shifter</i> 45° 3D .....	50
<b>Gambar 4.26</b> Desain <i>Phase Shifter</i> 45° 2D .....	50

<b>Gambar 4.27</b> Nilai Parameter $S(1,1)$ dan $S(1,2)$ (b) Fasa Keluaran pada <i>Phase Shifter</i> $45^\circ$ .....	51
<b>Gambar 4.28</b> Nilai VSWR dari <i>Phase Shifter</i> $45^\circ$ .....	51
<b>Gambar 4.29</b> Rancangan <i>Butler matrix</i> $4 \times 4$ 3D .....	52
<b>Gambar 4.30</b> Rancangan <i>Butler matrix</i> $4 \times 4$ 2D .....	52
<b>Gambar 4.31</b> Hasil <i>Return Loss</i> <i>Butler matrix</i> $4 \times 4$ .....	53
<b>Gambar 4.32</b> Nilai VSWR <i>Butler matrix</i> $4 \times 4$ .....	54
<b>Gambar 4.33</b> Antena MIMO $4 \times 4$ dengan <i>Butler matrix</i> $4 \times 4$ 3D.....	54
<b>Gambar 4.34</b> Antena MIMO $4 \times 4$ dengan <i>Butler matrix</i> $4 \times 4$ 2D.....	55
<b>Gambar 4.35</b> Nilai <i>Return Loss</i> Antena MIMO $4 \times 4$ dengan <i>Butler matrix</i> $4 \times 4$ .	55
<b>Gambar 4.36</b> Nilai VSWR Antena MIMO $4 \times 4$ dengan <i>Butler matrix</i> $4 \times 4$ .....	55
<b>Gambar 4.37</b> <i>Gain</i> Rancangan Antena MIMO $4 \times 4$ dengan <i>Butler matrix</i> $4 \times 4$ ...	56
<b>Gambar 4.38</b> (a) dan (b) Nilai <i>Mutual Coupling</i> Antena MIMO $4 \times 4$ dengan <i>Butler matrix</i> $4 \times 4$ .....	57
<b>Gambar 4.39</b> Grafik <i>Mutual Coupling</i> Port 1, Port 2 .....	58
<b>Gambar 4.40</b> Grafik <i>Mutual Coupling</i> Port 2, Port 3 .....	58
<b>Gambar 4.41</b> Grafik <i>Mutual Coupling</i> Port 3, Port 4 .....	59
<b>Gambar 4.42</b> Grafik <i>Mutual Coupling</i> Port 4, Port 1 .....	59
<b>Gambar 4.43</b> Pola Radiasi Antena MIMO $4 \times 4$ dan <i>Butler matrix</i> $4 \times 4$ .....	60
<b>Gambar 4.44</b> Grafik Perbandingan $S(1,1)$ .....	61
<b>Gambar 4.45</b> Perbandingan Pola Radiasi .....	63