

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK .....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
<b>BAB I</b> <b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2 <i>State of The Art</i> .....	4
1.3    Perumusan Masalah.....	7
1.4    Tujuan Penelitian.....	7
1.5    Manfaat Penelitian.....	8
1.6    Batasan Masalah.....	8
1.7    Kerangka Pemikiran.....	9
1.8    Sistematika Penulisan.....	9
<b>BAB II</b> <b>KONSEP DASAR</b> .....	<b>12</b>
2.1 <i>Wireless Fidelity (Wi-Fi)</i> .....	12
2.2 <i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i> <i>(WiMAX)</i> .....	14
2.3    Teknologi 5G.....	15
2.4    Antena Mikrostrip .....	16
2.5    Dimensi Antena Mikrostrip.....	18
2.6    Performansi Antena.....	21
<b>BAB III</b> <b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>24</b>
3.1    Metodologi .....	24
3.1.1    Studi Literatur.....	24
3.1.2    Identifikasi Masalah .....	25
3.1.3    Pengumpulan dan Pengolahan Data .....	25

3.1.4	Perancangan <i>Patch</i> Untuk Masing-Masing Frekuensi Kerja .....	25
3.1.5	Simulasi <i>Patch</i> Untuk Masing - Masing Frekuensi Kerja .....	26
3.1.6	Analisis Hasil Performansi Untuk Masing-Masing <i>Patch</i> .....	26
3.1.7	Perancangan Penggabungan <i>Patch</i> Secara <i>Multi Band</i> .....	26
3.1.8	Simulasi Penggabungan <i>Patch</i> Secara <i>Multi Band</i> .....	27
3.1.9	Analisis Hasil Performansi Penggabungan <i>Patch</i> Secara <i>Multi Band</i> .....	27
3.1.10	Fabrikasi Antena.....	27
3.1.11	Pengukuran Antena.....	27
3.1.12	Analisis Hasil Fabrikasi Dan Pengukuran Performansi Antena .....	28
BAB IV	PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI.....	29
4.1	Perancangan.....	29
4.1.1	Perancangan Antena <i>Patch</i> Tunggal 2,4 GHz.....	33
4.1.2	Perancangan Antena <i>Patch</i> Tunggal 2,6 GHz.....	42
4.1.3	Perancangan Antena <i>Patch</i> Tunggal 3,5 GHz.....	52
4.1.4	Penggabungan <i>Patch</i> .....	61
4.2	Implementasi Rancangan .....	79
BAB V	PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	80
5.1	Pengujian.....	80
5.2	Analisis Simulasi Tiap <i>Patch</i> Dan Simulasi Antena Mikrostrip <i>Multi Band</i> .....	83
5.3	Analisis Simulasi Dan Fabrikasi Antena Mikrostrip <i>Multi Band</i> .....	92
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN .....	103
6.1	Kesimpulan.....	103
6.2	Saran.....	105

DAFTAR PUSTAKA .....	106
LAMPIRAN .....	110



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Rangkaian <i>state of the art</i> .....	4
Gambar 1.2	Kerangka pemikiran.....	9
Gambar 2.1	Arsitektur <i>Wi-Fi</i> .....	13
Gambar 2.2	Arsitektur <i>WiMAX</i> .....	15
Gambar 2.3	Arsitektur 5G. ....	16
Gambar 2.4	Antena mikrostrip. ....	16
Gambar 2.5	Macam-macam <i>patch</i> .....	17
Gambar 3.1	Metodologi penelitian.....	24
Gambar 4.1	Tata letak <i>patch</i> pada antenna <i>multi band</i> .....	32
Gambar 4.2	Rancangan awal antenna <i>patch</i> tunggal 2,4 GHz sesuai perhitungan. ....	36
Gambar 4.3	Perubahan impedansi ( $\Omega$ ) sesuai perubahan $W_f$ (mm) <i>patch</i> tunggal 2,4 GHz. ....	37
Gambar 4.4	Nilai $S_{11}$ setelah pengaturan lebar saluran catu <i>patch</i> tunggal 2,4 GHz. ....	37
Gambar 4.5	Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $W$ (mm) <i>patch</i> tunggal 2,4 GHz..	38
Gambar 4.6	Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $L$ (mm) <i>patch</i> tunggal 2,4 GHz. ...	39
Gambar 4.7	Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $W$ (mm) kembali pada <i>patch</i> tunggal 2,4 GHz.....	40
Gambar 4.8	Nilai VSWR pada <i>patch</i> tunggal 2,4 GHz. ....	40
Gambar 4.9	Rancangan akhir antenna <i>patch</i> tunggal 2,4 GHz.....	41
Gambar 4.10	Rancangan awal antenna <i>patch</i> 2,6 GHz sesuai perhitungan.....	45
Gambar 4.11	Perubahan impedansi ( $\Omega$ ) sesuai perubahan $W_f$ (mm) <i>patch</i> tunggal 2,6 GHz. ....	46
Gambar 4.12	Nilai $S_{11}$ setelah pengaturan lebar saluran catu <i>patch</i> tunggal 2,6 GHz. ....	47
Gambar 4.13	Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $W$ (mm) <i>patch</i> tunggal 2,6 GHz. ....	47
Gambar 4.14	Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $L$ (mm) <i>patch</i> tunggal 2,6 GHz. ...	48

