

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	i
SURAT PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
ABSTRAK .....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tinjauan Riset Terdahulu .....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat .....	4
1.6 Batasan Masalah .....	5
1.7 Kerangka Pemikiran .....	5
1.8 Sistematika Penulisan .....	6
BAB II TEORI DASAR .....	8
2.1 Komunikasi V2X.....	8
2.2 Antena Mikrostrip.....	9
2.3 Parameter Antena.....	10
2.3.1 <i>Bandwidth</i> .....	10
2.3.2 Koefisien Refleksi .....	11
2.3.3 VSWR .....	12
2.3.4 Pola Radiasi.....	12
2.3.5 Direktivitas dan <i>Gain</i> .....	13
2.3.6 Impedansi Masukan .....	14
2.3.7 Polarisasi .....	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	16
3.1 Tahapan Penelitian.....	16
3.1.1 Studi Literatur .....	17
3.1.2 Identifikasi Masalah .....	17
3.1.3 Analisis Kebutuhan .....	17
3.1.4 Perancangan dan Simulasi Antena .....	18
3.1.5 Realisasi Antena.....	19
3.1.6 Pengujian Antena .....	19
3.1.7 Analisis Hasil .....	19
BAB IV PERANCANGAN DAN SIMULASI.....	20
4.1 Antena Dua <i>Layer</i> Dengan Teknik Pencatuan <i>Proximity-coupling</i> .....	20
4.1.1 Perubahan Dimensi <i>Patch</i> Antena .....	22
4.1.2 Perubahan Jarak Substrat dengan <i>Patch</i> .....	23
4.1.3 Perubahan Posisi Saluran Pencatu .....	24
4.1.4 Perubahan Panjang Saluran Pencatu .....	24
4.1.5 Variasi Arah Posisi Slot .....	25
4.1.6 Konfigurasi Teknik Pencatuan <i>proximity-coupling</i> pada Antena Tanpa Slot .....	40
4.2 Antena Dua <i>Layer</i> dengan Teknik Pencatuan <i>Aperture-coupling</i> .....	42
4.2.1 Perubahan Panjang Saluran Pencatu didalam <i>Patch</i> .....	45
4.2.2 Perubahan Panjang Atas Slot <i>Aperture</i> .....	46
4.2.3 Perubahan Lebar Slot <i>Aperture</i> .....	47
4.2.4 Perubahan Lebar Saluran Pencatu.....	47
4.2.5 Perubahan Panjang Bawah Slot <i>Aperture</i> .....	48
4.2.6 Optimasi Slot Pada Setiap Tipe Antena .....	49
4.2.7 Konfigurasi Teknik Pencatuan <i>Aperture-coupling</i> Pada Antena Tanpa Slot .....	63
4.3 Hasil Akhir Simulasi Antena Mikrostrip Dua <i>Layer</i> .....	67
4.4 Desain Akhir Antena Mikrostrip Dua <i>Layer</i> .....	71
BAB V REALISASI DAN HASIL ANALISIS.....	75
5.1 Realisasi Antena .....	75

5.2 Pengukuran Antena.....	76
5.3 Analisis Hasil.....	78
5.3.1 Antena Tipe A.....	78
5.3.2 Antena Tipe B.....	82
5.3.3 Antena Tipe C.....	86
5.3.4 Antena Tipe D.....	90
5.3.5 Antena Tipe E.....	94
5.3.6 Antena Tipe F.....	98
5.3.7 Antena Tanpa slot.....	102
5.3.8 Hasil Akhir Pengukuran.....	107
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	110
6.1 Kesimpulan.....	110
6.2 Saran.....	111
DAFTAR PUSTAKA.....	112
LAMPIRAN.....	114