Gambar 4.15 Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $W$ (mm) kembali pada <i>patch</i> tunggal 2,6 GHz. ....	49
Gambar 4.16 Nilai VSWR pada <i>patch</i> tunggal 2,6 GHz. ....	50
Gambar 4.17 Rancangan akhir antenna <i>patch</i> tunggal 2,6 GHz. ....	51
Gambar 4.18 Rancangan awal antenna <i>patch</i> 3,5 GHz sesuai perhitungan. ....	55
Gambar 4.19 Perubahan impedansi ( $\Omega$ ) sesuai perubahan $W_f$ (mm) <i>patch</i> tunggal 3,5 GHz. ....	56
Gambar 4.20 Nilai $S_{11}$ setelah pengaturan lebar saluran catu <i>patch</i> tunggal 3,5 GHz. ....	56
Gambar 4.21 Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $W$ (mm) <i>patch</i> tunggal 3,5 GHz. ....	57
Gambar 4.22 Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $L$ (mm) <i>patch</i> tunggal 3,5 GHz. ...	58
Gambar 4.23 Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $W$ (mm) kembali pada <i>patch</i> tunggal 3,5 GHz. ....	59
Gambar 4.24 Nilai VSWR pada <i>patch</i> tunggal 3,5 GHz. ....	59
Gambar 4.25 Rancangan akhir antenna <i>patch</i> tunggal 3,5 GHz. ....	60
Gambar 4.26 Rancangan awal antenna <i>multi band patch</i> 2,4 GHz, 2,6 GHz, dan 3,5 GHz sesuai simulasi akhir tiap <i>patch</i> . ....	63
Gambar 4.27 Perubahan impedansi ( $\Omega$ ) sesuai perubahan $W_f$ (mm) <i>multi band</i> . ....	65
Gambar 4.28 Perubahan $S_{11}$ setelah pengaturan lebar saluran catu <i>multi band</i> . ....	65
Gambar 4.29 Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $\lambda$ (mm) <i>multi band</i> . ....	66
Gambar 4.30 Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $W_{2,4GHz}$ (mm) <i>multi band</i> . ....	67
Gambar 4.31 Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $L_{2,4GHz}$ (mm) <i>multi band</i> . ....	68
Gambar 4.32 Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $W_{2,6GHz}$ (mm) <i>multi band</i> . ....	69
Gambar 4.33 Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $L_{2,6GHz}$ (mm) <i>multi band</i> . ....	70
Gambar 4.34 Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $L_{3,5GHz}$ (mm) pada <i>multi band</i> . ....	71
Gambar 4.35 Perubahan $S_{11}$ perubahan $W_{3,5GHz}$ (mm) pada <i>multi band</i> . ....	72
Gambar 4.36 Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $L_g$ (mm) <i>multi band</i> . ....	73
Gambar 4.37 Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $L_{2,4GHz}$ (mm) kembali <i>multi band</i> . ....	74

Gambar 4.38 Perubahan $S_{11}$ sesuai perubahan $W_g$ (mm) <i>multi band</i> .....	75
Gambar 4.39 Nilai VSWR pada <i>multi band</i> .....	76
Gambar 4.40 Rancangan akhir antenna <i>multi band patch</i> 2,4 GHz, 2,6 GHz, dan 3,5 GHz. ....	77
Gambar 4.41 Antena mikrostrip <i>multi band</i> dengan <i>patch rectangular</i> untuk pengaplikasian <i>Wi-Fi</i> , <i>WiMAX</i> , dan 5G bagian depan.....	79
Gambar 4.42 Antena mikrostrip <i>multi band</i> dengan <i>patch rectangular</i> untuk pengaplikasian <i>Wi-Fi</i> , <i>WiMAX</i> , dan 5G bagian belakang.....	79
Gambar 5.1 Skema pengukuran antenna menggunakan <i>vector network analyzer</i> .....	80
Gambar 5.2 Skema pengukuran antenna menggunakan <i>signal generator</i> dan <i>spectrum analyzer</i> .....	81
Gambar 5.3 Pengukuran antenna <i>multi band</i> menggunakan <i>vector network analyzer</i> .....	81
Gambar 5.4 Pengukuran antenna <i>multi band</i> menggunakan <i>spectrum analyzer</i> dan <i>signal generator</i> .....	82
Gambar 5.5 Pengukuran antenna <i>multi band</i> menggunakan <i>spectrum analyzer</i> ..	82
Gambar 5.6 Pengukuran antenna <i>multi band</i> menggunakan <i>signal generator</i> ....	82
Gambar 5.7 Perbandingan $S_{11}$ simulasi <i>patch</i> tunggal dan <i>multi band</i> frekuensi 2,4 GHz. ....	84
Gambar 5.8 Perbandingan $S_{11}$ simulasi <i>patch</i> tunggal dan <i>multi band</i> frekuensi 2,6 GHz. ....	84
Gambar 5.9 Perbandingan $S_{11}$ simulasi <i>patch</i> tunggal dan <i>multi band</i> frekuensi 3,5 GHz. ....	85
Gambar 5.10 Perbandingan VSWR simulasi <i>patch</i> tunggal dan <i>multi band</i> frekuensi 2,4 GHz. ....	87
Gambar 5.11 Perbandingan VSWR simulasi <i>patch</i> tunggal dan <i>multi band</i> frekuensi 2,6 GHz. ....	87
Gambar 5.12 Perbandingan VSWR simulasi <i>patch</i> tunggal dan <i>multi band</i> frekuensi 3,5 GHz. ....	88

Gambar 5.13 Perbandingan  $S_{11}$  simulasi dengan  $\epsilon_r = 4,3$  dan  $S_{11}$  fabrikasi *multi band*..... 92

Gambar 5.14 Perbandingan  $S_{11}$  simulasi dengan  $\epsilon_r = 4,3$ ,  $S_{11}$  fabrikasi, dan  $S_{11}$  simulasi dengan  $\epsilon_r = 4,1$  *multi band*. .... 93

Gambar 5.15 Perbandingan VSWR simulasi dengan  $\epsilon_r = 4,3$ , VSWR fabrikasi, dan VSWR simulasi dengan  $\epsilon_r = 4,1$  *multi band*..... 95