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kerangka pemikiran. ....	6
Gambar 2.1	Antena mikrostrip.....	9
Gambar 2.2	<i>Bandwidth</i> berdasarkan <i>return loss</i> $\leq -9,54$ dB.....	11
Gambar 2.3	Pola radiasi. ....	13
Gambar 2.4	Polarisasi sirkular dan linier. ....	15
Gambar 3.1	Metodologi penelitian.....	16
Gambar 3.2	Diagram alir perancangan antena dan simulasi antena.....	18
Gambar 4.1	Teknik pencatuan <i>proximity-coupling</i> .....	20
Gambar 4.2	Desain awal antena dengan teknik pencatuan <i>proximity-coupling</i> . ....	21
Gambar 4.3	Grafik simulasi perubahan dimensi <i>patch</i> . ....	23
Gambar 4.4	Grafik simulasi perubahan jarak tepi substrat dengan tepi <i>patch</i> ..	23
Gambar 4.5	Grafik simulasi perubahan posisi saluran pencatu. ....	24
Gambar 4.6	Grafik simulasi perubahan panjang saluran pencatu. ....	25
Gambar 4.7	Desain antena referensi dengan teknik pencatuan <i>proximity-coupling</i> pada antena dengan variasi slot. ....	25
Gambar 4.8	Desain awal enam tipe antena dengan variasi slot .....	26
Gambar 4.9	Grafik simulasi perubahan posisi slot pada antena tipe A.....	27
Gambar 4.10	Grafik simulasi perubahan panjang slot pada antena tipe A. ....	28
Gambar 4.11	Grafik simulasi perubahan lebar slot pada antena tipe A. ....	29
Gambar 4.12	Grafik simulasi perubahan posisi slot pada antena tipe B.....	30
Gambar 4.13	Grafik simulasi perubahan panjang slot pada antena tipe B.....	31
Gambar 4.14	Grafik simulasi perubahan posisi slot pada antena tipe C.....	32
Gambar 4.15	Grafik simulasi perubahan dimensi slot pada antena tipe C.....	33
Gambar 4.16	Grafik simulasi perubahan posisi slot pada antena tipe D.....	34
Gambar 4.17	Grafik simulasi perubahan panjang slot pada antena tipe D. ....	35
Gambar 4.18	Grafik simulasi perubahan panjang dua slot pada antena tipe E. ...	36
Gambar 4.19	Grafik simulasi perubahan posisi dua slot pada antena tipe E. ....	37
Gambar 4.20	Grafik simulasi perubahan panjang slot pada antena tipe F. ....	38

Gambar 4.21	Grafik simulasi perubahan posisi slot pada antenna tipe F. ....	39
Gambar 4.22	Desain antenna tanpa slot. ....	40
Gambar 4.23	Simulasi perubahan dimensi <i>patch</i> pada antenna tanpa slot dengan teknik pencatuan <i>proximity-coupling</i> . ....	41
Gambar 4.24	Grafik simulasi perubahan panjang saluran pencatu. ....	42
Gambar 4.25	Teknik pencatuan <i>aperture-coupling</i> . ....	43
Gambar 4.26	Desain awal antenna dengan teknik pencatuan <i>aperture-coupling</i> .....	44
Gambar 4.27	Grafik simulasi perubahan panjang saluran pencatu didalam <i>patch</i> . ....	46
Gambar 4.28	Grafik simulasi perubahan panjang atas slot <i>aperture</i> . ....	46
Gambar 4.29	Grafik simulasi perubahan lebar slot <i>aperture</i> . ....	47
Gambar 4.30	Grafik simulasi perubahan lebar saluran pencatu. ....	48
Gambar 4.31	Grafik simulasi perubahan panjang bawah slot <i>aperture</i> . ....	48
Gambar 4.32	Desain awal enam tipe antenna dengan variasi slot .....	49
Gambar 4.33	Desain antenna referensi dengan teknik pencatuan <i>aperture-coupling</i> pada antenna dengan variasi slot. ....	50
Gambar 4.34	Grafik simulasi perubahan panjang slot pada antenna tipe A .....	51
Gambar 4.35	Grafik simulasi perubahan posisi slot pada antenna tipe A. ....	52
Gambar 4.36	Grafik simulasi perubahan panjang slot pada antenna tipe B. ....	53
Gambar 4.37	Grafik simulasi perubahan posisi slot pada antenna tipe B. ....	54
Gambar 4.38	Grafik simulasi perubahan panjang slot pada antenna tipe C. ....	55
Gambar 4.39	Grafik simulasi perubahan posisi slot pada antenna tipe C. ....	56
Gambar 4.40	Grafik simulasi perubahan panjang slot pada antenna tipe D. ....	57
Gambar 4.41	Grafik simulasi perubahan posisi slot pada antenna tipe D. ....	58
Gambar 4.42	Grafik simulasi perubahan panjang slot pada antenna tipe E. ....	59
Gambar 4.43	Grafik simulasi perubahan posisi slot pada antenna tipe E .....	60
Gambar 4.44	Grafik simulasi perubahan panjang slot pada antenna tipe F. ....	62
Gambar 4.45	Grafik simulasi perubahan posisi slot pada antenna tipe F. ....	62
Gambar 4.46	Desain awal antenna tanpa slot dengan teknik pencatuan <i>aperture-coupling</i> . ....	63
Gambar 4.47	Grafik simulasi perubahan lebar slot <i>aperture</i> pada antenna tanpa slot. ....	65