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Standar IEEE 802.11 ( <i>Wi-Fi</i> ).....	12
Tabel 2.2	Standar IEEE 802.16 ( <i>WiMAX</i> ). .....	14
Tabel 4.1	Komponen penyusun antena. ....	29
Tabel 4.2	Target pita frekuensi dan target parameter. ....	31
Tabel 4.3	Dimensi antena <i>patch</i> tunggal 2,4 GHz sesuai perhitungan. ....	36
Tabel 4.4	Data <i>bandwidth</i> dan <i>gain</i> antena <i>patch</i> tunggal 2,4 GHz. ....	41
Tabel 4.5	Dimensi antena <i>patch</i> tunggal 2,4 GHz pengaturan ulang. ....	42
Tabel 4.6	Data parameter keseluruhan antena <i>patch</i> tunggal 2,4 GHz. ....	42
Tabel 4.7	Dimensi antena <i>patch</i> 2,6 GHz sesuai perhitungan. ....	45
Tabel 4.8	Data <i>bandwidth</i> dan <i>gain</i> antena <i>patch</i> tunggal 2,6 GHz .....	50
Tabel 4.9	Dimensi antena <i>patch</i> 2,6 GHz pengaturan ulang. ....	51
Tabel 4.10	Data parameter keseluruhan antena <i>patch</i> tunggal 2,6 GHz. ....	51
Tabel 4.11	Dimensi antena <i>patch</i> 3,5 GHz sesuai perhitungan. ....	55
Tabel 4.12	Data <i>bandwidth</i> dan <i>gain</i> antena <i>patch</i> tunggal 3,5 GHz. ....	60
Tabel 4.13	Dimensi antena <i>patch</i> 3,5 GHz pengaturan ulang. ....	61
Tabel 4.14	Data parameter keseluruhan antena <i>patch</i> tunggal 3,5 GHz. ....	61
Tabel 4.15	Dimensi antena <i>multi band</i> sesuai perancangan <i>tiap patch</i> .....	64
Tabel 4.16	<i>Bandwidth</i> dan <i>gain</i> antena <i>multi band</i> . ....	76
Tabel 4.17	Dimensi antena <i>multi band</i> pengaturan ulang. ....	78
Tabel 4.18	Data parameter keseluruhan antena <i>multi band</i> . ....	78
Tabel 5.1	Perbandingan ukuran dimensi antena <i>tiap patch</i> dan <i>multi band</i> dalam simulasi. ....	83
Tabel 5.2	Perbandingan $S_{11}$ pada <i>patch</i> tunggal dan <i>multi band</i> . ....	85
Tabel 5.3	Perbandingan VSWR pada <i>patch</i> tunggal dan <i>multi band</i> . ....	88
Tabel 5.4	Perbandingan <i>bandwidth</i> pada <i>patch</i> tunggal dan <i>multi band</i> . ....	90
Tabel 5.5	Perbandingan <i>gain</i> pada <i>patch</i> tunggal dan <i>multi band</i> . ....	91
Tabel 5.6	Perbandingan nilai $S_{11}$ pada simulasi dengan $\epsilon_r = 4,3$ , fabrikasi, dan simulasi dengan $\epsilon_r = 4,1$ <i>multi band</i> pada frekuensi 2,4 GHz, 2,6 GHz, dan 3,5 GHz. ....	94



Tabel 5.7	Perbandingan nilai $S_{11}$ pada simulasi dengan $\epsilon_r = 4,3$ , fabrikasi, dan simulasi dengan $\epsilon_r = 4,1$ <i>multi band</i> pada frekuensi 2,46 GHz, 2,66 GHz, dan 3,58 GHz.....	94
Tabel 5.8	Perbandingan nilai VSWR pada simulasi dengan $\epsilon_r = 4,3$ , fabrikasi, dan simulasi dengan $\epsilon_r = 4,1$ <i>multi band</i> pada frekuensi 2,4 GHz, 2,6 GHz, dan 3,5 GHz. ....	96
Tabel 5.9	Perbandingan nilai VSWR pada simulasi dengan $\epsilon_r = 4,3$ , fabrikasi, dan simulasi dengan $\epsilon_r = 4,1$ <i>multi band</i> pada frekuensi 2,46 GHz, 2,66 GHz, dan 3,58 GHz. ....	96
Tabel 5.10	Nilai <i>bandwidth</i> pada simulasi dengan $\epsilon_r = 4,3$ <i>multi band</i> pada frekuensi 2,4 GHz, 2,6 GHz, dan 3,5 GHz. ....	99
Tabel 5.11	Perbandingan <i>bandwidth</i> fabrikasi dan simulasi dengan $\epsilon_r = 4,1$ <i>multi band</i> pada frekuensi 2,46 GHz, 2,66 GHz, dan 3,58 GHz. .	100
Tabel 5.12	Nilai <i>gain</i> pada simulasi dengan $\epsilon_r = 4,3$ <i>multi band</i> pada frekuensi 2,4 GHz, 2,6 GHz, dan 3,5 GHz .....	100
Tabel 5.13	Perbandingan <i>gain</i> fabrikasi dan simulasi dengan $\epsilon_r = 4,1$ <i>multi band</i> pada frekuensi 2,46 GHz, 2,66 GHz, dan 3,58 GHz.....	101
Tabel 5.14	Perbandingan parameter antenna simulasi dengan $\epsilon_r = 4,3$ <i>multi band</i> , fabrikasi, dan simulasi dengan $\epsilon_r = 4,1$ <i>multi band</i> . ....	102