Gambar 4.48	Grafik simulasi perubahan panjang atas slot <i>aperture</i> . .....	65
Gambar 4.49	Grafik simulasi perubahan lebar slot <i>aperture</i> pada antenna tanpa slot. ....	66
Gambar 4.50	Grafik simulasi perubahan panjang bawah slot <i>aperture</i> . ....	67
Gambar 4.51	Desain akhir antenna mikrostrip dua <i>layer</i> dengan teknik pencatuan <i>aperture-coupling</i> . ....	71
Gambar 4.52	Desain akhir antenna menggunakan baut. ....	74
Gambar 5.1	Realisasi antenna mikrostrip dua <i>layer</i> dengan teknik pencatuan <i>aperture-coupling</i> . ....	75
Gambar 5.2	Skema pengukuran antenna menggunakan VNA. ....	76
Gambar 5.3	Proses pengukuran antenna menggunakan VNA. ....	76
Gambar 5.4	Skema pengukuran antenna menggunakan SA dan SG. ....	77
Gambar 5.5	Proses pengukuran antenna didalam <i>anechoic chamber</i> . ....	77
Gambar 5.6	Proses pengukuran menggunakan SA dan SG. ....	78
Gambar 5.7	Grafik koefisien refleksi hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe A. ....	79
Gambar 5.8	Grafik VSWR hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe A. ....	80
Gambar 5.9	Grafik <i>gain</i> hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe A. ....	80
Gambar 5.10	Pola radiasi 2D pengukuran dan simulasi bidang <i>E</i> pada antenna tipe A ( $\theta = 0^\circ$ ). ....	81
Gambar 5.11	Pola radiasi 2D pengukuran dan simulasi bidang <i>H</i> pada antenna tipe A ( $\pi = 0^\circ$ ). ....	81
Gambar 5.12	Grafik rasio aksial hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe A. ....	82
Gambar 5.13	Grafik koefisien refleksi hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe B. ....	83
Gambar 5.14	Grafik VSWR hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe B. ....	84
Gambar 5.15	Grafik <i>gain</i> hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe B. ....	84
Gambar 5.16	Pola radiasi 2D pengukuran dan simulasi bidang <i>E</i> pada antenna tipe B ( $\theta = 0^\circ$ ). ....	85

Gambar 5.17	Pola radiasi 2D pengukuran dan simulasi bidang $H$ pada antenna tipe B ( $\pi = 0^\circ$ ).....	85
Gambar 5.18	Grafik rasio aksial hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe B.....	86
Gambar 5.19	Grafik koefisien refleksi hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe C.....	87
Gambar 5.20	Grafik VSWR hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe C.....	88
Gambar 5.21	Grafik <i>gain</i> hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe C.....	88
Gambar 5.22	Pola radiasi 2D pengukuran dan simulasi bidang $E$ pada antenna tipe C ( $\theta = 0^\circ$ ).....	89
Gambar 5.23	Pola radiasi 2D pengukuran dan simulasi bidang $H$ pada antenna tipe C ( $\pi = 0^\circ$ ).....	89
Gambar 5.24	Grafik rasio aksial hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe C.....	90
Gambar 5.25	Grafik koefisien refleksi hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe D.....	91
Gambar 5.26	Grafik VSWR hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe D.....	92
Gambar 5.27	Grafik <i>gain</i> hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe D.....	92
Gambar 5.28	Pola radiasi 2D pengukuran dan simulasi bidang $E$ pada antenna tipe D ( $\theta = 0^\circ$ ).....	93
Gambar 5.29	Pola radiasi 2D pengukuran dan simulasi bidang $H$ pada antenna tipe D ( $\pi = 0^\circ$ ).....	93
Gambar 5.30	Grafik rasio aksial hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe D.....	94
Gambar 5.31	Grafik koefisien refleksi hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe E.....	95
Gambar 5.32	Grafik VSWR hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe E.....	96
Gambar 5.33	Grafik <i>gain</i> hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe E.....	96
Gambar 5.34	Pola radiasi 2D pengukuran dan simulasi bidang $E$ pada antenna tipe E ( $\theta = 0^\circ$ ).....	97

Gambar 5.35	Pola radiasi 2D pengukuran dan simulasi bidang $H$ pada antenna tipe E ( $\pi = 0^\circ$ ).	97
Gambar 5.36	Grafik rasio aksial hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe E.	98
Gambar 5.37	Grafik koefisien refleksi hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe F.	99
Gambar 5.38	Grafik VSWR hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe F.	100
Gambar 5.39	Grafik <i>gain</i> hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe F.	100
Gambar 5.40	Pola radiasi 2D pengukuran dan simulasi bidang $E$ pada antenna tipe F ( $\theta = 0^\circ$ ).	101
Gambar 5.41	Pola radiasi 2D pengukuran dan simulasi bidang $H$ pada antenna tipe F ( $\pi = 0^\circ$ ).	101
Gambar 5.42	Grafik rasio aksial hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tipe F.	102
Gambar 5.43	Grafik koefisien refleksi hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tanpa slot.	103
Gambar 5.44	Grafik VSWR hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tanpa slot.	104
Gambar 5.45	Grafik <i>gain</i> hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tanpa slot.	105
Gambar 5.46	Pola radiasi 2D pengukuran dan simulasi bidang $E$ pada antenna tipe tanpa slot ( $\theta = 0^\circ$ ).	106
Gambar 5.47	Pola radiasi 2D pengukuran dan simulasi bidang $H$ pada antenna tanpa slot ( $\pi = 0^\circ$ ).	106
Gambar 5.48	Grafik rasio aksial hasil pengukuran dan hasil simulasi pada antenna tanpa slot.	107



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Referensi penelitian.....	2
Tabel 4.1	Spesifikasi parameter kinerja antenna.....	21
Tabel 4.2	Spesifikasi awal antenna dua <i>layer</i> dengan teknik pencatuan <i>proximity-coupling</i> .....	22
Tabel 4.3	Spesifikasi antenna referensi dengan teknik pencatuan <i>proximity-coupling</i> pada enam tipe antenna dengan variasi slot. ....	26
Tabel 4.4	Spesifikasi slot awal pada antenna tipe A. ....	27
Tabel 4.5	Spesifikasi slot akhir pada antenna tipe A. ....	29
Tabel 4.6	Spesifikasi slot awal pada antenna tipe B. ....	30
Tabel 4.7	Spesifikasi slot akhir pada antenna tipe B.....	31
Tabel 4.8	Spesifikasi slot awal pada antenna tipe C. ....	32
Tabel 4.9	Spesifikasi slot akhir pada antenna tipe C.....	33
Tabel 4.10	Spesifikasi slot awal pada antenna tipe D. ....	34
Tabel 4.11	Spesifikasi slot akhir pada antenna tipe D. ....	35
Tabel 4.12	Spesifikasi slot awal pada antenna tipe E.....	36
Tabel 4.13	Spesifikasi slot akhir pada antenna tipe E.....	37
Tabel 4.14	Spesifikasi slot awal pada antenna tipe F.....	38
Tabel 4.15	Spesifikasi slot akhir pada antenna tipe E.....	39
Tabel 4.16	Spesifikasi awal antenna tanpa slot.....	41
Tabel 4.17	Spesifikasi parameter kinerja antenna.....	43
Tabel 4.18	Spesifikasi awal antenna mikrostrip dua <i>layer</i> dengan teknik pencatuan <i>aperture-coupling</i> .....	45
Tabel 4.19	Spesifikasi Antena referensi dengan teknik pencatuan <i>aperture-coupling</i> pada enam tipe antenna dengan variasi slot. ....	50
Tabel 4.20	Spesifikasi slot awal antenna tipe A.....	51
Tabel 4.21	Spesifikasi slot akhir pada antenna tipe A. ....	52
Tabel 4.22	Spesifikasi slot awal pada antenna tipe B. ....	53
Tabel 4.23	Spesifikasi slot akhir pada antenna tipe B.....	54
Tabel 4.24	Spesifikasi slot awal pada antenna tipe C. ....	55
Tabel 4.25	Spesifikasi slot akhir pada antenna tipe C.....	56

Tabel 4.26	Spesifikasi slot awal pada antenna tipe D. ....	57
Tabel 4.27	Spesifikasi slot akhir pada antenna tipe D. ....	58
Tabel 4.28	Spesifikasi slot awal pada antenna tipe E.....	59
Tabel 4.29	Spesifikasi slot akhir pada antenna tipe E.....	60
Tabel 4.30	Spesifikasi slot awal pada antenna tipe F.....	61
Tabel 4.31	Spesifikasi slot akhir pada antenna tipe F. ....	63
Tabel 4.32	Spesifikasi awal antenna tanpa slot dengan teknik pencatuan <i>aperture-coupling</i> .....	64
Tabel 4.33	Hasil simulasi desain akhir antenna dua <i>layer</i> dengan teknik pencatuan <i>proximity-coupling</i> .....	68
Tabel 4.34	Rasio aksial pada antenna mikrostrip dua <i>layer</i> dengan teknik pencatuan <i>proximity-coupling</i> .....	69
Tabel 4.35	Hasil simulasi desain akhir antenna dua <i>layer</i> dengan teknik pencatuan <i>aperture-coupling</i> .....	70
Tabel 4.36	Rasio aksial pada antenna mikrostrip dua <i>layer</i> dengan teknik pencatuan <i>aperture-coupling</i> .....	70
Tabel 4.37	Spesifikasi desain akhir enam tipe antenna dengan variasi slot.....	72
Tabel 4.38	Spesifikasi slot pada desain akhir enam tipe antenna dengan variasi slot.....	72
Tabel 4.39	Spesifikasi desain akhir antenna tanpa slot. ....	73
Tabel 4.40	Hasil simulasi antenna dengan penggunaan baut.....	74
Tabel 5.1	Hasil pengukuran antenna mikrostrip dua <i>layer</i> dengan teknik pencatuan <i>aperture-coupling</i> .....	108